Nachdruck verboten. Übersetzungsrecht vorbehalten.

Über Nosema anomalum Monz.

Von

Dr. W. Stempell, Privatdozent in Greifswald.

(Hierzu Tafel I-III.)

Einleitung.

Die von mir an Thélohania, mälleri (L. Pfr.) (1901 n. 1902) angestellten Untersuchungen hatten ergeben, daß die Entwicklung dieser Mikrosporidie inmerhalb 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 Neninfektion anderer Wirtsteine ermöglicht.

Es lag nan nahe, zu untersuchen, ob nicht auch bei der Gattung Nosema, welche in vieler Hinsicht von Thélohania abweicht, ein ähnlicher Dimorphismus vorkommt. Diese und maucherlei auderer ungelöste Fragen bestimmtor mich, eine Spezies der Gattung Nosema genauer zu unterauchen. Nach mehreren vergeblichen Versuchen, brauchbares Material der typischen Spezies Nosema a bonby cit SAzoeria zu erhalten, entschied ich mich für Nosema a unomal um Mosz, da mit hiervon leidlich genügendes Material in der Ungebung von Gerifswald zu Gebote stand. Die übernschenden Ergebnisse dieser Untersuchung, über welche ich bereits in einer vorlaufgen Mittellung (1904 S. 2023–203), kurz berichtet habe, zeigen, daß die genannte Spezies einen viel komplizierteren Entwicklungsaug durchmacht, als Trächouxs (1898) annahm. Diese Ergebnisse besitzen auch im übrigen genügend allgemein zytologisches Luterses. um ihre Veröffentlichung trotz der vielen Lücken, die sie noch aufweisen, gerechtfertigt erscheinen zu lassen.

Hinsichtlich der Nomenklatur der vorliegenden Spezies verweise ich anf Launs (1899 S. 105 ¹)); 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 Unterhantbiudegewebe, sondern auch am Ovarium, Peritonenm und Darmkanal saßen. Leider war dieses schon vor mehreren Jahren gefangene Exemplar nur ungenügend, nämlich mit 4 proz. Formollösung konserviert; doch hat es mir trotzdem gute Dieuste 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 gesesseu hatten und ebenfalls aus Eldena stammten, sowie einige kleine, in der Haut von Gobins minutus L. (gefaugen im Greifswalder Bodden im Juni hei Wampen) sitzende Zysten. Endlich war der Assistent am hiesigen zoologischen Institut, Herr Dr. L. Cons., so liebenswürdig, mir einige von ihm gefundene, zum Teil mit Nosema anomalum infizierte Ovarialeier von Gasterostens aculeatus zu überlassen. Den genannten Herren spreche ich auch au dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ans.

Vier der mitgeteilten Hauptfälle (Hautzysten, Darmaysten, Orarialeterinfektion von Gasterostens aculeatns und Hautzysten von Gobins minutus) wiesen nam bei der Untersuchung so viele Verschiedenheiten auf, daß ich zumächst im Zweifel darüber war, ob die Parasiten dieser Fälle behraupt zu einer und derselben Art ge-

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

hörten, erst die nähere Untersuchung des erwähnten sehr stark införerten Stichlings erhabter, alle diese verschiedenen Formen als Entwicklungsstadien ein und derselben Spezies zu erkennen. Immerhän bleben zwischen den in verschiedenen Wirten gefundenen Parasitenforme noch einzeine Unterschiede bestehen, welche zum Teil vielleicht auf Rechnung der verschiedenen Konservierungsmethoden zu schieben sind, zum Teil aber attn. sicherlich auf der Verschiedenheit der Lebensbedingungen beruhen und nicht gut nnerwähnt bleiben können. Ans diesem Grunde werde ich in der nachfolgenden Darstellung die genannten 5 Hauptfälle gesudert beschreiben und erst aus Schluß eine kurze, alles Wichtige zusammenfassende Übersicht geben.

Die augewandten Untersnchungsmethoden waren im wesentlichen dieselben, die ich in meiner Arbeit über Thélohania mülleri (1902 S. 236-241) angegeben habe.1) Ich bemerke nur folgendes dazu. Da Nosema anomalum meist große, einheitliche Protoplasmakörper hildet, welche sich nicht gut in toto lebend bei starker Vergrößerung untersuchen lassen, so mußte ich mich am lebenden Material auf die Herstellung von Zupf- 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 (1 proz.) angewendet. Die Romanowsky-Ziemann'sche Kernfärbungsmethode, welche sowohl

⁴) Ich benutze diese Gelegenheit, nm einen dort leider stehen gebliebenen Druckfeher zu berichtigen. Auf 8, 233, zweite Zeile von unten muß es statt einer 1 proz. wässrigen Lösung von Eosin" heißen: "einer 0.1 proz. wässrigen Lösung von Eosin".

in ihrer ursprünglichen Form wie auch in einigen neueren Modifikationen (besonders der von GIEMSA 1902 a S. 429, 430, 1902 h 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 Kerusubstanzen 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-Mischnng nach GLEMSA nachzufärben. Ein sehr gutes Kernfärbemittel für die reifen Sporen gibt auch 1 proz. wässerige 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, anch 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 Geschenen zu geben, labe ich alle Formen, bei denen est nunlich war, nükrophotographinet. Die führigen Figuren warden meist mittels des Auwischen Zeichenapparates sämtlich unter Benutzung der Zzusöschen Apochrmat-Ollmaner-sion (Brenuw 2 mm, num. Apert. 1,30) und des Kompensationskuhars 18 in 2200 facher Vergrößerung hergestellt. Es gelangten bei Zeichnungen von Danepräparaten im allgemeinen dieselben Farben zur Anwendung, mit denen die Originalpräparate gefürbt waren. Das Schema Fig. 147 ist eine freie Rekonstruktion.

Spezielle Beschreibung.

Das makroskopische Aussehen der durch Nosema an om alum verursachten, weißgefärbten Tumoren, weiche zuerst von Gators. (1838 S. 771-782, Fig. 1, 2; 1841 S. 202-204 Fig. 4a-c) beschrieben wurden, ist bereits von so vielen Beobachtern (cf. aufer Gator 1, c. Thelohan 1895 S. 318 L. Pretreers 1895 S. 43 n. a) genauer geschildert worden, daß ich mich begnügen kann, hiertma auf die in Fig. 10 wiedergegebene Abbildung eines stark infizierten Gasterosteus aculeattus hinzuweisen. Die kleinen schwarzen Flecke, welche man auf den weßlichen Tumoren sieht, sind die Figmentzellen des Unterhantbindegewebes, welche sich bei Hantzysten häufig in der bindegewebigen Umbillang der Parasitenmassen finden. Ich wende mich nunmehr der speziellen Besprechung der einzelnen Fälle zu.

Fall 1. Parasiten der Haut von Gobins minutns L. (Fig. 1, 2, 12–29.)

Im Unterhautbindegewebe eines Gobins minutus L., der Spezies, bei welcher auch Hznszurz einnam 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 anßerden drei kleinere, etwa 0.1 mm größe Zysten.

Jede dieser Zysten zeigt bereits eine von der Parasiteumasse ausgeschiedene Eigenzyste (Fig. 1, 2cy), welche außen von einer durch den Wirtskörper gebildeten, sicher bindegewebigen Hülle bedeckt ist (Fig. 1, 2 wey). 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 GIEMSA'schen Mischung meistens stark dunkelblan 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 Zystensubstanz ihre Herkunft deutlich demonstrieren. Man findet nämlich einmal an vielen Stellen Fortsätze der peripheren Zystensubstanz (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 cg m).

