

Nachdruck verboten.

Übersetzungsrecht vorbehalten.

Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten zu Hamburg
(Direktor: Ober-Med.-Rat Prof. Dr. B. Nocht)
und der Tropenabteilung des Instituts für parasitäre und Infektionskrankheiten
der Tierärztlichen Hochschule zu Utrecht (Direktor: Prof. Dr. L. de Blieck).

Zur Kenntnis einiger Vogeltrypanosomen.

Von

Otto Nieschulz.

(Hierzu Tafel 6 u. 7 und 2 Textfiguren.)

Wenn wir von den vielen Arbeiten über Vogeltrypanosomen, die sich fast ausschließlich auf das Studium von Trockenpräparaten stützen, absehen, so bleibt über die Cytologie dieser Parasiten als einzige Arbeit, die auf Grund von Untersuchungen bei einwandfreier Technik ausgeführt ist, nur die von ROSENBUSCH (1909) übrig, die zugleich die erste ausführlichere über die Cytologie der Trypanosomen überhaupt darstellt. Dieser Forscher wies nach, daß die Kernteilung sich unter dem Bilde einer primitiven Mitose vollzieht und glaubte, auch dieselbe Teilungsweise beim Blepharoplasten gefunden zu haben. Das neue Basalkorn soll sich dann vom Tochterblepharoplasten durch heteropole Teilung abspalten. KÜHN und SCHUCKMANN (1912) kamen dann aber bei mit sehr sorgfältiger Technik ausgeführten Studien an *Trypanosoma brucei* und *lewisi* zu gerade den entgegengesetzten Ergebnissen. Der Kern teilt sich wie der Blepharoplast nach ihnen amitotisch durch hantelförmige Durchschnürung; das neue Basalkorn entsteht, wie sie besonders an blepharoplastlosen Trypanosomenstämmen nachweisen konnten, durch Teilung vom alten Basalkorn, die neue Geißel durch Spaltung der

alten. Diese Ansicht blieb lange die herrschende, bis KUCZYNSKI (1917) bei einigen pathogenen Trypanosomen und dem *Tryp. lewisi*, vor allem HARTMANN und NÖLLER (1918) an den Kulturformen des nicht-pathogenen Rindertrypanosomas, des *Tryp. theileri*, sowie auch SCHUURMANS STEKHOVEN (1919) am *Tryp. brucei* die Angaben ROSENBUSCH's über die Kernteilung im wesentlichen bestätigen konnten, während sie sich, was die Blepharoplast- und Basalkornteilung anbetrifft, der Ansicht KÜHN und SCHUCKMANN's anschlossen. Die neue Geißel entsteht nach ihnen aber durch Auswachsen vom Tochterbasalkorn und nicht durch Spaltung der alten Geißel.

Auf die vielen theoretischen Erwägungen, die sich seit SCHAUDINN's klassischer Arbeit über den Generationswechsel von Trypanosomen und Spirochäten an die Cytologie der Trypanosomen angeknüpft haben, einzugehen, kann ich hier verzichten, da diese Streitfragen ausführlich in den genannten Arbeiten, besonders bei KÜHN und SCHUCKMANN schon zusammengestellt sind.

Obwohl Herr Prof. NÖLLER demnächst ¹⁾ in einem Lehrbuche die wichtigsten Stadien aus der Cytologie des Kreuzschnabeltrypanosomas abbilden wird, hielt ich es doch bei der großen praktischen Bedeutung der Trypanosomen für angebracht, mein verhältnismäßig reiches Material an Vogeltrypanosomen — es standen mir neun verschiedene Stämme zur Verfügung — auch eingehend cytologisch auszuwerten.

I. Material und Technik.

Die Trypanosomen kommen im Blut unserer heimischen Vögel und, wie ich auch habe feststellen können, unserer Süßwasserfische, viel weiter verbreitet vor, als man im allgemeinen annimmt. Während eines zweimaligen Aufenthaltes im Frühjahr und Herbst 1920 auf der biologischen Anstalt in Helgoland — Herrn Geheimrat HEINCKE gebührt für die gütige Überlassung eines Arbeitsplatzes mein besonderer Dank — war es mir vor allem durch die freundliche Unterstützung von Herrn Dr. WEIGOLD, des bekannten Leiters der dortigen Vogelwarte, dem ich für seine wertvolle Hilfe zu großem Dank verpflichtet bin, möglich, eine größere Anzahl von Zugvögeln lebend auf Trypanosomen zu untersuchen und von ihrem Blute Kulturen anzulegen. Es gelang mir, wie ich schon kurz in

¹⁾ Anm. bei der Korrektur: Inzwischen Teil I erschienen: NÖLLER, W. (1922): Die wichtigsten parasitischen Protozoen des Menschen und der Tiere. in: v. OSTERTAG, WOLFFHÜGEL und NÖLLER: Die tierischen Parasiten der Haus- und Nutztiere. Berlin.

einer vorläufigen Mitteilung (NIESCHULZ, 1921) berichtet habe, bei neun verschiedenen Vogelarten eine Infektion festzustellen. Bezeichnend für unsere recht geringe Kenntnis von der Verbreitung dieser Parasiten ist es, daß von diesen 9 Vögeln 6 als Wirtstiere noch nicht bekannt waren.

Trypanosomen wurden zum ersten Male gefunden in:

Anthus pratensis L. (Wiesenpieper),
Erithacus phoenicurus L. (Gartenrotschwanz),
Phylloscopus trochilus L. (Fitislaubsänger),
Saxicola oenanthe L. (Steinschmätzer),
Sylvia simplex LATH. (Gartengrasmücke),
Turdus torquatus L. (Ringdrossel),

während sie in:

Erithacus rubecula L. (Rotkehlchen),
Muscicapa atricapilla L. (Trauerfliegenfänger),
Turdus philomelos BREHM (Singdrossel)

schon früher von anderen Autoren gefunden sind.

Außerdem konnte ich noch durch die gütige Erlaubnis von Herrn Prof. VOSSELER im Zoologischen Garten zu Hamburg etwa 20 meist tropische Vögel durch Anlegen von Blutkulturen auf Trypanosomen untersuchen. Das Resultat war jedoch in allen Fällen negativ. Dies Ergebnis läßt sich wohl durch die teilweise sehr lange Gefangenschaft — die Tiere waren schon vor Kriegsbeginn eingeführt worden — der Vögel erklären. Die Infektion, die sie eventuell in ihrer Heimat erhalten hatten, ist im Laufe der Jahre verschwunden, und eine Neuinfektion — die Übertragung der Trypanosomen scheint nur durch Nesterparasiten zu erfolgen — hat nicht stattgefunden.

Im Blute der Vögel kommen die Trypanosomen so spärlich vor, daß man sie auch bei gründlichem Suchen im Lebendpräparat nicht immer finden kann. Gefärbte Blutaussstriche sind hierfür noch viel ungünstiger. Etwas häufiger sind sie im Knochenmark ihrer Wirte, doch gelingt es auch hier nicht immer, sie festzustellen. Der sicherste und wohl nur ganz ausnahmsweise fehlschlagende Nachweis geschieht durch Anlegen von Kulturen. Daß auch hier ein Mißerfolg nicht ausgeschlossen ist — natürlich ganz abgesehen von bakterieller Verunreinigung —, habe ich selbst beobachten können, da es mir wohl gelang, im Knochenmark einer Gartengrasmücke ein Trypanosom zu finden, während die angelegten Kulturen negativ ausfielen.

Die Technik der Blutentnahme ist bei größeren Vögeln verhältnismäßig einfach. Man entnimmt der Flügelvene das Blut mit

einer sterilen Spritze direkt über dem Oberarmknochen, wobei man sich hüten muß, die Flügelaorta, die unmittelbar darunter verläuft, anzustechen, da sonst die Vögel bei ihrem hohen Blutdruck sehr leicht verbluten würden. Bei Vögeln von Drosselgröße an abwärts ist jedoch die Vene für diese Art der Blutentnahme zu klein. Man kann bei ihnen nun die feinen Adern an der Flügelspitze oder auch die Vene selbst einfach anstechen, nachdem die Federn entfernt sind, und dann den heraustretenden Blutstropfen mit einer Spritze oder dgl. aufsaugen. Bei dieser Methode ist jedoch die Gefahr der bakteriellen Verunreinigung recht groß. Bedeutend bessere Ergebnisse erhielt ich durch Herzpunktion. Merkwürdigerweise vertrugen selbst Vögel von der Größe eines Laubsängers diesen groben Eingriff meist gut. Nur etwa 10 Proz. der punktierten Vögel gingen ein. Man sticht am besten etwas seitwärts schräg nach vorn durch den Pectoralis und das Sternum hindurch, nachdem man die Haut vorher am zweckmäßigsten mit dem leicht verdunstenden Gemisch von Alkohol und Äther desinfiziert hat. Vorsehen muß man sich dabei, daß man nicht durch das Herz hindurch sticht und vor allem nicht den Aortabogen verletzt. Die Spitze der Kanüle darf wegen des geringen Durchmessers des Herzens der Kleinvögel nicht sehr ausgezogen, die Kanülenweite trotzdem nicht zu gering sein. Auf diese Weise können bei ganz kleinen Vögeln 0,2 ccm, bei solchen von der Größe einer Drossel bis 0,5 ccm Blut entnommen werden. Das Blut ersetzt man darauf durch etwa die gleiche Menge physiologischer Kochsalzlösung subcutan oder intraperitoneal. Nach Ablauf etwa einer Stunde hatten sich die Vögel von der Punktion meist völlig erholt und flogen dann beim Freilassen ganz normal ab.

