

Über *Nosema anomalum* MONZ.

Von

Dr. W. Stempel,

Privatdozent in Greifswald.

(Hierzu Tafel I—III.)

Einleitung.

Die von mir an *Thélohania mülleri* (L. Pfr.) (1901 u. 1902) angestellten Untersuchungen hatten ergeben, daß die Entwicklung dieser Mikrosporidie innerhalb des Wirtes an zwei ganz verschiedene Formen geknüpft ist, von denen die eine, von mir als Meronten bezeichnete, die Vermehrung der Parasiten innerhalb des Wirtes besorgt, während die andere, die der Sporonten, die Neuinfektion anderer Wirtstiere ermöglicht.

Es lag nun nahe, zu untersuchen, ob nicht auch bei der Gattung *Nosema*, welche in vieler Hinsicht von *Thélohania* abweicht, ein ähnlicher Dimorphismus vorkommt. Diese und mancherlei andere ungelöste Fragen bestimmten mich, eine Spezies der Gattung *Nosema* genauer zu untersuchen. Nach mehreren vergeblichen Versuchen, brauchbares Material der typischen Spezies *Nosema bombycis* NÄGELI zu erhalten, entschied ich mich für *Nosema anomalum* MONZ., da mir hiervon leidlich genügendes Material in der Umgebung von Greifswald zu Gebote stand. Die überraschenden Ergebnisse dieser Untersuchung, über welche ich bereits in einer vorläufigen Mitteilung (1904 S. 293—295) kurz berichtet habe, zeigen, daß die genannte Spezies einen viel komplizierteren Entwicklungsgang durchmacht, als *Thélohan* (1898) annahm. Diese Ergebnisse besitzen auch im übrigen genügend allgemein zytologisches Interesse,

um ihre Veröffentlichung trotz der vielen Lücken, die sie noch aufweisen, gerechtfertigt erscheinen zu lassen.

Hinsichtlich der Nomenklatur der vorliegenden Spezies verweise ich auf LABBÉ (1899 S. 105¹⁾); die übrige in Betracht kommende, recht spärliche Literatur wird im Laufe der speziellen Darstellung besprochen werden.

Material und Untersuchungsmethoden.

Das Material wurde ausschließlich in der Umgebung von Greifswald gesammelt. Aus einem sich bei Eldena i. P. in den Greifswalder Bodden ergießenden Graben erhielt ich eine kleine Anzahl von *Gasterosteus aculeatus* L., welche zum Teil ziemlich reichlich mit Hautzysten von *Nosema anomalum* besetzt waren. Einzelne Stichlinge waren auch noch an anderen Organen infiziert. So wies das in Fig. 10 dargestellte Exemplar etwa 30 große und außerdem viele kleine Zysten auf, welche hier nicht nur im Unterhautbiudegewebe, sondern auch am Ovarium, Peritonem und Darmkanal saßen. Leider war dieses schon vor mehreren Jahren gefangene Exemplar nur ungenügend, nämlich mit 4proz. Formollösung konserviert; doch hat es mir trotzdem gute Dienste geleistet. Außer den von mir selbst gefangenen Stichlingen erhielt ich durch freundliche Vermittlung der Herren Professor Dr. G. W. MÜLLER und cand. zool. A. THIENEMANN einige große Zysten, welche am Darm von *Gasterosteus aculeatus* gesessen hatten und ebenfalls aus Eldena stammten, sowie einige kleine, in der Haut von *Gobius minutus* L. (gefangen im Greifswalder Bodden im Juni bei Waupen) sitzende Zysten. Endlich war der Assistent am hiesigen zoologischen Institut, Herr Dr. L. COUX, so liebenswürdig, mir einige von ihm gefundene, zum Teil mit *Nosema anomalum* infizierte Ovarialeier von *Gasterosteus aculeatus* zu überlassen. Den genannten Herren spreche ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aus.

Vier der mitgeteilten Hauptfälle (Hautzysten, Darmzysten, Ovarialeierinfektion von *Gasterosteus aculeatus* und Hautzysten von *Gobius minutus*) wiesen nun bei der Untersuchung so viele Verschiedenheiten auf, daß ich zunächst im Zweifel darüber war, ob die Parasiten dieser Fälle überhaupt zu einer und derselben Art ge-

¹⁾ Leider sind die LABBÉ'schen Zitate nicht ganz genau; so muß es bei 1892 *G. microspora*, THELOHAN in: Bull. Soc. philom. ser. 8 v. 4 heißen: p. 165 u. 174 (nicht 155!).

hörten, erst die nähere Untersuchung des erwähnten sehr stark infizierten Sticlilings erlaubte, alle diese verschiedenen Formen als Entwicklungsstadien ein und derselben Spezies zu erkennen. Immerhin bleiben zwischen den in verschiedenen Wirten gefundenen Parasitenformen noch einzelne Unterschiede bestehen, welche zum Teil vielleicht auf Rechnung der verschiedenen Konservierungsmethoden zu schieben sind, zum Teil aber auch sicherlich auf der Verschiedenheit der Lebensbedingungen beruhen und nicht gut unerwähnt bleiben können. Aus diesem Grunde werde ich in der nachfolgenden Darstellung die genannten 5 Hauptfälle gesondert beschreiben und erst am Schluß eine kurze, alles Wichtige zusammenfassende Übersicht geben.

Die angewandten Untersuchungsmethoden waren im wesentlichen dieselben, die ich in meiner Arbeit über *Thelohania mülleri* (1902 S. 236–241) angegeben habe.¹⁾ Ich bemerke nur folgendes dazu. Da *Nosema anomalum* meist große, einheitliche Protoplastkörper bildet, welche sich nicht gut in toto lebend bei starker Vergrößerung untersuchen lassen, so mußte ich mich am lebenden Material auf die Herstellung von Zapf- und Quetschpräparaten beschränken, welche meistens nur Form und Größe der reifen Sporen festzustellen erlaubten, zumal mir das Material leider nicht in genügender Menge zu Gebote stand, um zahlreiche Präparate anzufertigen. Um den riesigen Polfaden der Sporen vollständig zum Austritt zu bringen, empfiehlt es sich, die Sporen nach Zusatz der Jodtinktur (cf. meine Arbeit über *Th. mülleri* 1902 S. 255) etwa 24 Stunden in der feuchten Kammer liegen zu lassen. Die Mehrzahl der übrigen Feststellungen mußte an Material gemacht werden, das mit heißem Sublimat-Alkohol konserviert worden war, und zwar wurden die Sporen und sonstigen isolierten Formen hauptsächlich an Deckglas-Ausstrichpräparaten, alles übrige an 2–3 μ dicken Schnitten studiert. Da die Sporen von *Nosema anomalum* sich noch viel schwerer färben und differenzieren lassen, als diejenigen von *Th. mülleri*, so wurde bei Deckglas-Ausstrichpräparaten wie bei Schnitten zunächst eine starke Überfärbung mit DELAFIELD'schen Hämatoxylin vorgenommen, darauf lange mit Salzsäure-Alkohol differenziert und schließlich Ammoniak-Alkohol (1proz.) angewendet. Die ROMANOWSKY-ZIEMANN'sche Kernfärbungsmethode, welche sowohl

¹⁾ Ich benutze diese Gelegenheit, um einen dort leider stehen gebliebenen Druckfehler zu berichtigen. Auf S. 231, zweite Zeile von unten muß es statt „einer 1proz. wässrigen Lösung von Eosin“ heißen: „einer 0,1proz. wässrigen Lösung von Eosin“.

in ihrer ursprünglichen Form wie auch in einigen neueren Modifikationen (besonders der von GIEMSA 1902a S. 429, 430, 1902b S. 307—313 angegebenen) zur Anwendung kam, liefert auch bei *Nosema anomalum* eine brillante Färbung der Kernsubstanzen aller möglichen Stadien, nur haftet ihr scheinbar der Übelstand an, daß sich außer den Kernsubstanzen zuweilen noch ganz andere Elemente färben. Es ist daher bei der Beurteilung derartig gefärbter Präparate strengste Kritik vonnöten, eine Kritik, welche dadurch noch besonders erschwert wird, daß bei den vorliegenden Formen — gerade wie ja auch bei vielen anderen Protozoen — oft keine scharfe Definition des Begriffes Kernsubstanzen möglich ist. Um eine recht ausgiebige und universelle Kernfärbung zu erhalten, ist es häufig vorteilhaft, erst mit Hämatoxylin vorzufärben, dann zu differenzieren und endlich mit Eosin-Azur II-Mischung nach GIEMSA nachzufärben. Ein sehr gutes Kernfärbemittel für die reifen Sporen gibt auch 1proz. wässrige Bismarckbraunlösung bei mehrtägiger Anwendung ab. Leider stand mir nicht genügend reichliches Material zur Verfügung, um eventuell differente Kernsubstanzen durch verschiedenartige Konservierung und Färbung darzustellen. Aus demselben Grunde konnten, wie bemerkt, auch keine weitergehenden Studien am lebenden Objekt vorgenommen werden, die sicher manches Zweifelhafte aufgeklärt hätten, und vor allem konnten bisher keine genügend ausgiebigen Infektionsversuche angestellt werden. Alles dies hoffe ich bei Gelegenheit nachzuholen.

Um eine möglichst objektive Darstellung des Gesehenen zu geben, habe ich alle Formen, bei denen es tunlich war, mikrographiert. Die übrigen Figuren wurden meist mittels des ABBE'schen Zeichenapparates sämtlich unter Benutzung der ZEISS'schen Apochromat-Olimmersion (Brennw. 2 mm, num. Apert. 1,30) und des Kompensationsokulars 18 in 2200facher Vergrößerung hergestellt. Es gelangten bei Zeichnungen von Dauerpräparaten im allgemeinen dieselben Farben zur Anwendung, mit denen die Originalpräparate gefärbt waren. Das Schema Fig. 147 ist eine freie Rekonstruktion.

Spezielle Beschreibung.

Das makroskopische Aussehen der durch *Nosema anomalum* verursachten, weißgefärbten Tumoren, welche zuerst von GLÜGE (1838 S. 771—782, Fig. 1, 2; 1841 S. 202—204 Fig. 4a—c) beschrieben wurden, ist bereits von so vielen Beobachtern (cf. außer GLÜGE l. c. Thélohan 1895 S. 318 L. PFEIFFER 1895 S. 43 u. a.)

genauer geschildert worden, daß ich mich begnügen kann, hierfür auf die in Fig. 10 wiedergegebene Abbildung eines stark infizierten *Gasterosteus aculeatus* hinzuweisen. Die kleinen schwarzen Flecke, welche man auf den weißlichen Tumoren sieht, sind die Pigmentzellen des Unterhautbindegewebes, welche sich bei Hautzysten häufig in der bindegewebigen Umhüllung der Parasitenmassen finden. Ich wende mich nunmehr der speziellen Besprechung der einzelnen Fälle zu.

Fall I. Parasiten der Haut von *Gobius minutus* L.

(Fig. 1, 2, 12—29.)

Im Unterhautbindegewebe eines *Gobius minutus* L., der Spezies, bei welcher auch HENEGUY einmal *Nosema anomalum* gefunden hat (1888 S. 170), saßen an einer Stelle dicht an einander gelagert zwei größere, etwa 0,7 mm im Durchmesser messende und außerdem drei kleinere, etwa 0,1 mm große Zysten.

Jede dieser Zysten zeigt bereits eine von der Parasitenmasse ausgeschiedene Eigenzyste (Fig. 1, 2 *cy*), welche außen von einer durch den Wirtskörper gebildeten, sicher bindegewebigen Hülle bedeckt ist (Fig. 1, 2 *acy*). Die Substanz der von der Parasitenmasse ausgeschiedenen, bei den größeren Exemplaren 2—3 μ dicken Eigenzyste, welche bereits Thélohan gesehen und als Ektoplasma gedeutet hat (1895 S. 214, 215, Fig. 138 e, 139 e), färbt sich mit Hämatoxylin und der GIEBENS'schen Mischung meistens stark dunkelblau oder violett und läßt eine zur Oberfläche der Zyste parallele Schichtung recht deutlich erkennen (Fig. 21—23 *cy*). Kerne fehlen in ihr vollkommen; es dürfte also schon aus diesem Grunde über ihre Natur als Ausscheidungsprodukt des Parasitenkörpers kein Zweifel bestehen. Dazu kommt noch, daß mannigfache Mißbildungen und anormale Ablagerungsweisen der Zysten substanz ihre Herkunft deutlich demonstrieren. Man findet nämlich einmal an vielen Stellen Fortsätze der peripheren Zysten substanz (Fig. 1, 2, 23 *cy m*), welche sich oft weit in das direkt unter ihr liegende Protoplasma des Parasiten hinein erstrecken und hier mehr oder minder unregelmäßig gestaltete, oft konzentrisch geschichtete Massen bilden (Fig. 1 *cy m*).¹⁾ Wenn dieselben sehr groß werden, so bemerkt man in dem umgebenden Protoplasma oft große, blasige Hohlräume (cf. Fig. 1 *cy m*).

¹⁾ Ähnliche Mißbildungen der Zysten substanz scheinen auch bei manchen phänozyten Myxosporidien vorzukommen (cf. darüber Thélohan 1895 S. 237 und Cohn 1896 S. 262 Fig. 26, 27).

Zur Zystensubstanz gehören auch die Haufen kleinerer, rundlicher, zuweilen konzentrisch geschichteter, blasiger Körperchen, welche sich stellenweise mitten im Protoplasma finden und bei flüchtiger Betrachtung wie Kerne aussehen (Fig. 12). Endlich findet man Lamellen von Zystensubstanz, welche der eigentlichen äußeren Hauptzyste parallel verlaufen, zuweilen inmitten der Parasitenmasse, so daß die letztere mehr oder minder vollständig in eine zentrale und eine periphere Portion geschieden wird. Wie weit die mannigfachen Mißbildungen der Zystensubstanz bei *Nosema anomalum* gehen können, werden wir noch bei Besprechung der anderen Fälle sehen. Der von Thélohan (l. c.) geäußerten Ansicht, daß die Eigenzyste dem Ektoplasma entspreche, möchte ich mich nicht unbedingt anschließen, zumal die Zystensubstanz in ihrer starken Färbbarkeit mit Kernfärbemitteln und ihrer geschichteten Struktur ganz andere Eigenschaften aufweist, als man sie von einer ektoplasmatiscen Substanz erwarten dürfte. Allerdings fehlt in der äußeren Schicht des eigentlichen Protoplasmas jede Spur einer ektoplasmatiscen Differenzierung; aber müssen denn derartige einzystierte Protoplasma Körper überhaupt eine ektoplasmatiscie Außenschicht besitzen?

Das Protoplasma füllt nur bei den kleineren Zysten den größten Teil des Innenraumes aus. Bei der einen der beiden größeren Zysten ist es bereits in der Hauptsache auf einen protoplasmatischen Wandbelag beschränkt (Fig. 1 *p w*, 2, 21—23), von welchem allerdings noch zahlreiche, oft verästelte Stränge ausgehen, die einen mittleren, im übrigen von Sporen erfüllten Hohlraum durchziehen. An einzelnen Stellen bilden diese Protoplasmastränge durch Zusammenfließen Knotenpunkte, in denen dann häufig die schon erwähnten, größeren Ansammlungen von unregelmäßig geformter Zystensubstanz gelegen sind (Fig. 1). Bei der zweiten, größeren, in der Haut von *Gobius minutus* gefundenen Zyste ist das Protoplasma im wesentlichen auf geringe wandständige Reste reduziert, und der größte Teil der Zyste von reifen Sporen erfüllt. Die feinere Struktur des überall ziemlich gleichförmigen Protoplasmas ist deutlich wabig oder spongiös (Fig. 2, 12, 14, 21—23); an Einschlüssen enthält es außer den schon besprochenen Zystensubstanzmassen noch Kerne und Sporonten auf verschiedenen Entwicklungsstadien.