5

12

¹) Ähnliche Milböldungen der Zystensubstauz scheinen auch bei manchen phänozysten Myxosporidien vorzukommen (ef. darüber Thelohan 1895 S. 237 und Cohn 1896 S. 202 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, znweilen 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 auomalum 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 ektoplasmatischen Substanz erwarten dürfte. Allerdings fehlt in der äußeren Schicht des eigentlichen Protoplasmas jede Spur einer ektoplasmatischen Differenzierung; aber müssen denn derartige enzystierte Protoplasmakörper überhaupt eine ektoplasmatische Anßenschicht 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 Hohlranm 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 erfällt. 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 zanächst die Kerne anbelangt, welche ich zum Unterschied von den Kernen der Sporouten als vegetative Kerne bezeichnen will, so zeigen dieselben in den verschiedenen Zysten ein recht verschiedenes Aussehen. In der einen kleineren, etwa 120 μ im Durchmesser messenden Zyste finden sich kleine, etwa 3 µ 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 vereinzelten derartigen Kernen noch andere, größere und ganz große, 10 µ und mehr im Durchmesser messende Kerne, welche sich von den kleinen Keruen auch noch durch eine größere Auflockerung der färbbaren Kernbestandteile unterscheiden (Fig. 14). Letztere sind teils an der Kernmembrau, teils an einem im Iunern der Kerne ausgespannten, grobmaschigen Netzwerk von Fäden angeordnet, teils bilden sie auch im Zentrum der Kerne eine größere, kompakte Masse (Fig. 14). Derartige kollossale Kerne finden sich nun in der einen kleineren und der einen großen Zyste ausschließlich; sie sind wohl iedenfalls 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 scheint 1). Diese vegetativen Kerne zeigen besonders in der großen

1) KOBOTNEFF (1892) hat im Protoplasma der von ihm nuter dem Namen Myxosporidium bryozoïdes beschriebenen Mikrosporidie große, bläschenförmige, sich unregelmäßig teilende Kerne gefunden, welche - nach den Abbildungen KOROTNEFY'S ZU schließen - vollkommen mit den oben geschilderten vegetativen Kernen von Nosema anomalnm übereinstimmen und auch das mit ihnen gemeinsam haben, daß sie nach Beendigung der Sporenhildung zugrunde gehen. Man darf wohl darans sehließen, daß Ковоткегт hier ganz analoge Gehilde vor sich gehabt hat. Nach KOROTNEFF sollen sie direkt aus dem Kern des von dem Parasiten hefallenen Spermatohlasten der Aleyonella fungosa hervorgeben. Um die Tatsache zu erklären, daß sie zusammen mit den von ihm als Parasitenkerue aufgefaßten Gebilden in einer einheitlichen Protoplasmamasse liegen, uimmt Konor-NEFF an, daß die Protoplasmamassen des Parasiten und der Wirtszelle sich schon beim Eindringen des ersteren vollkommen mischen. Eine derartige Aunahme scheint mir indessen mit unseren sonstigen Vorstellnugen über das lehende Protoplasma vollkommen nuvereinbar (cf. anch Baaux 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 gewöhut, die Mikrosporidien als Zellschmarotzer anfznfassen, 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 surjeht außer der Einheitlichkeit des Protoplasmas und der nahen Beziehung, in der jene Kerne angenscheinlich zur Sporontenhildung stehen, sowohl das Aussehen der bei Fall 3 uoch zu beschreihenden jnugen 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 µ 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 lauge, oft rosenkranzförmige und verzweigte Gebilde, welche die wandständige Protoplasmamasse 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 anch ans den vegetativen Kernen die Kerne der Sporonten. Ehe wir aber deren Bildung und Weiterentwicklung genauer verfolgen, wollen wir noch einen Blick anf 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 Dopnelfärbung mit Hämatoxylin und dem Gressa'schen Gemisch nicht eine schwarzblane 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, tadellos 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 nnr 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 Infüsorien-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 anffallend großblasiges Aussehen zeigt. Wenn das vegetative Protoplasma zum allergrößten Teil zur Bildnng von Sporonten aufgebrancht ist, und wegen der fortdauernd starken Vermehrnng 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, soudern an ihrer Stelle eine Unmenge kleiner und kleinster Körnchen, welche bei Färbung mit dem GLEMSA'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, weun 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 Besprechnug der anderen Fälle dargelegt werden.