Als Kulturmedium verwendet man zunächst am besten Blutbouillon. Man kann auch Blutagarröhrchen nehmen, doch läßt sich hierin nicht soviel Blut einsäen wie in die Bouillon, ein Umstand, der bei dem spärlichen Vorkommen der Trypanosomen natürlich von Bedeutung ist. Bei der Blutbouillon habe ich die Zusammensetzung aus 2—3 Teilen Bouillon und einem Teil defibrinierten Bluts als sehr günstig gefunden. Dies Anlegen der ersten Kulturen läßt sich auch mit recht primitiven Hilfsmitteln fertigstellen, wie ich es selbst auf Helgoland ausprobieren konnte. Ich hatte mir sterile Nährbouillon (1000,0 Aqu. dest., 10,0 Liebig-Fleischextrakt, 5,0 NaCl, 10,0 Pepton) und steril entnommenes, defibriniertes Pferdeblut in zugeschmolzenen Glasgefäßen mitgenommen, dann an Ort und Stelle gemischt und in über einer Spiritusflamme sterilisierte Reagenzgläser gefüllt.

Etwa 8.–10 Tage, nachdem die Röhrrchen mit Blut beschickt sind, findet man in ihnen, wenn das Blut Trypanosomen enthielt, auf der Oberfläche der Blutkörperchenschicht massenhaft diese Parasiten, so daß sie häufig sogar schon makroskopisch als ein feiner Belag zu erkennen sind.

Die so erhaltenen Trypanosomen züchtete ich nach dem NÖLLER-schen Plattenverfahren (NÖLLER, 1917) weiter und habe sie jetzt teilweise schon über 2 Jahre in Kultur. Zwei Stämme (aus *Anthus pratensis* und *Muscicapa atricapilla*) verlor ich leider früh durch bakterielle Verunreinigung.

Herr Prof. NÖLLER (Berlin) war so liebenswürdig, mir für meine Untersuchungen seinen Stamm aus *Loxia curvirostra* L. (Kreuzschnabel) und einen neu gezüchteten aus *Asio otus* L. (Waldohreule) zur Verfügung zu stellen, Herr Prof. MAYER (Hamburg) seinen aus *Astur palumbarius* L. (Hühnerhabicht). Beiden Herren hierfür meinen besten Dank.

Die Präparate wurden, wie wohl kaum erst besonders betont zu werden braucht, stets feucht fixiert und feucht weiterbehandelt. Als Fixierungsflüssigkeit diente Sublimat-Alkohol nach SCHAUDINN und auch konzentrierte, wässrige Sublimatlösung allein. Beides gab gleich gute Resultate. Gefärbt wurde mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN in der Form, wie sie NÖLLER (1921) neuerdings beschrieben hat. Die Präparate wurden zunächst eine Stunde lang im 37°-Brutschrank in 4proz. Eisenalaunlösung gebeizt, nach kurzem Abspülen in Wasser ebensolange wieder im Brutschrank gefärbt und dann mit 2proz. Eisenalaunlösung differenziert. Die Farbe muß sehr stark ausgezogen werden, so daß das Protoplasma nur noch ganz leicht gefärbt ist, da es nur auf diese Weise gelingt, die Teilungsspindeln wirklich gut darzustellen. Gegenüber der Färbebrücke, die eine ständige Kontrolle der Differenzierung unter dem Mikroskop gestattet und von KÜHN und SCHUCKMANN (1912) besonders empfohlen wurde, ziehe ich nach dem Vorgange NÖLLER's das Differenzieren in einer Petrischale unter ständigem Schwenken der Präparate vor. Nach dieser Methode erhält man auch bei sehr stark entfärbten Präparaten noch völlig deutliche Geißeln, während diese sonst meist fast ganz mit entfärbt wurden.

Zur Herstellung der Präparate wurden möglichst junge, nur wenige Tage alte Kulturen verwandt, da in älteren viele Degenerationsformen mit starker Granulabildung auftreten, die leicht zu Mißdeutung Anlaß geben können.

Diese Untersuchungen wurden im Institut für Schiffs- und Tropen-

krankheiten begonnen. Herrn Obermedizinalrat Prof. Dr. NOCHT bin ich für die Überlassung eines Arbeitsplatzes und die großzügige Unterstützung, die ich in seinem Institut genossen habe, zu großem Dank verpflichtet, Herrn Prof. Dr. LOHMANN für das weitgehende Entgegenkommen, daß er mir bei meinen Studien bewiesen hat. Herrn Prof. Dr. NÖLLER möchte ich auch an dieser Stelle vielmals danken für das warme Interesse, das er mir und meinen Arbeiten während meiner Studentenzeit entgegengebracht hat.

II. Morphologie.

a) Die *Crithidia*-Form.

Alle Vogeltrypanosomen wachsen in der Kultur auf Platten bei Zimmertemperatur fast ausschließlich in der *Crithidia*-Form, wie dies NÖLLER (1920) von seinem *Tryp. loxiae* und HARTMANN und NÖLLER (1918) vom *Tryp. theileri* beschrieben haben. Gestalt und Größe schwanken wie bei allen Kulturtrypanosomen in beträchtlichen Grenzen. In jungen, nur wenige Tage alten Kulturen haben die ruhenden, d. h. in der Teilungsrufe befindlichen, Trypanosomen eine mehr oder weniger schlanke Gestalt (Fig. 1—9), das Hinterende leicht abgestumpft, das Vorderende zugespitzt und allmählich in die Geißel übergehend. In älteren Kulturen runden sie sich ab, es setzt in ihrem Körper eine starke Granulabildung ein, sie degenerieren dann und sterben ab.

Das Protoplasma zeigt einen ziemlich grobwabigen Bau, dessen Struktur gegen das Vorderende des Trypanosomas hin häufig an Deutlichkeit verliert. Im allgemeinen ist die Wabengröße einigermaßen einheitlich und nur gelegentlich findet man größere alveoläre Räume, meist kurz vor dem Kern, die jedoch nie scharf abgegrenzt sind und daher nicht als Vakuole angesprochen werden können. Die Wabenwände selbst sind häufig fein granuliert.

Der Kern liegt etwa in der Mitte des Flagellaten. Im Leben gleicht er einem homogenen Bläschen, im gefärbten Präparat zeigt er zentral ein kompaktes Caryosom, daß in einer meist homogen erscheinenden, chromatinfreien Kernsaftzone suspendiert ist, die ihrerseits gegen das Protoplasma mit einer feinen, vielfach undeutlichen Membran abgegrenzt wird. Auf die genauere Struktur des Kernes werde ich noch unten zurückkommen.

Meist kurz vor dem Kern, nicht selten auch in gleicher Höhe mit ihm, liegt der Blepharoplast, der bei den verschiedenen Stämmen an Größe erheblich differiert und manchmal nur wenig kleiner als

das Caryosom selbst ist. Er ist kugelig gebaut, die der Geißelbasis zugekehrte Seite häufig etwas abgeplattet.

Die Geißel entspringt kurz vor dem Blepharoplasten aus einem Basalkorn, daß jedoch nur selten deutlich zu beobachten ist. Das freie Geißelende schneidet stumpf ab, ohne verjüngt oder verdickt zu sein.

In der Nähe des Kernes, zu ihm aber in keiner bestimmten Richtung liegend, findet man einen meist geraden, gelegentlich auch leicht gekrümmten, stäbchenförmigen Körper, der nur in gut differenzierten Präparaten klar hervortritt. Manchmal ist um ihn herum ein mehr oder minder deutlicher Hof ausgebildet, wie man ihn ähnlich auch beim Blepharoplasten finden kann. Dieser Körper wurde zuerst beim Kreuzschnabeltrypanosoma von NÖLLER (1920 a) beschrieben und ist wohl als spezifisch für die Vogeltrypanosomen anzusehen, da er bislang noch bei keinem anderen Trypanosom gefunden wurde und bei der großen Anzahl von Untersuchungen wohl kaum übersehen sein kann. Was er für eine Bedeutung hat, vermag ich nicht zu sagen. Er wird, wie ich hier gleich einfügen möchte, bei der Zellteilung mit geteilt und zwar durch einfache Durchschnürung in der Querrichtung.

Ich habe diesen Körper bei allen von mir untersuchten Vogeltrypanosomen, sowohl aus Singvögeln wie aus Raubvögeln gefunden. Er ist also weiter verbreitet, als NÖLLER (1920 a) vermutete. ROSENBUSCH beschreibt ihn nicht bei seinen Untersuchungen über das Steinkauztrypanosom, doch ist es nicht unmöglich, daß er ihn übersehen hat.