Was zunächst die Kerne anbelangt, welche ich zum Unterschied von den Kernen der Sporonten als vegetative Kerne bezeichnen will, so zeigen dieselben in den verschiedenen Zysten ein recht verschiedenes Aussehen. In der einen kleineren, etwa 120 μ im Durch-

messer messenden Zyste finden sich kleine, etwa 3μ große, runde Kerne, welche eine Kernmembran und ein relativ kompaktes Chromatingerüst erkennen lassen (Fig. 13). Im Protoplasma einer anderen, daneben liegenden, nur sehr wenig größeren Zyste dagegen liegen außer vereinzelt derartigen Kernen noch andere, größere und ganz große, 10μ und mehr im Durchmesser messende Kerne, welche sich von den kleinen Kernen auch noch durch eine größere Auflockerung der färbbaren Kernbestandteile unterscheiden (Fig. 14). Letztere sind teils an der Kernmembran, teils an einem im Innern der Kerne ausgespannten, grobmaschigen Netzwerk von Fäden angeordnet, teils bilden sie auch im Zentrum der Kerne eine größere, kompakte Masse (Fig. 14). Derartige kolossale Kerne finden sich nun in der einen kleineren und der einen großen Zyste ausschließlich; sie sind wohl jedenfalls durch allmähliche Flüssigkeitsaufnahme aus den kleinen, kompakteren Kernen direkt hervorgegangen (vgl. die drei verschiedene Stadien dieser Umwandlung zeigende Fig. 14). Sie heben sich durch ihre hellere Grundfärbung sehr scharf von dem Protoplasma ab, und es ist schwer zu verstehen, daß sie noch keiner der zahlreichen Untersucher von *Nosema anomalum* gesehen zu haben scheint¹⁾. Diese vegetativen Kerne zeigen besonders in der großen

¹⁾ KOROTNEFF (1892) hat im Protoplasma der von ihm unter dem Namen *Myxosporidium hryzooides* beschriebenen Mikrosporidie große, bläschenförmige, sich unregelmäßig teilende Kerne gefunden, welche — nach den Abbildungen KOROTNEFF's zu schließen — vollkommen mit den oben geschilderten vegetativen Kernen von *Nosema anomalum* übereinstimmen und auch das mit ihnen gemeinsam haben, daß sie nach Beendigung der Sporenbildung zugrunde gehen. Man darf wohl daraus schließen, daß KOROTNEFF hier ganz analoge Gebilde vor sich gehabt hat. Nach KOROTNEFF sollen sie direkt aus dem Kern des von dem Parasiten befallenen Spermatoblasten der *Aleyonella fungosa* hervorgehen. Um die Tatsache zu erklären, daß sie zusammen mit den von ihm als Parasitenkerne aufgefaßten Gebilden in einer einheitlichen Protoplasmanasse liegen, nimmt KOROTNEFF an, daß die Protoplasmanassen des Parasiten und der Wirtszelle sich schon beim Eindringen des ersteren vollkommen mischen. Eine derartige Annahme scheint mir indessen mit unseren sonstigen Vorstellungen über das lebende Protoplasma vollkommen unvereinbar (cf. auch BAAUEN 1893 S. 97). Aus diesem Grunde schon möchte ich an der oben vertretenen Auffassung, daß die vegetativen Kerne ausschließlich dem Parasitenkörper angehören und nicht etwa hypertrophierte Kerne des Wirtskörpers sind, festhalten. Allerdings sind wir ja gewöhnt, die Mikrosporidien als Zellschmarotzer anzufassen, und man könnte, falls die großen Kerne hypertrophierte Kerne des Wirtskörpers wären, die ganze *Nosemazyste* als eine riesig hypertrophierte Wirtszelle ansprechen, aber gegen eine derartige Auffassung spricht außer der Einheitlichkeit des Protoplasmas und der nahen Beziehung, in der jene Kerne angesehentlich zur Sporontenbildung stehen, sowohl das Aussehen der bei Fall 3 noch zu beschreibenden jungen Stadien, als auch das Vorhandensein zweier verschiedenartiger Hüllbildungen.

Zyste eine starke Neigung, sich in die Länge zu ziehen und sich nach dem Typus der direkten Kernteilung zu teilen (Fig. 2, 21—23, *k*). Als Produkte dieser Teilungen, welche besonders an Stellen lebhafter Sporontenbildung häufig stattfinden, erscheinen kleinere, oft nur $2\ \mu$ messende, den größeren Kernen vollständig gleich gebaute Kerne von kugeliger Gestalt im Protoplasma. In sehr vielen Fällen bleiben die Teilungen der großen Kerne unvollständig, und es entstehen lange, oft rosenkranzförmige und verzweigte Gebilde, welche die wandständige Protoplasmanasse besonders an der dem Lumen zugewandten Seite, sowie die das Lumen durchsetzenden Stränge erfüllen (Fig. 2, 21—23 *k*). Häufig sieht man an solchen Stellen, wo eine schnelle Vermehrung der großen Kerne stattgefunden hat, diese bis an die innere das Zystenlumen begrenzende Oberfläche des Protoplasmas heranrücken und sogar stellenweise mit ihren Enden in das Lumen hineinragen (Fig. 2 *k*). Direkt durch Teilung, resp. Knospung entstehen jedenfalls auch aus den vegetativen Kernen die Kerne der Sporonten. Ehe wir aber deren Bildung und Weiterentwicklung genauer verfolgen, wollen wir noch einen Blick auf die sehr interessanten Vorgänge werfen, welche sich an den vegetativen Kernen nach dem Heranwachsen der Zyste bez. nach Beendigung der Sporenbildung abspielen. Diese Vorgänge bestehen im wesentlichen in einem Zerfall der vegetativen Kerne. Die verschiedenen Stadien dieses Zerfalls finden sich schon an einzelnen — wenn auch wenigen — Stellen derselben großen Zyste, welche im übrigen noch zahlreiche intakte vegetative Kerne enthält, und zwar scheinen diese Stellen solche zu sein, an denen infolge sehr starker Sporenbildung ein Mißverhältnis zwischen dem verbleibenden Protoplasma und der vegetativen Kernsubstanz eingetreten ist. Man bemerkt hier dicht neben ganz normalen vegetativen Kernen andere, deren chromatische Substanz bei der Doppelfärbung mit Hämatoxylin und dem GIEMSA'schen Gemisch nicht eine schwarzblauere Färbung wie in den normalen Kernen ungenommen hat, sondern eine mehr schmutzig violettbrännliche Färbung und verschwommene Konturen zeigt (Fig. 24, 25, 26). Es ist vollkommen ausgeschlossen, daß diese Unterschiede auf schlechter Konservierung der betreffenden Elemente beruhen, da, wie schon bemerkt, häufig dicht neben derartigen Kernen und sie beinahe berührend ganz normale, tadelloser konservierte vegetative Kerne liegen. Daß wir es hier tatsächlich mit spontanen Veränderungen der normalen Kerne zu tun haben, zeigt ferner aufs deutlichste der in Fig. 24 dargestellte Fall, wo nur die eine Hälfte eines vegetativen Kerns die

besprochenen Veränderungen zeigt, während die andere Hälfte, abgesehen von einer schwachen Verfärbung, noch vollkommen intakt ist. Hand in Hand mit dem Diffuserwerden der chromatischen Kernbestandteile, das wohl nichts anderes als eine äußerst feine Verteilung oder gar eine wirkliche Auflösung derselben bedeutet, geht ein Verschwinden der Lininfäden des Kerninhaltes, und schließlich erfolgt ein Zerfall der ganzen Kernmasse, der an multiple Kernteilung oder auch an den Zerfall des Infusorien-Makronukleus nach der Konjugation erinnert (Fig. 26—28). Die Teilstücke, welche den in neuerer Zeit bei verschiedenen Protozoen beschriebenen Chromidien¹⁾ entsprechen dürften, werden dabei schließlich so klein, daß man sie nicht mehr mit Sicherheit im Protoplasma nachweisen kann (Fig. 28). Es sei noch bemerkt, daß auch das Protoplasma an den betreffenden Stellen häufig ein auffallend großblasiges Aussehen zeigt. Wenn das vegetative Protoplasma zum allergrößten Teil zur Bildung von Sporonten aufgebraucht ist, und wegen der fortdauernd starken Vermehrung der großen vegetativen Kerne endlich überall ein Mißverhältnis zwischen Protoplasma und Kernsubstanz entstehen muß, trifft der Prozeß des Zerfalls sämtliche vegetativen Kerne. Sehr schön zeigt sich das Resultat dieses Vorganges an der zweiten größeren, in der Haut von *Gobius* gefundenen Zyste. Hier findet man in dem dünnen protoplasmatischen Wandbelag überhaupt keine intakten vegetativen Kerne mehr vor, sondern an ihrer Stelle eine Unmenge kleiner und kleinster Körnchen, welche bei Färbung mit dem GIEMSA'schen Gemisch die charakteristische Chromatinfärbung annehmen und vermutlich nichts anderes sind, als die Reste der zerfallenen vegetativen Kerne. Solche Körnchen finden sich übrigens auch stellenweise massenhaft zwischen den das Lumen der Zyste erfüllenden reifen Sporen — eine Tatsache, die ja leicht verständlich ist, wenn man bedenkt, daß die großen vegetativen Kerne ja nicht nur in dem protoplasmatischen Wandbelag sondern auch in den das Zystenlumen auf jüngeren Stadien durchsetzenden Protoplasmasträngen liegen, welche bei fortschreitender Sporenbildung in noch zu erörternder Weise schließlich ganz aufgebraucht werden. Bis hierher ließ sich das Schicksal der vegetativen Kernmasse an dem vorliegenden Material aus der Haut von *Gobius* verfolgen: ihre unter Umständen eintretenden, weiteren Schicksale sollen bei Besprechung der anderen Fälle dargelegt werden.

Wir wenden uns nun zu der Entstehung der Sporonten und

¹⁾ Cf. darüber HERTWIG (1902) und SCHAUDINN (1903a u. b).

ihrer Umbildung in Sporen. Die erste Differenzierung der Sporonten ist sehr schwer genau festzustellen. Da wir es bei *Nosema anomalum* ja mit großen, enzytierten Protoplasmakörpern zu tun haben, so wäre selbst bei Vorhandensein reichlichen Materials eine Untersuchung der Vorgänge am lebenden Objekt aus technischen Gründen so gut wie unmöglich; man ist daher gerade hier vollkommen auf die Kombination der an gefärbten Schnitten gewonnenen Bilder angewiesen — eine Methode, die bei der Erkennung derartiger mehr oder minder plötzlicher Vorgänge leicht im Stiche läßt. Daß die Sporontenkerne direkte Abkömmlinge der vegetativen Kerne sind, dürfte wohl kaum zu bezweifeln sein; es fragt sich nur, ob bei der Umwandlung der letzteren in die ersteren nicht einzelne, spezifische Kernbestandteile ausgestoßen oder aufgelöst werden, oder auch in den vegetativen Kernen zurückbleiben. Etwas derartiges scheint in der Tat der Fall zu sein; denn die Kerne der wenigen einkernigen Sporonten, welche ich auffinden konnte, lassen niemals die massige, vielleicht als Karyosom aufzufassende Anhäufung von chromatischer Substanz erkennen, welche für die vegetativen Kerne so charakteristisch ist. Vielmehr färben sich diese jungen Sporontenkerne sehr schwach, und nur mit Mühe kann man in ihnen ein mit färbbaren Körnchen besetztes Netzwerk erkennen (Fig. 21 *sp.*). Wir werden also wohl annehmen dürfen, daß der karyosomartige Körper bei der Bildung der Sporontenkerne ausgestoßen oder aufgelöst wird, resp. in einem Teile des vegetativen Sporontenmutterkerns zurückbleibt. Die Ausstoßung resp. das Zurückbleiben in der vegetativen Kernmasse würde durch den in Fig. 22 dargestellten Fall illustriert, wo ein — hier bereits in Teilstücke zerfallener — Sporont die direkte Fortsetzung eines vegetativen Kernes bildet und wo neben dem Sporonten noch ein kleiner vegetativer Kern mit relativ großem, stark gefärbten Karyosom liegt. Derartige kleine vegetative Kerne mit großem Karyosom finden sich ziemlich häufig im Protoplasma. Andere Bilder sprechen wieder mehr für eine Auflösung, resp. Umgestaltung des Karyosoms. Man hat bei der Betrachtung vieler Stellen den Eindruck, als ob die vegetativen Kerne sich geradezu in Sporonten umwandelten, wobei der karyosomartige Körper und die anderen stark färbbaren Körnchen am Aufbau des Sporontenkerns mehr oder minder direkt beteiligt sind. Die Herkunft des Sporontenplasmas ist dabei schwer zu ermitteln; doch ist ja bei dem jetzigen Stande der Protozoenforschung die Auffassung, daß dieses Protoplasma ganz oder teilweise aus Bestandteilen der vegetativen „Kerne“ aufgebaut wird, nicht mehr so ohne weiteres von

der Hand zu weisen. Für derartige Vorgänge spricht jedenfalls die Tatsache, daß die Sporonten enthaltenden Hohlräume oft als direkte Fortsetzungen der vegetativen Kerne erscheinen (cf. Fig. 22), und auch die noch zu besprechende Absonderung einer Flüssigkeit wäre dann leicht verständlich. Die Entscheidung dieser Fragen muß künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Wenn der Sporontenkern einmal als solcher gebildet ist, so ist er von einer Protoplasmamasse umgeben, welche sich alsbald durch eine feine Membran gegen das übrige Protoplasma abgrenzt (Fig. 21 *sp*). Am konservierten Material hat sich das Protoplasma der Sporonten immer erheblich von der Hüllmembran zurückgezogen, so daß der Sporont frei in der dadurch entstandenen Höhlung liegt. Ich kann nicht annehmen, daß diese Bilder lediglich auf Schrumpfungsercheinungen beruhen, sondern glaube, daß sie im großen und ganzen dem natürlichen Verhalten entsprechen. Wenigstens ist nur so zu erklären, daß überhaupt ein Hohlraum in der Parasitenmasse gebildet wird. Es läßt sich an den Präparaten leicht feststellen (cf. Fig. 2), daß dieser große, zentrale, schließlich die reifen Sporen annehmende Hohlraum dadurch zustande kommt, daß die verschiedenen kleinen, die einzelnen Sporonten und deren Abkömmlinge umgebenden Hohlräume allmählich zusammenfließen und an Stellen lebhafter Sporenbildung bald größere, sporenerfüllte Räume bilden, zwischen denen anfänglich noch die beschriebenen Protoplasmastränge verbleiben, um schließlich gleichfalls zu verschwinden, da auch in ihnen zuletzt kleine Sporonten entstehen (s. u.). Da nun bei den meist hartschaligen, im zentralen Hohlraum liegenden Sporen Schrumpfungsercheinungen so gut wie ausgeschlossen sind, muß also hier tatsächlich der in den Präparaten sichtbare, die Sporen umgebende Hohlraum vorhanden sein. Derselbe ist in der lebenden Zyste von Flüssigkeit erfüllt. Von dem Vorhandensein dieser Flüssigkeit — und damit natürlich auch von dem Vorhandensein eines von der Flüssigkeit erfüllten Hohlraumes — kann man sich überdies leicht überzeugen, wenn man eine frische, von reifen Sporen erfüllte Zyste eröffnet: es zeigt sich dann, daß die hervorquellenden Sporen tatsächlich in einer Flüssigkeit schwimmen. Wir können nach dem oben Gesagten nur annehmen, daß diese Flüssigkeit gleich nach der Bildung der Sporonten und während ihrer Weiterentwicklung aus dem Sporontenplasma ausgeschwitzt wird — eine Annahme, welche noch dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, daß das Sporontenprotoplasma auch in den fast reifen, schon von einer Eigenhülle umgebenen Sporen noch eine starke Neigung zeigt, sich

zu kondensieren und Flüssigkeit abzugeben. Die Weiterentwicklung der einkernigen Sporonten bietet in ihren Hauptzügen eine große Ähnlichkeit mit der Entwicklung der Sporonten von *Thélohania mülleri* (cf. meine Arbeit darüber 1902 S. 250 ff.); sie besteht im wesentlichen darin, daß der Sporont durch sukzessive Zweiteilungen in eine Anzahl einkerniger, direkt zu Sporen werdender Teilstücke zerfällt (Fig. 15—20)¹⁾. Im einzelnen zeigen sich dagegen manche Unterschiede. Zunächst ist die Zahl der aus einem Sporonten hervorgehenden Sporen viel weniger konstant, als bei *Th. mülleri*, ja der Fall ist nicht allzu selten, daß überhaupt nur eine einzige Spore aus dem Sporonten hervorgeht. Nur so ist die Tatsache zu erklären, daß man sehr häufig mitten im Protoplasma Sporen der verschiedensten Entwicklungsstadien findet (cf. Fig. 21—23). Daß dieselben nicht etwa zufällig während der Manipulation des Schneidens dorthin gelangt sind, beweist recht deutlich der helle Hof, von welchem sie regelmäßig umgeben sind, und welcher nichts anderes ist als die dicke Sporenhülle, die bei frei in Kaudabalsam liegenden Sporen infolge ihres Lichtberechnungsvermögens fast ganz unsichtbar wird. Bei den sukzessiven Zweiteilungen, durch welche immer kleinere Teilstücke aus den Sporonten entstehen, findet zunächst eine typische direkte Kernteilung statt (Fig. 19, 20), und darauf teilt sich das Protoplasma. Die Teilungen sind bei den Sporontenabkömmlingen einer Gruppe im allgemeinen synchron, doch kommen auch Ausnahmen vor, wie der in Fig. 16 dargestellte Fall zeigt, wo die Abkömmlinge eine verschiedene Größe haben. Bleiben die Teilprodukte während der Teilungen in den von einer Membran umgebenen, mit Flüssigkeit erfüllten kleinen intraplasmatischen Höhlungen liegen, so trennen sie sich meist vollkommen von einander, verteilen sich unregelmäßig in dem Hohlraum und besitzen Fortsätze, welche auf eine amöboide Beweglichkeit schließen lassen (Fig. 15, 16, 22). Wenn dagegen an den Bildungsstätten der Sporonten nur noch wenig Protoplasma vorhanden ist, so gelangen die sich teilenden Sporonten in den großen zentralen Hohlraum mitten zwischen die reifen Sporenmassen. In diesem Fall, wo jedenfalls die dünne sie umhüllende Membran leicht zerreißt, nehmen sie kugelige Gestalten an und bleiben aneinander haften (Fig. 17, 18), so daß Bilder entstehen, wie sie bei der Sporenbildung von *Th. mülleri* die Regel bilden (cf. meine Arbeit 1902 S. 250 ff. Fig. 45—49, 61—70).