Wir wenden uns nun zu der Entstehung der Sporouten und

*) Cf. darüber HERTWIG (1992) und SCHAUDINN (1993 a. 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, enzystierten Protoplasmakörpern zu tun hahen, 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 Karvosom aufzufassende Anhäufung von chromatischer Substanz erkennen, welche für die vegetativen Kerne so charakteristisch ist. Vielmehr färben sich diese jungen Sporonteukerne 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 karvosomartige Körper bei der Bildung der Sporontenkerne ausgestoßen oder aufgelöst wird, resp. in einem Teile des vegetativen Sporontenmutterkerus zurückbleibt. Die Ausstoßung resp. das Zurückbleiben in der vegetativen Kernmasse würde durch den in Fig. 22 dargestellten Fall illustriert. wo ein - hier hereits in Teilstücke zerfallener - Sporout 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 Karvosom finden sich ziemlich häufig im Protoplasma, Andere Bilder sprechen wieder mehr für eine Auflösung, resp. Umgestaltung des Karvosoms. Man hat bei der Betrachtung vieler Stellen den Eindruck, als ob die vegetativen Kerne sich geradezu in Sporonten umwandelten, wobei der karvosomartige Körper und die anderen stark färbbaren Körnchen am Aufbau des Sporontenkerns mehr oder minder direkt beteiligt sind. Die Herkunft des Sporonteuplasmas ist dabei schwer zu ermitteln; doch ist ja bei dem jetzigen Stande der Protozenforschung 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 entlaltenden Hohlräume oft als direkte Fortsetzungen der vegetativen Kerne erscheinen (cf. Füg. 22), und anch 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 Höblung liegt. Ich kann nicht annehmen, daß diese Bilder lediglich auf Schrumpfungserscheinungen beruhen, sondern glaube, daß sie im großen und ganzen dem natürlichen Verhalten entsprechen. Wenigstens ist nur so zuerklären, 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 aufnehmende Hohlraum dadurch zustande kommt, daß die verschiedenen kleinen, die einzelnen Sporonten und deren Abkömmlinge umgebenden Hohlräume allmählich zusammenfließen und an Stellen lebbafter Sporenbildung bald größere, sporenerfüllte Ränme bilden, zwischen deuen anfänglich noch die beschriebenen Protoplasmastränge verbleiben, nm schließlich gleichfalls zu verschwinden, da auch in ihnen zuletzt kleine Sporouten entstehen (s. u.). Da nun bei den meist hartschaligen, im zentralen Hohlraum liegenden Sporen Schrumpfungserscheinungen so gut wie ausgeschlossen sind, muß also hier tatsächlich der in den Präparaten sichtbare, die Sporen umgebeude 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 Annabme, welche noch dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, daß das Sporontenprotoplasma auch in den fast reifen, schon von einer Eigenhälle 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 Thelohania mülleri (cf. meine Arbeit darüber 1902 S. 250 ff.): sie besteht im wesentlichen darin, daß der Sporont durch snkzessive 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 Sporouten hervorgehenden Sporeu 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 znfällig während der Manipulation des Schneidens dorthin gelangt sind, beweist recht deutlich der helle Hof, von welchem sie regelmäßig umgeben sind, and welcher nichts anderes ist als die dicke Sporenhülle, die bei frei in Kauadabalsam liegenden Sporeu infolge ihres Lichtberechnungsvermögens fast ganz unsichtbar wird. Bei den sukzessiven Zweiteilungen, durch welche immer kleinere Teilstücke aus den Sporonten entstehen, findet znnächst eine typische direkte Kernteilung statt (Fig. 19, 20), und darauf teilt sich das Protoplasma. Die Teilungen sind bei den Sporontenabkömmlingen einer Gruppe im ällgemeinen synchron, doch kommen anch 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 nuregelmäßig 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 Sporeumassen. 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 THELOHAN (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 anfgebrauchte Reste von vegetativen Kernen, welche den Sporontenreihen ankleben und in meinen Präparaten stets blan gefärbt waren (Fig. 29 k). Ähnliche Kernreste finden sich auch in dem zentralen Hohlranm freischwimmend oder den Sporontenballen anklehend. 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 Hohlranm gelangenden Sporen soll erst bei der Besprechung von Fall 4 genauer geschildert werden. Bei den Gobiusparasiten hatten in der die vegetativen Kerne enthaltenden Parasitenmasse nur sehr wenige Sporen ihre volle Reife erlangt. Diese anch 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 Laugsamkeit, 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 nnr wenige Exemplare wiesen 2, 3 oder 4 Kerne auf. Die Sporen der anderen großen Zyste waren meist 4 kernig. Meist ließen die Sporen dentlich 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 audere Unregelmäßigkeiten entstehen. Da diese Anomalien den vou mir bei Th. mülleri (1902 S. 256, 257, Fig. 91-100) beschriebenen Sporenmonstrositäten äußerst ähnlich sind, so kaun ich hier anf eine detaillierte Beschreibung verzichten. Schließlich sei noch bemerkt, daß in den jungen Zysten häufig schon eine lebhafte Sporonten- und Sporenbildung im Gange ist, ehe die kompakten vegetativen Kerne sich durch Flüssigkeitsaufnahme erheblich vergrößert haben. So befanden sich in einer kleinen (ca. 120 µ größen) Zyste, deren Protoplasma noch ausschließlich kleine kompakte Kerne enhielt, schon zahlreiche Sporonten und Sporen, wälternd eine andere, dicht daneben liegende, nur wenig größere Zyste erst sehr wenige Sporonten und Sporen, dagegen in ihrem sie noch fast ganz erfällenden Protoplasma sehr zahlreiche, größe vegetative Kerne besaß. Im altgemeinen dürften derartige Verschiedenheiten durch Unterschiede der äußeren Existenzverhältnisse bedingt zein.

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 angelagerten 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 Gobinsparasiten; die eine derselben enthält indessen nur sehr wenige Sporen auf niederen Entwicklungsstadien. Im Protoplasma liegen sehr zahlreiche große vegetative Kerne von genau demselben Aussehen wie bei den Gobiusparasiten. Die größte Zyste enthält einen nur sehr geringfügigen protoplasmatischen Wandbelag, in dem sich noch an vereinzelten Stellen große vegetative Kerne finden; der Zystenhohlraum ist von reifen Sporen erfüllt. Hier und da findet man in den reifen Sporenmassen an gefärbten Schuitten 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 GIEMSAschen Gemisch sehr gut gelang (Fig. 130, 131); doch scheinen auch 2-, 3- und - in wenigen Ausnahmenfällen - 5kernige Sporen vorzukommen. Die Lagerung der Sporenkerne ist nicht so regelmäßig

COMPLETE GOOD

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

Fall 3. Parasiten in der Haut, am Ovarium, Peritoneum und Darmkanal von Gasterosteus aculeatns 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 zn 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 Unterhauthindegewehe 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 nnregelmäßig gestaltet waren. In ihrer Gesamtheit bildeten die Zysten gewissermaßen eine Brücke zwischen Darmkanal und Hant 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 Tuétonas (1885 S. 139) für möglich hält oder am Darmkanal ihren Aufang genommen hat, doch dürfte das letztere nach allem, was wir von anderen Mikrosporidien nud den phänozysten Myxosporidien wissen, viel wahrscheinlicher sein als das erstere, wenn auch die Tatsache, daß die größeren und älteren Zysten in der Hant 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 änßere Peritonealhülle des Darmrohres getreten sind, wo sie als kleine weiße Buckel schou makroskopisch bemerkt werden können

Leider habe ich nicht allzn 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 herans, 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 Hanpttnmors (Fig. 30). Es ist etwa 22 µ groß und betitzt 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; av 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 Bindegewebshälle 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 dentliche Bindegevelssikulle fehlt auch noch den etwass größeren. 50 µ und mehr im Durchmesser messenden Paravisenmassen, die man ziemlich hänfig unter dem Peritonealüberzage des Daraukanals findet. Diese Formen zeigen bereits die Anfänge der Styorenbildung. In ihnen findet man besonders dann, wem sich bereits ein zentrales. Syorenten und Sporen enthaltendes Lamen ansgebilder hat, in dem protoplasmasträngen die schon bei Fall 1 näher beschriebenen, großen vegetativen Kenne. Dieselben liegen anch hier

¹) Dieselbe f\u00e4rbt sich auch bei den j\u00fcngsten Stadien mit dem GIEMSA'schen Gemisch lebhaft violettrot und erleichtert sehr die Auffindung derselben.

Second Charles

hauntsächlich 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 Gobiusparasiten, 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 Kerngerüstes enger erscheinen. Auch finden sich nicht so zahlreiche kleine und kleinste färbbare Körnchen an den Strängen dieses Mascheuwerkes wie bei den Gobiusparasiten, sondern die färbbare Snbstanz 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 Gobinsparasiten (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 mau nicht wissen kann, wie viel davon auf Reconung der verschiedenen Konservierung und der Färbung zu schieben ist. Sebr häufig zeigen die vegetativen Kerne der kleinen und mittleren Zysten die Tendenz, sich unter gleichzeitiger Verschmälerung stark in die Länge zu zieben 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 beschriebeuen Zysten gleicher Größe. Gerade im vorliegenden Fall, wo die vegetativen Kerne durch ihren Habitus und ihr färberisches Verbalten 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 nnd erst später Protoplasmateilung einzutreten.

