*Nachdruck verboten.*
*Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Zoologischen Institut zu Heidelberg.)

# Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Myxosporidien. *Sphaeromyxa labrazesi* (Laveran et Mesnil).

Von
Dr. **Olaw Schröder.**

(Hierzu Taf. XIV—XV und 3 Textfiguren.)

---

## Inhalt.

| | | Seite |
|---|---|---|
| I. | Material und Methoden | 359 |
| II. | Morphologie von *Sphaeromyxa labrazesi* Laveran et Mesnil | 361 |
| III. | Die Sporenbildung | 363 |
| IV. | Bedeutung der geschilderten Kernvorgänge | 369 |
| V. | Vergleich mit den bisherigen Anschauungen über die Sporenbildung | 371 |
| VI. | Vermutlicher Entwicklungskreis von *Sphaeromyxa labrazesi* | 374 |
| VII. | Literatur | 378 |
| VIII. | Tafelerklärung | 378 |

---

## I. Material und Methoden.

Die nachfolgenden Untersuchungen wurden an *Sphaeromyxa labrazesi* Laveran u. Mesnil angestellt, von der ich in Rovigno (Istrien) im September und Oktober 1906 ein reiches Material gesammelt hatte. Diese *Myxosporidium*-Art bewohnt die Gallenblase des Seepferdchens (*Hippocampus guttulatus* Cuvier), und scheint sehr häufig vorzukommen. Jedenfalls erwiesen sich alle von mir unter-

Digitized by Google

suchten Seepferdchen als infiziert; Laveran u. Mesnil, die im Jahre 1900 diesen Parasiten zuerst beschrieben, gehen gleichfalls an, daß alle sechs Exemplare von *Hippocampus brevirostris* Cuvier, die ihnen von der zoologischen Station in Arcachon geschickt waren, ihn in der Gallenblase beherbergten.

Da mir diese Art in beliebiger Menge in Rovigno zur Verfügung stand und wegen ihrer Durchsichtigkeit und Größe zu einer genaueren Untersuchung der Kernverhältnisse sehr geeignet schien, so verzichtete ich einstweilen darauf, andere Myxosporidien zu suchen und beschränkte mich auf ihr Studium. Die Untersuchung lebender Exemplare erwies sich für die feineren Kernverhältnisse als wenig ergebnisreich, so daß ich bald darauf bedacht war, eine möglichst gute Konservierung zu finden. Zunächst versuchte ich die von Doflein (1898) empfohlenen Methoden. Um gute Präparate der Harn- oder Gallenblasen bewohnenden Myxosporidien zu erhalten, strich Doflein einen Tropfen der betreffenden Flüssigkeit mit den Myxosporidien in dünner Schicht auf dem Objektträger aus und fixierte die ganze Masse. Das dünne, dem Objektträger anhaftende Häutchen mit den Parasiten behandelte er wie einen Schnitt weiter. Diese Methode, die sicher für kleine Arten sehr geeignet ist, ergab in diesem Falle keine sehr guten Resultate. Dies lag erstens daran, daß die 1—5 mm großen Myxosporidien, die meist wie ein Ballen Papier ineinander gefaltet waren (siehe Taf. I, Fig. 2), sich nicht leicht lebend auf dem Objektträger flach ausbreiten ließen, ohne Verletzungen zu erleiden. Ferner koagulierte die Gallenflüssigkeit auch unter den Myxosporidien, sowie auf ihrer Oberfläche und beeinträchtigte dadurch die Durchsichtigkeit der später gefärbten Präparate.

Sehr guten Erfolg ergab folgende Behandlung. Die ganzen herauspräparierten Gallenblasen wurden in die Fixierungsflüssigkeiten gelegt und dann unter der Flüssigkeit angeschnitten, um ein schnelleres Eindringen der letzteren zu ermöglichen. Nach gutem Auswaschen wurden die Gallenblasen in 70proz. Alkohol überführt und darin aufbewahrt. Bei Anfertigung von Präparaten wurde dann die ganzen Gallenblasen vorsichtig aufgeschnitten und die durch den Alkohol gehärteten Tiere mit feinen Pinseln isoliert. Wieder in Wasser übertragen ließen sich die meisten Exemplare zufriedenstellend mittels feiner Pinsel ausbreiten, wobei auch die auf den Parasiten koagulierte Galle sich ablöste. Die so ausgebreiteten Myxosporidien wurden dann mit einem Spatel in die Färbungslösung und die anderen Flüssigkeiten übergeführt.

Digitized by Google

Zum Fixieren verwandte ich mit gutem Erfolg Flemming'sche und Hermann'sche Lösung, besonders aber eine Mischung von gleichen Teilen konz. Sublimatlösung und absoluten Alkohol, die ich zuletzt ausschließlich benutzte. Ein Gemisch von 40 proz. Alkohol und Eisessig (100 : 5) bewährte sich nicht gut.

Zum Färben der ganzen Myxosporidien eignete sich eine schwache Lösung von Delafield's Hämatoxylin oder Anwendung von Hämatoxylin-chromsaurem Kali in Rücksicht auf die Kerne am besten. Zur Schnittfärbung wurde außerdem mit gutem Erfolg Eisenhämatoxylin nach Heidenhain und die Mallory'sche Färbung mit Säurefuchsin-Phosphormolybdänsäure-Anilinblau, Orange und Oxalsäure benutzt.

## II. Morphologie der Sphaeromyxa labrazesi Laveran et Mesnil.

Wie oben erwähnt, wurde diese Form zuerst von Laveran und Mesnil im Jahre 1900 beschrieben, deren Angaben über den Sitz der Parasiten und sein allgemeines Aussehen ich in den meisten Punkten bestätigen kann.

*Sph. labrazesi* bewohnt sowohl die Gallenblase der Seepferdchen wie auch alle größeren Gallengänge. Der Umstand, daß in den letzteren nur kleinere Exemplare angetroffen werden, kann nicht als Beweis dafür aufgefaßt werden, daß die Infektion vom Darm aus durch die Gallengänge vor sich geht. Für die großen Exemplare sind die Gallengänge viel zu eng, da sie selbst in der Gallenblase nur im zusammengefalteten Zustand Platz finden. Nur die größeren Gallengänge enthielten außerdem Parasiten, die immerhin noch annähernd 1 mm Durchmesser hatten. Ich zweifle indessen nicht an der Möglichkeit einer Infektion vom Darm aus durch die Gallengänge, doch sind dafür einwandsfreie Beweise noch nicht erbracht.

Der Körper von *Sphaeromyxa labrazesi* hat die Gestalt einer flachen, annähernd kreisförmigen Scheibe, von einem Durchmesser bis zu $^1/_2$ cm. Die Dicke der Scheibe beträgt bei den größten Exemplaren nur 25—40 $\mu$. Die Farbe der Myxosporidien ist weißlich, wodurch sich die Parasiten von der grünen Gallenflüssigkeit deutlich abheben und schon durch die Wand der intakten Gallenblase zu erkennen sind.

An den großen Exemplaren von 2 bis 5 mm Durchmesser, die

ich lebend beobachtete, konnte ich eine Bewegnng nicht feststellen. Der Rand der Körperscheibe hat breite lappenartige Fortsätze, die dnrch Einbuchtungen voneinander getrennt sind, aber nicht den Eindruck von Pseudopodien machen. Dagegen fanden sich in dem von mir konservierten Material jüngere Exemplare von etwa 1 mm Dnrchmesser, deren Umriß ganz unregelmäßig gestaltet war. Diese letzteren mögen daher im Leben wohl eine lebhaftere Beweglichkeit zeigen als die großen Exemplare, denen jedenfalls nur eine geringe Bewegungsfähigkeit zukommt.

Betrachtet man ein lebendes oder konserviertes Exemplar bei stärkerer Vergrößerung, so erkennt man, daß der Körper deutlich in Ektoplasma nnd Entoplasma gesondert erscheint.

Das Ektoplasma bildet unter der ganzen Körperoberfläche eine nur 2 $\mu$ dicke Lage. Bei den lebenden Parasiten läßt es sich am Rande der Körperscheibe im optischen Durchschnitt sehr gut beobachten. Es erscheint dort als ein hyaliner Saum, der, scharf vom vakuolären Entoplasma gesondert, dasselbe nach anßen begrenzt. An der Oberfläche des Ektoplasmas erkannte ich bei einigen Exemplaren einen zottenähnlichen, wenig über 1 $\mu$ hohen Besatz. Dieser war mir erst bei den letzten lebend untersnchten Exemplaren aufgefallen, so daß ich nicht mit Sicherheit sagen kann, ob er immer vorhanden ist. Dennoch glanbe ich das letztere, da alle konservierten Exemplare ihn anfwiesen.

Bei gefärbten Präparaten (Taf. I, Fig. 3 *epl.*) bietet das Ektoplasma einen anderen Anblick. Es färbt sich mit Hämatoxylin stärker als das Entoplasma und zeigt dann außerdem eine feine radiäre Streifung, die an eine Alveolarschicht erinnert. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß das Ektoplasma als solche anfzufassen ist, indem es auf eine einzige Wabenschicht beschränkt ist.

Die Funktion des Ektoplasmas ist bei den großen Exemplaren hauptsächlich die einer schützenden Hülle für das gröber vakuoläre Entoplasma. Sowohl Thélohan (1895, p. 202) als Doflein (1898, p. 292) geben an, daß bei Verletzungen des Ektoplasmas die nmgebende Körperflüssigkeit der Wirtstiere in das Entoplasma eindringt und dasselbe schädigt. Dieses tritt wohl bei gröberen Verletzungen ein, dagegen müssen wir annehmen, daß kleinere Risse durch das Ektoplasma wieder geschlossen werden können, da sonst der Durchbruch der Sporen durch das Ektoplasma das Myxosporid schädigen würde. Bei jüngeren Exemplaren wird außerdem das Ektoplasma bei der Pseudopodienbildung und Fortbewegung die Hanptrolle spielen, wie es bei anderen Arten oft beobachtet wurde.