In ihrem allgemeinen Bau gleichen sich die verschiedenen Trypanosomenstämme. Unterschiede lassen sich nachweisen in der Größe von Kern und Blepharoplast und vielleicht auch in der Stärke der Färbbarkeit des stäbchenförmigen Körpers. Ich werde im folgenden die einzelnen Trypanosomen kurz beschreiben. Die Benennung erfolgt vorläufig stets nach dem Wirtstier, aus dem ich die Trypanosomen gezüchtet habe, ohne natürlich damit behaupten zu wollen, daß es sich um verschiedene Spezies handelt.

Das Ringdrosseltrypanosom (Fig. 1) hat eine ziemlich schlanke Gestalt, das Caryosom ist von mittlerer Größe, der Blepharoplast beträchtlich groß, manchmal nur wenig kleiner als das Caryosom. Der stäbchenförmige Körper ist sehr deutlich ausgebildet.

Das Singdrosseltrypanosom (Fig. 2) unterscheidet sich von dem aus der Ringdrossel durch seinen erheblich kleineren

Blepharoplasten. Diese Differenz ist um so bemerkenswerter, als es sich hier um zwei Trypanosomenstämme handelt, die aus zwei Vögeln gezüchtet wurden, welche ein und derselben Gattung angehören, sich also systematisch sehr nahe stehen. Auf die Bedeutung dieser Tatsache werde ich noch zu sprechen kommen. Der stäbchenförmige Körper ließ sich außerdem noch nur verhältnismäßig selten und dann auch meist nur undeutlich nachweisen.

Das Gartenrotschwanz- und Rotkehlchentrypanosom (Fig. 3 und 4) lassen sich morphologisch nicht unterscheiden. Der Blepharoplast steht seiner Größe nach zwischen den beiden Drosseltrypanosomen, das Caryosom hat etwa dieselbe Größe, der stäbchenförmige Körper ist gut sichtbar.

Das Fitislaubsängertrypanosom (Fig. 5) ähnelt sehr dem aus der Singdrossel. Der Blepharoplast ist wieder sehr klein, der stäbchenförmige Körper wohl etwas deutlicher als bei diesem Trypanosom.

Bei dem Steinschmätzertrypanosom (Fig. 6) ist das Caryosom beträchtlich größer als bei den vorhergehenden. Der Blepharoplast ist mittelgroß, der stäbchenförmige Körper deutlich.

Das Kreuzschnabeltrypanosom (Fig. 7) hat das größte Caryosom, der Blepharoplast ist fast so groß wie bei dem Ringdrosseltrypanosom, der Körper bedeutend plumper gebaut als bei den bisher genannten.

Das Hühnerhabichttrypanosom (Fig. 8) gleicht dem Kreuzschnabeltrypanosom am meisten. Die Körperform ist häufig noch etwas plumper.

Das Waldohreulentrypanosom (Fig. 9) endlich ist wiederum schlank gebaut; sein Blepharoplast erreicht die Größe von dem des Ringdrosseltrypanosomas. Auch hier finden wir einen deutlichen stäbchenförmigen Körper, während er sich beim Hühnerhabichttrypanosom schwerer nachweisen läßt.

b) Die Trypanosomenform.

Bringt man die Trypanosomenplattenkulturen — am besten nachdem man sie 1 oder 2 Tage nach dem Überimpfen bei Zimmertemperatur angezüchtet hat, um zunächst einmal eine Vermehrung der Trypanosomen hervorzurufen — in einen 37°-Brutschrank, so treten schon während der ersten 24 Stunden im Protoplasma der Flagellaten kleine, rundliche, sich mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN tief schwarz färbende Körner von verschiedener Größe auf, die sich allmählich am Hinterende des Tieres sammeln. Hier bildet

sich dann in einiger Entfernung vom Ende eine Ringfurche aus (Fig. 10), die immer tiefer in den Zelleib einschneidet und so eine Protoplasmakugel abschnürt, in der sich die erwähnten Körner befinden (Fig. 11). Diese Kugel bleibt noch eine Zeitlang mit dem übrigen Körper durch einen dünnen Stiel in Verbindung, der sich sehr lang auszieht (Fig. 12) und bis fünfmal so lang werden kann, als der Trypanosomenkörper selbst ist. Nach dem Abstoßen der Protoplasmakugeln bleibt das Hinterende auch noch weiter fadenförmig ausgezogen und endet meist in einer kleinen knöpfchenförmigen Verdickung (Fig. 13 und 14). Die abgeschnürten Kugeln behalten noch eine ganze Weile in der Kultur ihre Form, bis sie dann schließlich zerfallen.

Die Trypanosomen bewahren bis soweit meist noch ihre *Crithidia*-Form, d. h. der Blepharoplast bleibt dabei vor dem Kerne liegen. Die Geißel, wenigstens soweit sie dem Körper anliegt, hat sich inzwischen bedeutend vergrößert und in ihrem Verlaufe weit ausgebuchtet. Ob dieser Teil sich durch Wachstum oder durch Einziehen des freien Endes verlängert, läßt sich schwer sagen, da ihre Größe bei den einzelnen Individuen erheblich schwankt. Die undulierende Membran, die bei der gewöhnlichen *Crithidia*-Form nur schwach ausgebildet, manchmal überhaupt kaum nachzuweisen ist, so daß die Flagellaten fast *Leptomonas*-artig aussehen, vergrößert sich entsprechend. Häufig hat es den Anschein, als ob der ganze Körper der Biegung der Geißel folgt, da man die Wabenstruktur des Protoplasmas beinahe ganz bis an diese heran verfolgen kann.

Der Kern wandert darauf in den hinteren Teil des Parasiten, wodurch wir jetzt eine typische Trypanosomenform erhalten. Diese Umwandlung ist in 2 bis 3 Tagen vollendet, während man auf Kontrollplatten, die bei Zimmertemperatur gehalten wurden, zu derselben Zeit immer noch nur *Crithidia*-Formen finden kann.

Die Trypanosomen sind meist sehr schlank und lang mit stark gewundener Geißel (Fig. 14 und 15), doch finden sich auch gedrungenere Formen (Fig. 16). Das Caryosom hat sich gegenüber dem der *Crithidia*-Form ganz erheblich verkleinert, die Kernmembran erscheint vielfach etwas deutlicher. In der Kernsaftzone, oder auch an der Kernmembran anliegend, tritt nicht selten ein rundliches Korn auf (Fig. 11—13 und 16), wobei manchmal der gegenüberliegende Teil des Caryosoms etwas abgeplattet oder auch ein wenig eingebuchtet ist. Dieses Korn ähnelt sehr dem sogenannten Randkörper KÜHN und SCHUCKMANN's, der bei einigen pathogenen Säugertiertrypanosomen gefunden wurde.

Am Blepharoplasten sind inzwischen ebenfalls bemerkenswerte Veränderungen eingetreten. Der früher rundliche Körper streckt sich in die Länge, nimmt häufig eine etwas unregelmäßige Form an und bildet mit der Geißel meist einen stumpfen Winkel. Zugleich verliert er auch wie das Caryosom wesentlich an färbbarer Substanz. Dies letztere muß eigentlich wundernehmen, da in dem Blepharoplasten wohl ein lokomotorisches Sinnesorganell zu erblicken ist und man daher annehmen sollte, daß bei der Vergrößerung von Geißel und undulierender Membran und bei ihren sicher viel komplizierteren Bewegungen auch das übergeordnete Zentrum, das die Bewegungen regelt, mit vergrößert wird.

Nach dem Übergang in die Trypanosomenform hört die Teilung der Parasiten völlig auf. Wir finden hier dieselben Verhältnisse, wie wir sie ebenfalls in der freien Natur bei den nicht-pathogenen Trypanosomen haben. Im Darm des Überträgers — genau genommen des eigentlichen Wirtes —, eines Wirbellosen, dessen Temperatur gleich der Zimmertemperatur gesetzt werden kann, eine starke Vermehrung, im Blute des Wirbeltieres (37°) — des wirklichen Zwischenwirtes — keine oder doch nur geringe Teilung der Flagellaten. Die höhere Temperatur scheint also bei den nicht-pathogenen Trypanosomen — bei den pathogenen Arten liegen die Verhältnisse anders — ein Vermehrungshindernis zu sein.

c) Die Rückverwandlungsform.

Bringt man die Plattenkulturen aus dem 37°-Brutschrank wieder in Zimmertemperatur zurück, so setzt — wie in der Natur nach der Aufnahme des infizierten Blutes im Darm des Wirbellosen — eine sehr starke Vermehrung ein und in 2—3 Tagen gehen alle Trypanosomen wieder in die *Crithidia*-Form über. Das lang ausgezogene Hinterende wird verkürzt (Fig. 17) und rundet sich dann ab (Fig. 18). Der Blepharoplast wandert am Kern vorbei in den Vorderteil des Flagellaten zurück und nimmt allmählich wieder seine gewöhnliche kugelige Gestalt an. Vielfach läßt sich gut beobachten, wie der Blepharoplast bei seiner Lageveränderung die Geißel mit sich zieht, da diese dann erst ein gut Stück nach hinten verläuft, bevor sie nach vorn umbiegt (Fig. 18).