Die Mehrzahl der größeren und ganz großen Zysten gehört demselben Typus an wie die der vegetativen Kerne eutbehrenden Zysten der Fälle 1 und 2: man kann bei ihneu in dem relativ schnalen protoplasmatischen Wandbelag innerhalb der off 7μ dicken Eigenzyste keine Spar von vegetativen Kernen nachweisen, doch findet sich in diesem Protoplasma und seinen zwischen die Sporenmassen eindringenden Ausläufern immer eine Uumenge kleiner und kleinster Körnchen, die sich mit Häunatoxylin lebhaft färben und häufig deutliche Netzwerke bilden. Am dichtesten liegen diese Körnchen gewöhnlich in der unnitteharen Nähe der Zystenwand (cf. Fig. 33). Sehr häufig sind in den protoplasmatischen Wannbelag außerdem zahlreiche Körnchen eines geblen Pigments eingelagert, welche die kleinen färbbaren Körner verdecken und

Archiv für Protistenkunde. Bd. 1V.

deren Nachweis erschweren. Im Innern der Parasitenmasse, oftmitten 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 verstrent (Fig. 4 cu m) oder umgekehrt im Zentrum derselben in großer Menge angehäuft sind. Derartige Zystenmassen schließen znweilen 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 geschenen Formen keine kompakten Kerne, sondern bereits immer große vegetative Kerne in so reichlicher Menge, daß sie fast ganz ans 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 Zystensnbstanz finden sich nun an einigen größeren, reifen Zysten noch andere, welche auf einer Auflösung der Eigenzystensubstanz durch die Parasitenmasse selbst bernhen. 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 nmgewandelt wird, welche sich, wie es scheint, langsam im Protoplasma auflöst (Fig. 3 cy). Die dabei entstehenden Körnchenmassen lassen sich nicht ent von den schon erwähnten Massen stark färbharer 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. Sicheres dürfte aber

Constant (Collegelle)

in dieser Hinsicht nicht leicht festzustellen sein. In einer derienigen 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 scheiut 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 verschenen zu gleichen scheinen: in anderen dagegen ist das Protoplasma deutlich in zahlreiche kleine, wenn auch noch zusammenliegende Teilstücke zerfallen, in deuen 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 ans diesen verschiedenen Vorkommnissen, daß die Protoplasmamasse des Parasiten, welche mit ihrer Eigenzyste ihren Halt und festen Zusammenhang eingebüßt hat, spontan in einzelue Teilstücke zerfällt. In diesen Teilstücken bilden sich darauf nicht nur neue vegetative Kerue, 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 genügender Sicherheit ermitteln; sie sollen daher an Hand des besser konservierten Materials der Fälle 4 nnd 5 geuauer 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 Parasiteumasse liegeu, sondern auch in das umgebende Bindegewebe des Wirtskörpers eingewandert sind und sich hier unter Bildung kngeliger 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 8, 324, 325) vor uns, iudem 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 anch zuweilen in normalen, enzystierten 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 au einer Stelle des Wirtskörpers einander dicht angelagert findet, und zwar liegen einer größeren fast immer mehrere kleinere an (cf. auch Thélonan 1895 S. 318). Es îst ja möglich, daß unter Umständen einmal zystenlose, ausgewanderte Protoplasmakörper wie die oben beschriebenen bei der Vermehrung der Parasitenmassen eine Rolle spieleu, aber die Bildung kleiner uormaler Zysten in der nächsten Umgebung anderer, noch von Zysten umgebener größerer dürfte wohl im allgemeinen einfach auf unregelmäßige Ablageruugweisen der peripheren Zystensubstanz zurückzuführen sein, die auch anßerhalb der Zyste ebensogut zur Entstehung kleiner Tochterzysten führen könnte, wie sie es im lunern der Parasitenmasse tut. In vielen Fällen mögen auch die

³) Etwas derartiges nimmt DOFLEIN (1898 S. 338, 339) für N. anomalum an,

Dept. Physiology

kleineu Zysten von derselben Primäriufektion herrühren wie die großen und nur in ihrer Entwicklung zurückgeblieben sein.

Bei solchen Zysten, welche in der Hant liegen, wird die Anflösung der Eigenzyste hänfig eine Eutleerung der reifen Sporen ins Wasser zur Folge haben, wie sie Thit.on.vs. (1892) einmal beobachtet hat. So erleichtert die Zystenauflösung eventuell die Neuinfektion anderer Wirte.

Die reifen Sporen sind in den großen Parasitemassen 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 Untersnchung 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, bindegeweibigen Wirtszyste unhüllt, zeigt dagegen keine Spur von einer Eigenzyste (Fig. 5 n. 11.¹). Nur an sehr wenigen Stellen der Peripherie finden sich noch bröcklige Massen stark färbbarer Substanz, welche wohl als Reste der aufgelösten Eigenzyste anfznfassen sind (Fig. 5, 11 cy). Die Hanptmasse des Inbaltes bilden wie immer bei großen Zysten reife Sporen. Die protoplasmatische Substanz ist keineswegs auf die äußerste Peripherie der Parasitenmasse beschräckt; man findet sie zwar in der Nähe dieser Peripheri, ster des mieniger Euffernung von ihr. Sie bildet nur an wenigen Stellen größere zusammenhängende Massen, welche kleine, stark färbbare Körnchen enthalten zum allergrößten Teil ist sie vielmeiten zahleriche selbstäntige, setter verschieden größe, doch selbsten 15 μ

¹) Parasitenmassen ohne Eigenzyste beschrieben übrigen* anch knrz THELOHAN (1895 S. 218) bei Glugea punctifera und HADENMULLER (1899 S. 838) bei Nosema Stephani.

überschreitende Körper von unregelmäßiger Gestalt zerfallen. Es sind dies die schou 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 (Korotnerf 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 Köruchen (Fig. 35). Diese Körnchen spielen jedenfalls eine Rolle beim Aufban der Kerne. An vielen Exemplaren sieht man, wie dieselben sich nach dem Zeutrum 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 Deckglasansstrichpräparate zeigen, daß auch in solchen Protoplasmakörpern, welche schon Sporen ge-

¹) Diese Kernformen erinnern stark an die von DorLEIS (1898 S. 335, 336 Fig. 124, 128, 136) an den Kernen der "äußeren Zone" von Glug en lophil-Zysten geschenen Teilungsmohl,

Concert Charlen

bildet haben und sich wohl sicher nicht mehr teilen, die Kernsubstanz häufig in Gestalt zahlreicher, nuregelmäßig gestalteter, größerer und kleinere Brocken vorkomut (Fig. 60, 50–55). Die sekundären Protoplasmakörper finden sich auch im vorliegenden Fall nicht nur innerhalb der Parasitenmasse, sondern hier med da ziemlich häufig in den Zwischenräumen der bindegewebigen Wirtszyste.

Nur ein Teil der neugebildeten Protoplasmakörner 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 Deckglasausstrichpräparaten einzelne Formen, deren ganzer Körper in Sporoutenabkömmlinge zerfallen ist (Fig. 56, 57), doch können diese Formen bei der Herstellung der Präparate aus den Mutterindividuen herausgefallen sein. Immerhin wäre ia bei der großen Mannigfaltigkeit und Unregelmäßigkeit, welche das Verhalten der Kernsubstanzen zeigt, die Möglichkeit nicht ganz ausgeschlossen, daß unter Umständen auch einmal das ganze Mntterindividunnm zu Sporonten aufgeteilt wird.¹) Wir finden ja, wie ich gezeigt habe, auch bei Thélohania 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 größern 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 Deckglasausstrichpräparaten 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 nnr bei Färbung mittels des

⁴) In den Protoplasmakörpern der Plistophora (? schmeili (L. Pfr.) wird nach der Angabe Sonswakorys (1884 S. 21, Fig. 21, 22, 27, 28) das Protoplasma durch aukzesive Sporenbildung schließlich ganz aufgebraucht.

Zizsaxs-Rouxsowsar schen Verfahrens deutlich darstellen läßt, so sis man allerdings nicht ganz sieher, 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 nochhaltenden Protoplasmakörpern eine Abrundung und schwache Anzichen einer Hälblidung geltend machen (c. Fig. 53-55).