Digitized by Google

Das Entoplasma ist, wie schon bemerkt, vakuolär, und verhält sich so, wie es Thélohan (1895) von *Sphaeromyxa balbianii* und Doflein (1898, p. 303) von *Sphaeromyxa incurvata* beschrieben haben. Die Vakuolen haben durch die dichte Aneinanderlagerung einen nahezu sechseckigen Querschnitt erhalten. Am Rande der Körperscheibe sind sie etwa 1 $\mu$ und nehmen nach Innen zu, bis sie eine durchschnittliche Größe von 4—8 $\mu$ erreichen. In den Knotenpunkten der Vakuolenwände liegen die einzelnen Kerne, und zu ihnen, wie zu den Pansporoblasten sind die Wände der angrenzenden Vakuolen senkrecht gerichtet, so daß eine Art Alveolarsaum gebildet wird (Fig. 3, 4 usw.). Schon Doflein (1898, p. 302) hat mit Recht darauf hingewiesen, daß dieser Bau des Entoplasmas nicht als eine Wabenstruktur im Sinne Bütschli's aufzufassen ist, da die eigentliche, sehr feine Wabenstruktur in den Wänden der Vakuolen zu erkennen ist.

In den Vakuolenwänden sind sehr kleine, im Leben stark brechende Granula (Fig. 3 g) verteilt, die unter dem Ektoplasma oft sehr dicht angehäuft sind. Diese Granula finden sich auch auf gefärbten Schnitten, da sie sich speziell mit Eisenhämatoxylin ziemlich intensiv färben. In Alkohol, Chloroform und Xylol lösten sie sich also nicht. Für nähere Angaben über diese Granula verweise ich auf die Untersuchungen von Thélohan und Doflein.

---

## III. Die Sporenbildung.

Über die Bildung der Pansporoblasten und Sporen bin ich zu wesentlich anderen Resultaten gekommen als frühere Beobachter. Im Interesse der fortlaufenden Darstellung will ich in diesem Abschnitt nur meine eigenen Ergebnisse, die ich auch an anderer Stelle (1907) bereits kurz veröffentlicht habe, schildern, und erst im nächsten Abschnitt einen Vergleich mit früheren Angaben ziehen.

Betrachtet man ein großes Exemplar von *Sphaeromyxa labrazesi* mit schwacher Vergrößerung, so erscheint das Entoplasma dicht erfüllt mit zahllosen Kernen. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man, daß letztere sich sowohl einzeln wie in Häufchen und in Pansporoblasten vorfinden. Die einzelnen Kerne (Fig. 3 *N* n. *n*, Fig. 4 a und Fig. 5 a u. b) sind von recht verschiedener Größe und Färbungsintensität. Es sind nämlich zwei typisch verschiedene Kernarten im Plasma vorhanden, die kaum miteinander zu verwechseln sind.

Digitized by Google

Fig. 4a zeigt einen der kleinen, dunkel aussehenden d. h. dichteren Kerne, die stets nur von einer schmalen Plasmazone umgeben sind. Diese Kerne erreichen bis etwa 2 $\mu$ Durchmesser. Meist ist von einem feineren Bau nichts zu erkennen, da sie sehr stark gefärbt sind. In anderen Fällen haben sie ein körniges Aussehen und weisen eine kleine Vakuole auf (Fig. 4f). Sehr häufig finden sich Teilungsstadien, wie sie auf Fig. 4b, c, d und e gezeichnet sind. Die Endprodukte dieser Teilungen sind Gruppen solcher Kerne (Fig. 4f) oder ansehnliche Haufen derselben, in welchen die Kernzahl noch beträchtlicher sein kann als auf Fig. 6 (*n*) dargestellt.

Nicht sicher zu entscheiden ist es, in welcher Weise, ob mitotisch oder amitotisch, die Kernteilung vollzogen wird. Immer wieder finden sich Bilder wie Fig. 4b—f, die darüber keinen genaueren Aufschluß geben können. Es kann sich aber um keine typische Mitose handeln, da bei der Häufigkeit der Teilungsstadien sich andere Phasen derselben finden müßten. Aber auch an eine amitotische Zweiteilung erinnern die Teilungsbilder (Fig. 4b) nicht eigentlich. Ich bin daher der Ansicht, daß es sich vielleicht um eine zurückgebildete und abgekürzte Art von Mitose handelt und werde darin durch später zu erwähnende Umstände bestärkt. Jedenfalls steht es fest, daß eine schnelle und fortgesetzte Kernvermehrung vorliegt, die schließlich zu derartigen Kernanhäufungen führen kann, wie ich auf Fig. 6 dargestellt habe.

Anders verhalten sich die großen Kerne (Fig. 5a und b *N*). Die kleinsten derselben sind etwa 3 $\mu$ groß und um sie herum findet sich eine schmale Plasmazone. Deutlich erkennt man eine Kernmembran, ferner ein Kerngerüst, in dessen Maschen besonders unter der Kernmembran Chromatingranula liegen, sowie einen nicht sehr großen Binnenkörper (b) und meist eine Vakuole (*v*). Auf Querschnitten durch ein Myxosporid (Fig. 3 *N*) sieht man, daß solche Kerne häufig dicht unter dem Ektoplasma liegen. Diese Kerne wachsen nun heran, bis sie etwa 4 $\mu$ groß sind. Zugleich rücken sie von der Oberfläche ins Innere und sammeln eine ansehnliche Menge Protoplasma um sich, welches eine unregelmäßige Anhäufung bildet (Fig. 5b). Der Bau der Kerne hat sich nicht verändert, nur ist er noch viel deutlicher geworden.

In diesem Stadium kann auch eine Vermehrung der großen Kerne stattfinden. Sie vollzieht sich zweifellos auf mitotischem Wege. Die Chromatingranula vereinigen sich zu einem Faden, der zuerst meist dicht unter der Kernmembran liegt, und verschmelzen miteinander (Fig. 5c). Ein weiteres Teilungsbild eines solchen

Digitized by Google

Kernes zeigt Fig. 5d. Die Vermehrung ist auf diesem Stadium anscheinend eine recht geringe, da man nur äußerst selten Teilungsstadien antrifft. Nach der Teilung trennen sich die beiden neuen Kerne jedenfalls bald, worauf auch das sie umgebende Protoplasma in zwei Ansammlungen zerlegt wird, so daß dadurch zwei der auf Fig. 5b dargestellten Bildungen entstehen.

Die Entstehung eines Pansporoblasten wird nun dadurch eingeleitet, daß einer der kleinen Kerne (*n*) in die Protoplasmamasse eines großen (*N*) eindringt. Die kleinen Kerne zerstreuen sich entweder von den Kernhäufchen aus im Entoplasma, und treffen dort mit den großen Kernen zusammen oder die großen Kerne in ihren Plasmaansammlungen umlagern die Kernhäufchen (Fig. 6). Ist nun ein kleiner Kern in die Plasmazone eines großen eingedrungen, so sondert sich diese Plasmazone von dem umgebenden Entoplasma und die angrenzenden Wände der Vakuolen des Entoplasma bilden eine kugelige Hülle (Fig. 7) um den jungen Pansporoblasten. Häufig geschieht dies aber auch erst auf einem etwas späteren Stadium.

Eine Verschmelzung der beiden Kerne findet nicht statt, vielmehr wächst der kleinere (n) heran und wird dem Großen (N) ähnlich, ohne aber dessen Größe ganz zu erreichen. Bald darauf bereitet sich einer der Kerne, und zwar meist zuerst der größere, zur mitotischen Teilung vor (Fig. 8—15), dem bald darauf der andere Kern in ganz gleicher Weise folgt (Fig. 16).

An dieser Stelle will ich etwas näher auf die Teilung der Kerne eingehen. Fig. 8 stellt die Aneinanderreihung der Chromatingranula dar, welche darauf zu einem Faden (Fig. 9 u. 10) verschmelzen, der häufig unter der Oberfläche des Kernes verläuft (Fig. 10) und im optischen Durchschnitt dann peripher liegende dunkel gefärbte Kügelchen vortäuschen kann (Fig. 10). Wie die nächsten Teilungsvorgänge verlaufen, kann ich nicht mit voller Sicherheit sagen. Man findet Bilder, auf denen der Chromatinfaden kürzer und dicker erscheint (vgl. Fig. 5c) und ferner solche mit zwei Chromatinfäden (Fig. 11, 12, 13 u. 20). Ob diese beiden Fäden durch Spaltung des ursprünglichen Fadens entstanden sind, kann ich nicht entscheiden, doch sprechen die weiteren Befunde dafür. Die nächsten Stadien, die ich aufzufinden vermochte, sind Spindelbildungen, und das Chromatin hat sich bereits an die beiden Enden der Spindeln begeben (Fig. 14 u. 21), wo es zu einer kompakten Masse zusammenzieht (Fig. 15 u. 22), sich abrundet (Fig. 16) und zu neuen Kernen auflockert (Fig. 25), wobei die Fäden der Spindel manchmal noch er-

Digitized by Google

halten sind. Was ich leider nicht beobachten konnte, ist die Bildung einer Äquatorialplatte. Ich bin daher noch im Zweifel, ob die auf Fig. 11, 12, 13 und 20 dargestellten beiden Schleifen als echte Chromosomen aufzufassen sind, wofür allerdings Bilder, wie die Fig. 14, 15 und 21, zu sprechen scheinen. Im Widerspruch damit steht aber das auf Fig. 5d dargestellte Stadium, das ich als Äquatorialplatte deute. Die Lücke, die hier in meinen Beobachtungen des Verlaufes der Kernteilung bestehen bleibt, hoffe ich durch spätere Untersuchungen noch ausfüllen zu können.

Auf eine merkwürdige Erscheinung, die ich bisher nur kurz angedeutet habe, möchte ich hier hinweisen, nämlich daß sich die kleinen Kerne (*n*) von jetzt ab genau auf die gleiche Art, also mitotisch, teilen wie die großen. Dieser Umstand scheint mir dafür zu sprechen, daß auch die früheren auf Fig. 4 und 6 dargestellten Teilungen als im Interesse einer schnellen Vermehrung abgekürzte Mitosen aufzufassen sind.