Der Kern, dessen Caryosom, wie wir sahen, in der Trypanosomenform sehr klein war (Fig. 15), nimmt stark an Chromatinsubstanz zu, so daß er seine ursprüngliche Größe in der gewöhnlichen *Crithidia*-Form weit übertrifft (Fig. 18 und 19). Die Rückverwandlungsformen nehmen überhaupt häufig sehr stattliche Dimensionen an (Fig. 19).

Die experimentelle Überführung der *Crithidia*- in die Trypanosomenform und wieder zurück, wie ich sie hier dargelegt habe, war zuerst NÖLLER gelungen und von ihm (1920 a) kurz beschrieben worden. Hierdurch hatte er das *Trypanosoma-Crithidia*-Problem so gut wie endgültig zugunsten der Ansicht, daß es sich um ein und dieselbe Gattung handele, daß *Crithidia* also als ein Synonym von *Trypanosoma* zu betrachten sei, entschieden.

Es bliebe nur noch zu untersuchen, ob die Crithidien, die in nicht-blutsaugenden Insekten gefunden wurden, sich ebenfalls in die Trypanosomenform überführen lassen oder ob es sich dabei um wirkliche Crithidien handelt. Versuche, die *Crithidia gerridis* PATTON aus dem Wasserläufer zu züchten, sind mir bislang mißlungen; die Kulturen blieben zwar steril, zeigten aber auch nach Wochen keinerlei Flagellatenwachstum.

III. Feinerer Bau der Organellen.

a) Bau des Ruhekerns.

Wenn wir die verschiedenen Beschreibungen der Kernstruktur nach trocken fixierten Präparaten unberücksichtigt lassen, so sehen wir, daß allen Trypanosomen ein typischer Caryosomkern gemeinsam ist.

Fast die gesamte färbbare Substanz des Kernes ist in dem zentral gelegenen Binnenkörper, dem Caryosom, lokalisiert. Dieses ist im Ruhezustand meist völlig kugelförmig gebaut, der Größe nach differiert es bei den verschiedenen Trypanosomen, wie wir oben bereits gesehen haben; aber auch bei ein und demselben Stamm ist diese bei den einzelnen Exemplaren nicht völlig konstant. ROSENBUSCH (1909), HARTMANN u. NÖLLER (1918) u. a. nehmen an, daß bei der Vorbereitung zur Teilung die Binnenkörper an Volumen zunehmen. Ob hierauf oder vielleicht nur auf individuelle Unterschiede die Größendifferenz der Caryosome zurückzuführen ist, habe ich nicht sicher entscheiden können, möchte aber darauf hinweisen, daß auch bei den sich teilenden Kernen die chromatische Substanz sehr verschieden stark ausgebildet sein kann (vgl. z. B. Fig. 34 mit 35).

Das Caryosom zeigt im allgemeinen ein kompaktes Aussehen (Fig. 1), und nur bei stark differenzierten Präparaten kann man vielfach etwas Struktur erkennen; entweder einen gelockerten Bau mit unregelmäßig geformten Chromatinklumpen in einer anscheinend homogenen Grundsubstanz (Fig. 18) oder aber eine tiefschwarze Randschicht, während der mittlere Teil weniger stark gefärbt ist (Fig. 14 u. 20). KUCZYNSKI (1917) glaubt, diese peripheren und

zentralen Intensitätsunterschiede in der Färbung hinreichend durch physikalische Vorgänge während der Fixierung und Färbung erklären zu können, während HARTMANN und NÖLLER in der Verdichtung des Chromatins am Rande die Einleitung zur Kernteilung erblicken. Ich möchte eher annehmen, daß die periphere Anordnung des Chromatins dem Zustand in der Ruhe entspricht, da ich diese auch vielfach bei den Trypanosomenformen aus dem 37^o-Brutschrank (Fig. 14) finden konnte, bei denen so gut wie keine Teilungen vorkommen und da andererseits in den frühen Prophasestadien (z. B. Fig. 21 u. 30) kein heller tingiertes Zentrum zu beobachten war.

ROSENBUSCH will bei seinem Eulentrypanosom, das er, nebenbei erwähnt, unrichtig als *Haemoproteus* und *Leucozytozoon* bezeichnet, im Innern besonders der aufgelockerten großen Caryosome ein dunkler gefärbtes Korn gefunden haben, das er als Centriol betrachtet. Ich selbst habe ein derartiges Gebilde bei keinem meiner Stämme finden können.

Um den Binnenkörper herum ist stets eine mehr oder weniger breite, deutliche Kernsaftzone ausgebildet. Meist erscheint sie völlig strukturlos und nur gelegentlich läßt sich ein feinwabiger Bau nachweisen. In diesem Außenkern findet man bei der Trypanosomenform, wie schon erwähnt, nicht selten ein kleines Körnchen, das nicht ganz so stark gefärbt erscheint wie das Caryosom selbst, frei im Lumen oder der Kernmembran angelagert. HINDLE (1909), KÜHN u. SCHUCKMANN (1912), KUCZYNSKI (1917) und SCHUURMANS STEKHOVEN (1919) haben bei verschiedenen pathogenen Trypanosomen in der Kernsaftzone ein ähnliches Körperchen gefunden, das nach ihnen eine Art intranucleäres Teilungsorganell ist. Ich halte es für unwahrscheinlich, daß das von mir erwähnte Korn mit diesem Randkörper identisch ist, da ich es in der *Crithidia*-Form nie habe auftreten sehen — HARTMANN u. NÖLLER (1918) konnten es bei der Kulturform des *Trypanosoma theileri* auch nicht feststellen — und auch keinerlei Beziehungen zur Kernteilung beobachten konnte.

Gegen das Protoplasma hin wird der Kern durch eine zarte Membran abgegrenzt, die manchmal einen feinen chromatischen Wandbelag aufweist, häufiger allerdings nur sehr undeutlich sichtbar ist. Der Kernmembran aufgelagert sind gelegentlich kranzartig angeordnete ziemlich große Chromatinkörner, die mit dem Caryosom durch Fäden in Verbindung stehen, ähnlich wie sie auch von ROSENBUSCH und KUCZYNSKI beschrieben wurden. Ich möchte sie für abnorme Bildungen irgendwelcher Art halten und sie zunächst wenigstens nicht mit zyklischen Veränderungen im Chromatin in

Beziehung bringen. Um Kunstprodukte der Technik kann es sich hierbei wohl kaum handeln, da sie sich in tadellos fixierten und gefärbten Präparaten finden, teilweise sogar neben ganz normalen Kernen in derselben Zelle.

b) Prophase.

Die Kernteilung erfolgt bei allen von mir untersuchten Trypanosomenstämmen fast völlig gleichartig. Nur durch die Größe des Caryosoms beim Steinschmätzer-, Kreuzschnabel- und Hühnerhabichttrypanosom werden teilweise leichte Abänderungen hervorgerufen, die ich dann besonders hervorheben werde.

Das Caryosom, welches kurz vor der Teilung steht, zeigt einen lockeren Bau und ist häufig an seinem etwas unregelmäßigen Umriß kenntlich. Aus ihm bildet sich, wie wir sehen werden, der ganze Teilungsapparat.

Die Teilung selbst wird eingeleitet dadurch, daß an zwei sich gegenüberliegenden Polen des Binnenkörpers die homogene Grundsubstanz hervortritt und sich streifenförmig oder spitz-dreieckig auszieht. An der Spitze kann sich ein dunkel tingiertes Korn finden (Fig. 26, 28 u. 30), doch ist dies nicht immer der Fall (Fig. 21). Manchmal ist die Größe des rechten und linken Teils dieser Figur erheblich verschieden (Fig. 28). Diese schmalen Auswüchse verbreitern sich an ihrer Basis immer mehr (Fig. 27), bis ihre Schenkel allmählich das Caryosom tangential berühren. Zugleich hiermit findet in den Spindelpolen eine Differenzierung statt. Während sie bisher gleichmäßig, leicht dunkel gefärbt waren wie die homogene Grundsubstanz des Binnenkörpers, ohne eine deutliche Randkontur aufzuweisen (Fig. 21), konzentrieren sich nun die färbbaren Bestandteile peripher, sodaß sich völlig scharfe Schenkel und eine fast völlig klare Innensubstanz bilden (Fig. 22 u. 23).

Mit HARTMANN u. NÖLLER kann man aus den scharf zugespitzten Spindelpolen und ferner aus den von diesen Forschern nicht erwähnten stäbchenförmigen Anfangsstadien der Spindelbildung zweifelsohne auf das Vorhandensein eines spezifischen Teilungsorganells im Caryosom schließen. Daß es sich hierbei um ein typisches Centriol handelt, möchte ich nicht annehmen, da ich einmal nicht immer an der Spitze ein Korn vorfand — es wäre allerdings immerhin möglich, daß bei diesen Formen ein Mangel in der Technik vorliegt — und ferner wegen der gleich zu besprechenden merkwürdigen offenen Spindeln, bei denen keinerlei Spitzenkorn vorkommt.