¹⁾ Dieser Vorgang ist bereits von THÉLOHAN (1895 S. 283, 284 Fig. 139, 140) im allgemeinen richtig geschildert worden; nur die Kernteilungen innerhalb der reifenden Spore hat er nicht verfolgt.

Bilden sich endlich Sporonten in dünnen, den zentralen Hohlraum durchsetzenden Protoplasmasträngen, so liegen sie oft in einer Reihe hintereinander (Fig. 29). In diesem Fall, wo also das sämtliche, an der betreffenden Stelle überhaupt vorhandene Protoplasma zur Sporontenbildung verbraucht wird, bemerkt man häufig nicht angebrauchte Reste von vegetativen Kernen, welche den Sporontenreihen ankleben und in meinen Präparaten stets blau gefärbt waren (Fig. 29 k). Ähnliche Kernreste finden sich auch in dem zentralen Hohlraum freischwimmend oder den Sporontenballen anklebend. Die Anzahl der Teilungen, welche ein Sporont durchmacht, hängt augenscheinlich allein von seiner Größe ab. Wenn die Produkte eine bestimmte Kleinheit (etwa 3—4 μ) erreicht haben, so beginnt ihre Umwandlung in Sporen. Sie nehmen zunächst eine eiförmige Gestalt an (Fig. 22), und darauf beginnt die Abscheidung der dicken Sporenhülle. Die Weiterentwicklung und Reifung der schließlich frei in den zentralen Hohlraum gelangenden Sporen soll erst bei der Besprechung von Fall 4 genauer geschildert werden. Bei den *Gobius*-parasiten hatten in der die vegetativen Kerne enthaltenden Parasitenmasse nur sehr wenige Sporen ihre volle Reife erlangt. Diese auch in anderen Fällen häufiger beobachtete Tatsache, daß die Sporen einer fast ausgewachsenen Zyste sich zum größten Teil noch nicht am Ende ihrer Entwicklung befinden, zeigt recht deutlich die relative Langsamkeit, mit der diese Entwicklung vor sich geht. Ich habe bereits in meiner Arbeit über *Th. mülleri* (1902 S. 258) auf diese Eigentümlichkeit der Mikrosporidiensporen aufmerksam gemacht. So waren die etwa 6 μ langen und 2 μ breiten Sporen jener Zyste zum allergrößten Teil noch einkernig und nur wenige Exemplare wiesen 2, 3 oder 4 Kerne auf. Die Sporen der anderen großen Zyste waren meist 4 kernig. Meist ließen die Sporen deutlich eine etwas schief am einen Ende der Spore liegende kleinere Vakuole und am entgegengesetzten Ende eine größere Vakuole erkennen (cf. Fig. 21—23). Ebenso wie in allen anderen untersuchten Fällen kommen häufiger abnorm große Sporen und andere Monstrositäten der Sporen vor, welche durch zu frühzeitiges Aufhören der Sporontenteilungen und andere Unregelmäßigkeiten entstehen. Da diese Anomalien den von mir bei *Th. mülleri* (1902 S. 256, 257, Fig. 91—100) beschriebenen Sporenmonstrositäten äußerst ähnlich sind, so kann ich hier auf eine detaillierte Beschreibung verzichten. Schließlich sei noch bemerkt, daß in den jungen Zysten häufig schon eine lebhaft sporonten- und sporenbildung im Gange ist, ehe die kompakten vegetativen Kerne sich durch Flüssigkeitsaufnahme erheblich ver-

größert haben. So befanden sich in einer kleinen (ca. 120 μ großen) Zyste, deren Protoplasma noch ausschließlich kleine kompakte Kerne enthielt, schon zahlreiche Sporonten und Sporen, während eine andere, dicht daneben liegende, nur wenig größere Zyste erst sehr wenige Sporonten und Sporen, dagegen in ihrem sie noch fast ganz erfüllenden Protoplasma sehr zahlreiche, große vegetative Kerne besaß. Im allgemeinen dürften derartige Verschiedenheiten durch Unterschiede der äußeren Existenzverhältnisse bedingt sein.

Fall 2. Parasiten der Haut von *Gasterosteus aculeatus* L.

(Fig. 130, 131.)

Der Fall, welcher der nachfolgenden Beschreibung zugrunde liegt, betrifft eine ca. 1,5 mm große dicht unter dem Epithel im Unterhautbindegewebe von *Gasterosteus aculeatus* L. sitzende Zyste, welche zusammen mit einigen kleineren ihr dicht angelegerten einen weit prominierenden Tumor bildete. Da diese Zyste und viele ihr ähnliche in der Haut anderer Stichlinge gefundene sich fast genau so verhalten, wie die aus der Haut von *Gobius minutus* beschriebenen, so genügt eine kurze Darstellung. Die kleineren Zysten zeigen im wesentlichen genau denselben Bau wie die eine größere Zyste der Gobiusparasiten; die eine derselben enthält indessen nur sehr wenige Sporen auf niederen Entwicklungsstadien. In Protoplasma liegen sehr zahlreiche große vegetative Kerne von genau demselben Ansehen wie bei den Gobiusparasiten. Die größte Zyste enthält einen nur sehr geringfügigen protoplasmatischen Wandbelag, in dem sich noch an vereinzelt Stellen große vegetative Kerne finden; der Zystenhohlraum ist von reifen Sporen erfüllt. Hier und da findet man in den reifen Sporenmassen an gefärbten Schnitten rundliche, hellere Stellen, an denen die Sporen weniger gedrängt liegen; es scheinen hier Protoplasmareste zwischen den Sporen übrig geblieben zu sein. Letztere zeigen eine etwas andere Form als die der Gobiusparasiten. Sie sind im allgemeinen kürzer als diese und besitzen etwas größere Vakuolen an ihren Polen, während das Protoplasma in der Mitte der Spore sehr dicht zusammengedrängt ist (Fig. 130, 131). Meist findet man in diesem Protoplasma 4 Kerne, deren Darstellung gerade an vorliegendem Material durch Doppelfärbung mit Hämatoxylin und dem GIESSA'schen Gemisch sehr gut gelang (Fig. 130, 131); doch scheinen auch 2-, 3- und — in wenigen Ausnahmefällen — 5kernige Sporen vorzukommen. Die Lagerung der Sporenkerne ist nicht so regelmäßig

wie in den meisten anderen Fällen, sondern es herrscht hier große Mannigfaltigkeit. An Sporenquerschnitten konnte festgestellt werden, daß dieselben stets kreisförmig sind. Riesensporen sind auch hier keine Seltenheit. In dem die Eigenzysten der Parasiten umgebenden Bindegewebe des Stichlings liegen häufig große Pigmentzellen.

Fall 3. Parasiten in der Haut, am Ovarium,
Peritoneum und Darmkanal von *Gasterosteus*
aculeatus L.

(Fig. 3, 4, 10, 30—34, 139, 140.)

Der vorliegende Fall ist deswegen von ganz besonderem Interesse, weil sich unter den ca. 30 ansehnlichen, bis 3 mm messenden, großen und den vielen kleineren und kleinsten Parasitenmassen die allerverschiedensten Entwicklungsstadien finden, so daß die Untersuchung dieses Falles es ermöglichte, die in Fall 1 und 2 beschriebenen Formen mit den in Fall 4 und 5 noch zu beschreibenden zu einer Entwicklungsreihe zu verbinden. Leider war der betreffende Stichling nur in Formol konserviert, was die Feststellung mancher Einzelheiten sehr erschwerte. Die großen, meist durch gegenseitigen Druck an den Berührungsstellen abgeplatteten Zysten saßen vorzugsweise im Unterhautbindegewebe sowie an den angrenzenden Teilen des Ovariums und Peritoneums, die kleineren und kleinsten zum größten Teil am Darmkanal, zum Teil aber auch zwischen den großen Zysten, wo sie meistens nicht kugelig, sondern unregelmäßig gestaltet waren. In ihrer Gesamtheit bildeten die Zysten gewissermaßen eine Brücke zwischen Darmkanal und Haut und bezeichneten so den Weg, den die Infektion gegangen war. Allerdings könnte man im Zweifel darüber sein, ob die Infektion an der Haut — wie dies THÉLOUX (1885 S. 139) für möglich hält — oder am Darmkanal ihren Anfang genommen hat, doch dürfte das letztere nach allem, was wir von anderen Mikrosporidien und den phänozyten Myxosporidien wissen, viel wahrscheinlicher sein als das erstere, wenn auch die Tatsache, daß die größeren und älteren Zysten in der Haut saßen, dagegen spricht. Die Annahme, daß die Infektion vom Darm aus erfolgt war, wird besonders noch dadurch wahrscheinlich gemacht, daß viele der allerjüngsten, von mir gefundenen Stadien tief in der Muskulatur des Darmkanals liegen, während andere etwas ältere Zysten aus der Muskulatur heransgerückt und unter die äußere Peritonealhülle des Darmrohres getreten sind, wo sie als kleine weiße Buckel schon makroskopisch bemerkt werden können.

Leider habe ich nicht allzu viel Sicheres über die allerjüngsten Stadien ermitteln können. Es liegt dies daran, daß die Protoplasmamasse derselben bei der Formolkonservierung stark geschrumpft war und sich von der Eigenzyste zurückgezogen hatte. Diese kleinen Protoplasmakörper fallen daher aus dünnen Schnitten meist heraus, und an dicken Schnitten wird ihre genauere Untersuchung unmöglich. Das jüngste Stadium, welches bereits sicher zu *Nosema anomalum* gehörte, und sich etwas genauer untersuchen ließ, fand ich zwischen einigen größeren Zysten des Haupttumors (Fig. 30). Es ist etwa 22μ groß und betitelt bereits eine dünne Eigenzyste.¹⁾ Die in der Zyste liegende, sehr grobwabige Protoplasmamasse ist bei der Konservierung stark geschrumpft; (Fig. 30) sie zeigt noch keine Spur von Sporenbildung, und es lassen sich in ihr nach Färbung mit Hämatoxylin scheinbar homogene, dunkelgefärbte Kugeln nachweisen (Fig. 30), welche jedenfalls die vegetativen Kerne darstellen. Eine deutliche, vom Wirtskörper abgeschiedene bindegewebige Hülle ist noch nicht vorhanden; an der Außenwand der Eigenzyste liegt bei dem in Fig. 30 dargestellter Exemplar gewöhnliches Bindegewebe, bei den kleinen Darmwandparasiten finden sich hier nur wenige Zellen des gewöhnlichen intermuskulären Bindegewebes. In der Darmmuskulatur sieht man zwar zuweilen noch kleinere Exemplare, doch ist man bei der Untersuchung von Schnitten niemals ganz sicher, in einem kleinen intermuskulären Protoplasmakörper wirklich einen ganz jungen Parasiten vor sich zu haben, da die jüngeren noch von keiner Bindegewebshülle umgebenen Parasiten innerhalb der Muskulatur sehr verschiedene, oft langgestreckte Formen annehmen, und man nicht weiß, ob man in dem Schnitt nicht nur ein Stück eines angeschnitten, viel größeren Parasitenkörpers vor sich hat.

Eine deutliche Bindegewebshülle fehlt auch noch den etwas größeren, 80μ und mehr im Durchmesser messenden Parasitenmassen, die man ziemlich häufig unter dem Peritonealüberzuge des Darmkanals findet. Diese Formen zeigen bereits die Anfänge der Sporenbildung. In ihnen findet man besonders dann, wenn sich bereits ein zentrales, Sporonten und Sporen enthaltendes Lumen ausgebildet hat, in dem protoplasmatischen Wandbelag und den das Lumen durchsetzenden Protoplasmasträngen die schon bei Fall 1 näher beschriebenen, großen vegetativen Kerne. Dieselben liegen auch hier

¹⁾ Dieselbe färbt sich auch bei den jüngsten Stadien mit dem GIESSA'schen Gemisch lebhaft violettrot und erleichtert sehr die Auffindung derselben.

hauptsächlich in den an das Lumen grenzenden Teilen des Protoplasmas, während der an die Eigenzyste grenzende Abschnitt desselben frei von jeglichen Einschlüssen ist (Fig. 31). Die vegetativen Kerne gleichen im wesentlichen den entsprechenden Gebilden der *Gobius*parasiten, doch unterscheiden sie sich von den letzteren dadurch, daß sie meist ein wenig kleiner sind (cf. Fig. 21 bis 23 mit Fig. 31) und daß die einzelnen Maschen ihres Kerngerüsts enger erscheinen. Auch finden sich nicht so zahlreiche kleine und kleinste färbbare Körnchen an den Strängen dieses Maschewerkes wie bei den *Gobius*parasiten, sondern die färbbare Substanz bildet mehrere größere Massen (cf. Fig. 31). Endlich nehmen die ganzen Kerne oft einen dunkleren Grundton an als das Protoplasma und nicht einen helleren wie bei den *Gobius*parasiten (cf. Fig. 21—23 mit Fig. 31). Alle diese Unterschiede scheinen mir indessen nicht so wesentlich zu sein, um daraufhin eine besondere Varietät von *Nos. anomalum* aufzustellen, zumal man nicht wissen kann, wie viel davon auf Rechnung der verschiedenen Konservierung und der Färbung zu schießen ist. Sehr häufig zeigen die vegetativen Kerne der kleinen und mittleren Zysten die Tendenz, sich unter gleichzeitiger Verschmälerung stark in die Länge zu ziehen und in kleinere Abschnitte zu zerfallen (cf. Fig. 32). In der Sporontenbildung und allen übrigen Einzelheiten gleichen die jüngeren Zysten vollkommen den in Fall 1 und 2 beschriebenen Zysten gleicher Größe. Gerade im vorliegenden Fall, wo die vegetativen Kerne durch ihren Habitus und ihr färberisches Verhalten wie vollständige Zellen aussehen, erhält man oft den Eindruck, als ob sie sich direkt in die Sporonten verwandelten. In diesen scheint häufig zunächst nur Kernteilung und erst später Protoplastenteilung einzutreten.