Sind in einem Pansporoblasten vier Kerne vorhanden, so hat sich auch bereits eine feine, etwas dunkler als das Protoplasma färbbare kugelige Hülle gebildet, wie ich oben angeführt habe. In dieser nimmt das Plasma mit den Kernen nur einen verhältnismäßig geringen Raum ein, indem sie die Innenfläche einer Kugelkalotte bedecken. Je nachdem man die verhältnismäßig flache Plasmamasse von der Fläche (Fig. 17) oder im optischen Durchschnitt (Fig. 18 u. 19) sieht, bietet sie ein verschiedenes Aussehen dar. Zum Studium sind nur diejenigen Pansporoblasten geeignet, die den Inhalt von der Fläche zeigen, da sich in den anderen die Kerne gegenseitig verdecken. Ich habe daher in den folgenden Figuren nur solche dargestellt, in denen die Kerne nebeneinander zu sehen sind.

Auf den Fig. 20—29 ist die Vermehrung der Kerne bis zu ihrer definitiven Zahl vierzehn dargestellt. Dabei fällt oft auf (Fig. 20, 21, 24), daß zu den einzelnen Kernen je eine gesonderte, vielleicht nur etwas dichtere Plasmazone gehört. Ist die Kernzahl auf zwölf bis vierzehn gestiegen, so läßt sich mehr oder weniger deutlich eine bestimmte Anordnung in der Lage der Kerne bemerken (Fig. 27, 29 u. 30). Acht Kerne liegen peripher im Pansporoblasten, während die übrigen eine zentrale Lage einnehmen. Selten läßt auch das Plasma eine Sonderung in eine periphere und eine zentrale Partie erkennen (Fig. 27 und 30). Auf Fig. 29 und 30 sieht man ferner, daß von den sechs zentralen Kernen zwei (*rk*) bedeutend kleiner sind als die übrigen vier (*ak*). Wie die kleinen Kerne (*rk*) entstehen, zeigen uns Stadien, von denen eines auf Fig. 27 dargestellt

Digitized by Google

ist. Von ursprünglich vier zentralen Kernen teilen sich zwei noch einmal, so daß sechs Kerne vorhanden sind. Während aber je eine der Teilungshälften schnell wieder zur normalen Kerngröße heranzuwachsen scheint, bleiben die anderen beiden verhältnismäßig klein. Wie ich schon hier vorausschicken will, sind jene kleinen Kerne die beiden späteren Restkerne des Pansporoblasten.

Während dieser letzten Entwicklungsvorgänge treten im Protoplasma mehrere vollkommen strukturlose dunkel gefärbte Kügelchen auf (Fig. 27, 30, 31 u. 32). Sie liegen meist an der Oberfläche und werden sehr bald aus dem Plasma in den Hohlraum des Pansporoblasten ausgestoßen, werden größer und heller und verschwinden.

Mehrere von mir beobachtete Bilder machen es sehr wahrscheinlich, daß diese Kugeln (*x*) aus den peripheren Kernen austreten, ohne daß ich für den Vorgang vorerst eine Erklärung zu geben wüßte. Die größte Anzahl, die ich in einem Pansporoblasten fand, betrug fünf. Da jedoch ihr Auftreten sich nicht zu gleicher Zeit vollzieht und einige schon fast verschwunden sind, während andere noch klein und dunkel, also eben gebildet sind, so glaube ich mit Recht annehmen zu dürfen, daß ihre Gesamtzahl, der Zahl der peripheren Kerne entsprechend, acht betragen wird.

Inzwischen beginnt das Plasma des Pansporoblasten sich in zwei Hälften, die Sporoblasten, zu teilen (Fig. 30). Von den sechs zentralen Kernen treten je zwei (*ak*) in einen Sporoblasten ein, während die beiden kleineren (*rk*) als Restkerne zwischen den beiden Sporoblasten liegen bleiben. Jeder Sporoblast erhält somit sechs Kerne. Bald darauf bemerkt man die ersten Anlagen der Polkapseln (Fig. 32 *p*), als kleine schwach färbbare Spindeln, die von einer Vakuole umschlossen sind. Sie wachsen in der Folgezeit sehr in die Länge (Fig. 33 *p*), wobei sich die Vakuole entsprechend streckt.

Die Sporoblasten sind auf diesem Entwicklungsstadium ellipsoidisch geworden. Vor allem fällt aber eine deutliche Differenzierung der Kerne auf. In jedem Sporoblasten liegen die zwei aus der zentralen Partie des Pansporoblasten übergetretenen Kerne (*ak*) in der Mitte. Es sind dies die späteren Amöboidkeimkerne. Je zwei Kerne in jedem Sporoblasten haben sich an die Polkapselanlagen gelegt, sie bilden die Polkapselkerne (*pk*). Die beiden übrigen Kerne (*schk*) liegen peripher jeder in einer deutlich abgegrenzten Plasmaschicht, die die eine Hälfte des Sporoblasten umhüllt. Es sind die Schalenkerne in den beiden Anlagen der späteren Sporenschalen.

Im Laufe der weiteren Entwicklung werden die Sporoblasten

Digitized by Google

spindelförmig (Fig. 34). Die Polkapselanlagen sind größer geworden und haben sich in ihren Vakuolen hakenförmig zusammengekrümmt (Fig. 34 und 42). In ihnen erscheinen tropfenartige Einschlüsse, die von Hämatoxylin nicht gefärbt werden, bei Anwendnng der Mallory-schen Methode dagegen orange werden, während sich der übrige Teil der Polkapselanlage blau färbt. Anch die Kerne haben sich inzwischen verändert. Die Schalenkerne (*schk*) werden etwas größer, länglich und flach; ihr Chromatin sammelt sich mehr nnd mehr unter der Kernmembran an. Die Amöboidkeimkerne erscheinen dagegen kleiner, eine Vakuole sowie ein Binnenkörper sind meist nicht mehr in ihnen zn erkennen. Die Polkapselkerne sind ebenfalls kleiner geworden; anch ihnen scheint ein Binnenkörper zn fehlen, dagegen ist die Vakuole meist noch vorhanden. Um die Polkapseln nnd ihre Kerne läßt sich in einigen Fällen eine dichtere mehr oder minder dentlich abgegrenzte Plasmazone feststellen (Fig. 34).

Ein etwas weiteres Entwicklungsstadium zeigt Fig. 35. Die Schalenkerne nehmen ein hohles, aufgequollenes Aussehen an. Um die Sporoblasten, die eine mehr sporenähnliche Gestalt erhalten haben, läßt sich bereits die spätere Schale deutlicher erkennen. Sie bildet eine feine Hülle, auf welcher einzelne Granula verteilt sind. Anf Fig. 36 nähern sich die Sporoblasten, jetzt wohl richtiger Sporen genannt, schon ihrer definitiven Gestalt. Die Schalenkerne (*schk*) haben ein vakuolenartiges Anssehen angenommen und zeigen keinerlei Struktur mehr. Die übrigen Kerne sind etwas kleiner und dichter geworden. Die Länge der Sporen beträgt jetzt etwa 28—30 $\mu$ bei einer Breite von 4 $\mu$. Die Polkapselanlagen haben sich unterdessen weiter zurückgebogen, so daß die freien Enden des Hakens sich berühren (Fig. 43). Wie indessen ihre weitere Entwicklung verlänft, vermag ich nicht zu sagen. Reifere Sporen enthalten bereits an Stelle der hakenartigen Bildung einen birnförmigen Körper (Fig. 36 *p*), der noch heranwächst und zur endgültigen Kapsel wird. Der Spiralfaden, dessen Aufrollung in der Kapsel auf Fig. 45 dargestellt ist, stellt eine Einstülpung der Kapselwand dar.

Das weitere Heranreifen der Sporen bis zu ihrer endgültigen Gestalt ist mit einer Längen- und Dickenabnahme verbunden (Fig. 37). Die Schalenkerne schwinden endlich vollkommen, während die übrigen Kerne, die meist in einer Reihe angeordnet sind, kleiner und dichter werden, weshalb ihr feinerer Bau immer undeutlicher wird. Die Polkapseln haben jetzt ihre definitive Gestalt erlangt und in ihnen liegt der in wenigen Windungen aufgerollte verhältnismäßig dicke Faden. Auch jetzt wird jede Polkapsel noch von der

Digitized by Google

ursprünglichen Vakuole umgeben, die aber jetzt von der Kapsel fast ganz ausgefüllt ist. Die Sporenschalen sind noch nicht vollkommen ausgebildet, worauf ihre feine Körnelung hinweist.

Fig. 38 zeigt eine weitere Entwicklungsphase. Das Plasma hat sich in der Spore, deren Schalen jetzt ihre Ausbildung vollendet haben, in drei Teile geteilt, einen zweikernigen mittleren, den Amöboidkeim und zwei endständige, die den Polkapseln angehören. Die Polkapselkerne (*pk*) haben sich noch weiter verkleinert und eine etwa kappen- oder halbmondförmige Gestalt angenommen: sie liegen jetzt in dem Winkel zwischen der Polkapselvakuole und der konkaven Sporenwand. Die beiden Kerne (*ak*) des Amöboidkeims sind kaum noch 2 $\mu$ groß. Sie rücken allmählich gegeneinander, berühren sich (Fig. 39) und verschmelzen schließlich miteinander (Fig. 40 und 41).

Alle diese Vorgänge können sich vollziehen, während die Sporen noch paarweise im Pansporoblasten liegen, in dem auch die Restkerne noch zu erkennen sind. Sehr häufig trifft man aber bereits Sporen des in Fig. 38 abgebildeten Stadiums frei in der Gallenblase, bei denen sich die Kernverschmelzung demnach erst außerhalb des Myxosporids vollzieht.

Die fertige Spore besitzt auf der Schalenoberfläche eine sehr zarte Längsstreifung. Die Größenverhältnisse sind folgende:

Sporenlänge: 22—25 $\mu$,
Sporenbreite: 3—4 $\mu$,
Länge der Polkapseln: 8 $\mu$,
Breite der Polkapseln: 2—3 $\mu$,
Länge des Polfadens: etwa 12 $\mu$,
Durchmesser des Amöboidkeimkerns: 2 $\mu$.

In einigen Fällen fand sich in kugeligen Hohlräumen der *Sphaeromyxa*, anscheinend also Pansporoblasten, verschiedenartige, kernhaltige Gebilde (Fig. 46), die wohl sicher als Mißbildungen aufzufassen sind. Ich begnüge mich damit, darauf hingewiesen zu haben.