Alles in allem stellt sich der ganze, geschilderte Vorgang der Bildung kleiner Protophasmakörper mit sekundärer Sporalation wie eine verklenerte Wiederholmg der an den großen Zysten beobachteten Vorgänge dar. Wir werden ums vielleicht vorzusstellen haben, das die grünstigeren Ernährungsbedingungen, im welche das Protophasma der größen Parasitenmassen nach Anflösung der Eigenzyste eintritt, das schon fast erloschene vegetativer Leben neu an fachen und damit auch die Reorganisation des vegetativen Kernapparates verursachen. Die in den Sporen eingeschlössene Generation werden wir nach allem, was bisher darüber bekannt geworden ist (cf. meine Arbeit über 1h. müller i 1902 S. 262), als die Geschlechtsgeneration anfznässen haben. Es ist von besonderem Interesse, daß diese Geschlechtzgeneration nicht nur in den primären großen Zysten, sondern auch nach Wiederanfächung des vegetativen Lebens in den sekundären. kleinen Protophasmakörpern autritt.

Ganz Ahnliche Zystenauffösungen mit Bildang sekundärer Protopharnakörper scheinen auch bei G lug en Jophi I Dod. stattzafinden. Die beiden Untersacher dieser Form, Dortkux (1898 S. 332 -338 Fig. 121–132, 136–139) und Makzux (1900), haben augenschenlicht eitwise Parasitennassen mit aufgeföster Eigentyste vor Augen gehabt und auch sporenführende Protoplasmakörper gesehen, die den von mit bei Noseun an no mat um beschriebenen recht ähnlich sind, halten dieselben aber für infizierte Hindegewebszellen und Ganglienzelben (Dortkux I. c. S. 337. oder Leukozyten, welche Sporen in sich aufgerommen haben (Ma(zos)). Da anzumehnen ist,

¹) Ich kana die Dottany'sehen und Mazara'schen Angahen, welche mir mehrere recht aufechtare Deutungen zu enthalten scheinen, hier nicht gut im einzelnen Artikieren, da ich Glungen Lophi i nicht sehot untersneht habe. Nur darauf möchte ich hinweisen, dati Dorzars d. e. Fig. 136b, d. e. f. 137) selbst isolierte Protoplosnakörper abilität, welche keine Sparr on Wirtszellenkennen, andern nur daß anch 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 Leukozyten 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 nnerhörten Gestalten erklären, welche die Kernsubstanz dieser Körper aufweist, wenn man in ihnen Leukozyten 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 iedenfalls feindlichen Leukozyten so ungestört entwickeln können? Es bliebe ja hier die Annahme eines Parasitismus, aber diese scheint mir wieder durch die anderen Gründe ausgeschlossen, Anch die in Fall 3 beschriebene Bildung selbständiger, kugeliger und strangförmiger von Sporen erfüllter Protoplasmamassen in der Nachbarschaft der ursprünglichen Parasiteumasse läßt sich mit der Lenkozytentheorie nicht gnt vereinigen. Aus allen diesen Gründen halte ich die Parasitennatur der betreffenden Gebilde für sehr wahrscheinlich, wenn man sie auch nicht ganz sicher beweisen kaun. 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 ansrichten.

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

Parasitenkerne allein oder solche und reife Sporen enthalten. Auch vermilt man bei vielen der von Dorzusz abgebildeten, angebilch intrazelinlären Parasiten (l. c. Fig. 136c. 139b. c) resonderte Parasiten-Protohasmakörper.

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 statt 1) (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 Sporeninhaltes. 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 Hauptausammlung 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 Materialmeistens in die Hauptprotoplasmamasse hinein, wobei sich gewöhn-

¹) Th£LOMAN (1895 S. 272 Fig. 141) hat in den Sporen von Nosema auomalum 2-3 dunkel färbbare Körnchen gefunden, welche er für Kerne hält; doch scheint er nur das Sporenprotoplasma gesehen zu naben.

⁹) Das stark lichtbrechende Körnehen, welches THÉLOHAN (1895 S. 274 Fig. 119) bei Glugen punctifera in der Vakuole gefunden hat, ist wohl sicher auch ein derartig gelegener Kern.

Dunner by Galegie

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 soebeu 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 Th. 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) geänßerte 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 anch andere Formen vor (Fig. 132, 133, 135, 136).1) Mißbildungen und Riesenformen sind ziemlich häufig. Die schou an frischem Material sichtbare größere Vaknole und wohl auch die kleinere ist anf 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 Sporenende etwas seitlich gelegene Vakuole enthält sicher einen Teil des Polfadens, da letzterer etwas seitlich aus dieser Vakuole hervortritt und sowohl au günstig gefärbtem Material wie auch an solchen Sporen, welche längere Zeit in Formol gelegen haben 1), 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 Protoplasmamasse gelegene Vakuole mit der Vakuole des Amöboidkeims der phänozysten Myxosporidien verglichen (cf. auch meine Arbeit über Thélohania mülleri 1902 S. 254, 255). Indesseu hat schon THÉLOHAN (1895 p. 275) darauf hingewiesen, daß sich diese Vakuole der Mikrosporidiensporen wesentlich anders verhält, als die Sporenvakuole der phänozysten Myxosporidien, da sie nach Behandlung der Sporen mit Jod oft verschwindet (cf. Fig. 142-145). Es ist mir nun gelungen, au solchen Sporen, welche längere Zeit in Formol, dann einige Wochen in Alkohol gelegen hatten 1), bei Untersuchung in Glyzerin 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 Abue'schen Kondensors und Auwendung 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 Thélonax (1895 S. 249 Fig. 141) als eine auf Zweiklappigkeit der Spore dentende 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,

Consuction Gampio

die Hauptprotoplasmaansammlnng der Spore in der Mitte durchbohrt. In der Tat kann man auch an optischen Querschnitten durch die Spore eine ringförmige Gestalt dieser Protoplasmamasse 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 Thélonan (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 Spreugung der Polkapsel und darauf folgenden hinteren Verlängerung der Spirale beruht. Auch die scheinbare zentrale Durchbohrung der Protoplasmamasse 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 derienige 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⁾ THELOHAN (1895 S. 356) gibt nur 30-35 µ an.

³) An dieser Stelle verlä
üt jedenfalls der Am
übödkeim auch normalerweise die Spore, wobei wohl ein kleines Stäck der H
ülle wie ein Deckel abgehoben wird (rgl. auch Bannaxı 1983, S. 321 Tatel 3 Fig. 2, 1884 S. 159 Tatel 5 Fig. 2, Prurpra 188 S. 4, 75, 477. 478 Fig. 4, Sravpent, 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 acnleatus L.

(Fig. 8, 9, 104-129, 135-138).

Zur Untersuchung gelangten nur einige wenige Ovarialeier von Gasterosteus aculeatus, welche mit Nosema anomalum infiziert waren.⁵ Da ich dieselben zur Herstellung von frischen und konservierten Deckglasausstrichpräparaten verwandte, so war es leider nicht möglich, Schnitte herzustellen und dadurch ein Situsbild zu gewinne.

Die gefundenen Parasitenformen gleichen im wesentlichen den unter Fall 4 beschriebenen; wir haben es also jedenfalls auch hier mit zystenlosen Parasitenmassen zu tun.8) Die sekundären Protoplasmakörper unterscheiden sich von denen des Falles 4 hanptsächlich 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 vegetätiven 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 einkeruigen Sporonten enthielt (Fig. 111), und andere, deren Kernkonfiguration auf soeben stattfindende Bildung eines Sporonteukerns 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-

30

¹⁾ Es ist dies eine Spore des Falles 5.