Die Mehrzahl der größeren und ganz großen Zysten gehört demselben Typus an wie die der vegetativen Kerne entbehrenden Zysten der Fälle 1 und 2; man kann bei ihnen in dem relativ schmalen protoplasmatischen Wandbelag innerhalb der oft $7\ \mu$ dicken Eigenzyste keine Spur von vegetativen Kernen nachweisen, doch findet sich in diesem Protoplasma und seinen zwischen die Sporenmassen eindringenden Ausläufern immer eine Umengung kleiner und kleinster Körnchen, die sich mit Hämatoxylin lebhaft färben und häufig deutliche Netzwerke bilden. Am dichtesten liegen diese Körnchen gewöhnlich in der unmittelbaren Nähe der Zystenwand (cf. Fig. 33). Sehr häufig sind in den protoplasmatischen Wandbelag außerdem zahlreiche Körnchen eines gelben Pigments eingelagert, welche die kleinen färbbaren Körner verdecken und

deren Nachweis erschweren. Im Innern der Parasitenmasse, oft mitten zwischen den reifen Sporen kommen sehr oft anormale Ablagerungen von Zystensubstanz vor, welche in vielen Fällen kugelige, ganz regelmäßig konzentrisch geschichtete Perlen darstellen (Fig. 3 *cy p*). Zuweilen bildet die Zystensubstanz auch unregelmäßig gestaltete, meist konzentrisch geschichtete Massen von verschiedener Größe, die entweder in der Peripherie der Parasitenmasse verstreut (Fig. 4 *cy m*) oder umgekehrt im Zentrum derselben in großer Menge angehäuft sind. Derartige Zystenmassen schließen zuweilen kleine Protoplasmakörper ein, und wenn sie eine gewisse Größe besitzen, so stellen sie mit ihrem Inhalt geradezu kleine, ganz nach dem Typus normaler junger Parasitenmassen gebaute Tochterzysten dar. Allerdings enthalten selbst die kleinsten von mir gesehenen Formen keine kompakten Kerne, sondern bereits immer große vegetative Kerne in so reichlicher Menge, daß sie fast ganz aus solchen zu bestehen scheinen. Das Vorkommen junger Zysten im Innern alter ist übrigens auch deswegen von Interesse, weil es den unumstößlichen Beweis dafür liefert, daß die Eigenzyste ein ausschließliches Produkt des Parasitenkörpers ist.

Außer den besprochenen, mehr oder minder regelmäßigen Mißbildungen der Zystensubstanz finden sich nun an einigen größeren, reifen Zysten noch andere, welche auf einer Auflösung der Eigenzystensubstanz durch die Parasitenmasse selbst beruhen. Man kann diese Auflösung in ihren verschiedenen Stadien an verschiedenen Zysten leicht studieren: sie besteht im wesentlichen darin, daß die Zystensubstanz in eine bröcklige, mit Hämatoxylin stark färbbare Masse umgewandelt wird, welche sich, wie es scheint, langsam im Protoplasma auflöst (Fig. 3 *cy*). Die dabei entstehenden Körnchenmassen lassen sich nicht gut von den schon erwähnten Massen stark färbbarer Körnchen unterscheiden, welche man — allerdings in relativ viel geringerer Menge — im Protoplasma von Parasiten mit intakter Eigenzyste findet. Man könnte geneigt sein, die letzteren zunächst für die Zerfallsprodukte der vegetativen Kerne anzusprechen, doch darf dies nur mit großem Vorbehalt geschehen, da man ja im einzelnen Fall nicht wissen kann, ob nicht auch bei einer Parasitenmasse mit scheinbar intakter Eigenzyste schon eine teilweise Auflösung derselben stattgefunden hat. Schließlich ist es auch eine offene Frage, ob nicht die Zerfallsprodukte der vegetativen Kerne und diejenigen der Zystensubstanz aus ähnlichen oder sogar denselben Stoffen bestehen, da beide Stoffwechselprodukte des vegetativen Lebens sind. Sichereres dürfte aber

in dieser Hinsicht nicht leicht festzustellen sein. In einer derjenigen Parasitenmassen, welche ihre Eigenzyste verloren haben, finden sich in der Nähe der Peripherie massenhafte, aber noch kompakte und geschichtete, anormale Ablagerungen von Zystensubstanz (Fig. 4 *cy m*); es scheint also, als ob unter Umständen mit der Auflösung der peripheren Hauptzyste eine besonders starke, anormale Ablagerung von Zystensubstanz Hand in Hand geht. Als Resultat der völligen Zystenauflösung erhalten wir Parasitenmassen, welche direkt an die Bindegewebshülle des Wirtes grenzen. Vorbedingung für das Eintreten der Zystenauflösung ist jedenfalls ein gewisses höheres Alter der Parasitenmasse; wenigstens findet man die verschiedenen Stadien dieses Prozesses immer nur an größeren, niemals an kleineren und offenbar jüngeren Parasitenmassen. Im einzelnen mögen noch allerlei andere Momente mitspielen, welche sich der sicheren Beurteilung entziehen. So fand ich zuweilen mitten zwischen zahlreichen, eine ganz normale Eigenzyste aufweisenden, großen Parasitenmassen eingekeilt eine Parasitenmasse von ganz gleicher Größe, deren Eigenzyste der Auflösung vertallen war (Fig. 3).

Man muß a priori annehmen, das die Auflösung der Eigenzyste, die jedenfalls vom Parasitenprotoplasma ausgeht, auf tiefgreifenden Veränderungen innerhalb desselben beruht — wie ja andererseits auch die Lebens- und Ernährungsbedingungen dieses nach Auflösung der Zyste in direkte Berührung mit dem Wirtsgewebe tretenden Protoplasmas wesentlich verändert werden. In der Tat scheint nun auch das zu geschehen, was man erwarten muß. Zwar findet man zahlreiche Parasitenmassen, deren Zyste sich im Stadium der Auflösung befindet, und welche im übrigen noch völlig den mit intakter Zyste versehenen zu gleichen scheinen; in anderen dagegen ist das Protoplasma deutlich in zahlreiche kleine, wenn auch noch zusammenliegende Teilstücke zerfallen, in denen man keine Kerne, sondern nur überall zerstreute, kleine färbbare Körnchen nachweisen kann. Endlich kommen einzelne Parasitenmassen vor, in denen die Teilstücke des Protoplasmas deutliche Kerne und häufig Sporen enthalten. Ich schließe aus diesen verschiedenen Vorkommnissen, daß die Protoplasmanmasse des Parasiten, welche mit ihrer Eigenzyste ihren Halt und festen Zusammenhang eingebüßt hat, spontan in einzelne Teilstücke zerfällt. In diesen Teilstücken bilden sich darauf nicht nur neue vegetative Kerne, sondern es findet in ihnen auch eine erneute, gewissermaßen sekundäre Sporenbildung statt. Die feineren Vorgänge bei diesen Rekonstruktionen lassen sich an dem vorliegenden Material wegen mangelhafter Konservierung leider nicht mit ge-

nügender Sicherheit ermitteln; sie sollen daher an Hand des besser konservierten Materials der Fälle 4 und 5 genauer erörtert werden; nur eine interessante Tatsache muß hier noch Erwähnung finden, welche sich an einigen zystenlosen Parasitenmassen des vorliegenden Materials feststellen ließ. Man sieht — besonders deutlich an einer der untersuchten zystenlosen Parasitenmassen und zwar derselben, in der eine reichliche anormale Abscheidung kompakter Zystensubstanz erfolgt war —, wie die kleinen, nackten, kern- und sporenhaltigen Protoplasmakörper nicht nur im Innern der eigentlichen Parasitenmasse liegen, sondern auch in das umgebende Bindegewebe des Wirtskörpers eingewandert sind und sich hier unter Bildung kugelig- und strangförmiger kleiner Massen zum Teil ziemlich weit von der Hauptparasitenmasse entfernt haben (Fig. 4 *pk*). Wir hätten hier also eine „diffuse Infiltration“ im speziell DOFLEIN'SCHEN Sinne (1898 S. 324, 325) vor uns, indem ein intercelluläres Eindringen von Parasiten in die Gewebsmasse des Wirtes stattfindet. Im vorliegenden Fall enthalten die Parasiten-Protoplasmakörper oft sehr reichlich dieselben gelben Pigmentkörnchen (Fig. 34), welche sich auch zuweilen in normalen, einzystierten Parasitenmassen finden (s. o.). Ob diese massenhafte Einwanderung der kleinen Protoplasmakörper in das Wirtsgewebe, die sich vereinzelt auch bei anderen zystenlosen Parasitenmassen nachweisen ließ, als pathologische Erscheinung im Leben von *Nosema anomalum* aufzufassen ist, oder ob sie den normalen Weg darstellt, auf dem sich die Parasitenzysten im Wirtskörper vermehren,¹⁾ lasse ich dahingestellt. Für die Annahme, daß eine im Gewebe vorhandene Parasitenmasse der Ausgangspunkt für die Bildung anderer werden kann, spricht jedenfalls der Umstand, daß man fast immer mehrere Parasitenmassen an einer Stelle des Wirtskörpers einander dicht angelagert findet, und zwar liegen einer größeren fast immer mehrere kleinere an (cf. auch THÉLOHAN 1895 S. 318). Es ist ja möglich, daß unter Umständen einmal zystenlose, ausgewanderte Protoplasmakörper wie die oben beschriebenen bei der Vermehrung der Parasitenmassen eine Rolle spielen, aber die Bildung kleiner normaler Zysten in der nächsten Umgebung anderer, noch von Zysten umgebener größerer dürfte wohl im allgemeinen einfach auf unregelmäßige Ablagerungsweisen der peripheren Zystensubstanz zurückzuführen sein, die auch außerhalb der Zyste ebensogut zur Entstehung kleiner Tochterzysten führen könnte, wie sie es im Innern der Parasitenmasse tut. In vielen Fällen mögen auch die

¹⁾ Etwas derartiges nimmt DOFLEIN (1898 S. 338, 339) für *N. anomalum* an.

kleinen Zysten von derselben Primärfektion herrühren wie die großen und nur in ihrer Entwicklung zurückgeblieben sein.

Bei solchen Zysten, welche in der Haut liegen, wird die Auflösung der Eigenzyste häufig eine Entleerung der reifen Sporen ins Wasser zur Folge haben, wie sie THÉLOHAN (1892) einmal beobachtet hat. So erleichtert die Zystenauflösung eventuell die Neuinfektion anderer Wirte.

Die reifen Sporen sind in den großen Parasitenmassen meist vierkernig; sie gleichen im wesentlichen den Sporen der unter Fall 4 zu schildernden Parasiten und sollen mit diesen zusammen beschrieben werden. Mißbildungen der Sporen sind auch hier nicht sehr selten.

Fall 4. Große Zysten der Darmwand von *Gasterosteus aculeatus* L.

(Fig. 5—7, 11, 35—103, 132—134, 141—146.)

Zur Verfügung standen mir zwei etwa 3 mm große Zysten, welche am Darmkanal eines *Gasterosteus aculeatus* L. gesessen hatten und bereits von demselben losgelöst waren, als sie in meine Hände gelangten. Ich verwandte die eine derselben zur Untersuchung im frischen Zustande und zur Herstellung von gefärbten Deckglasaustrichpräparaten, die andere wurde eingebettet und geschnitten. So weit sich feststellen läßt, befinden sich beide auf demselben Stadium.

Das zum Schneiden verwendete Exemplar ist von einer sehr dicken, bindegewebigen Wirtszyste unhüllt, zeigt dagegen keine Spur von einer Eigenzyste (Fig. 5 u. 11).¹⁾ Nur an sehr wenigen Stellen der Peripherie finden sich noch brüchlige Massen stark färbbarer Substanz, welche wohl als Reste der aufgelösten Eigenzyste aufzufassen sind (Fig. 5, 11 *cy*). Die Hauptmasse des Inhaltes bilden wie immer bei großen Zysten reife Sporen. Die protoplasmatische Substanz ist keineswegs auf die äußerste Peripherie der Parasitenmasse beschränkt; man findet sie zwar in der Nähe dieser Peripherie, aber doch in einiger Entfernung von ihr. Sie bildet nur an wenigen Stellen größere zusammenhängende Massen, welche kleine, stark färbbare Körnchen enthalten; zum allergrößten Teil ist sie vielmehr in zahlreiche selbständige, sehr verschieden große, doch selten 15 μ

¹⁾ Parasitenmassen ohne Eigenzyste beschrieben übrigens auch kurz THÉLOHAN (1895 S. 218) bei *Glugea punctifera* und HAGENMÜLLER (1899 S. 838) bei *Nosema Stephani*.

überschreitende Körper von unregelmäßiger Gestalt zerfallen. Es sind dies die schon bei der Besprechung des vorigen Falles erwähnten sekundären Protoplasmakörper. Dieselben liegen meist zu größeren Ansammlungen vereinigt (Fig. 6 u. 7). Im konservierten Zustande zeigt ihr Protoplasma eine deutlich wabige Struktur (Fig. 35—48), doch ist eine Differenzierung in Ekto- und Endoplasma nicht nachzuweisen. Immerhin ist es sehr wahrscheinlich, daß die lebenden Protoplasmakörper, die ich leider nicht habe untersuchen können, eine derartige Differenzierung zeigen, da solche an kleinen Protoplasmakörpern anderer Mikrosporidien vorhanden ist (*Myxosporidium* (= *Nosema*) *bryozoides* (KOROTNEFF 1892 S. 593 Fig. 23) und *Glugea Marionis* (THÉLOHAN 1895 S. 360 Fig. 14).) An einigen Protoplasmakörpern sind deutlich organisierte Kerne noch nicht nachweisbar, sondern es finden sich im Protoplasma verstreut nur zahlreiche, kleine, mit Hämatoxylin stark färbbare Körnchen (Fig. 35). Diese Körnchen spielen jedenfalls eine Rolle beim Aufbau der Kerne. An vielen Exemplaren sieht man, wie dieselben sich nach dem Zentrum des Protoplasmakörpers zu in ein Chromidialnetz-ähnliches Gebilde zusammengezogen haben (Fig. 36), das sich bei anderen Individuen schon mehr verdichtet hat und zu einem großen, bläschenförmigen Kern geworden ist (Fig. 37). Durch weitere Konzentration des Chromatins gehen diese Kerne dann in die kompakteren Kernformen der ausgebildeten Protoplasmakörper über (Fig. 38—43). Nach allem findet also in den neugebildeten Protoplasmakörpern vermutlich aus den im Protoplasma zerstreuten Resten der vegetativen Kernsubstanz eine Reorganisation von vegetativen Kernen statt. Es scheint, als ob diese Kerne sich durch multiple Kernteilung vermehren können; wenigstens deuten sehr zahlreiche Kernformen auf derartige Vorgänge hin (cf. Fig. 7, 44 bis 48).¹⁾ Es dürfte damit eine Vermehrung der Protoplasmakörper Hand in Hand gehen. Immerhin ist es schwer, in dieser Beziehung sichere Entscheidungen zu treffen. Denn die reorganisierte vegetative Kernsubstanz tritt uns keineswegs immer in der Gestalt eines einzigen in einer Protoplasmasse gelegenen Kernes entgegen, sondern in sehr mannigfaltigen Formen. Die nach der ROMANOWSKY-ZIEMANN'Schen Methode gefärbten Deckglasausstrichpräparate zeigen, daß auch in solchen Protoplasmakörpern, welche schon Sporen ge-

¹⁾ Diese Kernformen erinnern stark an die von DOFLEIN (1898 S. 335, 336 Fig. 124, 128, 136) an den Kernen der „äußeren Zone“ von *Glugea lophiizysten* gesehenen Teilungsmodi.

bildet haben und sich wohl sicher nicht mehr teilen, die Kernsubstanz häufig in Gestalt zahlreicher, unregelmäßig gestalteter, größerer und kleinerer Brocken vorkommt (Fig. 50, 53—55). Die sekundären Protoplasmakörper finden sich auch im vorliegenden Fall nicht nur innerhalb der Parasitenmasse, sondern hier und da ziemlich häufig in den Zwischenräumen der bindegewebigen Wirtszyste.