---

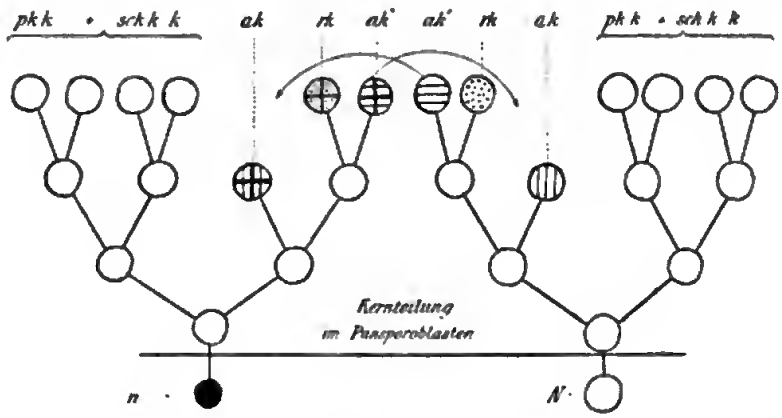
## IV. Bedeutung der geschilderten Kernvorgänge.

Die zuletzt geschilderte Verschmelzung der beiden Kerne des Amöboidkeims kann meiner Ansicht nach nur als Karyogamie aufgefaßt werden. Wie läßt sich diese Auffassung aber in Einklang mit der Pansporoblastenbildung bringen? Wie wir fanden,

Digitized by Google

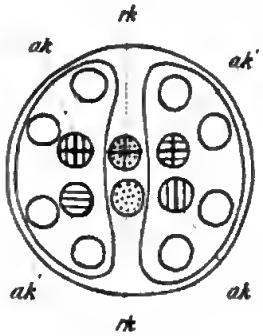
wird die Bildung des Pansporoblasten durch das Zusammentreten zweier ungleicher Kerne (*n* u. *N*) eingeleitet. Es läßt sich daher wohl nicht bezweifeln, daß einer der kopulierenden Kerne des Amöboidkeims von dem großen Kern (*N*), der andere von dem kleinen Kern (*n*) des ursprünglich zweikernigen Pansporoblasten abstammt. Daß eine Karyogamie vorliegt, dafür spricht auch die Restkernbildung, die als Reduktionsteilung je eines der beiden verschmelzenden Kerne zu deuten ist.

Zur Erläuterung dieser Kernvorgänge sollen die nebenstehenden beiden Schemata dienen. Auf ihnen ist auch die Bildung der




Textfig. 1.

Polkapsel- und Schalenkerne angedeutet. Mit Berücksichtigung der Bildung der Amöboidkeime und Restkerne und des Umstandes, daß je vier der anderen Kerne gleichwertig sein müssen, da aus ihnen gleiche Bildungen hervorgehen (vier Polkapseln und vier Schalen) läßt sich die Entstehung nur auf die dargestellte Weise erklären, wenn die Maximalzahl der Kerne vierzehn nicht überschreiten soll. Auch die Verteilung der Kerne auf die Sporoblasten ist auf dem Schema ohne weitere Erklärung ersichtlich (vgl. auch Fig. 30).




Textfig. 2.

Ich bin nicht der Ansicht, daß die Verschmelzung der Amöboidkeimkerne als Autogamie aufzufassen sei; vielmehr möchte ich dieselbe durch die Annahme erklären, daß vor Beginn der Pansporoblastenbildung eine Konjugation oder eine Verschmelzung (Plasmodienbildung) der jüngeren Myxosporidien stattfindet. Dies hat man sich so vorzustellen, daß entweder eine zeitweilige Verbindung zwischen zwei

Individuen entsteht, durch die ein Kernaustausch vermittelt wird; oder aber daß zwei oder mehrere Myxosporidien ganz miteinander verschmelzen.

Ferner kann in diesen beiden Fällen entweder schon die Differenzierung in große (*N*) und kleine (*n*) Kerne vollzogen sein, oder sie tritt erst aus bisher gleichartigen Kernen nach der Konjugation oder Verschmelzung ein. Näheren Aufschluß hierüber wird wohl nur das Studium lebender, besonders aber auch jüngerer Myxosporidien geben können. Nur auf einen Umstand möchte ich hier noch hinweisen, nämlich daß sie im Verhältnis zu den großen Kernen (*N*) schnelle Vermehrung der kleinen (*n*) es höchst wahrscheinlich macht, daß die ursprüngliche Anzahl der letzteren gering ist und dies erst durch die schnelle Teilung ausgeglichen wird. Bei ursprünglich indifferenten Kernen brauchte also nur eine geringe Anzahl sich zu kleinen Kernen (*n*) umzuwandeln, um nach kurzer Zeit den großen an Zahl gleichzukommen.

## V. Vergleich mit den bisherigen Anschauungen über die Sporenbildung.

Die ersten Untersuchungen über die Sporenbildung der Myxosporidien verdanken wir Bütschli (1881), Balbiani (1884) und Thélohan (1895). Ihre Angaben wurden später von Cohn (1895) und Doflein (1898) im wesentlichen bestätigt. Die Bildung der Sporen mit zwei Polkapseln soll auf folgende Weise verlaufen: Um einzelne Kerne im Myxosporid sondert sich eine Plasmakugel ab, wodurch die Anlage des Pansporoblasten gegeben ist. Der Kern teilt sich darauf mitotisch, bis acht oder zehn Kerne vorhanden sind. Dann teilt sich das Plasma des Pansporoblasten in zwei Sporoblasten, von denen jeder drei oder vier Kerne erhält, während zwei Kerne zurückbleiben. Wenn die Sporoblasten nur drei Kerne enthalten, so teilt sich der mittlere bald, so daß schließlich immer vier Kerne vorhanden sind, zwei Amöboidkeimkerne und zwei Polkapselkerne.

Nur eine Angabe von Cohn (1895) finde ich, die hiermit nicht in Einklang steht. Er erwähnt nämlich, daß er bei *Myxidium lieberkühni* Bütschli „manchmal, wenn auch nur selten, zwölf Kerne" im Pansporoblasten gefunden habe.

Von diesen Darstellungen weichen meine Befunde an *Sphaero-*

*myxa labrazesi* in mehreren Punkten ab, die ich hier kurz zusammenstellen will:

1. Treten immer zwei Kerne zur Bildung eines Pansporoblasten zusammen;
2. Die größte Anzahl der Kerne im Pansporoblasten beträgt vierzehn;
3. jeder Sporoblast erhält davon sechs Kerne; zwei bleiben als Restkerne zurück;
4. es sind im Sporoblasten von Anfang an zwei Amöboidkeimkerne vorhanden. Eine spätere Zweiteilung eines solchen Kernes tritt daher nicht ein, sondern eine Verschmelzung der zwei ursprünglich vorhandenen Kerne.

Auf welche Weise lassen sich nun die Gegensätze meiner Befunde mit früheren erklären? Wäre es nicht möglich, daß die verschiedenen Arten von Myxosporidien in der Sporoblastenbildung differieren? Ich halte dies wenigstens für die Hauptzüge der Entwicklung für ausgeschlossen, besonders da bei allen Arten die Endprodukte derselben, die Sporen, sich in der Kernzahl des Sporenkeims gleichen und nur in unwichtigen morphologischen Eigenschaften voneinander abweichen.

Die erste Bildungsphase des Pansporoblasten soll, wie von allen Autoren angegeben wird, dadurch entstehen, daß sich um einen Kern eine kugelige Plasmamasse bildet. Derartige Bilder habe auch ich bei *Myxidium lieberkühni* beobachtet, ich halte sie jedoch für gleichbedeutend mit dem auf Taf. XIV Fig. 5b dargestellten Stadium von *Sphaeromyxa labrazesi*. Daß bei letzteren die Plasmamasse nicht kugelig ist, läßt sich vielleicht auf den grobvakuolären Bau des Körperplasmas zurückführen, während bei Arten mit gleichmäßig feinwabigem Plasma die gleichen Stadien wahrscheinlich kugelig sein werden. Alle späteren Kerne im Pansporoblasten wurden dann als Teilungsprodukte dieses ersten Kernes angesehen.

Auch in der Gesamtzahl der Kerne des Pansporoblasten glaube ich nicht, daß bei den Sporen mit zwei Polkapseln ein Unterschied vorhanden sein kann, diejenigen mit vier werden dagegen statt vierzehn achtzehn Kerne im Pansporoblasten aufweisen und in jedem Sporoblasten acht, wobei zwei Restkerne zurückbleiben. Denn es ist höchst unwahrscheinlich, daß wenn bei *Sphaeromyxa* die Sporenschalen durch Vermittlung und Auflösung von Schalenkernen entstehen, dies bei den anderen Myxosporidien nicht der Fall sein sollte, umsomehr, als bei den verwandten Actinomyxidien die dreiklappige

Sporenschale in ganz analoger Weise aus drei Kernen gebildet wird, wie Caullery und Mesnil (1905) bewiesen haben.

