Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der monocystiden Gregarinen aus dem Testiculus des Lumbricus agricola.

Von

Georg Ruschhaupt.

Zoologisches Institut zu Jena.

Hierzu Tafel XXII.

Trotz vieler Untersuchungen ist es immer noch nicht gelungen, den völligen Entwicklungsgang der Gregarinen aufzuklären. Wohl fehlt es nicht an Versuchen, diese und jene Erscheinungen in diesem und jenem Sinne zu deuten, aber wie wenig begründet diese mehr vermuteten Entwicklungsreihen sind, geht schon aus den abweichenden Resultaten hervor, zu denen die Forscher gekommen sind.

Die eingehendsten und ersten Untersuchungen wurden an den Gregarinen aus dem Hoden des Regenwurms angestellt. Zwar konnte man mit Sicherheit nachweisen, dass die schlauchförmigen, einzelligen Parasiten sich encystiren und in den kugeligen Cysten spindelförmige Sporen (Pseudonavicellen) entwickeln, aber wie aus letzteren wieder die Gregarinen hervorgehen, blieb verborgen. Man suchte nun nach andern Gregarinenwirten in der Hoffnung, hier vielleicht grade das leichter aufzufinden, was in der Entwicklung der lumbricinen Gregarinen dunkel geblieben war; allein vergebens. Vielleicht wäre die Lösung des Rätsels schon früher erfolgt, wenn man sich ganz speciell eine bestimmte Gregarine ausgewählt und an derselben eingehend eine ganze Zeit lang, womöglich Tag für Tag, die Beobachtungen angestellt hätte.

Zu meinen Untersuchungen wählte ich wieder den Lumbricus agricola, weil ich nämlich, abgesehen von der Leichtigkeit, mit welcher die Hoden desselben zu präpariren sind, den gröfsten Teil des Jahres hindurch diesen Wurm bekommen und meine Unter-

suchungen an einer ganz bestimmten Gregarinenspecies ununterbrochen vornehmen konnte. Die jüngeren Exemplare wurden nach W. Hoffmeister bestimmt, und nur die als Lumb. agricola festgestellte Species zur Untersuchung verwandt. Als optisches Hülfsmittel benutzte ich ein Mikroskop von C. Zeiss mit Okular: 2, 3, 4 und Objektiv: A, D, F, beziehungsweise den Vergrösserungen: 52, 230, 540; 71, 320, 745; 97, 435, 1010.

Literaturangabe.

Um mir eine ausführliche Literaturangabe über die Gregarinen zu ersparen, erlaube ich mir, auf eine solche in Dr. H. G. Bronn's „Klassen und Ordnungen des Tierreichs", I. Bd. Protozoa von Dr. O. Bütschli p. 498—501, hinzuweisen. Ausser diesem genannten Werke dienten mir zur näheren Information:

2. Kölliker, A., Beiträge zur Kenntnis niederer Tiere. I. „Ueber die Gattung Gregarina". Z. f. wiss. Zool. Bd. I. 1848. p. 1—37. Taf. I—III.

3. Stein, Fr., Ueber die Natur der Gregarinen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1848. p. 182—223.

4. Schmidt, Ad., Dr. med. (Frankfurt), Beitrag zur Kenntnis der Gregarinen und deren Entwicklung. Abhandl. der Senckenberg. naturforsch. Gesellsch. I. 1854. p. 161—187. Taf. XIV.

5. Lieberkühn, N., Évolution des grégarines. Mém. cour. et mém. d. sav. étrang. Acad. de Belgique. T. XXVI. 1855. 46 pp. 11 Taf.

6. Lieberkühn, N., Beitrag zur Kenntnis der Gregarinen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1865. p. 508—511.

7. van Beneden, E., Sur une nouv. espèce de Grégarine désignée sous le nom de Gregarina gigantea. Bull. Acad. roy. de Belg. 2. sér. T. XXVIII. 1869. p. 444—456. 1 Taf.

8. van Beneden, E., Recherches sur l'évolution des Grégarines. Bullet. Ac. roy. de Belg. 2. sér. T XXXI. 1871. p. 325—359. 1 Taf.

9. van Beneden, E., Sur la structure des Grégarines. Bullet. Ac. roy. de Belg. 2. sér. T. XXXIII 1872. p. 210—223. 1 Taf.

10. Schneider, Aimé, Contributions à l'histoire des Grég. d. invertebr. de Paris et Roscoff. Arch. de zool. expérimentale et générale. Tome X. 1875. p. 493—604. Taf. 16—22.

11. Gabriel, B., Zur Entwicklungsgeschichte der Greg. Amtlicher Bericht der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München 1877. p. 187.