Ob dies Teilungsorganell nun schon im Ruhekern präformiert

ist, oder sich erst kurz vor der Teilung neubildet, kann man aus den Präparaten bei der Schwierigkeit, mit der sich der feinere Bau des Trypanosomenkerns durch die Färbungsmethoden analysieren läßt, nicht entscheiden. Den meisten Spindelbildungen nach muß man dieses Organell im Zentrum des Binnenkörpers suchen, doch kann es anscheinend auch mehr randwärts gelagert sein, wie man wohl aus einzelnen frühen Prophasestadien folgern kann (Fig. 30). Vielleicht darf man hierin eine Zwischenstufe auf dem Wege zur Randkörperchenbildung sehen, wo das Teilungszentrum vollkommen außerhalb des Caryosoms liegt.

Wie schon angedeutet, behält die Spindelfigur nicht allzeit ihre charakteristische Gestalt — neben scharf zugespitzten Polen (Fig. 22) begegnet man auch leicht abgerundeten (Fig. 29), — sondern die Schenkel treten recht häufig an der Spitze auseinander (Fig. 31), bis sie sich parallel zueinander gestellt haben, wobei die Enden vielfach leicht konvergieren.

Am Caryosom kann man während der ganzen Prophase keine merkbaren Veränderungen feststellen. Es behält seinen gelockerten Bau, einzelne Chromosomen sind auch bei schärfster Differenzierung nicht zu erkennen. Ziemlich häufig findet man im Binnenkörper vier größere Chromatinbrocken; möglicherweise handelt es sich dabei um konstante Chromosomenkomplexe (Fig. 22 u. 26).

Die Kernsaftzone und Kernmembran folgen in ihrer Form den Gestaltsveränderungen der Teilungsfigur (Fig. 26—28 u. 30). Die Membran ist bei manchen Exemplaren nicht sichtbar, so daß es den Anschein erweckt, als ob die Kernsaftzone allmählich in das umgebende Protoplasma überginge (Fig. 29), doch dürfte sie nicht aufgelöst, sondern nur schwer färberisch darstellbar sein.

ROSENBUSCH beschrieb u. a. völlig achromatische Spindeln, HARTMANN u. NÖLLER solche, die ganz mit unregelmäßig verteilten Chromatinkörnern angefüllt waren. Ich fand beides, wenn auch selten. Wie diese letzten Forscher halte ich die Bilder für Kunstprodukte der Eisenhämatoxylinfärbung.

c) Metaphase.

Während ROSENBUSCH beim Steinkauztrypanosom häufig schön ausgebildete Äquatorialplatten mit wirklich plattenförmiger Anordnung des Chromatins quer zur Längsrichtung der Spindel fand, habe ich merkwürdigerweise diese Bildung nicht angetroffen. Bei mir blieb die zentrale Chromatinmasse klumpig wie in der Prophase,

höchstens streckte sie sich etwas in die Längsrichtung, doch kann dieses schon der Beginn der Anaphase sein.

d) Anaphase.

Die Äquatorialplatte teilt sich nun in zwei Tochterplatten (Fig. 32, 36 u. 47); ausnahmsweise sind die Teilprodukte auch ungleich (Fig. 37). Die Tochterplatten weichen auseinander und wandern polwärts (Fig. 32—35). Sie haben eine meist rechteckige, gelegentlich leicht bikonkave Gestalt (Fig. 33) und weisen bei den Stämmen mit größerem Caryosom eine grobkörnige Struktur auf (Fig. 36 u. 47), während man bei den anderen keinen feineren Bau erkennen kann. Nach dem Auseinanderrücken bleiben die Platten manchmal noch durch eine sich schwach färbende, anscheinend faserige Substanz verbunden (Fig. 37 u. 39).

Es kommen in der Anaphase ebenso wie in den früheren Teilungsstadien nebeneinander geschlossene — zugespitzte (Fig. 36) wie abgerundete (Fig. 32) — und offene Spindeln (Fig. 35 u. 38) vor; die freien Enden der letzteren sind mitunter knöpfchenförmig verdickt (vgl. Fig. 43), vereinzelt erscheinen sie auch rechts und links ungleich lang (Fig. 37). Der mittlere Teil der Spindel ist gegen Ende der Anaphase hin vielfach etwas bauchig angeschwollen (Fig. 35).

Nicht gerade selten findet man eigenartige Bilder, in denen die Blepharoplasten sich den Spindelpolen aufgelagert haben (Fig. 33) und scheinbar als Centren fungieren, wie dies ähnlich auch FRANÇA u. ATHIAS (1907) bei dem *Tryp. rotatorium* aus dem Laubfrosch beobachtet haben. Daß Teile des Geißelapparates wirklich eine solche Rolle übernehmen können, hat neuerdings auch BĚLAŘ (1921) beschrieben.

Die Kernmembran ist während der Anaphase fast nie zu sehen, der Außenkern nur selten dem Protoplasma gegenüber deutlich abgegrenzt (Fig. 36); meist gleicht dieser einem hellen Hof um die Teilungsfigur mit allmählichem Übergang in die Wabenstruktur des Plasmas (Fig. 35 u. 38).

e) Telophase.

Die beiden Tochterplatten runden sich nun, nachdem sie in der Nähe der Pole angelangt sind, ab. Ihr gegenseitiger Abstand ist bei den Trypanosomenstämmen mit kleinem Caryosom im allgemeinen wesentlich größer als bei den anderen (vgl. Fig. 41 u. 42 mit 43 u. 44

Der mittlere Spindelteil kollabiert allmählich (Fig. 39 u. 40) und wird schließlich fadenförmig ausgezogen (Fig. 41—45). Hierbei wird umgekehrt wie beim Beginn der Prophase das Chromatin der Randschicht eingeschmolzen und verteilt sich diffus auf die Innensubstanz (Fig. 40).

Einen Spitzenrest der geschlossenen Spindelpole habe ich in der Telophase nicht bemerkt, dagegen bleiben die freien Enden der offenen Spindeln noch lange erhalten. Endlich werden auch diese eingezogen und zwar anscheinend eins nach dem anderen, da man vielfach Formen beobachten kann, bei denen aus dem einen Kern noch beide Enden hervorragen, während am anderen nur noch eins zu sehen ist (Fig. 41 u. 44). Vielleicht legen sich die Enden auch zunächst aneinander, bevor sie eingeschmolzen werden. Als letztes reißt dann noch die fadenförmige, häufig stark gekrümmte Desmose (Fig. 45) durch, und wir haben wieder zwei typische Ruhekerne vor uns.

Wir müssen nun nur noch das Schicksal von Kernsaftzone und Kernmembran während der Telophase nachholen. Der Außenkern bleibt wie in der Anaphase als ein heller Hof ohne scharfe periphere Grenze um die Teilungsfigur, deren Formveränderungen er seine Gestalt anpaßt, erhalten. Gegen Ende der Telophase tritt um die sich regenerierenden Kerne herum eine deutliche Abgrenzung dem umliegenden Protoplasma gegenüber auf, die Kernmembran wird wieder sichtbar (Fig. 42 u. 44); der Desmose entlang ist sie jedoch nur ausnahmsweise zu erblicken (Fig. 45). Nachdem der Verbindungsfaden zwischen den beiden Tochterkernen zerrissen ist, rundet sich auch der Außenkern völlig ab und die Kernmembran nimmt wieder seine volle Peripherie ein.

f) Der Blepharoplast und seine Teilung.

Wie schon in der Einleitung hervorgehoben wurde, haben alle neueren Untersucher im Gegensatz zu ROSENBUSCH, der bei der Teilung des Blepharoplasten eine wohl ausgeprägte Mitose mit Centrosomen und Äquatorialplatte beschrieb, nur eine völlig amitotische, hantelförmige Durchschnürung dieses Organells finden können. Ich selbst habe bei allen meinen Vogeltrypanosomen auch nur diese Vermehrungsweise beobachtet.

Die Größe, Lage und der Bau des ruhenden Blepharoplasten bei den verschiedenen Formen und Stämmen ist schon oben besprochen worden. Gelegentlich, doch bei weitem nicht immer, erkennt man um diesen Körper herum einen hellen Hof, der aber nie scharf abgegrenzt ist und daher nicht als Vakuole betrachtet oder

mit ROSENBUSCH als eine der Kernsaftzone des Hauptkernes analoge Bildung aufgefaßt werden kann. Meist reicht das Wabenwerk des Protoplasmas bis unmittelbar an den Blepharoplasten heran.

Der Blepharoplast, der sich zur Teilung anschickt, streckt sich etwas in die Länge, worauf dann eine einfache quere Durchschnürung erfolgt. Während die beiden Teile auseinanderrücken, entsteht häufig eine hantelförmige Figur dadurch, daß sie noch einige Zeit — manchmal sehr lange — mit einem dünnen Faden in Verbindung bleiben (Fig. 46 und 47). Reißt auch dieser durch, so haben wir jetzt zwei, dem ursprünglichen völlig gleichende, neue Blepharoplasten.