Wenn ferner die Zweizahl der Amöboidkeimkerne durch die spätere Karyogamie ihre Erklärung fand, so liegt es wohl nahe, für die anderen Myxosporidien gleiche Vorgänge anzunehmen. Wenn es zuerst unglaubhaft erscheint, daß zwei differente Kerne zur Bildung des Pansporoblasten zusammentreten und erst zwei ihrer durch Teilung entstandenen Nachkommen verschmelzen, so kann ich auch hier auf einen ähnlichen Befund von Caullery und Mesnil (1905) bei *Sphaeractinomyxon* hinweisen, wo zwei in einer gemeinsamen Hülle liegende Kerne sich auf sechzehn vermehren und davon wahrscheinlich je zwei verschmelzen. Wie weit allerdings die Sphaeractinomyxidien entwicklungsgeschichtlich mit den Myxosporidien zu vergleichen sind, ist zurzeit noch ungewiß. Andererseits bestehen Angaben von Thélohan (1895) und Doflein (1898), welche, wenn sie nicht auf Irrtum beruhen, es vollkommen ausschließen, daß sich im Amöboidkeim eine Karyogamie vollzieht. Ich will hier nur eine Stelle der Arbeit Doflein's (1898, p. 309) anführen. Er sagt: „Die äußerlich vollendete Spore kann außer den zwei Kernen, welche die Polkapseln erzeugt haben, ein oder zwei Kerne im Sporenplasma enthalten. Ich kann jedoch die Beobachtung Thélohan's bestätigen daß, wenn zunächst nur ein Kern vorhanden ist, dieser sich teilt (ich habe oft in Sporen Mitosen gefunden), so daß der reife Amöboidkeim immer zweikernig ist.“ Wenn ich trotz dieser bestimmten Angabe Doflein's glaube, daß ein Beobachtungsfehler vorliegt, so geschieht das nach Durchsicht von vielen Hunderten von Sporen. Bei allen unreifen, auf den in Figur 33—36 dargestellten Stadien befindlichen Sporen waren stets sechs Kerne vorhanden, alle Sporen vom Stadium Fig. 37 hatten deutlich vier getrennte Kerne und von den Sporen mit fertig ausgebildeten Schalen war die Hälfte noch zweikernig, viele davon mit zusammenliegenden Kernen, einige im Verlauf der Verschmelzung und etwa ein Drittel einkernig. Durch die Einkernigkeit der vollkommen reifen Sporen läßt sich auch erklären, daß die jüngsten Myxosporidienstadien, die Doflein auffand, einkernig waren. Doflein selbst meint (p. 315), dies sei nur durch die Annahme einer vorhergegangenen Befruchtung in einfacher Weise zu erklären, indem er annimmt, daß je zwei im Darm aus den Sporen ausgeschlüpfte zweikernige Amöboidkeime konjugieren, je einen Kern austauschen, der mit dem in jedem Individuum zurückgebliebenen Kern verschmilzt. Eine derartige Deutung will mir aber, abgesehen von meinen Befunden, schon deshalb nicht wahrscheinlich erscheinen,



Digitized by Google

weil sie nur unter der Voraussetzung möglich sein könnte, daß der Fisch, in dessen Darm die Sporenkeime auskriechen, zu gleicher Zeit Sporen verschiedener Myxosporidienexemplare gefressen haben müßte, denn eine Konjugation unter Sporenkeimen des gleichen Exemplares ist nicht wohl annehmbar. Diese Voraussetzung kann wohl ausnahmsweise einmal eintreffen, aber doch durchaus nicht häufig, was aber zur Erhaltung der Myxosporidienart notwendig wäre.

Wenn ich nach meinen Befunden annehme, daß bei allen Myxosporidien im Sporenkeim eine Karyogamie eintritt, so mag doch der Zeitpunkt derselben verschieden sein. Bei den frei in Körperhöhlen der Wirtstiere lebenden Arten, deren Sporen bald nach ihrer Ausbildung ausgestoßen werden, tritt wie bei *Sphaeromyxa labrazesi*, wahrscheinlich die Karyogamie auch sehr bald in den ausgebildeten Sporen ein. Anders mögen sich indessen die Arten verhalten, die in Cysten vereint im Gewebe der Wirtstiere eingeschlossen sind, und erst nach Absterben der letzteren frei werden. Hier bleiben die Sporenkeime vielleicht längere Zeit noch zweikernig und die Karyogamie tritt erst nach dem Tode der Wirtstiere ein, wenn deren Gewebe nicht mehr frisch sind. Diese Vermutung hege ich deswegen, weil man fast immer in Cysten aus frisch konservierten Fischen, die nur ausgebildete Sporen enthalten, zweikernige Amöboidkeime antrifft. Dagegen fanden Schuberg und ich (1905) in mehreren mit einer *Myxobolus*- und einer *Henneguya*-Art stark infizierten Bachforellen, die längere Zeit nach ihrem Absterben konserviert worden waren, in sämtlichen zahlreichen Sporen nur einen Amöboidkeimkern. Dieser Befund, der damals von uns als ein eigentümlicher Zufall angesehen wurde, ist vielleicht geeignet, meine Hypothese zu stützen. Außerdem erklärt sich vielleicht der oft vergeblich gemachte Versuch einer künstlichen Infektion durch Verfüttern von Sporen dadurch, daß die von eben getöteten Fischen stammenden Sporen noch nicht ganz reif, also noch zweikernig waren, und zur Neuinfektion noch nicht geeignet waren.

---

## VI. Vermutlicher Entwicklungskreis von Sphaeromyxa labrazesi.

Leider sind unsere Kentnisse jüngerer Myxosporidienstadien noch sehr gering und die Angaben darüber teilweise widersprechend. Dennoch läßt sich nach den Angaben von Thélohan (1895), Cohn

Digitized by Google

(1895) und Doflein (1898) im Zusammenhang mit meinen Befunden, der Entwicklungskreis der frei in Körperhöhlen lebenden Arten, wie z. B. *Myxidium* und *Sphaeromyxa* jedenfalls in seinen Grundzügen darstellen.

Ein Zwischenwirt ist bei diesen Formen wohl sicher auszuschließen. Die reife Spore mit einkernigem Amöboidkeim kommt direkt in den definitiven Wirt, indem sie von ihm mit der Nahrung aufgenommen wird. Hierbei werden die Spiralfäden der Polkapseln vielleicht eine Rolle spielen. Entweder sie schnellen (wie u. a. Thélohan und Doflein annehmen) erst in den Verdauungssäften des Wirtstieres aus und dienen zur Festheftung der Sporen am Darmepithel oder sie sind schon vorher im Wasser ausgeschnellt und erhöhen die Schwebfähigkeit der Sporen. Auch zur Festheftung an Fremdkörpern, die von den Wirtstieren gefressen werden, mögen sie dienen und nachher im Darm die gleiche Funktion ausüben. Immerhin sind die Angaben von lebenden Sporen, deren Spiralfäden im Wasser ausgeschnellt sind, spärlich (vgl. auch Schröder 1906).

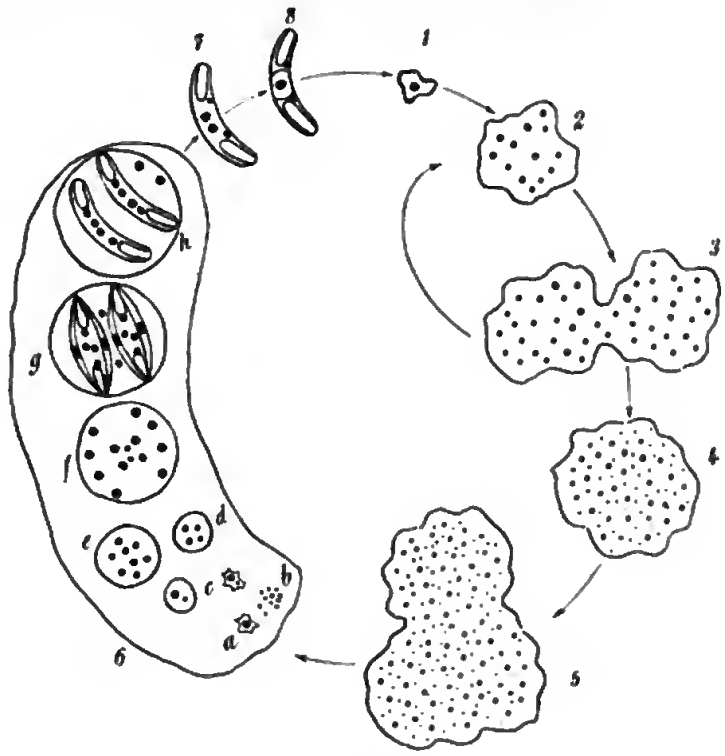
Im Darm der Wirtstiere schlüpft der junge einkernige Sporenkeim aus. Der Weg, auf dem er zu seinem endgültigen Sitz im Wirte gelangt, ist noch ungewiß. Es ist jedoch von Hofer (1896), Doflein (1898) und kürzlich von Joseph (1906) ein intracelluläres Eindringen der Jugendstadien für einige Arten bewiesen, so daß es mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit auch für die anderen gilt, eine Ansicht, die bereits Doflein (1899) vertreten hat. Bei vielen Arten werden die jungen Myxosporidien ferner die Blutbahnen zur Wanderung im Wirtskörper benutzen, doch ist für verschiedene Myxosporidien auch ein anderer Weg nicht auszuschließen. So könnten z. B. die Bewohner der Harn- und Gallenblasen, wie Lühe (1900) anführt, vom Darm direkt in diese Organe gelangen. Bei einer von Schuberg (1905) und mir beschriebenen *Myxobolus*-Art erscheint es nicht ausgeschlossen, daß sie innerhalb der Nervenfasern sich im Wirte verbreitet hat.

Um die oft so starke Infektion der Wirtstiere zu erklären, müssen wir für viele Arten eine multiplikative Fortpflanzung annehmen. Im Jahre 1895 hat Cohn von *Myxidium lieberkühni* eine Vermehrung durch Knospung beschrieben und 1898 beobachtete Doflein bei *Chloromyxum leydigi* eine Vermehrung durch Zweiteilung. Nach Laveran u. Mesnil (1902) soll auch bei *Myxidium lieberkühni* nur eine Zweiteilung vorkommen.

Die von mir oben geschilderten geschlechtlichen Vorgänge im Verlaufe der Sporenbildung lassen sich durch eine Konjugation

Digitized by Google

zweier Exemplare oder Verschmelzung zweier oder mehrerer Exemplare vor Beginn der Sporenbildung erklären. In beiden Fällen kann die Differenzierung in die beiden Kernarten (*N* u. *n*) entweder schon vollzogen sein oder aber dieselbe würde erst später erfolgen. Bei der Konjugation würden z. B. zwischen den beiden Individuen indifferente Kerne ausgetauscht, die sich im anderen Organismus zu den kleinen Kernen differenzierten, oder aber von den bereits differenzierten Kernarten würde nur die eine ausgetauscht. Das gleiche gilt bei der Verschmelzung zweier oder mehrerer Exemplare, wobei entweder noch indifferente Kerne oder schon beide Kernarten vorhanden sind. Eines steht jedenfalls fest, daß nämlich die Anzahl der kleinen Kerne (*n*) ursprünglich geringer sein muß als die der großen (*N*), und nur durch die schnellere Vermehrung ihr gleich wird. Im Falle einer Konjugation würde ein Austausch einer geringen Anzahl von kleinen Kernen, oder Kernen, die sich im anderen Organismus zu solchen entwickeln, genügen, um bald durch die schnelle Vermehrung eine große Zahl entstehen zu lassen.