Nur ein Teil der neugebildeten Protoplasmakörper enthält keine weiteren Einschlüsse als die Kerne; viele sind bereits in die Produktion von Sporen eingetreten (Fig. 49—55). Diese sekundäre Sporulation erfolgt im wesentlichen nach demselben Modus wie die früher geschilderte primäre Sporenbildung der großen Protoplasmamassen mit Eigenzyste, und es können dabei einzelne oder auch viele Sporonten und Sporen in einem Protoplasmakörper entstehen. Wohl immer bleibt ein mehr oder minder großer Protoplasmarest und vegetativer Kernrest des Mutterindividuums erhalten. Zwar finden sich in den Deckglausstrichpräparaten einzelne Formen, deren ganzer Körper in Sporontenabkömmlinge zerfallen ist (Fig. 56, 57), doch können diese Formen bei der Herstellung der Präparate aus den Mutterindividuen herausgefallen sein. Immerhin wäre ja bei der großen Mannigfaltigkeit und Unregelmäßigkeit, welche das Verhalten der Kernsubstanzen zeigt, die Möglichkeit nicht ganz ausgeschlossen, daß unter Umständen auch einmal das ganze Mutterindividuum zu Sporonten aufgeteilt wird.¹⁾ Wir finden ja, wie ich gezeigt habe, auch bei *Thelohania mülleri* beide Modi der Sporenbildung, einmal den hier die Regel bildenden vollkommenen Zerfall des Mutterindividuums („Sporonten“) in Sporen und als Anomalie außerdem die Bildung einzelner Sporen in größeren Protoplasmakörpern („anormalen Meronten“) (cf. 1902 S. 248 Fig. 103, 104. S. 250—253 Fig. 44—72). Werden bei *N. anomalum* sehr zahlreiche Sporen in einem Protoplasmakörper gebildet, so wird das unverbrauchte Protoplasma häufig in einzelne, meist lauggestreckte Teilstücke zerfällt, welche chromatische Substanz in der verschiedensten Anordnung und Form enthalten und sich oft massenhaft auch isoliert in den Deckglausstrichpräparaten finden (cf. Fig. 55, 58—63). Einzelne dieser Körper mögen auch noch zu Sporen werden (Fig. 60, 62). Da die unregelmäßig angeordnete chromatische Substanz sich nur bei Färbung mittels des

¹⁾ In den Protoplasmakörpern der *Plistophora* (?) *schmeili* (L. Pfr.) wird nach der Angabe SCHWIAKOFFS (1894 S. 21. Fig. 21, 22, 27, 28) das Protoplasma durch sukzessive Sporenbildung schließlich ganz aufgebraucht.

ZIEMANN-ROMANOWSKY'schen Verfahrens deutlich darstellen läßt, so ist man allerdings nicht ganz sicher, ob man das Recht hat, hier von Kernsubstanzen zu sprechen. Vielleicht ist es das Richtigste, angesichts des bei dem ganzen Reorganisationsvorgang der Protoplasmakörper hervortretenden Durcheinanders von Protoplasma und Kernsubstanz die Begriffe Kern und Protoplasma überhaupt nicht in dem gewöhnlichen Sinne anzuwenden, da die in Rede stehenden Dinge eben nicht in das hergebrachte Schema passen. Es sei noch bemerkt, daß sich besonders bei großen, zahlreiche Sporen enthaltenden Protoplasmakörpern eine Abrundung und schwache Anzeichen einer Hüllbildung geltend machen (cf. Fig. 53—55).

Alles in allem stellt sich der ganze, geschilderte Vorgang der Bildung kleiner Protoplasmakörper mit sekundärer Sporulation wie eine verkleinerte Wiederholung der an den großen Zysten beobachteten Vorgänge dar. Wir werden uns vielleicht vorzustellen haben, daß die günstigeren Ernährungsbedingungen, in welche das Protoplasma der großen Parasitenmassen nach Auflösung der Eigenzyste eintritt, das schon fast erloschene vegetative Leben neu aufbauen und damit auch die Reorganisation des vegetativen Kernapparates verursachen. Die in den Sporen eingeschlossene Generation werden wir nach allem, was bisher darüber bekannt geworden ist (cf. meine Arbeit über *Th. mülleri* 1902 S. 262), als die Geschlechtsgeneration anzufassen haben. Es ist von besonderem Interesse, daß diese Geschlechtsgeneration nicht nur in den primären großen Zysten, sondern auch nach Wiederaufbau des vegetativen Lebens in den sekundären, kleinen Protoplasmakörpern auftritt.

Ganz ähnliche Zystenaufösungen mit Bildung sekundärer Protoplasmakörper scheinen auch bei *Glugea lophii* Dofl. stattzufinden. Die beiden Untersucher dieser Form, DOFLEIN (1898 S. 332—338 Fig. 121—132, 136—139) und MRÁZEK (1900), haben augenscheinlich teilweise Parasitenmassen mit aufgelöster Eigenzyste vor Augen gehabt und auch sporenführende Protoplasmakörper gesehen, die den von mir bei *Nosema anomalum* beschriebenen recht ähnlich sind, halten dieselben aber für infizierte Bindegewebszellen und Ganglienzellen (DOFLEIN l. c. S. 337; oder Leukozyten, welche Sporen in sich aufgenommen haben (MRÁZEK).¹⁾ Da anzunehmen ist,

¹⁾ Ich kann die DOFLEIN'schen und MRÁZEK'schen Angaben, welche mir mehrere recht aufsehbare Deutungen zu enthalten scheinen, hier nicht gut im einzelnen kritisieren, da ich *Glugea lophii* nicht selbst untersucht habe. Nur darauf möchte ich hinweisen, daß DOFLEIN (l. c. Fig. 136 b, d, e, f, 137) selbst isolierte Protoplasmakörper abbildet, welche keine Spur von Wirtszellkernen, sondern nur

daß auch die von mir gefundenen sekundären Protoplasmakörper von manchen für Lenkozyten angesprochen werden, so will ich hier gleich von vornherein kurz die Gründe auseinandersetzen, welche mich bestimmten, sie für Parasitenformen zu halten. Ich will zugeben, daß die Ähnlichkeit dieser Körper mit Lenkozyten in einzelnen Fällen eine recht große ist, und daß die Annahme, die Lenkozyten des Wirtes drängen zerstörend in die Parasitenmasse ein, viel Bestechendes hat. Aber wie ist mit dieser Annahme die Tatsache zu vereinen, daß die in Rede stehenden Protoplasmakörper sich nicht einzeln, sondern fast stets in großen Mengen zusammengeballt inmitten der Sporenmasse und oft sogar in ziemlich großer Entfernung vom Wirtsgewebe finden? Wie ferner der Umstand, daß sich unter diesen Tausenden von Exemplaren oft kein einziges mit Sporen beladenes Exemplar findet, dafür aber die allerverschiedensten und mannigfaltigsten Kernformen vorkommen, die angenscheinlich auf Vermehrungsvorgänge schließen lassen? Wie soll man überhaupt die selbst für Lenkozyten ganz unerhörten Gestalten erklären, welche die Kernsubstanz dieser Körper aufweist, wenn man in ihnen Lenkozyten sehen will? Man könnte einwenden, daß aus diesen mannigfaltigen Kernformen auf einen Zerfall der Leukozytenkerne zu schließen sei; aber diese Kernbilder, besonders die oft recht deutlichen Chromidialnetze machen doch keineswegs den Eindruck zerfallender und absterbender Kernsubstanzen! Wie sollte man endlich die Tatsache erklären, daß die Parasiten sich im Innern der ihnen doch jedenfalls feindlichen Leukozyten so ungestört entwickeln können? Es bliebe ja hier die Annahme eines Parasitismus, aber diese scheint mir wieder durch die anderen Gründe ausgeschlossen. Auch die in Fall 3 beschriebene Bildung selbständiger, kugeligiger und strangförmiger von Sporen erfüllter Protoplasmamassen in der Nachbarschaft der ursprünglichen Parasitenmasse läßt sich mit der Leukozytentheorie nicht gut vereinigen. Aus allen diesen Gründen halte ich die Parasitennatur der betreffenden Gebilde für sehr wahrscheinlich, wenn man sie auch nicht ganz sicher beweisen kann. Immerhin soll damit nicht in Abrede gestellt werden, daß einzelne Leukozyten in die Parasitenmasse eindringen können, doch dürften sie hier wenig für den Wirtskörper fruchtbringendes ansichten.

Die Entwicklung und Form der Sporen von *N. anomalum* habe ich am genauesten an vorliegendem Fall studiert.

Parasitenkerne allein oder solche und reife Sporen enthalten. Auch vermißt man bei vielen der von DORLEIN abgebildeten, angeblich intrazellulären Parasiten (l. c. Fig. 136c, 139b, c) gesonderte Parasiten-Protoplasmakörper.

Den Ausgangspunkt bilden die etwa eiförmig gestalteten, noch hüllenlosen Abkömmlinge der Sporonten (Fig. 64), welche sich alsbald mit einer allmählich dicker werdenden Sporenhülle umgeben. Der ziemlich kompakte Kern, welcher durch größere Konzentration des Chromatins aus dem oft bläschenförmigen Kern der Sporenmutterzelle hervorgeht, begibt sich an das eine Ende der Spore, und gleichzeitig treten im Protoplasma derselben Vakuolen auf, welche schließlich zur Bildung der großen Vakuole an dem auch den Kern enthaltenden Ende der Spore zusammentreten (Fig. 65–68). Eine zweite, kleinere Vakuole ist nur selten schon an den einkernigen Sporen sichtbar, sondern legt sich erst später an dem entgegengesetzten, oft ein wenig verschmälerten Ende der Spore an (cf. Fig. 73, 74, 84, 87, 96–103). Durch beide Bildungen wird also der Protoplasmakörper der Spore hier ebenso wie bei *Thélohania mülleri* (cf. meine Arbeit 1902) auf einen kleinen Bezirk in der Mitte der Spore zusammengedrängt. Während aller dieser Veränderungen findet nun durch sukzessive direkte Kernteilungen (cf. Fig. 75–80, 85) eine Vermehrung des einen Sporenkerns auf vier statt¹⁾ (Fig. 68–98). Diese Kernvermehrung zeigt bei den verschiedenen Sporen sehr viele Unregelmäßigkeiten. Einmal kann die Größe der Teilprodukte sehr verschieden sein, ferner kommen die mannigfachsten Lagerungen der Kerne vor, und endlich sind die einzelnen Kernteilungsphasen keineswegs synchron mit bestimmten sonstigen Veränderungen des Sporenhaltens. So kann z. B. eine einkernige Spore noch ganz nackt sein, sie kann aber auch schon eine Hülle und zwei terminale Vakuolen aufweisen (cf. Fig. 73, 74), während es andererseits wieder drei- und vierkernige Sporen gibt, welche erst die eine größere der beiden Vakuolen besitzen (Fig. 85, 88–94). Sehr häufig liegen die Kerne nicht in der Hauptansammlung des Sporenprotoplasmas, sondern in dem dünnen Protoplasmaüberzug der großen Vakuole (Fig. 69, 72, 73, 80–82, 84, 85, 88, 91–96), so daß es bei gewissen Lagen der Spore so aussieht, als lägen sie im Innern der Vakuole, was in Wirklichkeit wohl niemals der Fall ist (Fig. 74, 87, 90).²⁾ Erst nach völliger Reifung der Spore treten sie an vorliegendem Material meistens in die Hauptprotoplasmanasse hinein, wobei sich gewöhn-

¹⁾ THÉLOHAN (1895 S. 272 Fig. 141) hat in den Sporen von *Nosema anomalum* 2–3 dunkel färbare Körnchen gefunden, welche er für Kerne hält; doch scheint er nur das Sporenprotoplasma gesehen zu haben.

²⁾ Das stark lichtbrechende Körnchen, welches THÉLOHAN (1895 S. 274 Fig. 119) bei *Glugea punctifera* in der Vakuole gefunden hat, ist wohl sicher auch ein derartig gelegener Kern.

lich zwei der kleinen und zwei der großen Vakuole anlegen (Fig. 97, 98). Natürlich liegen sie aber nicht immer in einer Ebene, wie in den dargestellten Fällen. Bemerkenswert ist, daß die Kerne mit fortschreitender Vermehrung im allgemeinen weniger färbbar werden (cf. Fig. 85, 95, 96), ein Umstand, der zusammen mit der Konzentration und stärkeren Färbbarkeit des Sporenprotoplasmas den Nachweis der vier Kerne einer reifen Spore sehr erschwert. Die geringere Färbbarkeit der Tochterkerne scheint darauf zu beruhen, daß während der Teilungen Substanzen aus den Kernen ausgeschieden werden. Wenigstens bemerkt man an tadellos gefärbten und differenzierten Sporen kleine, unregelmäßig gestaltete Massen im Protoplasma, welche sich etwas dunkler wie dieses färben und oft dicht neben den Kernen liegen, so daß es aussieht, als seien sie soeben aus letzteren ausgestoßen worden (Fig. 68, 71, 83, 90, 91, 92, 94, 95). Die Vierkernigkeit der reifen Sporen beweist, daß die Sporen von *Nosema anomalum* in ihrem ersten Wirt die volle Reife erlangen; sie unterscheiden sich dadurch wesentlich von den Sporen der *T. mülleri*, welche, wie ich gezeigt habe (1902 S. 260, 261), im ersten Wirt nur zweikernig werden und erst im Darmkanal des zweiten Wirtes die Vierkernigkeit und damit die volle Reife erhalten. Hinsichtlich der Bedeutung der vier Sporenkerne möchte ich meine früher (1902 S. 262) geäußerte Ansicht aufrecht erhalten. Zwei dieser Kerne sind die Polkapselkerne, sie entsprechen den beiden Polkapselkernen der phänozysten Myxosporidien und stellen gewissermaßen den vegetativen Kernapparat der Spore dar, die beiden anderen gehören dem Amöboidkeim an und hätten somit als die eigentlichen Geschlechtskerne zu gelten, falls die Annahme richtig ist, daß nach dem Ausschlüpfen die beiden einkernigen Teilhälften des Amöboidkeimes mit einander kopulieren. Die Hülle der reifen Spore ist ziemlich dick (cf. Fig. 147) und besitzt ungefähr das gleiche Lichtbrechungsvermögen wie Kanadabalsam, so daß sie in Kanadabalsampräparaten meist unsichtbar ist, und die Sporen hier viel kleiner erscheinen als in frischem Zustande (cf. Fig. 97–103 mit Fig. 132–136), wo sie durchschnittlich 6 μ lang und 2 μ breit sind. Ihre Gesamtgestalt ist eiförmig, und das eine Ende ist oft ein wenig verschmälert (Fig. 134), doch kommen auch andere Formen vor (Fig. 132, 133, 135, 136).¹⁾ Mißbildungen und Riesenformen sind ziemlich häufig. Die schon an frischem Material sichtbare größere Vakuole und wohl auch die kleinere ist auf allen

¹⁾ Fig. 135, 136 gehören zu Fall 5.