WERBITZKI (1910), KÜHN und SCHUCKMANN (1912) u. a. war es gelungen, durch Behandlung von Mäusen, die mit Trypanosomen infiziert waren, durch Pyronin, die Blepharoplaste der Parasiten vollkommen zum Verschwinden zu bringen, ohne daß diese irgendwie merklich geschädigt wurden; diese Blepharoplastlosigkeit blieb sogar viele Generationen hindurch konstant. Durch Hinzufügen von Pyronin zum Nährboden habe ich versucht, dieses Phänomen auch bei meinen Kulturtrypanosomen hervorzurufen; das Ergebnis war aber nicht befriedigend.

d) Geißelteilung.

Das Basalkorn war bei meinen Trypanosomen nur selten deutlich zu erkennen. Es bildete dann eine knöpfchenförmige Verdickung der Geißelbasis. Wegen der außerordentlichen Kleinheit kann ich über seine Teilung keine Angaben machen. Eine faserige Verbindung mit dem Blepharoplasten ist färberisch nicht nachzuweisen; sie scheint immerhin in irgendeiner Weise doch zu bestehen, da man gelegentlich in Präparaten vor allem aus älteren Kulturen — besonders zahlreich bei Fischtrypanosomen — freie Geißeln mit einem Blepharoplasten daran, ohne Spur eines Zelleibes, finden kann, die sicher von abgestorbenen und zerfallenen Trypanosomen herrühren. Zwischen Basalkorn und Blepharoplast besteht also wahrscheinlich eine Substanz, die der Zerstörung länger widersteht als das Protoplasma.

ROSENBUSCH glaubte, daß das neue Basalkorn durch heteropole Teilung aus dem Tochterbasalkorn entstände. KÜHN und SCHUCKMANN haben aber vor allem an ihren blepharoplastlosen Trypanosomenstämmen überzeugend nachgewiesen, daß das neue Basalkorn durch einfache Durchschnürung vom alten abgespalten wird.

Was die Vermehrung der Geißel schließlich anbetrifft, so stehen sich da die beiden Ansichten der Neubildung der Geißel aus dem

Tochterbasalkorn und der Längsspaltung gegenüber. Die letztere Meinung vertreten besonders KÜHN und SCHUCKMANN, die erstere KUCZYNSKI sowie HARTMANN und NÖLLER. Um das Ergebnis meiner Untersuchungen vorweg zu nehmen, so habe ich keine typische Neubildung des Flagellums vom Basalkorn aus beobachten können, nie eine kurze Geißel mit freier Endigung im Protoplasma, wie sie KUCZYNSKI abgebildet hat. Andererseits möchte ich mich bei der großen theoretischen Bedeutung dieser Frage vom Standpunkt der Kolloidphysik des Protoplasmas und seiner Differenzierungen dem wichtigen Argument HARTMANN und NÖLLER's, daß bei allen sonstigen Flagellaten übereinstimmend die Neubildung der Geißel stets durch Auswachsen erfolgt, nicht verschließen. Da mir aber meine Präparate keine Entscheidung in dieser Richtung hin ermöglichen, werde ich diese Frage offen lassen.

Nach Verdoppelung der Basalkörner spaltet sich die Geißel — anscheinend — ein Stück auf (Fig. 20). Diese Bilder, bei denen merkwürdigerweise die Schenkel fast immer gleich lang sind und ihr Scheitelpunkt mitten über den Basalkörnern liegt, findet man sehr häufig. Auch im weiteren Fortschreiten der Spaltung bzw. des Auswachsens zeigen die beiden Schenkel vielfach eine fast gleiche Länge (Fig. 21, 24, 48—52). Nicht selten divergieren diese Geißeln in ihrem basalen Teil zunächst, um sich später dennoch in einem Punkte zu vereinigen (Fig. 48, 50 und 51). HARTMANN und NÖLLER glauben diese Geißelbilder in ihrem Sinne dadurch deuten zu können, daß sie annehmen, daß das Ende der neuauswachsenden Geißel sich an die alte anlehnt und beim Weiterwachsen entlang der alten Geißel sich verschiebt. Trotzdem liegt auch unter Berücksichtigung dieser Erklärungsmöglichkeit bei den angeführten Abbildungen die Vermutung, daß es sich um eine Spaltung der Geißel handelt, nahe.

Geißel- und Blepharoplastteilung finden meist gleichzeitig statt. Es braucht dies jedoch nicht immer so zu sein. Manchmal ist die Neubildung bzw. Teilung der Geißel schon weit fortgeschritten, während der Blepharoplast noch ungeteilt ist (Fig. 49 und 50); es kann aber auch das Umgekehrte der Fall sein (Fig. 53).

IV. Wachstumsformen.

Wie ich schon in der vorläufigen Mitteilung hervorgehoben habe, nehmen die Vogeltrypanosomen bei Strichimpfung auf der Nährbodenplatte (Technik nach NÖLLER, 1917) durch ihre verschiedenartige Ausläuferbildung ganz typische Wachstumsformen an.

In der Literatur besteht hierüber bislang nur eine Angabe von NÖLLER (1917), in der er die Wuchsform des *Tryp. theileri*, *rotatorium* und *syrii* abbildet.

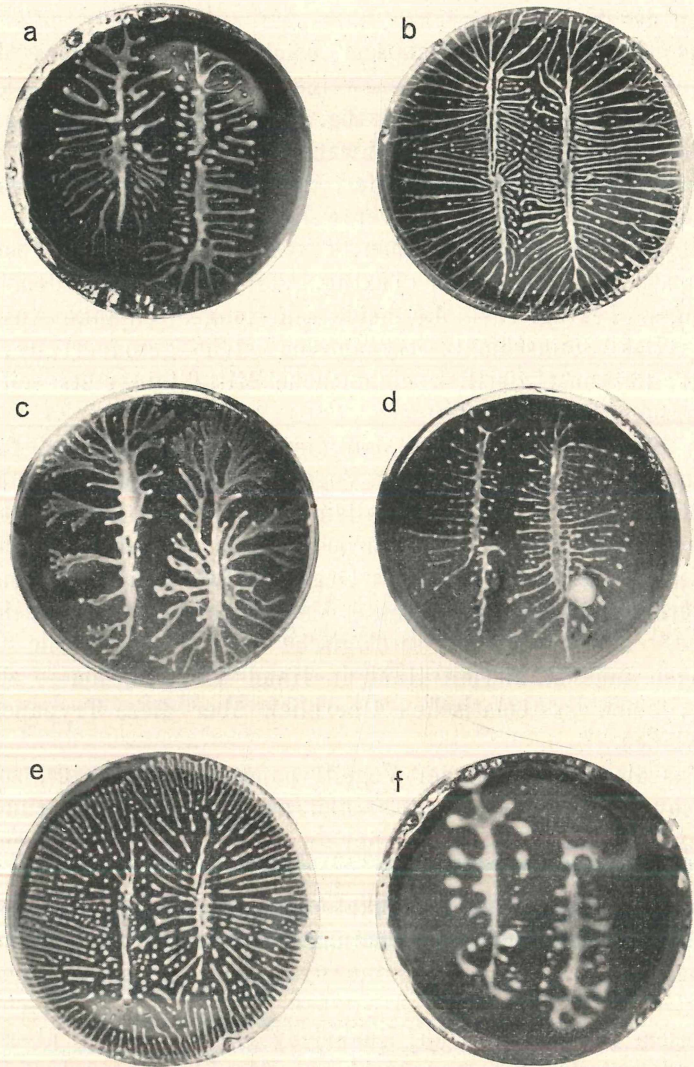
Wie die Wachstumsformen der verschiedenen Trypanosomen gestaltet sind, ersieht man am besten aus den beigegebenen Photographien der Kulturen.

Das Hühnerhabichttrypanosom wächst als einfacher, dicker Rasen, ohne irgendwelche Seitenzweige, das aus dem Kreuzschnabel mit kurzen, plumpen, dicken (Textfig. Af). Singdrossel- (Textfig. A a), Waldohreulen- und Gartenrotschwanztrypanosom (Textfig. A c und Ba) formen mittelstarke Ausläufer, die bei dem Gartenrotschwanz noch manchmal geweihartig verzweigt sind (Textfig. A c). Das Trypanosom aus dem Rotkehlchen (Textfig. A d) bildet den Übergang zu dem aus der Ringdrossel (Textfig. A b) und dem aus dem Fitislaubsänger (Textfig. A e), die beide sehr lange, schlanke Ausläufer zeigen. Das Steinschmätzertrypanosom steht gesondert da, weil bei ihm die sonst ziemlich einheitliche Mittellinie stets seitwärts stark ausgebuchtet ist.