Textfig. 3.

Mit Rücksicht auf die eben besprochenen Beobachtungen an anderen Arten läßt sich der Entwicklungskreis von *Sphaeromyxa*

*labrazesi* ohne Rücksicht auf den Weg, den der Parasit bis zur Gallenblase einschlägt, folgendermaßen darstellen (siehe nebenstehendes Schema): Aus der gefressenen, einkernigen Spore schlüpft im Darm des Seepferdchens der Sporenkeim (1) aus, wächst heran, indem sich zugleich seine Kernzahl vermehrt (2). Darauf erfolgt entweder eine Zweiteilung (3) oder eine Knospenbildung. Im weiteren Verlauf konjugieren zwei Exemplare, oder zwei oder mehrere verschmelzen (5), und vorher oder nachher entsteht die Kerndifferenzierung. Durch Zusammentreten eines großen (6a) und eines kleinen Kernes (6b) entsteht der Pansporoblast (6c), dessen Kerne sich bis auf vierzehn vermehren (6d—6k). Diese verteilen sich mit Ausnahme der beiden Restkerne auf die Sporoblasten, von denen jeder zwei Amöboidkeimkerne, zwei Schalenkerne und zwei Polkapselkerne erhält. Nach Ausbildung der Sporenschalen (7) verschmelzen die Amöboidkeimkerne, indem die reife Spore (8) entweder schon vorher oder jetzt ausgestoßen wird. Hiermit ist der Entwicklungskreis geschlossen.

---

## Zusatz während der Korrektur.

Kurz nach Abschluß meiner Arbeit machte mich Herr Dr. Fr. Doflein darauf aufmerksam, daß das Vorhandensein von Schalenkernen im vergangenen Jahre von Léger und Hesse in zwei Mitteilungen festgestellt worden sei. (Léger, L.: Sur une nouvelle maladie Myxosporidienne de la truite indigène. C. R. Acad. Sc. Paris 1906 T. 142 p. 655—656, und Léger et Hesse: Sur la structure de la paroi sporale des Myxosporidies. C. R. Acad. Sc. Paris 1906 T. 142 p. 720—722.) Mir waren diese beiden Mitteilungen nur dem Titel nach bekannt, da ich mich bisher vergeblich bemüht hatte, dieselben zu erhalten. Erst durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. Doflein, der mir die letzte der beiden Mitteilungen zur Ansicht sandte, lernte ich die Resultate von Léger und Hesse kennen.

Nachdem Léger zuerst bei *Chloromyxum truttae* erkannt hatte, daß bei der Bildung der Sporenschalen je eine kernhaltige Plasmapartie beteiligt sei, untersuchten Léger und Hesse mehrere andere den Gattungen *Myxidium myxobolus* und *Henneguya* angehörende Myxosporidienarten und konnten für alle das gleiche Verhalten feststellen. An dieser Stelle möchte ich auch darauf hinweisen, daß die von mir (1906 S. 192) bei Sporen von *Henneguya acerinae* an der Basis der Schwanzanhänge beschriebenen und abgebildeten Bläschen, deren Natur ich damals nicht erkannte, als Schalenkerne

zu deuten sind, wie die Beschreibung und Abbildung von Léger und Hesse, sowie eine erneute Durchsicht der Präparate ergeben haben.

Auf zwei weitere, im vorigen Jahre erschienene kurze Mitteilungen von M. L. Mercier, die mir noch nicht bekannt waren, wurde ich durch Herrn Dr. M. Hartmann hingewiesen. In der ersten (Phénomène de sexualité chez *Myxobolus pfeifferi*. Compt. rend. Soc. de Biol. 1906 t. 60 p. 427—428) beschreibt Mercier das auch von mir beobachtete Zusammentreten zweier ungleicher Kerne zu einem Pansporoblasten. Er schreibt: „Dans la zone moyenne de l'endoplasme, on trouve de nombreux éléments constitués par une aire cytoplasmique individualisée autour d'un noyau. Frequemment, ces éléments cellulaires sont disposés par couples; dans un tel couple, les deux éléments ne sont pas semblables. Il existe une différence sensible dans la taille des conjoints et les noyaux, à gros nucléole central, sont inégaux. Mais ces noyaux ne se fusionnent pas; le gros nucleole central se fragmente, les grains de chromatine résultant de cette fragmentation se portent vers la périphérie et bientôt deviennent épars dans le cytoplasme. C'est aux dépens de ces granules chromatiques que j'ai vu se constituer les noyaux qui deviendront les noyaux des sporoblastes."

Während meine Resultate in betreff der ersten Bildung des Pansporoblasten mit den Ergebnissen von Mercier ziemlich übereinzustimmen scheinen, weichen sie dagegen in Hinsicht auf die Kernvermehrung im Pansporoblasten erheblich ab, wie aus meiner Abhandlung genügend ersichtlich, so daß ich an dieser Stelle nicht noch einmal darauf einzugehen brauche.

In einer zweiten kurzen Mitteilung (Contribution à l'étude du développement des spores chez *Myxobolus pfeifferi*. Compt. rend. Soc. de Biol. 1906 t. 60 p. 763—764) schildert Mercier die auch von Hesse und Léger (1906) erkannte Art der Schalenbildung, die durch meine zusammenhängenden Beobachtungen der Pansporoblasten- und Sporenbildung bestätigt werden. Dagegen decken sich Mercier's Angaben über die Zahl der im Pansporoblasten enthaltenen Kerne, die nur zehn betragen soll, nicht mit meinen Befunden.

Heidelberg, Mai 1907.

---

Digitized by Google

## Literaturverzeichnis.

1884 Balbiani, E. G.: Leçons sur les Sporozoaires. Paris.
1881 Bütchli, O.: Beiträge zur Kenntnis der Fischsporospermien. in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. 35.
1905 Caullery et Mesnil: Recherches sur les Actinomyxidies 1. Sphaeractinomyxon stolci Caullery et Mesnil. in: Arch. f. Protistenk. Vol. 6.
1895 Cohn, L.: Über die Myxosporidien von Esox lucius und Perca fluviatilis. in: Zool. Jahrb. Anat. Vol. 9.
1898 Doflein, Fr.: Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. III. Über Myxosporidien. in: Zool. Jahrb. Anat. V. 11.
1899 —: Fortschritte auf dem Gebiete der Myxosporidienkunde. Zool. Centralbl. Jahrg. 6.
1896 Hofer, Br.: Die sogenannte Pockenkrankheit der Karpfen. in: Allgemeine Fischereizeitung.
1896 —: Die Infektion der Fische mit Myxosporidien. in: Allgem. Fischereizeitung.
1907 Joseph, H.: Chloromyxum protei n. sp., ein in der Niere des Grottenolmes parasitierendes Myxosporidium. in: Arch. f. Protistenk. Vol. 8.
1900 Laveran et Mesnil: Sur une Myxosporidie des voies bilaires de l'Hippocampe. in: Compt. Rend. Soc. Biol. V. 52.
1902 —: Sur la multiplication endogène des Myxosporidies.
1900 Lühe, M.: Ergebnisse der neueren Sporozoenforschung. Jena.
1906 Schröder, O.: Eine neue Myxosporidienart aus den Kiemen von Acerina cernua (Henneguya acerinae n. sp.). in: Arch. f. Protistenk. Vol. 7.
1907 —: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Myxosporidien. in: Verhandl. des Nat. med. Vereins zu Heidelberg N. F. Vol. 8.
1905 Schuberg, A. u. O. Schröder: Myxosporidien aus dem Nervensystem und der Haut der Bachforelle (Myxobolus neurobius n. sp. und Henneguya nüsslini n. sp). in: Arch. f. Protistenk. Vol. 6.
1895 Thélohan: Recherches sur les Myxosporidies. in: Bull. Sc. France Belgique Vol. 26.

---

## Tafelerklärung.

Abgesehen von Fig. 1 und 2, die im Verhältnis von 15 : 1 resp. 40 : 1 gezeichnet sind, sind alle Figuren in 1500facher Vergrößerung, teilweise mit Benützung des Zeichenapparates dargestellt.

Figurenbezeichnung.

*ak* = Amöboidkeimkern.
*b* = Binnenkörper.
*bg* = Bindegewebe.
*eg* = Epithel der Gallenblase.
*epl* = Ektoplasma des Myxosporids.
*g* = Granula.
*jpsp* = Junger Pansporoblast.
*m* = Myxosporidien.
*N* = Große Kerne im Myxosporid.

Digitized by Google

*n* = Kleine Kerne im Myxosporid.
*p* = Polkapsel.
*pk* = Polkapselkern.
*psp* = Pansporoblast.
*rk* = Restkern.
*schk* = Schalenkern.
*v* = Vakuole in den Kernen.
*x* = Kugeln im Pansporoblasten.

## Tafel XIV.

Fig. 1. Gesamtbild eines Myxosporids.

Fig. 2. Schnitt durch eine infizierte Gallenblase.

Fig. 3. Teil eines Querschnittes durch ein Myxosporid.

Fig. 4 a—f. Kleine Kerne und Teilungsbilder derselben.

Fig. 5 a—d. Große Kerne und Teilungsbilder derselben.

Fig. 6. Ein Haufen kleiner Kerne (*n*), um ihn herum junge Pansporoblasten (*jpsp*); am oberen Rand große Kerne (*N*).

Fig. 7. Junger zweikerniger Pansporoblast.

Fig. 8—15. Desgl. ein Kern in Mitose.

Fig. 16. Dreikerniger Pansporoplast, ein Kern in Mitose.

Fig. 17. Vierkerniger Pansporoblast von der Fläche gesehen.

Fig. 18—19. Desgl. von der Kante gesehen.

Fig. 20. Desgl. ein Kern in Mitose.