⁸) Im allgemeinen scheinen Infektionen der Ovarialeier mit Nos, an om alum selten zu sein (ef. auch LABBE 1889 S. 105). Zwar findet nam häufig Eier mit weißen Flecken; dieselben rühren aber meistens von anderen Einschlüssen (Dotterkernen etc.) her.

⁸) Ähnliche sporenbildende Protoplasmakörper von Plistophora mirandellae haben VANEY und CONTE (1901 S. 645) in Ovarialeiern von Alburnus mirandella BLASCE, gefunden.

individuen heransgefallene Sporonten, bei denen noch keine Protophsamatellung stattgefunden hat. Die Sporen gleichen in der Hauptsache denen der Darmzystenparasiten, nur befinden sie sich mit wenigen Ausnahmen noch auf dem einkernigen Stadium (Fiz. 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 Gestat einzelner Körnchen im Umkreis eines Hohlraumes angeordnet (Fig. 121–124); es sind dies jedenfalls Formen, deren Kerne sich auf dem Übergangsstadium wirschen dem oft großblasigen, aufgelockerten Kern der Sporennuttrezelle (Fig. 117, 119) und dem kompakten, kleinen Kern der reifenden Spore (Fig. 8, 9, 125) befinden.

Zusammenfassnug 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, soudern daß auch die Struktur der primären und sekundären Kerne in den einzelnen Fällen eine etwas verschiedene ist. Ich glanbe 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 Zyste 1) und an die mannigfachen Modifikationen, welche die vegetative Kernmasse der sekundären Protoplasmakörper des Falles 4 anfweist. Viele Unterschiede mögen auch auf verschiedener Konservierung beruhen oder auf Verschiedenheiten der Existenzbedingungen znrückzuführen 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 sändliche beschriebenen Parasitenformen der Spezies Nosema anomalum Mosz, angehören. In der Tat, ein treffender Name für eine so variable Spezies!

¹) cf. auch Thélonan 1895 S. 290.

31

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 Ausgangsnunkt bilden kleine, viele kompakte Kerne enthaltende Protoplasmamassen, 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 Hanptmasse des Protoplasmas sondern sich unter Abscheidung dünner Membranen einkernige Protoplasmakörper, 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 Polfaden 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 u langer Polfaden aus. Nach Beendigung des Wachstums der Parasitenmasse und Abschluß der Sporenbildung findet in dem verbleibenden protoplasmatischen Wandbelag eine Anflösung der noch vorhandenen vegetativen Kerne zu kleinsten Körnchen statt. Bei älteren Parasitenmassen kann dazu eine Auflösung der Eigenzyste treten. In diesem Fall bilden sich häufig aus den Resten des Protoplasmas sekundäre, kleine, isolierte Protoplasmakörper, in denen durch Zusammenziehung kleinster, färbbarer Körnchen eine Rekonstruktion der Kernmasse zu sekundären, vegetativen Kernen erfolgt. Innerhalb dieser Protoplasmakörper, 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 Stichlinge, es tritt zunächst der Polfaden, dann der übrige, in 2 ein-

Therefore Grandle

kernige Protoplasmakörper und die beiden Polkapselkerne zerfallene die Inhalt heraus, die Polkapselkerne nnd der Polfaden gehen zugrunde, die beiden Amöboidkeime kopnlieren, und das Kopnlationsprodukt wächst nach.Einwanderung in die Darmwand zur vielkernigen Zysteaus.

Überblicken wir nur den ersten Teil der in den Geweben des Stichlings 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 voraufgegangene Kopulation oder Koningation 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 hald 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 häugt zusammen, daß die vegetativen Formen und die Geschlechtsformen hier zeitlich nicht so deutlich voueinander 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 anch bei anderen

3

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

^{*)} Die Homologien gehen vielleicht noch weiter: sollte nicht z. B. die kerulose, vegetative Protoplasmanasse älterer Zysten von Nose na anomal um dem hei der Bildung der Geschlechtsgeneration entstehenden Restkörper mancher Sporozoen (z. B. der Gregarinen direkt verzleichbar sein?

Archiv fur Protistenkunde, Bd. IV.

Sporozoen (Coccidien, Hämosporidien) das Anftreten 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 anch 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 Auflösnng 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 ansgiebiges vegetatives Leben und Wachstum erst nach dem durch Neninfektion 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 zn 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 Zystensubstanz mehr abgeschieden wird. und daß die schon bestehende, als Stoffwechselprodukt ansgeschiedene Zyste wieder der Anflösung im Protoplasma verfällt. Durch diese Auflösung werden dann aber plötzlich ganz nene Lebens- und Ernährungsbedingungen geschaffen. Die vorher durch eine dicke Zyste vom Wirtskörper getreunte Protoplasmamasse des Parasiten tritt nunmehr in direkte Berührung mit dem Wirtsgewebe und die dadurch gebotenen günstigeren Ernährungsbedingungen haben eine neue Aufachung des schon fast erloschenen vegetativen Lebens zur Folge. Da nun der mit starkem vegetativen Leben verbundene erhöhte Stoffwechsel der Regulation durch organisierte Kerne bedarf.

Connector Graderight

so erfolgt innerhalb der kleinen Protoplasmakörper, in welche das ursprünglich einheittiche Parasitenprotoplasma unch der Artlösung der Zyste schon ans rein mechanischen Gründen zerfallen muß, eine Reorganisation der vegetativen Kernsubstanz. Der Ernenerung des vegetativen Lebens folgt das sich in der sekundären Sporonten- und Sporenbildung manifestierende ernente Auftreten der Geschlechtsgeneration auf dem Fuße.

So viel zur allgemeinen Deutung der betreffenden Vorgäuge. 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 Bedentung 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. anomalnm. 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 Kerngerüstes der vegetativen Kerne zunächst auf eine Flüssigkeitsaufnahme schließen muß. Vielleicht hilden 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 anflösen, 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 vorhandeu sind.2)

3*

¹) Nach Fertigstellung dieser Untersuchungen geht mir eine j
üngst erschienene Arbeit von Duzzwurkt (1903) zu, welcher bei Monocystis agilis und Monocystis porrecta ebenfalls eine vollst
ündige Aufl
ösung des vegetativen Kerns im Protoplasma beolachtet hat.