Es liegt auf der Hand, daß diese Wachstumsformen für die Differenzialdiagnose der einzelnen Vogeltrypanosomenarten von großer Bedeutung sein werden. Sie allein können natürlich nicht ausreichen, da die Natur des Nährbodens und die biologischen Verhältnisse der Trypanosomen, im Gegensatz zu den Bakterien, nur eine verhältnismäßig beschränkte Variation in den Wuchsformen zulassen. Morphologische, serologische und experimentelle Untersuchungen müssen hiermit Hand in Hand arbeiten, um so zu versuchen, einen systematischen Überblick über diese Trypanosomen zu gewinnen.

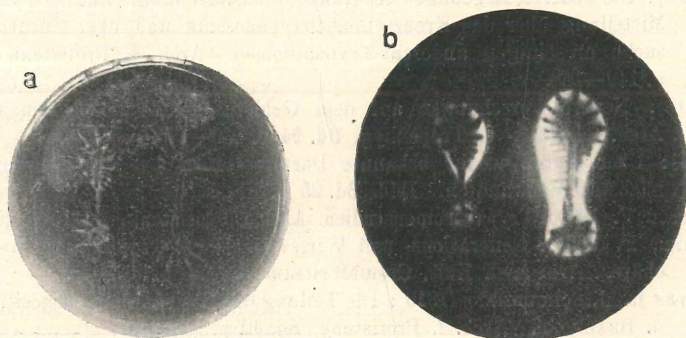
Was die Systematik der Vogeltrypanosomen anbetrifft, so liegt sie noch völlig im argen. Es sind zwar, meist auf Grund von Trockenpräparaten, wahllos, nur wegen ihres Vorkommens bei verschiedenen Wirten, etwa 50 Spezies aufgestellt worden, deren Namen, da eine spätere Identifikation unmöglich ist, völlig wertlos sind und nur eine unnötige Belastung der Literatur darstellen. Daß die Vogeltrypanosomen zum mindesten nicht streng wirtsspezifisch sind, geht daraus hervor, daß NÖLLER (1920a) das Kreuzschnabeltrypanosom experimentell auf Kanarienvogel und Zeisige übertragen hat; andererseits darf man wohl aus dem deutlichen Unterschied zwischen dem Sing- und Ringdrosseltrypanosom sowohl morphologisch wie in der Wachstumsform schließen, daß, wie in diesem Fall bei zwei sehr nahe verwandten Wirten, auch ebensogut bei

ein und demselben Vogel verschiedene Trypanosomenarten vorkommen können. Eine geographische Begrenzung der einzelnen Trypanosomenspezies wäre gut denkbar, auch bei Zugvögeln, wenn die Übertragung nur durch Nestparasiten erfolgt.



Textfig. A. Photographien von Kulturplatten. Auf etwa $\frac{2}{5}$ verkleinert. Kultur des Trypanosomas aus a) Singdrossel 10tägig, b) Ringdrossel 10tägig, c) Gartenrotschwanz 15tägig, d) Rotkehlchen 13tägig, e) Fitislaubsänger 10tägig, f) Kreuzschnabel 10tägig Pl. Fig. a—c u. f nach NIESCHULZ (1921).

Vergleichen wir nun die neun verschiedenen untersuchten Trypanosomenstämme nach ihrer Wuchsform auf dem Nährboden und ihrem Bau miteinander, so finden wir, daß sie sich gegenseitig fast alle voneinander unterscheiden. Hühnerhabicht-, Kreuzschnabel- und Steinschmätzertrypanosom besitzen besondere, von den anderen deutlich differente Wachstumsformen. Das Waldohreulentrypanosom ließe sich vielleicht wegen der systematischen Stellung der Wirte von den noch übrig bleibenden Singvogeltrypanosomen abtrennen. Bei diesen gleichen sich Ringdrossel- und Fitislaubsängertrypanosom sehr in ihrem Wachstum, jenes hat aber einen großen, dieses einen kleinen Blepharoplasten. Singdrossel-, Gartenrotschwanz- und Rotkehlchentrypanosom gehören ihren Kulturbildern nach wiederum zusammen; das aus der Singdrossel besitzt im Gegensatz zu den beiden anderen einen sehr kleinen Blepharoplast. Gartenrotschwanz- und Rotkehlchentrypanosom sind vielleicht identisch.



Textfig. B. Hämolyse des Nährbodens. 13tägige Kultur des Trypanosoms aus dem Gartenrotschwanz a) bei auffallendem, b) dieselbe Kultur bei durchscheinendem Licht aufgenommen.

Zum Schlusse möchte ich noch darauf hinweisen, daß die Kulturtrypanosomen ihren Nährboden hämolysieren können. Textfig. B zeigt dieselbe Kulturplatte einmal in auffallendem, daneben in durchscheinendem Licht photographiert. Es ist schön zu beobachten, wie der hämolysierte Hof den Wuchsformen der Trypanosomen folgt. Dieses Phänomen wurde zuerst von NÖLLER (1921) in einem nicht publizierten Vortrag nach einem seiner Vogeltrypanosomen und einer meiner *Tryp.-rotatorium*-Kulturen demonstriert.

Literaturverzeichnis.

- BĚLAŘ, K. (1921): Protozoenstudien. III. Arch. f. Protistenk. Bd. 43 p. 431—462.
- FRANÇA, C. u. ATHIAS (1907): Recherches sur les trypanosomes des amphibiens. II. Le *Trypanosoma rotatorium* de *Hyla arborea*. Arch. Inst. bact. Cam. Pest. Bd. 1 p. 289—309.
- HARTMANN, M. u. W. NÖLLER (1818): Untersuchungen über die Cytologie von *Trypanosoma theileri*. Arch. f. Protistenk. Bd. 38 p. 355—375.
- KÜHN, A. u. W. v. SCHUCKMANN (1912): Cytologische Studien an Trypanosomen. Zool. Jahrb. Suppl. Bd. 15 p. 329—382.
- KUCZYNSKI, M. (1917): Über die Teilung der Trypanosomenzelle nebst Bemerkungen zur Organisation einiger nahestehenden Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 38 p. 94—112.
- NIESCHULZ, O. (1921): Bijdrage tot de kennis van eenige vogeltrypanosomen (vorl. mededeel). Tijdschr. v. Diergeneesk. Bd. 43 p. 569—572.
- NÖLLER, W. (1917): Blut- und Insektenflagellatenzüchtung auf Platten. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Bd. 21 p. 53—94.
- (1920 a): Die neueren Ergebnisse der Hämoproteusforschung. Zugleich vorläufige Mitteilung über das Kreuzschnabeltrypanosoma und über Züchtungsversuche an einigen anderen Trypanosomen. Arch. f. Protistenk. Bd. 41 p. 149—168.
- (1920 b): Neuere Forschungen auf dem Gebiete der Trypanosomenzüchtung. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Bd. 24 p. 168—172.
- (1921): Über einige wenig bekannte Darmprotozoen des Menschen und ihre nächsten Verwandten. Ibid. Bd. 25 p. 35—46.
- ROSENBUSCH, F. (1909): Trypanosomenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 15 p. 263—296.
- SCHAUDINN, F. (1904): Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanosoma* und *Spirochäte*. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt Bd. 20 p. 387—452.
- STEKHOVEN jr., J. SCHUURMANS (1919): Die Teilung des *Trypanosoma brucei* PLIMMER u. BRADFORD. Arch. f. Protistenk. Bd. 40 p. 158—180.
- WERBITZKI, F. (1910): Über blepharoplastlose Trypanosomen. Centralbl. f. Bakt. usw. I. Orig. Bd. 53 p. 303—315.

Tafelerklärung.

Allen Figuren liegen mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN gefärbte Präparate zugrunde. Zum Zeichnen benutzte ich ZEISS Apochr. 1,5 mm, Comp. Oc. 12 und den ABBÉ'schen Zeichenapparat. Vergr. aller Figuren 3000×.

Tafel 6.

Crithidia-Form.

- Fig. 1. Ringdrosseltrypanosom.
 Fig. 2. Singdrosseltryp.
 Fig. 3. Rotkehlchentryp.
 Fig. 4. Gartenrotschwanztryp
 Fig. 5. Fitislaubsängertryp.

- Fig. 6. Steinschmätzertryp.
 Fig. 7. Kreuzschnabeltryp.
 Fig. 8. Hühnerhabichttryp.
 Fig. 9. Waldohreulentryp.

Trypanosomenform.

- Fig. 10—13. Ringdrosseltryp. Kultur 2 Tage bei Zimmertemperatur, 1 Tag bei 37°.
 Fig. 14. Ringdrosseltryp. 2 Tage Zimmertemperatur, 2 Tage bei 37°.
 Fig. 15. Gartenrotschwanztryp. 4 Tage bei 37°.
 Fig. 16. Rotkehlchentryp. 2 Tage bei 37°.

Rückverwandlungsformen.

- Fig. 17. Ringdrosseltryp. 2 Tage bei 37°, 1 Tag Zimmertemperatur.
 Fig. 18. Ringdrosseltryp. 3 Tage Zimmertemperatur, 2 Tage bei 37°, 1½ Tag Zimmertemperatur.
 Fig. 19. Fitislaubsängertryp. 2 Tage Zimmertemperatur, 4 Tage bei 37°. 4 Tage Zimmertemperatur.