Seiten von einer dünnen Protoplasmaschicht bedeckt, welche häufig partielle, strangförmige Verdickungen zeigt (Fig. 70, 83, 95, 96, 103). Schwer ist es, die Bedeutung dieser beiden so verschieden großen Vakuolen an den Enden der Spore sicher festzustellen. Die kleinere am spitzeren Sporende etwas seitlich gelegene Vakuole enthält sicher einen Teil des Polfadens, da letzterer etwas seitlich aus dieser Vakuole hervortritt und sowohl an günstig gefärbtem Material wie auch an solchen Sporen, welche längere Zeit in Formol gelegen haben¹⁾, deutlich im Innern der kleinen Vakuole erkennbar ist (Fig. 99—102, 139¹⁾, 140.¹⁾ Man hat daher diese kleinere Vakuole bisher als Polkapsel betrachtet und die größere, auf der anderen Seite der Protoplasmaschicht gelegene Vakuole mit der Vakuole des Amöboidkeims der phänozyten Myxosporidien verglichen (cf. auch meine Arbeit über *Thélohania mülleri* 1902 S. 254, 255). Indessen hat schon THÉLOHAN (1895 p. 275) darauf hingewiesen, daß sich diese Vakuole der Mikrosporidiensporen wesentlich anders verhält, als die Sporenvakuole der phänozyten Myxosporidien, da sie nach Behandlung der Sporen mit Jod oft verschwindet (cf. Fig. 142—145). Es ist mir nun gelungen, an solchen Sporen, welche längere Zeit in Formol, dann einige Wochen in Alkohol gelegen hatten¹⁾, bei Untersuchung in Glycerin oder destilliertem Wasser in der großen Vakuole eine größere Anzahl von feinen, senkrecht zur Längsachse der Spore verlaufenden Linien zu sehen, welche vermutlich nichts anderes als Teile des spiralig aufgerollten Polfadens sind (Fig. 140). Besonders deutlich werden diese Dinge, wenn man die soeben aus dem Alkohol herausgenommenen Sporen in destilliertem Wasser unter starker Einengung der Apertur des ABBE'schen Kondensors und Anwendung schiefer Beleuchtung untersucht. In ausgiebig gefärbten Sporen findet man denn auch in der Vakuole einen oft sehr dunkel gefärbten Längsstrich, welcher wie eine Verlängerung des in der kleinen Vakuole deutlich sichtbaren Polfadens aussieht und sich bis fast ans Ende der Spore erstreckt (Fig. 101, 102). Ich vermute, daß dieser Längsstrich dasselbe ist, was THÉLOHAN (1895 S. 249 Fig. 141) als eine auf Zweiklappigkeit der Spore deutende Längsnaht beschrieben hat. Ich habe niemals eine wirkliche Naht der Sporenhülle sehen können. Der Längsstrich scheint mir vielmehr nichts anderes zu sein, als das bei der Vorbehandlung der gefärbten Kanadabalsampräparate zusammengeschrumpfte hintere Ende der Polfadenspirale. Man wird sich also wohl vorstellen müssen, daß die Polfadenspirale

¹⁾ Es sind dies Sporen von den Parasiten des Falles 3.

die Hauptprotoplasmaansammlung der Spore in der Mitte durchbohrt. In der Tat kann man auch an optischen Querschnitten durch die Spore eine ringförmige Gestalt dieser Protoplasma-masse feststellen (Fig. 49, 53, 54, 55), welche auf eine derartige Durchbohrung schließen läßt. Nach alledem scheint mir die Annahme gerechtfertigt, daß die — vielleicht von einer besonderen Polkapselmembran umgebene — Polfadenspirale die ganze hintere Vakuole oder wenigstens einen großen Teil derselben ausfüllt, und ich habe dieser Auffassung auch in dem Schema Fig. 147 Ausdruck gegeben. Es wäre auch schwer verständlich, wie der noch zu beschreibende ungeheuer lange Polfaden in dem bisher allein als Polkapsel aufgefaßten kleinen Raum am spitzeren Ende der Spore Platz hätte. Es sei noch bemerkt, daß auch THÉLOHAN (1895 S. 263 Fig. 144, 145 *cd*) bei *Nosema gigantea* und *Nosema bombycis* eine sehr große Polkapsel beschrieben hat. Immerhin möchte ich nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß bei einem so schwer zu untersuchenden Objekt, wie es die Polkapsel der Mikrosporidienspore ist, mancherlei Irrtümer vorkommen können, so daß die Deutung niemals eine sichere ist. So wäre es z. B. denkbar, daß die von mir beobachtete Ausdehnung der Polfadenspirale bis in die große Vakuole hinein nicht dem natürlichen Verhalten entspricht, sondern auf einer anormalen Dehnung oder gar Sprengung der Polkapsel und darauf folgenden hinteren Verlängerung der Spirale beruht. Auch die scheinbare zentrale Durchbohrung der Protoplasma-masse könnte nur der Ausdruck einer hier liegenden, sehr dünnen Stelle sein. Der Polfaden, welcher nach längerem Liegen der Sporen in Jodwasser, selten auch bei der Konservierung (Fig. 103) etwas seitlich vom spitzeren Ende der Spore hervortritt, kann bei vorliegender Spezies die geradezu ungeheuerliche Länge von 150 μ erreichen (Fig. 141—146).¹⁾ Er besitzt gerade wie derjenige von *Th. mülleri* (cf. meine Arbeit 1902 S. 255, 256 Fig. 87, 88) eine kleine Basalverdickung und zeigt zuweilen dieselben auf einen Ausstülpungsprozeß deutenden Nodositäten (Fig. 146). Meistens sind die ausgestülpten Polfäden ganz gerade gestreckt. In den Jodwasserpräparaten findet man häufig an der Stelle, wo der Polfaden hervorkommt, den ganzen Inhalt der Spore ausgetreten.²⁾ Endlich sei noch erwähnt, daß man zuweilen

¹⁾ THÉLOHAN (1895 S. 356) gibt nur 30—35 μ an.

²⁾ An dieser Stelle verläßt jedenfalls der Amöboidkeim auch normalerweise die Spore, wobei wohl ein kleines Stück der Hülle wie ein Deckel abgehoben wird (vgl. auch BALBIANI 1883, S. 321 Tafel 3 Fig. 2, 1884 S. 159 Tafel 5 Fig. 2, PFEIFFER 1888 S. 475, 477, 478 Fig. 4, STAMPELL 1902 S. 256, 259 Fig. 109).

an frischen Sporen nahe am Ende der Vakuole eine zarte Ringlinie erkennen kann (Fig. 135);¹⁾ ihre Bedeutung ist mir unklar geblieben.

Fall 5. Parasiten der Ovarialeier von *Gasterosteus aculeatus* L.

(Fig. 8, 9, 104—129, 135—138).

Zur Untersuchung gelangten nur einige wenige Ovarialeier von *Gasterosteus aculeatus*, welche mit *Nosema anomalum* infiziert waren.²⁾ Da ich dieselben zur Herstellung von frischen und konservierten Deckglasausstrichpräparaten verwandte, so war es leider nicht möglich, Schnitte herzustellen und dadurch ein Situsbild zu gewinnen.

Die gefundenen Parasitenformen gleichen im wesentlichen den unter Fall 4 beschriebenen; wir haben es also jedenfalls auch hier mit zystenlosen Parasitenmassen zu tun.³⁾ Die sekundären Protoplasmakörper unterscheiden sich von denen des Falles 4 hauptsächlich durch die Struktur ihrer Kerne. Zwar finden sich unter den sporenfreien Individuen einzelne, welche genau dieselben kompakten Kerne wie die meisten Darmzystenparasiten aufweisen (Fig. 104—106), die Mehrzahl der Protoplasmakörper und besonders die sporenhaltigen haben aber viel weniger kompakte Kerne mit dentlichem Kerngerüst (Fig. 8, 107—114). Auch sind die vegetativen Restkerne immer nur in der Einzahl vertreten. Ich glaube nicht, daß diese Verschiedenheiten, die wohl teils auf den verschiedenen Existenzbedingungen beruhen, teils vielleicht auch auf kleine Unterschiede in der Fixierung und Färbung zurückzuführen sind, zur Aufstellung einer besonderen Varietät berechtigen. Unter den Protoplasmakörpern gelang es mir einmal, auch einen solchen zu finden, der noch einen einkernigen Sporonten enthielt (Fig. 111), und andere, deren Kernkonfiguration auf soeben stattfindende Bildung eines Sporontenkerns schließen läßt (Fig. 109, 110). Die sporenhaltigen Formen gleichen im wesentlichen denen des Falles 4 (Fig. 112—114). Die in Fig. 115, 116 dargestellten Formen, welche zahlreiche Kerne, aber noch keinen deutlichen Zerfall ihres Protoplasmas zeigen, sind vielleicht aus den Mutter-

¹⁾ Es ist dies eine Spore des Falles 5.

²⁾ Im allgemeinen scheinen Infektionen der Ovarialeier mit *Nos. anomalum* selten zu sein (cf. auch LABBÉ 1899 S. 105). Zwar findet man häufig Eier mit weißen Flecken; dieselben rühren aber meistens von anderen Einschlüssen (Dotterkernen etc.) her.

³⁾ Ähnliche sporenbildende Protoplasmakörper von *Plistophora mirandellae* haben VANEY und CONTE (1901 S. 645) in Ovarialeiern von *Alburnus mirandella* BLASCH. gefunden.

individuen herausgefallene Sporonten, bei denen noch keine Protoplastenteilung stattgefunden hat. Die Sporen gleichen in der Hauptsache denen der Darmzystenparasiten, nur befinden sie sich mit wenigen Ausnahmen noch auf dem einkernigen Stadium (Fig. 8, 9, 121—129). Dementsprechend ist auch ihre größere Vakuole verhältnismäßig kleiner als bei den Sporen des Falles 4. Bei einigen Sporen ist die Kernmasse in Gestalt einzelner Körnchen im Umkreis eines Hohlraumes angeordnet (Fig. 121—124); es sind dies jedenfalls Formen, deren Kerne sich auf dem Übergangsstadium zwischen dem oft großblasigen, aufgelockerten Kern der Sporenmutterzelle (Fig. 117, 119) und dem kompakten, kleinen Kern der reifenden Spore (Fig. 8, 9, 125) befinden.

Zusammenfassung und Schlußbetrachtungen.

Ehe ich eine Zusammenfassung und Deutung der in den verschiedenen Fällen beobachteten Entwicklungsvorgänge gebe, möchte ich die Frage erörtern, ob wir es in allen diesen Fällen mit ein und derselben Spezies zu tun haben. Wir sehen, daß nicht nur die Sporen der verschiedenen Fälle Unterschiede aufweisen, sondern daß auch die Struktur der primären und sekundären Kerne in den einzelnen Fällen eine etwas verschiedene ist. Ich glaube indessen, daß alle diese Unterschiede, selbst wenn sie noch größer wären, als sie es in der Tat sind, nicht ausreichen würden, um darauf neue Arten oder Varietäten zu gründen. Haben wir es doch, wie aus den Einzelbeschreibungen hervorgeht, hier mit einem Mikrosporidium zu tun, bei dem selbst der Inhalt ein und derselben Zyste eine derartig große Variabilität erkennen läßt, daß die in den verschiedenen Fällen beobachteten Unterschiede dagegen oft geringfügig erscheinen. Man denke nur an die vielfach erörterten Unterschiede in Gestalt und Größe der reifen Sporen einer Zyste¹⁾ und an die mannigfachen Modifikationen, welche die vegetative Kernmasse der sekundären Protoplastmakörper des Falles 4 anweist. Viele Unterschiede mögen auch auf verschiedener Konservierung beruhen oder auf Verschiedenheiten der Existenzbedingungen zurückzuführen sein. Bedenkt man dagegen, daß die allgemeinen Grundzüge der Entwicklung, soweit sie sich feststellen ließen, in allen Fällen dieselben sind, so darf man wohl mit Recht schließen, daß sämtliche beschriebenen Parasitenformen der Spezies *Nosema anomalum* Monz. angehören. In der Tat, ein treffender Name für eine so variable Spezies!

¹⁾ cf. auch THELOHAN 1895 S. 290.

Fassen wir nun die Entwicklung von *N. anomalum*, wie sie sich nach meinen Beobachtungen und Deutungen darstellt, noch einmal kurz zusammen, so ergibt sich folgendes. Den Ausgangspunkt bilden kleine, viele kompakte Kerne enthaltende Protoplasma-massen, welche sich mit einer zunächst dünnen Eigenzyste umgeben. Später wird von seiten des Wirtskörpers um diese Eigenzyste eine bindegewebige Hülle herumgelegt. Während des Heranwachsens der Parasitenmasse bilden sich ihre Kerne zu großen, oft langgestreckten „vegetativen Kernen“ um. Von der Hauptmasse des Protoplasmas sondern sich unter Abscheidung dünner Membranen einkernige Protoplasma-körper, deren Kerne Abkömmlinge der vegetativen Kerne sind: die primären Sporonten. Dadurch, daß dieselben Flüssigkeit ausschwitzen, kommen sie und ihre Abkömmlinge anfänglich in kleine intraplasmatische Höhlungen zu liegen, durch deren Zusammenfließen allmählich ein größerer, zentraler Hohlraum entsteht. Auch in diesem können sich Sporonten freischwimmend entwickeln. Die Sporonten werden entweder direkt zu Sporen oder zerfallen durch sukzessive Zweiteilungen in eine verschieden große Anzahl von zunächst einkernigen Sporen. Diese umgeben sich mit einer Hülle, innerhalb deren sich aus Vakuolen des Protoplasmas die den Pol-faden enthaltenden Vakuolen der reifen Spore bilden, während der Sporenkern unter Abgabe chromatischer Substanzen durch sukzessive Zweiteilungen in 4 Kerne zerfällt, von denen 2 als Polkapselkerne, 2 als Amöboidkerne aufzufassen sind. In der Polkapsel bildet sich ein 150 μ langer Polfaden aus. Nach Beendigung des Wachstums der Parasitenmasse und Abschluß der Sporenbildung findet in dem verbleibenden protoplasmatischen Wandbelag eine Auflöserung der noch vorhandenen vegetativen Kerne zu kleinsten Körnchen statt. Bei älteren Parasitenmassen kann dazu eine Auflöserung der Eigenzyste treten. In diesem Fall bilden sich häufig aus den Resten des Protoplasmas sekundäre, kleine, isolierte Protoplasma-körper, in denen durch Zusammenziehung kleinsten, färbbarer Körnchen eine Rekonstruktion der Kernmasse zu sekundären, vegetativen Kernen erfolgt. Innerhalb dieser Protoplasma-körper, welche in das Wirtsgewebe einwandern können, erfolgt dann eine erneute, sekundäre Sporonten- und Sporenbildung, die nach dem Typus der primären Sporenbildung verläuft. Die Lücke, welche noch in dem Entwicklungskreis besteht, ist wohl nach dem, was darüber bekannt ist (cf. meine Arbeit über *Th. mülleri* 1902 S. 264), folgendermaßen auszufüllen: Die reifen Sporen gelangen in den Darmkanal anderer Stichelinge, es tritt zunächst der Polfaden, dann der übrige, in 2 ein-

kernige Protoplasmakörper und die beiden Polkapselkerne zerfallene die Inhalt heraus, die Polkapselkerne und der Polfaden gehen zugrunde, die beiden Amöboidkeime kopulieren, und das Kopulationsprodukt wächst nach Einwanderung in die Darmwand zur vielkernigen Zyste aus.

Überblicken wir nur den ersten Teil der in den Geweben des Stiehlings verlaufenden Vorgänge, welche mit der Auflösung der vegetativen Kerne abschließen, so lassen sich zahlreiche Analogien bei anderen Protozoen auffinden. Die neuere Protozoenforschung hat uns mit einer ganzen Reihe von Entwicklungskreisen bekannt gemacht, bei denen nach einer Periode vegetativen, mit ungeschlechtlicher Vermehrung verbundenen Lebens anders geartete Formen auftreten, deren weitere Vermehrung durch vorausgegangene Kopulation oder Konjugation zweier Individuen bedingt ist. Dabei zeigt sich, daß der rein vegetativen Vermehrung eine bestimmte Grenze gesetzt ist, über welche hinaus dieselbe ohne Schaden der Arterhaltung nicht möglich ist. Derartige Verhältnisse scheinen bei allen Protozoen zu bestehen. Die Entwicklung der vorliegenden Mikrosporidie liefert ein neues Beispiel hierfür. Wir sehen, wie in der enzystierten Parasitenmasse zunächst ein Wachstum des Protoplasmas und eine starke Vermehrung der Kerne auf rein ungeschlechtlichem Wege erfolgt, wie sich aber schon sehr bald aus dieser vegetativen Parasitenmasse die als Vorfahren der Geschlechtsgeneration aufzufassenden Sporonten differenzieren. Nur dadurch unterscheiden sich die vorliegenden Mikrosporidien und so viele phänozyste Myxosporidien von der Mehrzahl der anderen Sporozoen, daß diese Geschlechtsgeneration durch endogene Knospung¹⁾ im Körper der vegetativen Individuen entsteht. Damit hängt zusammen, daß die vegetativen Formen und die Geschlechtsformen hier zeitlich nicht so deutlich voneinander geschieden sind, wie bei so vielen anderen Protozoen. Immerhin existiert auch hier eine Periode rein vegetativen Lebens, und es dürfte daher nicht richtig sein, zwischen diesen Formen und den anderen Sporozoen einen tiefgreifenden Unterschied zu statuieren, wie dies SCHAUDINN (1900 S. 281) tut, wenn er zwischen Telosporidia und Neosporidia unterscheidet.²⁾ Die Verschiedenheiten erscheinen noch geringfügiger, wenn man bedenkt, daß ja auch bei anderen

¹⁾ Daß die Pansporoblastenbildung der Myxosporidien am besten als Knospung aufzufassen ist, habe ich bereits früher (1903 S. 90, 91 Fußnote) auseinandergesetzt.