²⁾ cf. darüber auch SCHAUDINN (1903b 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 Entwicklungszyklus von Nosema anomalnm und dem von Actinosphaerium Eichhorni (nach den Untersuchungen von R. HERTWIG 1899a S. 631-734) zu bestehen scheint. In beiden Fällen haben wir vielkernige Protonlasmamassen, 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 Nosemaspore und Sekundärzysten von Actinosphaerium). welche nach vollzogener Kernreduktion (Polkapselkerne von Nosema und Rednktionskerne der Sekundärcysten von Actinospärium) 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 Pausporoblastenbildung der phänozysten Myxosporidien, doch bleibt der Unterschied bestehen. daß bei Nosema anomalum keine Restkerne im Pausporoblasten gehildet werden 1), 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 ans einem Sporonten entstehenden Sporen bei Nosema anomalum innerhalb weiter Grenzen schwankt. Auch der Ban der reifen Spore von Nosema anomalum gleicht wohl in allen wesentlichen Punkten demienigen der Spore von Thélohania 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 Thélohania nicht gezweifelt werden kann. Schwer ist es dagegen, für die von mir bei Th. mülleri beschriebenen Meronten (1902

¹) Ähnliche Sporcubildungsmodi wie bei N. anomalum bestehen wohl auch bei vielen anderen Mikrosporidien, z. B. Nosema stephani (Haozsmützen 1899 8, 836-839). 8. 244-249 fg. 5-43) ein Homologon in der Entwicklunsgeschichte von Nosem an om al um zu finden, doch ist das Fehlen derartiger vegetativer Formen bei Nosema an om al um ja leicht daraus zu verstehen, das disses Spezies unter gauz anderen Zsistenzbedingungen lebt als Thélohania milleri. In den großen Zysteu werden die Meronten durch das ihnen analoge einheitliche vegetative Protoplasma mit seinen Kernen, vielleicht auch durch diese ihnen ja fählichen Kerne allein ersetzt, und später treten die sekundären Protoplasmakörper an ihre Stelle, welche ja auch mit den von mir bei Thélohania mülleri (1902 S, 248 Fig. 103-105) beschriebenen anormalen Meronten eine weitzehende Ånlichkeit zeigen.¹)

Aus alledem ergibt sich, daß unter den aus der Entwicklungsgeschichte von Thélohunia und Nosema bisher bekannten Formen ⁵) nur die Sporonten und ihre direkten Abkönmlinge direkt vergleichbar sind und daß nur sie daher zur systematischen Einteilung verwendet werden dirfen. Der bisher hänfig gebrauchte Ausdruck "Pansporoblast" (Dorzazu 1849 S. 334, Lörus 1900 S. 87) sit, wie ich schon früher (1990 S. 825, 260) auseinandergesetzt tabe, und wie auch aus dem oben Gesagten hervorgeht, hei den Mikrosporidien am besten zu vermeiden, und ich schlage vor, dafür die von mir schon in meiner Thélohan in a-Arbeit gebrauchte Bezeichnung "Sporont" anzunehmen. Inwiweit das Vorhandensein einer Großen, vegetartiven Protoplasmansse oder das Vorkannen isolierter Meronten systematisch verwendbar ist, müssen erst weitere, genauere Untersuchungen anderer Mikrosporidien Leren.

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

³) Daranf, daß amöboide, sporenführende Protoplasmakörper auch bei anderen Mikrasporidien vorkommen, lassen einzelne Angaben in der Literatur schließen (vgl. die betr. Verweisungen im Text dieser Arbeit und meine Arbeit über Thélohania mülleri (1902 S. 205 Faßnote).

⁸) 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 innerhalt eines Jahres erschienenen Ablandlungen sind alphabetisch nach den Namen der Verfasser geordnet. Wo in einem Juhre zwei von demselben Antor herrährende Arbeiten vorhanden sind, habe ich sie — wie auch im Text — durch die Buchstaben a und h voneinander unterschieden. Die mit γ bezeichneten - Abhandlungen hahen mir nicht im Original vorgelegen.

- †1838. GLUGE: Notice sur quelques points d'anatomie pathologie comparée, snivie de quelques observations sur la structure des hranchies dans les Épinoches. in: Bull. Acad. Roy. Belg. Vol.5.
- †1841. -: Beohachtnng zahlreicher Balggeschwülste als epidemische Krankheit hei Fischen. in: Anat. mikr. Uutersnch. z. allg. u. spcz. Pathol. Heft 2.
- 1883. BALMAN1: Les Sporozoaires (snite); les Microsporidies. in: J. Micrograph., V. J. Paris.
- 1884. -: Lecons sur les Sporozoaires, Paris.
- 1888. HENNEGUY: Note sur un parasite des muscles du Pala-mon rectirostris, in: Mém. Soc. philom. à l'occas. du centennaire de sa fondation 1788-1888 Paris.
- 1888. PFRIFER, L., Beiträge zur Kenntnis der pathogenen Gregarinen. I. Die Mikrosporidien und die Fleekenkrankheit (Pébrine) des Seidenspinners. in: Zeitschr. Hygriene 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 üher tierische Parasiten, in: Zeutralbl. Bakt. Vol. 13,
- 1894. SCHEWIAKOPF: Üher einige ekto- und endoparasitische Protozoen der Cyklopiden. in: Bull. Soc. Natural. Moscou, Année 1893 Vol.7.
- 1895. PFEIFFER, L.: Die Protozoen als Krankheitserreger, Nachträge, Jena.
- 1895. THELOHAN: Recherches sur les Myxosporidies. in: Bull. sc. France Belg. Vol. 26.
- 1896. COHN, L.: Über die Myxosporidien von Esox Incins und Perca fluviatilis. in: Zool. Jahrb. Anat. Vol. 9.
- 1898. DOPLEIN: Studieu zur Naturgeschichte der Protozoen. III. Über Myxosporidien. in: Zool. Jahrb. Anat. Vol. 11.
- 1899. HAGENNÜLLER: Snr nnc nouvelle Myxosporidie, Nosema Stephaui, parasite du Flesus passer Moréau. iu: C. R. Acad. Sc. Paris Vol. 129.
- 1899 a. HERTWIG, R.: Über Kernteilung, Richtangsköiperbildung und Befrichtung von Actinosphaerinm Eichhorul. in: Abh. Akad. München 19. Bd.
- †1899 h. —: Was veranlaßt die Befruchtung der Protozoen? in: Sitz.-Ber. Ges. Morph. Phys. München 15, Bd.
- 1899. LABBE: Sporozoa. in: Tierreich, Liefg. 5, Berlin.
- 1900. LÜBE: Ergebnisse der neueren Sporozoenforschung, Jena. (Erweiterter Abdruck eincs Referates in: Zentralbl. Bakt. Vol. 27 u. 28 Abt. 1 1900.)
- 1900. MAAZEK: Sporozoeustudien. II. Glugea lophii Dorlein. in: Sitz-Ber. böhm. Ges. Wiss. math-maturw. Kl. Jahrg. 1899.
- 1900. SCHAUDINN: Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. in: Zool. Jahrh. Anat. Vol. 13.
- 1901. STEMPELL: Zur Entwicklung von Plistophora mülleri (L. Pfr.) (vorläufige Mitteilung). in: Zool. Anz. Vol. 24.

Über Nosema anomalum Mosz.

- 1901. VANEY et CONTE: Snr une nouvelle Microsporidie, Pleistophora mirandellae, parasite de l'ovaire d'Alburnus mirandella BLANCH. in: C. B. Acad. Sc. Paris Vol. 133.
- 1902a. GIRMSA: Fürbemetboden für Malariaparasiten (vorlänfige Mitteilung). in: Centralbl. Bakt. Vol. 31 Abt. 1.
- 1902h. -: Färbemetboden für Malariaparasiten. in: Zentralbl. Bakt. Vol. 32 Aht 1.
- 1902. HEATWIG, R.: Die Protozoen und die Zelltheorie. in : Arch. Protistenk. Bd. 1.
- 1902. STEMPELL: Über Thélohania mülleri (L. Pfr.). in: Zool. Jahrb. Anat. Vol. 16.
- 1903. Dazewecki: Üher vegetative Vorgänge im Kern und Plasma der Gregarinen des Regenwurmholens. in: Arch. Protistenk. Bd, 3.
- 1903a. SCHAUDINN: Untersuchungen üher die Fortpflauzung einiger Rhizopoden (vorläufige Mitteilung), ju: Arb. Kaiser], Gesundbeitsamt Bd, 19.
- 1903h. —: Beiträge zur Kenntnis der Bakterien und verwandter Organismen. II. Bacillus sporonema n. sp. iu: Arch. Protistenk. Bd. 2
- 1903. STEMPELL: Über die Fortpflauzung der Protozoen. in: Mitteil. naturw. Ver. f. Neuvorpommern u. Rügen. 34. Jabrg.
- 1904. —: Über die Entwicklung von Nosema anomalum Mosz. (vorläufige Nitteilung), in: Zool. Anz. Vol. 27.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I-III.