Tafel 7.

Prophase

- Fig. 20—24. Ringdrosseltryp.
 Fig. 25. Singdrosseltryp.
 Fig. 26. Steinschmätzertryp.
 Fig. 27. Kreuzschnabeltryp.
 Fig. 28. Steinschmätzertryp.
 Fig. 29—31. Kreuzschnabeltryp.

Anaphase.

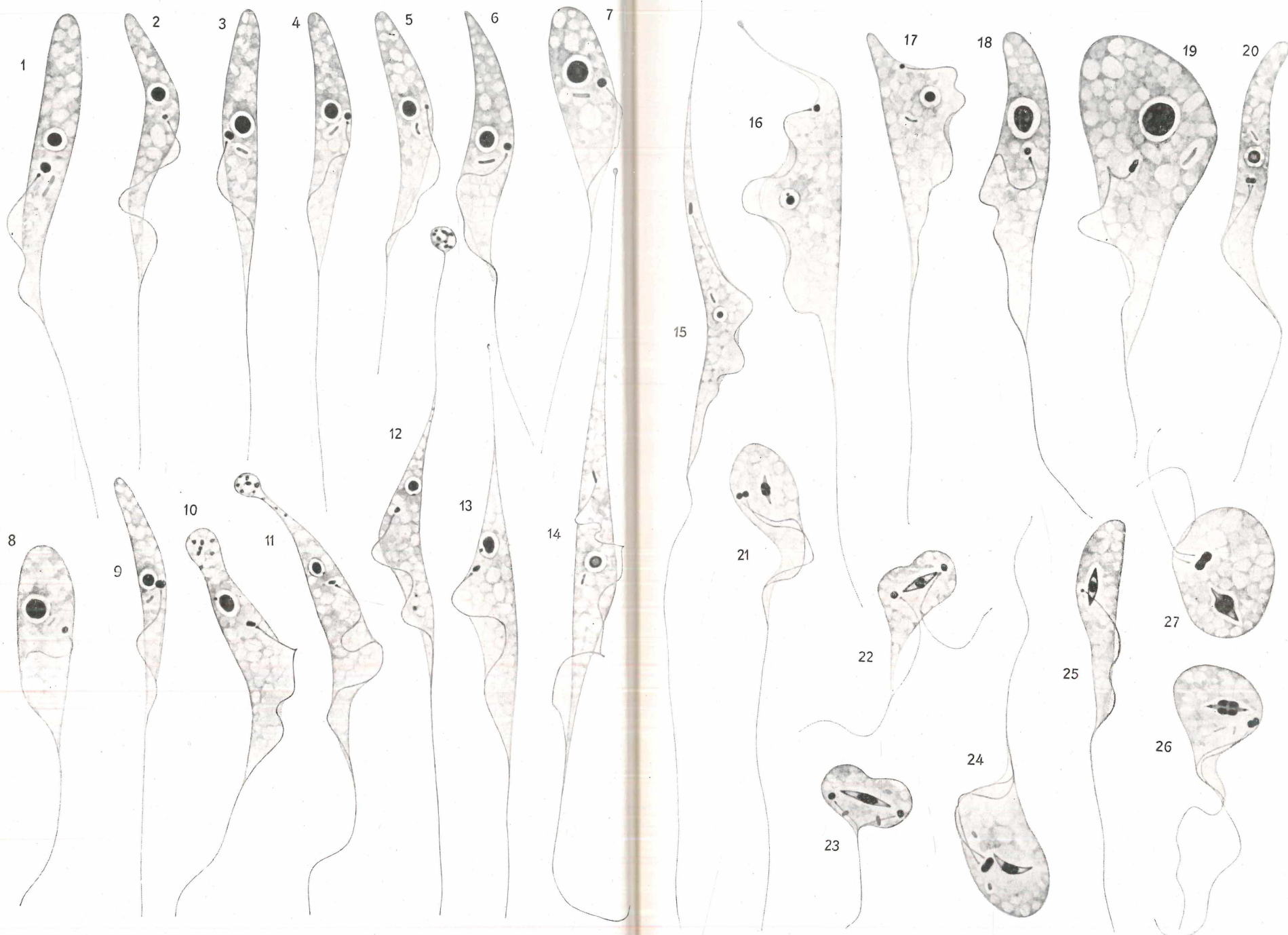
- Fig. 32—35. Ringdrosseltryp.
 Fig. 36—38. Steinschmätzertryp.
 Fig. 39. Kreuzschnabeltryp.

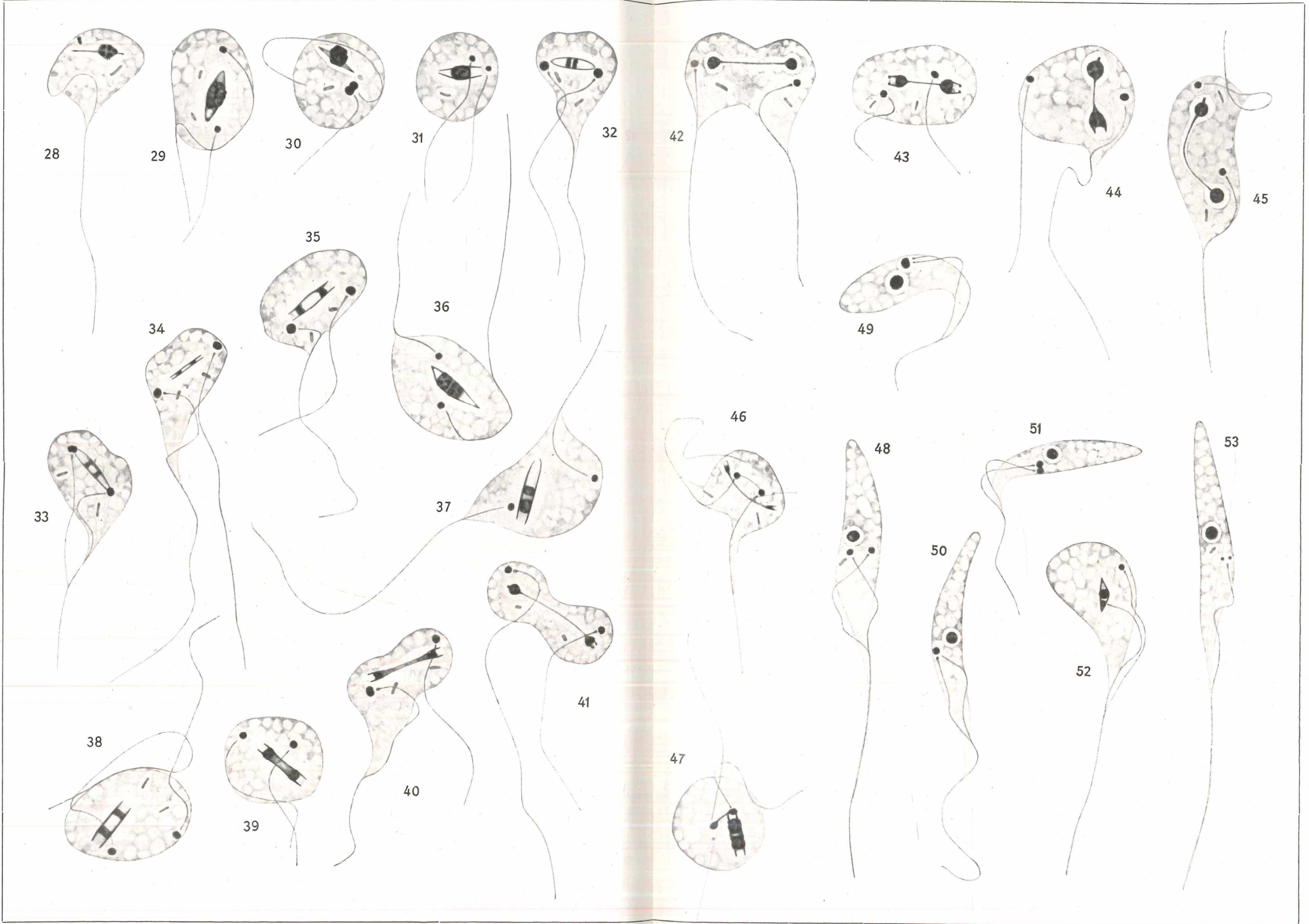
Telophase.

- Fig. 40—42. Ringdrosseltryp.
 Fig. 43. Kreuzschnabeltryp.
 Fig. 44—45. Steinschmätzertryp.

Blepharoplast- und Geißelteilung.

- Fig. 46. Ringdrosseltryp.
 Fig. 47. Kreuzschnabeltryp.
 Fig. 48—51. Ringdrosseltryp.
 Fig. 52. Gartenrotschwanztryp.
 Fig. 53. Fitislaubsängertryp.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [45_1922](#)

Autor(en)/Author(s): Nieschulz Otto

Artikel/Article: [Zur Kenntnis einiger Vogeltrypanosomen. 240-263](#)