²⁾ Die Homologien gehen vielleicht noch weiter: sollte nicht z. B. die kernlose, vegetative Protoplasmamasse älterer Zysten von *Nosema anomalum* dem bei der Bildung der Geschlechtsgeneration entstehenden Restkörper mancher Sporozoen (z. B. der Gregarinen) direkt vergleichbar sein?

Sporozoen (Coccidien, Hämosporidien) das Auftreten der Geschlechtsformen oft schon zu einer Zeit erfolgt, wo noch zahlreiche vegetative Individuen vorhanden sind. Wenn wir von der zelligen Selbständigkeit der Nosemasporonten absehen, so können wir ihre Kerne direkt mit den Mikronuklei der Infusorien vergleichen, mit denen sie auch die Chromatinarmut gemeinsam haben, während die vegetativen Kerne den Makronuklei entsprechen. Gerade wie diese nach Beendigung des vegetativen Lebens zugrunde gehen, so lösen sich auch die vegetativen Kerne der Nosemazysten im Protoplasma auf. Einmal mögen dadurch, daß die Parasitenmasse an der gegebenen Stelle nicht mehr weiter wachsen und weitere Nahrung aus dem Wirtskörper ziehen kann, ungünstigere Existenzbedingungen eintreten und — gerade wie bei den Infusorien — ein weiteres vegetatives Leben unmöglich machen. Ferner mag speziell die Auflösung der Kerne von *Nosema* dadurch bedingt sein, daß durch die starke Vermehrung der wohl Stoffwechselprodukte aufspeichernden vegetativen Kernsubstanz einerseits und die Verminderung des Protoplasmas bei der Sporontenbildung andererseits ein Mißverhältnis zwischen Kernmasse und Protoplasma entsteht. Die in den Sporenhüllen eingeschlossene Geschlechtsgeneration bleibt von allen diesen Einflüssen unberührt; für sie ist ein anschiebiges vegetatives Leben und Wachstum erst nach dem durch Neinfektion eines anderen Wirtes bedingten Ausschlüpfen und vollzogener Kopulation möglich. Immerhin mag auch sie schon in der Spore ein — wenn auch schwaches — vegetatives Leben führen, da auch bei ihr gewisse Stoffe aus den Kernen entfernt zu werden scheinen. Es ist anzunehmen, daß durch die Auflösung der vegetativen Kerne im Protoplasma der großen Parasitenmassen das vegetative Leben und damit der Stoffwechsel eine vollkommene Stockung erleidet, da die Regulation des Stoffwechsels durch die Kerne dann fehlt. So mag es auch zu erklären sein, daß keine neue Zysten substanz mehr abgeschieden wird, und daß die schon bestehende, als Stoffwechselprodukt abgeschiedene Zyste wieder der Auflösung im Protoplasma verfällt. Durch diese Auflösung werden dann aber plötzlich ganz neue Lebens- und Ernährungsbedingungen geschaffen. Die vorher durch eine dicke Zyste vom Wirtskörper getrennte Protoplasmanasse des Parasiten tritt nunmehr in direkte Berührung mit dem Wirtsgewebe und die dadurch gebotenen günstigeren Ernährungsbedingungen haben eine neue Aufzucht des schon fast erloschenen vegetativen Lebens zur Folge. Da nun der mit starkem vegetativen Leben verbundene erhöhte Stoffwechsel der Regulation durch organisierte Kerne bedarf,

so erfolgt innerhalb der kleinen Protoplastmakörper, in welche das ursprünglich einheitliche Parasitenprotoplasma nach der Auflösung der Zyste schon aus rein mechanischen Gründen zerfallen muß, eine Reorganisation der vegetativen Kernsubstanz. Der Erneuerung des vegetativen Lebens folgt das sich in der sekundären Sporonten- und Sporenbildung manifestierende erneute Auftreten der Geschlechts- generation auf dem Fuße.

So viel zur allgemeinen Deutung der betreffenden Vorgänge. Es würde hier zu weit führen, in eine nähere Erörterung der allgemeinen Fragen einzutreten, welche das Wechselverhältnis zwischen Kernmasse und Protoplasma betreffen. Ich möchte nur darauf hinweisen, daß die bei *Nos. anomalum* beobachteten Verhältnisse in schönster Weise die Richtigkeit der neuerdings von R. HERTWIG (1902 S. 1 ff.) geäußerten Ideen über Bedeutung und Wertung der einzelnen Zellbestandteile illustrieren. Eine relative Zunahme der vegetativen Kernmasse während des Wachstums und der vegetativen Vermehrung, wie sie HERTWIG in mehreren Fällen beobachtet hat und als allgemeines Gesetz postuliert, findet sich auch bei *N. anomalum*. Es scheint, als ob hier Stoffe in gelöster Form aus dem Protoplasma aufgenommen werden, die erst später in dem Kern in festere Modifikationen übergehen, da man aus der Auflockerung des Kerngerüsts der vegetativen Kerne zunächst auf eine Flüssigkeitsaufnahme schließen muß. Vielleicht bilden diese Stoffe dann später direkt das Protoplasma der Sporonten. Auch die Tatsache, daß die vegetativen Kerne nach dem Heranwachsen der Zysten, beim Eintritt offenbar ungünstiger Existenzbedingungen, sich im Protoplasma auflösen, steht mit der HERTWIGSchen Beobachtung (l. c. S. 5 u. 1899 b), daß bei hungerndem *Actinosphaerium* die Kerne sich in Chromidien auflösen, in schönstem Einklang.¹⁾ Und — last not least — das ganze Durcheinander von Kernsubstanzen und Protoplasma, das wir nicht nur bei der Auflösung der primären vegetativen Kerne, sondern auch bei der Rekonstruktion der sekundären vegetativen Kerne beobachten, ist eine vollkommene Bestätigung der HERTWIGSchen Lehre, daß im Kern und im Protoplasma dieselben Substanzen, nur in verschiedener Organisation und chemischer Bindung vorhanden sind.²⁾

¹⁾ Nach Fertigstellung dieser Untersuchungen geht mir eine jüngst erschienene Arbeit von DAZERWECK (1903) zu, welcher bei *Monocystis agilis* und *Monocystis porrecta* ebenfalls eine vollständige Auflösung des vegetativen Kerns im Protoplasma beobachtet hat.

²⁾ cf. darüber auch SCHAUDINN (1903 b S. 442).

Schließlich möchte ich nicht unterlassen, an dieser Stelle noch auf die auffallende prinzipielle Übereinstimmung hinzuweisen, welche trotz vieler Unterschiede im einzelnen zwischen dem Entwicklungszklus von *Nosema anomalum* und dem von *Actinosphaerium Eichhorni* (nach den Untersuchungen von R. HEERWIG 1899a S. 631—734) zu bestehen scheint. In beiden Fällen haben wir vielkernige Protoplasmamassen, welche sich enzystieren, in beiden Fällen findet eine Kernauflösung im Protoplasma und eine Ausbildung einzelner, einkerniger, enzystierter Protoplasmakörper statt (Sporonten von *Nosema* und Primärzysten von *Actinosphaerium*). Diese einkernigen Protoplasmakörper selbst (*Actinosphaerium*) oder ihre direkten Abkömmlinge (*Nosema*) zerfallen in beiden Fällen innerhalb einer Zyste in zwei Tochterindividuen (Amöboidkeime der *Nosema* spore und Sekundärzysten von *Actinosphaerium*), welche nach vollzogener Kernreduktion (Polkapselkerne von *Nosema* und Reduktionskerne der Sekundärzysten von *Actinosphaerium*) in beiden Fällen miteinander kopulieren. In beiden Fällen haben wir also extremste Inzucht. Wenn diese Ähnlichkeiten auch wohl lediglich auf Konvergenzerscheinungen beruhen, so sind sie doch als solche schon von einigem Interesse.

Vergleiche mit den phänozysten Myxosporidien und anderen Mikrosporidien werden durch die Komplikation der Entwicklung von *Nosema anomalum* sehr erschwert. Die primäre Sporontenbildung erinnert zwar stark an die Pansporblastenbildung der phänozysten Myxosporidien, doch bleibt der Unterschied bestehen, daß bei *Nosema anomalum* keine Restkerne im Pansporblasten gebildet werden¹⁾, vielmehr verläuft die restlose Umwandlung der Sporonten in Sporen nach demselben Typus, den ich bei *Thelohania mülleri* (1902 S. 249—258 Fig. 44—84) gefunden habe — nur mit dem Unterschied, daß die Anzahl der aus einem Sporonten entstehenden Sporen bei *Nosema anomalum* innerhalb weiter Grenzen schwankt. Auch der Bau der reifen Spore von *Nosema anomalum* gleicht wohl in allen wesentlichen Punkten demjenigen der Spore von *Thelohania mülleri* (cf. meine Arbeit darüber 1902 S. 253—256, 260 Fig. 86—90, 108), so daß schon aus diesem Grunde an der nahen Verwandtschaft der Gattungen *Nosema* und *Thelohania* nicht gezweifelt werden kann. Schwer ist es dagegen, für die von mir bei *Th. mülleri* beschriebenen Meronten (1902

¹⁾ Ähnliche Sporenbildungsmodi wie bei *N. anomalum* bestehen wohl auch bei vielen anderen Mikrosporidien, z. B. *Nosema stephani* (HAGEMÜLLER 1899 S. 836—839).

S. 244—249 fig. 5—43) ein Homologon in der Entwicklungsgeschichte von *Nosema anomalum* zu finden, doch ist das Fehlen derartiger vegetativer Formen bei *Nosema anomalum* ja leicht daraus zu verstehen, daß diese Spezies unter ganz anderen Existenzbedingungen lebt als *Thélohania mülleri*. In den großen Zysten werden die Meronten durch das ihnen analoge einheitliche vegetative Protoplasma mit seinen Kernen, vielleicht auch durch diese ihnen ja ähnlichen Kerne allein ersetzt, und später treten die sekundären Protoplasma-körper an ihre Stelle, welche ja auch mit den von mir bei *Thélohania mülleri* (1902 S. 248 Fig. 103—105) beschriebenen anormalen Meronten eine weitgehende Ähnlichkeit zeigen.¹⁾

Aus alledem ergibt sich, daß unter den aus der Entwicklungsgeschichte von *Thélohania* und *Nosema* bisher bekannten Formen²⁾ nur die Sporonten und ihre direkten Abkömmlinge direkt vergleichbar sind und daß nur sie daher zur systematischen Einteilung verwendet werden dürfen. Der bisher häufig gebrauchte Ausdruck „Pansporoblast“ (Doflein 1898 S. 334, Lühe 1900 S. 87) ist, wie ich schon früher (1902 S. 265, 266) auseinandergesetzt habe, und wie auch aus dem oben Gesagten hervorgeht, bei den Mikrosporidien am besten zu vermeiden, und ich schlage vor, dafür die von mir schon in meiner *Thélohania*-Arbeit gebrauchte Bezeichnung „Sporont“ anzunehmen. Inwieweit das Vorhandensein einer großen, vegetativen Protoplasma-masse oder das Vorkommen isolierter Meronten systematisch verwendbar ist, müssen erst weitere, genauere Untersuchungen anderer Mikrosporidien lehren.

Zum Schluß möchte ich an alle Fachgenossen, welche im Besitz von Mikrosporidienmaterial sind, dasselbe aber nicht selbst verarbeiten wollen, die Bitte richten, mich durch Zusendung solchen Materials bei meinen Mikrosporidienstudien gütigst zu unterstützen.

¹⁾ Darauf, daß amöboide, sporenführende Protoplasma-körper auch bei anderen Mikrosporidien vorkommen, lassen einzelne Angaben in der Literatur schließen (vgl. die betr. Verweisungen im Text dieser Arbeit und meine Arbeit über *Thélohania mülleri* (1902 S. 266 Fußnote).

²⁾ Von einer näheren Erörterung der bei *Nosema bombycis* bestehenden Verhältnisse möchte ich zurzeit noch absehen, da sich aus den zahlreichen Literaturangaben doch kein einheitliches und klares Bild von der Entwicklung dieser Form gewinnen läßt.

Chronologisches Verzeichnis der zitierten Literatur.

NB. Die innerhalb eines Jahres erschienenen Abhandlungen sind alphabetisch nach den Namen der Verfasser geordnet. Wo in einem Jahre zwei von demselben Autor herrührende Arbeiten vorhanden sind, habe ich sie — wie auch im Text — durch die Buchstaben a und b voneinander unterschieden. Die mit † bezeichneten Abhandlungen haben mir nicht im Original vorgelegen.

- †1838. GLUGE: Notice sur quelques points d'anatomie pathologique comparée, snivie de quelques observations sur la structure des branchies dans les Épinoches. in: Bull. Acad. Roy. Belg. Vol. 5.
- †1841. —: Beobachtung zahlreicher Balggeschwülste als epidemische Krankheit bei Fischen. in: Anat. mikr. Untersnch. z. allg. u. spez. Pathol. Heft 2.
1883. BALBIANI: Les Sporozoaires (snite); les Microsporidies. in: J. Micrograph., V. J. Paris.
1884. —: Leçons sur les Sporozoaires, Paris.
1888. HENNEGUY: Note sur un parasite des muscles du Palæmon rectirostris. in: Mém. Soc. philom. à l'occas. du centenaire de sa fondation 1788—1888 Paris.
1888. PFEIFFER, L., Beiträge zur Kenntnis der pathogenen Gregarinen. I. Die Mikrosporidien und die Fleckenkrankheit (Pêbrine) des Seidenspinners. in: Zeitschr. Hygiene Vol. 3.
1892. KOROTNEFF: Myxosporidium bryozoides. in: Z. wiss. Zool. Vol. 53.
- †1892. THÉLOHAN: Note sur le Glugea microspora. in: C. R. soc. Biol. (9) T. 4.
1893. BRAUN: II. Bericht über tierische Parasiten. in: Zentralbl. Bakt. Vol. 13.
1894. SCHEWIAKOFF: Über einige ekto- und endoparasitische Protozoen der Cyklopiden. in: Bull. Soc. Natral. Moscou, Année 1893 Vol. 7.
1895. PFEIFFER, L.: Die Protozoen als Krankheitserreger, Nachträge, Jena.
1895. THÉLOHAN: Recherches sur les Myxosporidies. in: Bull. sc. France Belg. Vol. 26.
1896. COHN, L.: Über die Myxosporidien von *Esox lucius* und *Perca fluviatilis*. in: Zool. Jahrb. Anat. Vol. 9.
1898. DOPLEIN: Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. III. Über Myxosporidien. in: Zool. Jahrb. Anat. Vol. 11.
1899. HAGENMÜLLER: Sur une nouvelle Myxosporidie, *Nosema Stephani*, parasite du Flesus passer Moréau. in: C. R. Acad. Sc. Paris Vol. 129.
- 1899 a. HERTWIG, R.: Über Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von Actinosphaerium Eichelhorii. in: Abh. Akad. München 19. Bd.
- †1899 b. —: Was veranlaßt die Befruchtung der Protozoen? in: Sitz.-Ber. Ges. Morph. Phys. München 15. Bd.
1899. LABÉ: Sporozoa. in: Tierreich, Liefg. 5, Berlin.
1900. LÉCHE: Ergebnisse der neueren Sporozoenforschung, Jena. (Erweiterter Abdruck eines Referates in: Zentralbl. Bakt. Vol. 27 u. 28 Abt. 1 1900.)
1900. MAZEK: Sporozoenstudien. II. *Glugea lophii* DOPLEIN. in: Sitz.-Ber. 66hm. Ges. Wiss. math.-naturw. Kl. Jahrg. 1899.
1900. SCHAUDINN: Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. in: Zool. Jahrb. Anat. Vol. 13.
1901. STEMPELL: Zur Entwicklung von *Plistophora mülleri* (*L. Pfr.*) (vorläufige Mitteilung). in: Zool. Anz. Vol. 24.