NB. Alle Fignren beziehen sich auf Nosema auomalum Mosz.

Durchgeheude Abkürzungen.

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

- (1) = Fall 1; Parasiten der Haut von Gobins minutus L.
- (2) = Fall 2; Parasiten der Hant von Gasterostens aculeatus L.
- (3) = Fall 3; Parasiten in der Haut. am Ovarium, Peritoneum und Parukanal von Gasterostens 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. Deckglasausstrichpräparat.

- E.-H. Eisenhämatoxylinfärbang.
 - F. Formolkonservierung.
 - G. GIEMSA'sche Färbung.
 - H. Färhnng mit DELAFIELD'schem Hämatoxylin.
- R.-Z. Färbung uach ROMANOWSKY-ZIEMANN.
- S.-A. Konserviernug mit heißem Sublimatalkohol (SCHAUDINS).
- Schn. Schnitt.
- Vergr. Vergrößerung.

Photographien.

NB. Dieselben wurden nicht retnschiert. Zu den mikrophotographischen Aufnahmen wurden Zeissische Objektive und Okulare beuntzt.

Fig. 1. Schnitt durch eine Parasitenmasse, welche noch einen protoplasmatischen Wandbelag (p. sc.) und Protoplasmastränge mit vegetativen Kernen enthält. Im protoplasmatischen Wandbelag nud in den angeschnittenen Knotenpunkten der Protoplasmaträuge liegen anormal abgelagerte Zystensnbstanzmassen (cym), cy Eigenzyste; w cy bindegewebige Wirtszyste. (1) S.-A. H. G. Apochr. Ohj. 8 mm Proj. Ok. 2. Vergr. 90:1.

Fig. 2. Schnitt durch die Wandregion derselben Parasitenmasse mit protoplasmatischem Wandbelng, vegetativen Kernen (k), Eigenzyste (cy), Mißbildnagen derselben (cy m) und bindegewebiger Wirtszyste (ne cy). (1) S.-A. H. G. Apochr. Öl-Imm. 2 mm Proj. Ok. 2. Vergr. 500-11.

Fig. 3. Schnitt durch eine Parasitenmasse, deren Eigenzyste in Auflörung 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. Verg. 38: 1.

Fig. 4. Schnitt durch die Kandpartien zweier großen Para-itemansen, deren eine (y) noch eine Eigensyste (x) besitz, wihrend bei der anderen (x) die Eigenzyste angebiet ist, nud die sekundären Protoplasmakörper (pk) teilweise in das Bindegewebe des Wirtskörpers ausgewandert sind. In der Randregion dieser Parasienansen finden sich anch naregelnäläige Athagerungen von Zystensubstanz (xy m). (β F. H. Apocht, 0h) is ma, price 0.64. 4 Verger 100-11.

Fig. 5. Schnitt durch die Wandregion einer Parasitenmasse ohne Eigenzyste. (das anch in Fig. 11 dargestellte Exemplar). Ein protoplasmatischer Wandbelag fehlt, und man sieht um noch Reste der Eigenzystensabstanz (cy). *uc cy*: bindegewebige Wirtszyste. (41 S.A. B. Apoch: O'Linn. 2 mm, Proj. Ok. 2. Vergr. 500: I.

Fig. 6 n. 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, Proi Ok, A. Verr. 250:1. Fig. 7: Apochr. Öl-Imm. 2 mm, Proi. Ok. 2. Vergr. 770:1.

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

Fig. 9. Sekundärer, sporenbaltiger Protoplasmakörper (k == vegetativer Kern) nnd isolierte ein- und zweikernige Sporen. (5) D.-A. S.-A. H. Apoebr. Öl-Imm. 2 mm, Proj. Ok. 4. Vergr. 15200 :1.

Fig. 10. Gasterosteus aculcatus L., welcher stark mit Nosema anomalum Mosz. infiziert ist. 13) F. Gozzz' Doppelanastigmat F: 6.8. Vergr. 1: 1.

Fig. 11. Schnitt durch eine zysteulose 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.

XB. Disselben sind mit Ansnahme des Schemas, Fig. 147, meist mit Hille des Anneckelen Zrickengupartes säntlich unter Benatrum gilt er Zans-ichen Apachemant-Oilmmerskon von 2 nun Brennw, num. Ap. 1.20, und der Kompenstönsskuhrs 18 im einer objektren 2301/arben Verzröckrum darsvellt. Iv. Zeichnungen von Danerpräparten sind is denselben Farles wiederzereben, mit denen die Originalurkinsten Gefürt und sind einer Gefürt waren.

³) Die Fig. 5 - 109 meiner Arbeit über Thélohania mülleri sind, wie ich bier berichtigend bemerke, zwar bei 225 Macher Vergrößerung gezeichnet, aber nur in einer objektiven c. 1000fachen Vergrößerung wiedergegeben icf. 1902 S. 270). Fig. 12-29 bezieben sich anf 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 ans einer kleineren Parasitenmasse.

Fig. 15 u. 16. Teilungsstadien der Sporonten ans dem protoplasmatischen Wandbelag einer größeren Parasiteumasse.

Fig. 17-20. Dieselben aus dem zentralen Hohlranm.

Fig. 21-23. Sobnitte dnreb den protoplasmatischen Wandbelag einer größeren Parasiteumasse mit Eigenzyste (eg), Müßbildungen derselben (eg m), vegetativen Kernen (k), Sponnten auf verschiedenen Entwicklungsstadien (eg) nud 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 bezieben sich auf Fall 3. F. Schn. H.

Fig. 30. Jngendliche Parasiteumasse (etwas geschrumpft) ohne Sporontenund Sporenbildung. cu: 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 (cu), aber ohne vegetative Kerne.

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

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. Seknndärer Protoplasmakörper (einer Parasitenmasse ohne Eigenzyste) (cf. Fig. 6, 7 n. 11) mit Chromidialnetz.

Fig. 36 n. 37. Sekundäre Protoplasmakörper derselben Parasitenmasse mit sich nenbildenden vegetativen Kernen.

Fig. 38-48. Dieselben mit verschiedenen Kernformen.

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

Fig. 56 u. 57. Sporonten in Teilung.

Fig. 58-63. Protoplasmakörper mit unregelmäßig angeordneter Kernsubstanz (cf. Fig. 55).

Fig. 64-103. Sporen auf verschiedenen Entwicklungsstadien.

. Fig. 104-129 bezieben 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 Protoplasmakörper.

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 n. 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 ausgeschnellten Polfäden nach Behandlung mit Jodwasser (4).

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

Character Cassed).





5 (500 1) 10 (4)



6 (250 1)





Taf. 1.





Archiv für Protistenkunde Bd N.



Ver! - Gustav



Fischer dera

with and via Armit Jena



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): Stempell Walter

Artikel/Article: Über Nosema anomalmum Monz. 1-42