Fig. 21. Fünfkerniger Pansporoblast, ein Kern in Mitose.

## Tafel XV.

Fig. 22. Fünfkerniger Pansporoblast mit zwei Mitosen.

Fig. 23. Fünfkerniger Pansporoblast.

Fig. 24. Sechskerniger Pansporoblast.

Fig. 25. Siebenkerniger Pansporoblast mit Kernspindel.

Fig. 26. Zehnkerniger Pansporoblast.

Fig. 27. Dreizehnkerniger Pansporoblast, acht Kerne liegen peripher, fünf in einer zentralen Plasmapartie, davon ist einer in Mitose, die zur Bildung des noch fehlenden einen Restkernes führt, während der zweite Restkern (*rk*) schon vorhanden ist. Außerdem finden sich außerhalb des Plasma drei dunkle Kugeln *x*.

Fig. 28. Vierzehnkerniger Pansporoblast, in der zentralen Partie die beiden kleineren Restkerne (*rk*).

Fig. 29. Desgl.

Fig. 30. Trennung des Pansporoblasten in die beiden Sporoblasten. Von den sechs mittleren Kernen treten je zwei in einen Sporoblasten, während die beiden Restkerne zwischen den letzteren liegen bleiben. Vier Kugeln (*x*) außerhalb der Sporoblasten.

Fig. 31. Die Trennung der Sporoblasten vollzogen. Die beiden Restkerne liegen ausnahmsweise getrennt. Vier Kugeln (*x*) vorhanden.

Fig. 32. Desgl. Die vier Polkapselanlagen (*p*) haben sich gebildet.

Fig. 33. Die Sporoblasten haben ellipsoide Gestalt angenommen. Ihre sechs Kerne haben eine bestimmte Lage angenommen und sind jetzt als zwei Amöboidkeimkerne (*ak*), zwei Polkerne (*pk*) und zwei Schalenkerne (*schk*) zu unterscheiden. Die Polkapseln haben langgestreckte spindelförmige Gestalt angenommen.

Digitized by Google

Fig. 34. Gestalt der Sporoblasten spindelförmig, Kerne wie auf Fig. 33. Polkapselanlagen hakenförmig gekrümmt.

Fig. 35. Sporoblasten zeigen bereits die Krümmung der fertigen Sporen. Schalenkerne vergrößert, die Anlage Sporenschalen deutlicher.

Fig. 36. Sporoblasten haben bereits Sporengestalt angenommen. Schalenkerne aufgequollen, die übrigen Kerne sind kleiner geworden.

Fig. 37. Junge Spore. Die Schalenkerne haben sich aufgelöst. Die anderen Kerne erscheinen kompakter und liegen in einer Reihe. Polkapseln bereits in ihrer definitiven Gestalt.

Fig. 38. Reifere Spore. Die Polkapselkerne sind in den Winkel zwischen der konkaven Sporenwand und die Polkapseln gerückt. Der Amöboidkeim hat sich abgesondert.

Fig. 39. Desgl. Die Amöboidkeimkerne in Verschmelzung.

Fig. 40. Desgl.

Fig. 41. Reife Spore nach vollzogener Karyogamie.

Fig. 42. Sporoblasten mit hakenförmig gekrümmten Polkapselanlagen. Kerne und Plasma nicht eingezeichnet.

Fig. 43. Polkapselbildungsstadium.

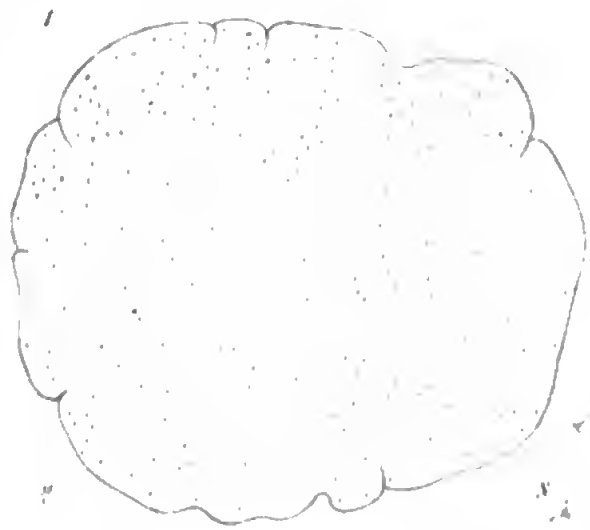
Fig. 44. Spore mit ausgeschnellten Polkapselfäden.

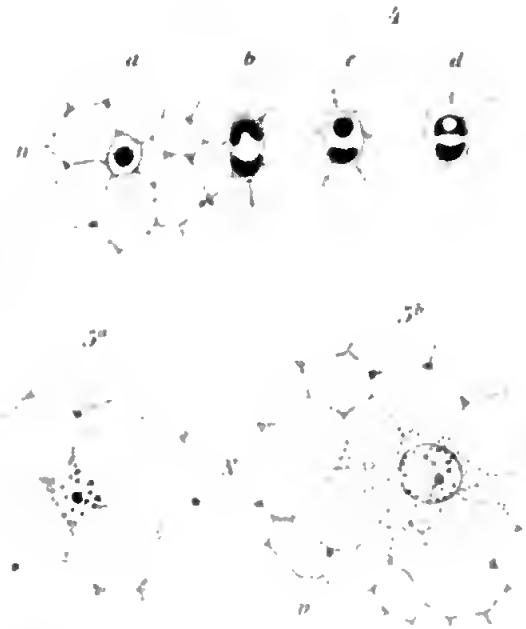
Fig. 45. Polkapsel mit aufgerolltem Faden stark vergrößert.

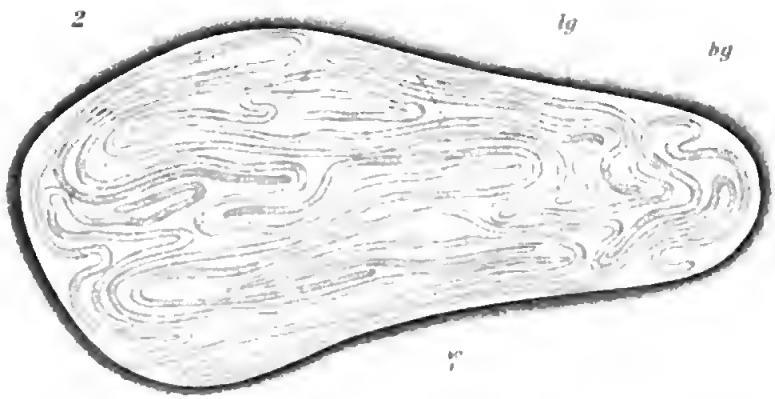
Fig. 46. Mißbildungen in einem Pansporoblasten.