1901. VANEY et COSTE: Sur une nouvelle Microsporidie, *Pleistophora mirandellae*, parasite de l'ovaire d'*Alburnus mirandella* BLANCH. in: C. B. Acad. Sc. Paris Vol. 133.
- 1902 a. GIEMSA: Färbemethoden für Malaria Parasiten (vorläufige Mitteilung). in: Centralbl. Bakt. Vol. 31 Aht. 1.
- 1902 b. —: Färbemethoden für Malaria Parasiten. in: Zentralbl. Bakt. Vol. 32 Aht. 1.
1902. HERTWIG, R.: Die Protozoen und die Zelltheorie. in: Arch. Protistenk. Bd. 1.
1902. STEMPPELL: Über *Thélohania mülleri* (L. Pfr.). in: Zool. Jahrb. Anat. Vol. 16.
1903. DZIEWECKI: Über vegetative Vorgänge im Kern und Plasma der Gregarinen des Regenwurmholens. in: Arch. Protistenk. Bd. 3.
- 1903 a. SCHAUDINN: Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden (vorläufige Mitteilung). in: Arb. Kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 19.
- 1903 b. —: Beiträge zur Kenntnis der Bakterien und verwandter Organismen. II. *Bacillus sporonema* n. sp. in: Arch. Protistenk. Bd. 2.
1903. STEMPPELL: Über die Fortpflanzung der Protozoen. in: Mitteil. naturw. Ver. f. Neuvorpommern u. Rügen. 34. Jahrg.
1904. —: Über die Entwicklung von *Nosema anomalum* MOZ. (vorläufige Mitteilung). in: Zool. Anz. Vol. 27.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I—III.

NB. Alle Figuren beziehen sich auf *Nosema anomalum* MOZ.

Durchgehende Abkürzungen.

Eingeklammerte Zahlen bedeuten die Nummern der im Text beschriebenen 5 Hauptfälle, also:

- (1) = Fall 1; Parasiten der Haut von *Gobius minutus* L.
 (2) = Fall 2; Parasiten der Haut von *Gasterosteus aculeatus* L.
 (3) = Fall 3; Parasiten in der Haut, am Ovarium, Peritoneum und Darmkanal von *Gasterosteus aculeatus* L.
 (4) = Fall 4; Große Zyste der Darmwand von *Gasterosteus aculeatus* L.
 (5) = Fall 5; Parasiten der Ovarialeier von *Gasterosteus aculeatus* L.

D.-A. Deckglasaustrichpräparat.

E.-H. Eisenhämatoxylinfärbung.

F. Formolkonservierung.

G. GIEMSA'sche Färbung.

H. Färbung mit DELAFIELD'schem Hämatoxylin.

R.-Z. Färbung nach ROMANOWSKY-ZIEMANN.

S.-A. Konservierung mit heißem Sublimatalkohol (SCHAUDINN).

Schn. Schnitt.

Vergr. Vergrößerung.

Photographien.

NB. Dieselben wurden nicht retuschiert. Zu den mikrophotographischen Aufnahmen wurden ZEISS'sche Objektive und Okulare benutzt.

Fig. 1. Schnitt durch eine Parasitenmasse, welche noch einen protoplasmatischen Wandbelag (*p. w.*) und Protoplasmastränge mit vegetativen Kernen enthält.

Im protoplasmatischen Wandbelag und in den angeschnittenen Knotenpunkten der Protoplasmastränge liegen anormal abgelagerte Zystensubstanzmassen (*cy m*). *cy* Eigenzyste; *w cy* bindegewebige Wirtszyste. (1) S.-A. H. G. Apochr. Obj. 8 mm Proj. Ok. 2. Vergr. 90:1.

Fig. 2. Schnitt durch die Wandregion derselben Parasitenmasse mit protoplasmatischem Wandbelag, vegetativen Kernen (*k*), Eigenzyste (*cy*), Mißbildungen derselben (*cy m*) und bindegewebiger Wirtszyste (*w cy*). (1) S.-A. H. G. Apochr. Öl-Imm. 2 mm Proj. Ok. 2. Vergr. 500:1.

Fig. 3. Schnitt durch eine Parasitenmasse, deren Eigenzyste in Auflösung begriffen ist (*cy*). Sie liegt inmitten von fünf anderen noch deutliche Eigenzysten besitzenden Parasitenmassen. In diesen Zystenperlen (*cy p*). (3) F. H. Mikroplanare Serie Ia Nr. 1; 20 mm. Vergr. 38:1.

Fig. 4. Schnitt durch die Randpartien zweier großen Parasitenmassen, deren eine (*y*) noch eine Eigenzyste (*cy*) besitzt, während bei der anderen (*x*) die Eigenzyste aufgelöst ist, und die sekundären Protoplasmakörper (*pk*) teilweise in das Bindegewebe des Wirtskörpers ausgewandert sind. In der Randregion dieser Parasitenmasse finden sich auch unregelmäßige Ablagerungen von Zystensubstanz (*cy m*). (3) F. H. Apochr. Obj. 8 mm, Proj. Ok. 4. Vergr. 150:1.

Fig. 5. Schnitt durch die Wandregion einer Parasitenmasse ohne Eigenzyste. (das auch in Fig. 11 dargestellte Exemplar). Ein protoplasmatischer Wandbelag fehlt, und man sieht nur noch Reste der Eigenzystensubstanz (*cy*). *w cy*: bindegewebige Wirtszyste. (4) S.-A. II. Apochr. Öl-Imm. 2 mm, Proj. Ok. 2. Vergr. 500:1.

Fig. 6 u. 7. Stück eines Schnittes durch den Inhalt derselben Parasitenmasse in einiger Entfernung von der Peripherie: Gruppe von sekundären Protoplasmakörpern inmitten reifer Sporenmassen. (4) S.-A. H. G. Fig. 6: Apochr. Obj. 8 mm, Proj. Ok. 4. Vergr. 250:1. Fig. 7: Apochr. Öl-Imm. 2 mm, Proj. Ok. 2. Vergr. 770:1.

Fig. 8. Sekundärer, noch sporenfreier Protoplasmakörper und isolierte ein- und zweikernige Sporen. (5) D.-A. S.-A. H. Apochr. Öl-Imm. 2 mm, Proj. Ok. 4. Vergr. 1000:1.

Fig. 9. Sekundärer, sporenhaltiger Protoplasmakörper (*k* = vegetativer Kern) und isolierte ein- und zweikernige Sporen. (5) D.-A. S.-A. H. Apochr. Öl-Imm. 2 mm, Proj. Ok. 4. Vergr. 1500:1.

Fig. 10. *Gasterosteus aculeatus* L., welcher stark mit *Nosema anomalum* Mosz. infiziert ist. (3) F. Gozz' Doppelanastigmat F: 6.8. Vergr. 1:1.

Fig. 11. Schnitt durch eine zystenlose Parasitenmasse. *w cy*: bindegewebige Wirtszyste, *cy*: geringfügige Reste der aufgelösten Eigenzyste. (4) S.-A. II. Mikroplanare Serie Ia Nr. 1, 20 mm. Vergr. 30:1.

Zeichnungen.

NB. Dieselben sind mit Ausnahme des Schemas, Fig. 147, meist mit Hilfe des Annaschen Zeichenapparates sämtlich unter Benutzung der Zeuss'schen Apochromat-Ölimmersion von 2 mm Brennw. (num. Ap. 1.30) und des Kompensationsokulars 18 in einer objektiven 2200fachen Vergrößerung dargestellt.¹⁾ Zeichnungen von Dauerpräparaten sind in denselben Farben wiedergegeben, mit denen die Originalpräparate gefärbt waren.

¹⁾ Die Fig. 5 - 109 meiner Arbeit über *Thelohania mülleri* sind, wie ich hier berichtend bemerke, zwar bei 225facher Vergrößerung gezeichnet, aber nur in einer objektiven ca. 1000fachen Vergrößerung wiedergegeben (cf. 1902 S. 270).

Fig. 12—29 beziehen sich auf Fall 1. S.-A. Schn. H. G.

Fig. 12. Unregelmäßig abgelagerte Zystensubstanz inmitten des Protoplasmas einer größeren Parasitenmasse.

Fig. 13. Vegetative Kerne einer kleinen Parasitenmasse.

Fig. 14. Vegetative Kerne auf drei verschiedenen Entwicklungsstadien aus einer kleineren Parasitenmasse.

Fig. 15 u. 16. Teilungsstadien der Sporonten aus dem protoplasmatischen Wandbelag einer größeren Parasitenmasse.

Fig. 17—20. Dieselben aus dem zentralen Hohlraum.

Fig. 21—23. Schnitte durch den protoplasmatischen Wandbelag einer größeren Parasitenmasse mit Eigenzyste (*cy*), Mißbildungen derselben (*cym*), vegetativen Kernen (*k*), Sporonten auf verschiedenen Entwicklungsstadien (*sp*) und Sporen.

Fig. 24—28. Zerfallstadien der vegetativen Kerne aus derselben Parasitenmasse.

Fig. 29. In Sporonten zerfallener Protoplasmastrang derselben Parasitenmasse mit anliegenden großen Kernresten (*k*).

Fig. 30—34 beziehen sich auf Fall 3. F. Schn. H.

Fig. 30. Jugendliche Parasitenmasse (etwas geschrumpft) ohne Sporonten- und Sporenbildung. *cy*: Eigenzyste.

Fig. 31 n. 32. Schnitte durch den protoplasmatischen Wandbelag einer etwas älteren Parasitenmasse mit Eigenzyste (*cy*) und vegetativen Kernen (*k*).

Fig. 33. Schnitt durch den protoplasmatischen Wandbelag einer sehr alten Parasitenmasse mit Eigenzyste (*cy*), aber ohne vegetative Kerne.

Fig. 34. Ein kleines Exemplar der in Fig. 4 dargestellten sekundären sporenhaltigen Protoplastmakörper.

Fig. 35—103 beziehen sich auf Fall 4. S.-A. Aus Schnitten sind entnommen die Fig. 35—48, 98, 99, 102, 103, die übrigen aus Deckglasausstrichpräparaten.

Gefärbt mit H. sind 35—38, 65—70, 72—74, 80—88, 90, 92—96, 101, 102.

Gefärbt mit H. und G. sind 39—48, 89, 97—99, 103.

Gefärbt mit R.-Z. sind 49—64, 71, 75—79.

Gefärbt mit E.-H. sind 91, 100.

Fig. 35. Sekundärer Protoplastmakörper (einer Parasitenmasse ohne Eigenzyste) (cf. Fig. 6, 7 u. 11) mit Chromidialnetz.

Fig. 36 u. 37. Sekundäre Protoplastmakörper derselben Parasitenmasse mit sich neubildenden vegetativen Kernen.

Fig. 38—48. Dieselben mit verschiedenen Kernformen.

Fig. 49—55. Sekundäre Protoplastmakörper mit einzelnen oder zahlreichen Sporen und mannigfaltiger Anordnung der vegetativen Kernsubstanz.

Fig. 56 u. 57. Sporonten in Teilung.

Fig. 58—63. Protoplastmakörper mit unregelmäßig angeordneter Kernsubstanz (cf. Fig. 55).

Fig. 64—103. Sporen auf verschiedenen Entwicklungsstadien.

Fig. 104—129 beziehen sich auf Fall 5. S.-A. D.-A.

Gefärbt mit H. sind 104—116, 120—122, 124, 126, 129.

Gefärbt mit G. sind 117—119, 123, 125, 127, 128.

Fig. 104—108. Sekundäre, sporenfreie Protoplastmakörper.

Fig. 109—114. Dieselben mit beginnender und vollendeter Sporonten- und Sporenbildung.

Fig. 115—120. Sporonten in verschiedenen Teilungsstadien.

Fig. 121—129. Sporen in verschiedenen Entwicklungsstadien.

Fig. 130 u. 131. Reife, vierkernige Sporen des Falles 2.

Fig. 132—134. Reife Sporen (4) nach dem Leben.

Fig. 135 u. 136. Dieselben (5).

Fig. 137 u. 138. Unreife Sporen (5) nach dem Leben.

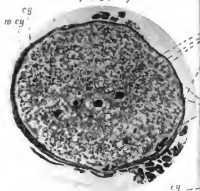
Fig. 139. Reife Spore (3) F. in Wasser.

Fig. 140. Reife Spore (3) nach längerem Liegen in F. und Alkohol; in Wasser.

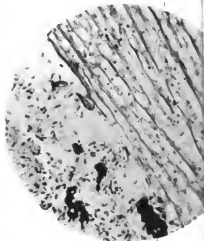
Fig. 141—146. Reife Sporen mit ganz oder teilweise angeschnittenen Polfäden nach Behandlung mit Jodwasser (4).

Fig. 147. Vermutliches Schema einer reifen Spore. Protoplasma rot, Kerne dunkelblau, Sporenhülle hellblau. Vergr. 7000:1.

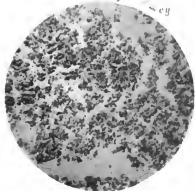
3 (90 I)



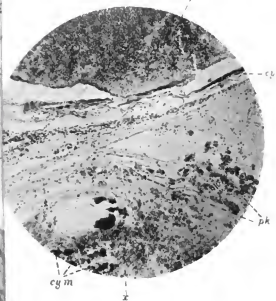
5 (500 I)



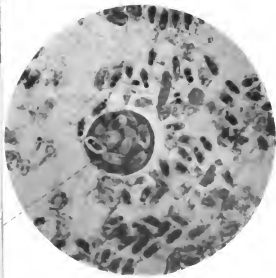
6 (250 I)



4 (150:1)



9 (1500 I)



10-11.



15



k

16.



21. cy

17.



18.



19.

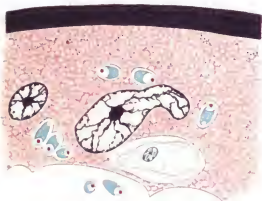


20.



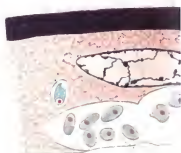
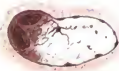
cy

n cy.



sp

24.



sp

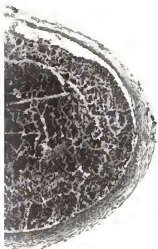
25



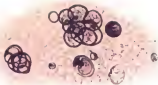
26



11 (30 1).



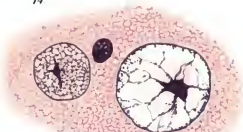
12



13

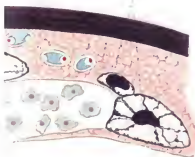


14



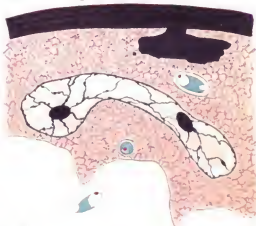
22

k



23

cy k cy m



27

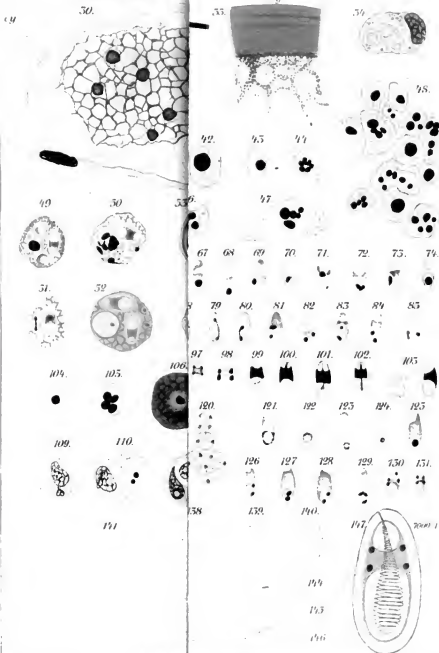


28



29





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [4 1904](#)

Autor(en)/Author(s): Stempel Walter

Artikel/Article: [Über Nosema anomalum Monz. 1-42](#)