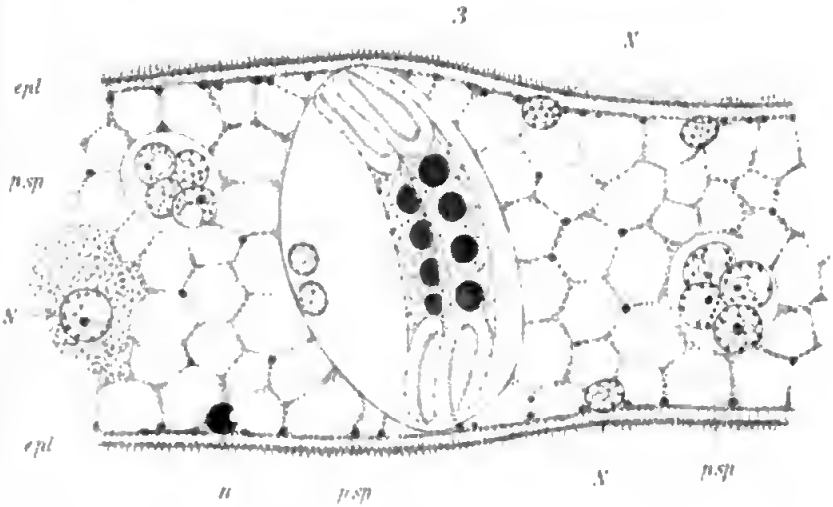
---

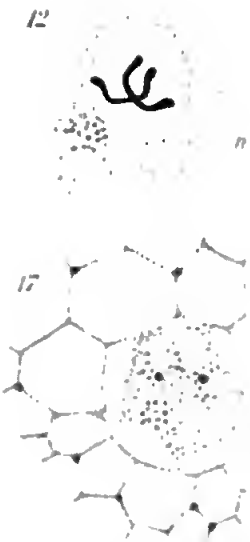
Digitized by Google



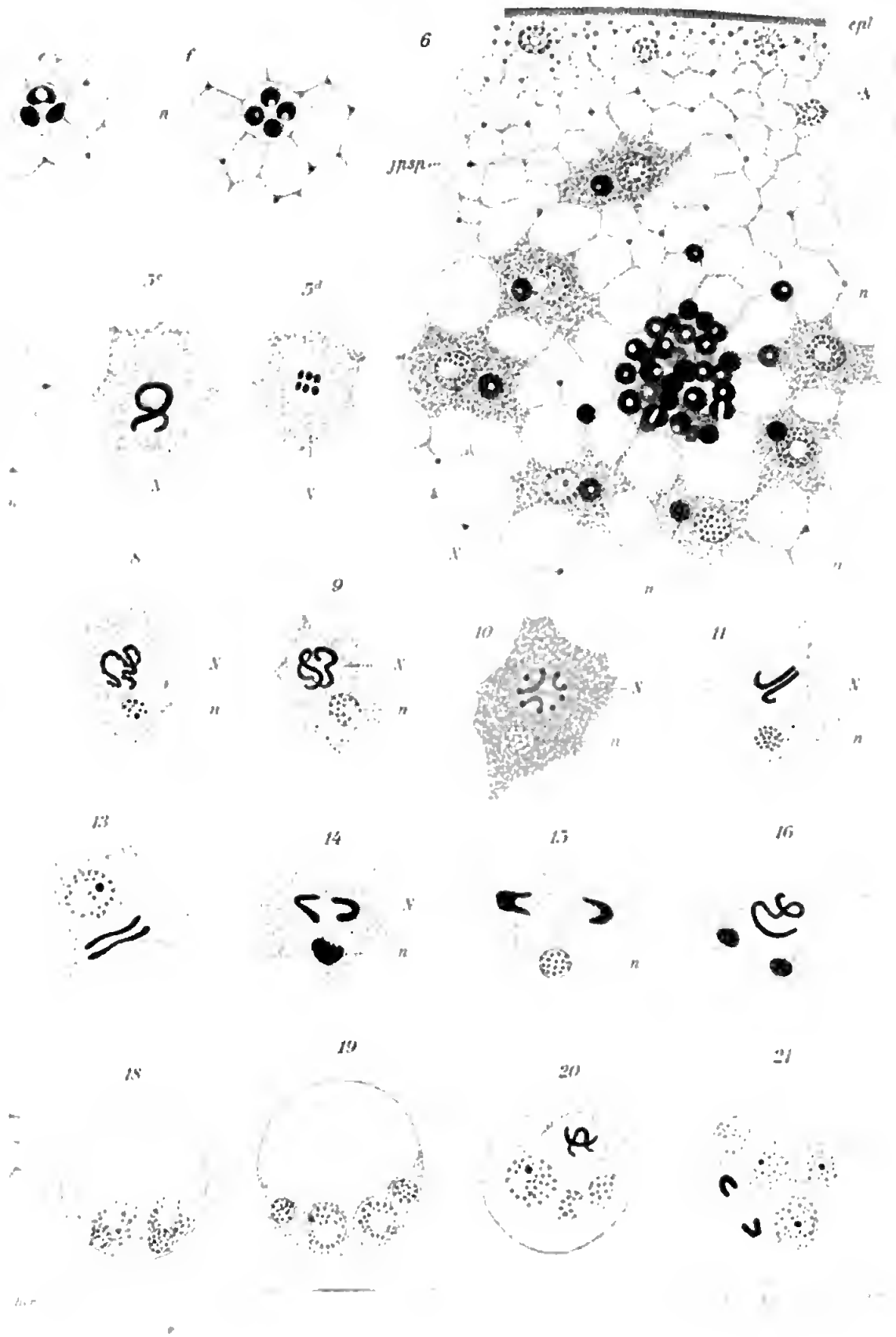



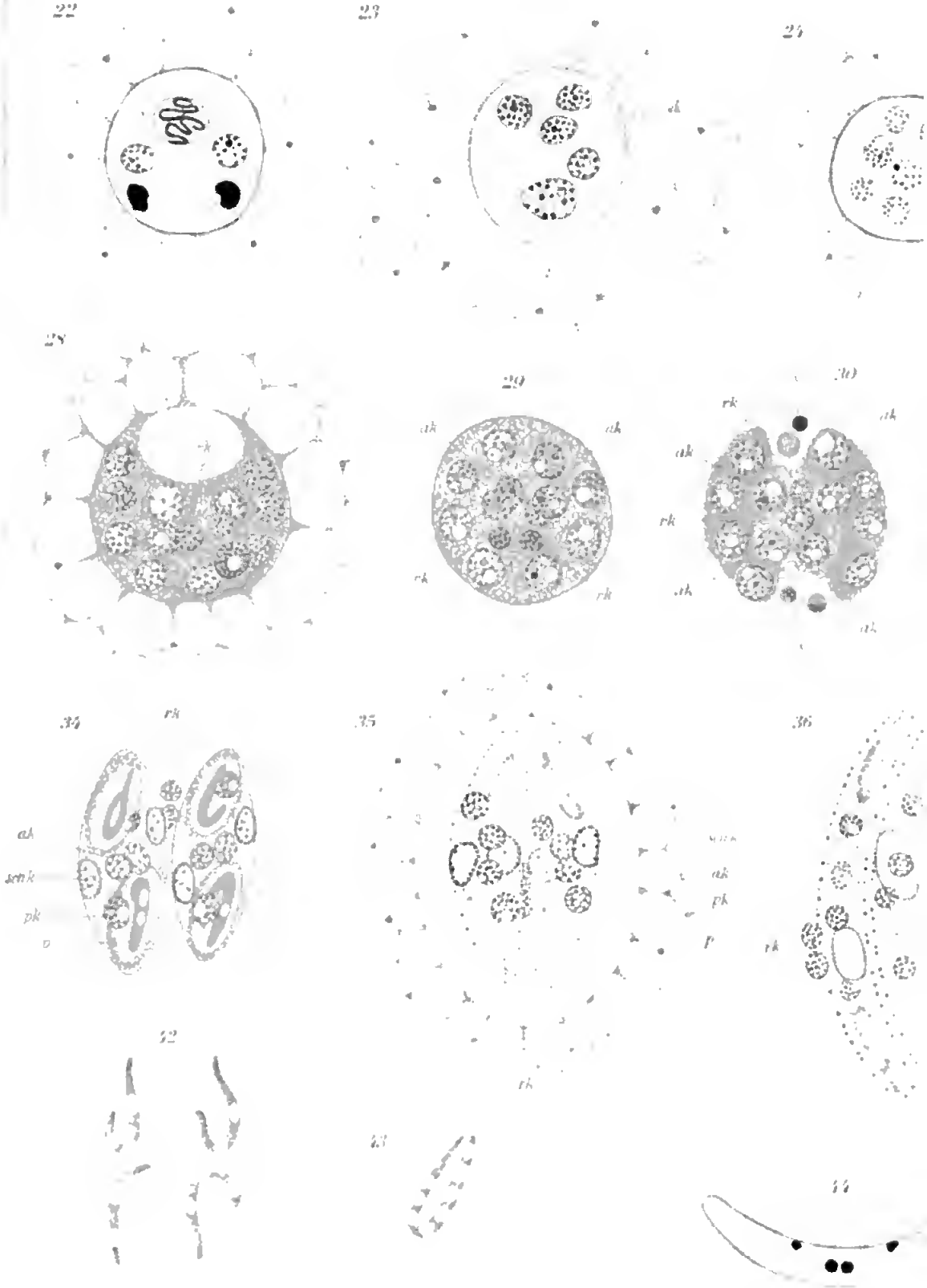


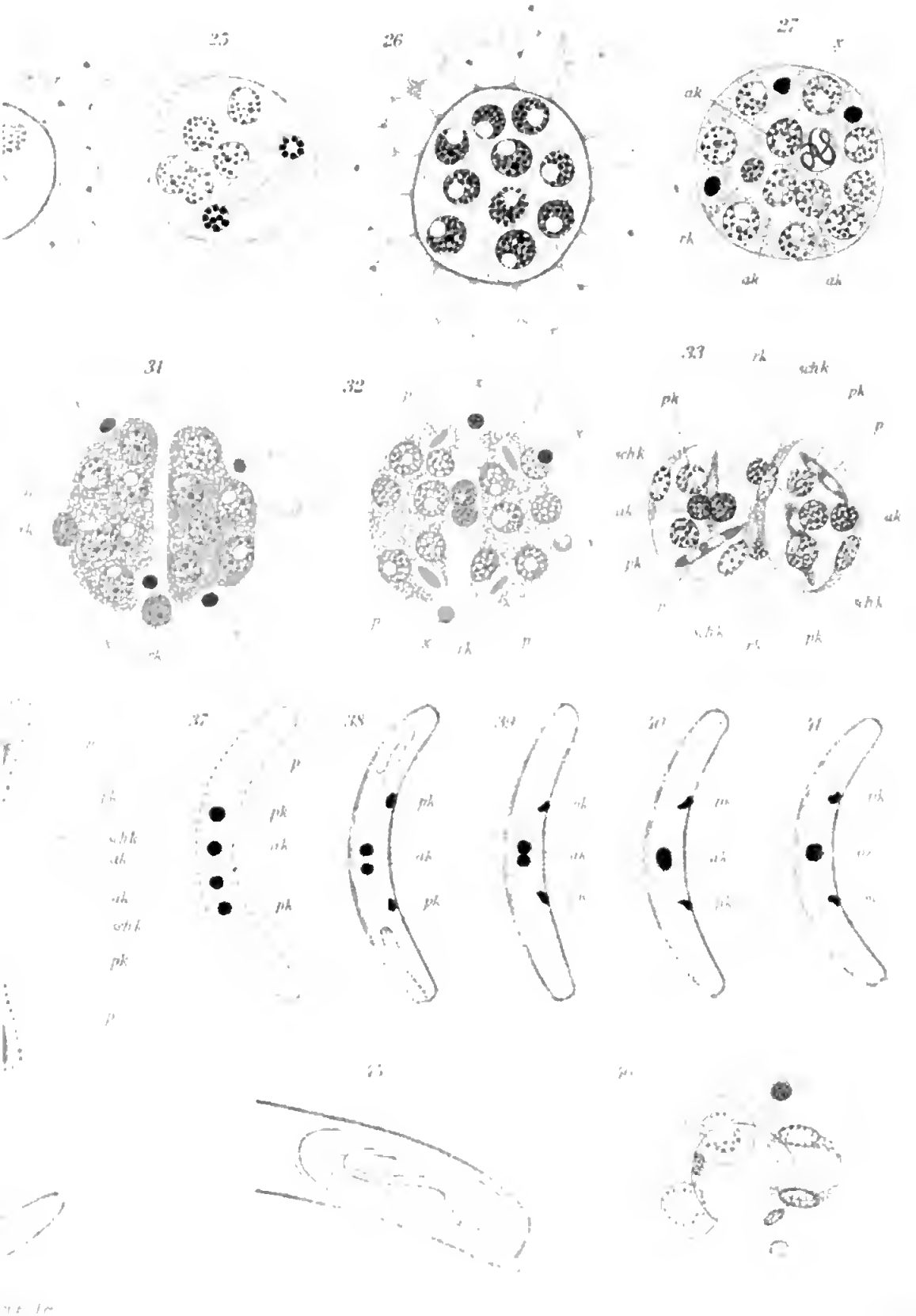

Digitized by Google




Digitized by Google




Digitized by Google




Digitized by Google

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: 9_1907

Autor(en)/Author(s): Schröder Olaw

Artikel/Article: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der

Myxosporidien. Sphaeromyxa labrazesi (Laveban et Mesnil). 359-381