12. Gabriel, B., Ueber einige Umbildungen der Pseudonavicellen. Jahresbericht der schles. Gesellsch. f. vaterl. Kultur f. d. J. 1877. Breslau 1878, p. 68—72.

13. Gabriel, B., Ueber primitives Protoplasma. Jahresber. d. schles. Gesellschaft f. vaterl. Kultur f. d. J. 1878, Breslau 1879. p. 120—125.

14. Gabriel, B., Zur Klassifikation der Gregarinen. Zool. Anzeiger III. 1880. p. 569—572.

15. Bütschli, O., Kleine Beiträge zur Kenntnis d. Gregarinen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. XXXV. 1881. p. 384—409. Taf. XX—XXI.

16. Nasse, Dietr., Dr. med. Beitrag zur Anatomie der Tubificiden. Bonn 1882. p. 26—28.

17. Schneider, Aimé, Seconde contribution à l'étude des Grég. Arch. de Zool. expérim. T. X. 1882. p. 423—450 Taf. 13.

18. Kloss, H., Ueber Parasiten in der Niere von Helix. Abhandl. d. Senckenberg. naturf. Gesellsch. Bd. I. 1855. p. 189—213. Taf. XV—XVI.

19. Stieda, L., Ueber die Psorospermien der Kaninchenleber und ihre Entwicklung. Arch. f. path. Anat. Bd. XXXII. 1865. p. 132—139. Taf. III.

20. Waldenburg, L., Zur Entwicklungsgesch. d. Psorospermien. Arch. f. path. Anat. Bd. 40. 1867. p. 435—454.

21. Roloff, F., Ueber die sogenannten Psorospermienknoten in der Leber des Kaninchens. Arch. f. path. Anat. Bd. 43. 1868. p. 512—523. Taf. 15.

22. Eimer, Th., Ueber die ei- und kugelförmigen Psorospermien der Wirbeltiere. Würzburg 1870.

23. Schneider, Aimé, Note sur la psorospermie oviforme du poulpe. Arch. de zool. expérim. T. IV. 1875. p. XL—XLV.

24. Schneider, Aimé, Note sur les rapports des psorospermies oviformes aux véritables grég. Arch. de zool. expérim. T. IV. 1875. p. XLV—XLVIII.

25. Leuckart, R., Die menschl. Parasiten etc. II. Aufl. 1. Bd. 1879.

26. Schneider, Aimé, Sur les psorospermies oviformes ou Coccidées, espèces nouvelles ou peu connues. Arch. zool. expérim. T. IX. 1881. p. 387—404. Pl. XXII.

27. Gabriel, B., Ueber die in der Harnblase des Hechtes sich findenden parasitischen Gebilde. Bericht d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur. f. d. J. 1879. p. 26—33.

28. Bütschli, O., Zur Kenntnis der Fischpsorospermien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXV. 1881. p. 629—651. Taf. 31.

Da dieses Verzeichnis manches Unwichtige enthält, will ich auf diejenigen Nummern aufmerksam machen, welche im Allgemeinen das bieten, was zur schnelleren Information, zum Verständnis und zur Beurteilung des Folgenden wünschenswert erscheint:

I. O. Bütschli, Protozoa Bd. I.
II. „ No. 15.
III. Aimé Schneider, No. 10.
IV. „ No. 17.

Kurze Uebersicht über den jetzigen Stand der Gregarinen-Forschung.

Jetzt müssen wenige Worte genügen über das, was in der Entwicklung der Gregarinen als sicher feststehend zu betrachten ist, und das, was noch einer genaueren Untersuchung und Aufklärung bedarf.

Die schlauch- oder gurkenförmigen, ausgewachsenen Gregarinen lassen 2 Haupttypen erkennen: Die weniger beweglichen, zweikammerigen Polycystiden, welche häufig durch ein zur Anheftung dienendes Kopfstück ausgezeichnet sind, und die mehr beweglichen, einkammerigen Monocystiden. Die fein längsgestreifte Cuticula letzterer umschliesst ein weiches, helles Plasma. Dies ist bei erwachsenen Individuen höchstens mit Ausnahme des vorderen Poles, mit fettartigen, eigentümlich gelblichweiss durchscheinenden, länglich ovalen Körnchen erfüllt, welche wir kurz mit Gregarinenkörnchen bezeichnen wollen. Eine Abnahme der lebhaften Bewegungserscheinungen solcher mit Gregarinenkörnchen dicht erfüllten Tierchen und ein Zusammenziehen des langgestreckten Körpers zur ovalen und weiter zur kugeligen Form sind die allgemeinen Encystirungserscheinungen, welche der Sporenbildung immer vorausgehen. Die fertige Cyste zeigt sich uns als kugeliges, bewegungsloses, mit einer Doppelhülle umgebenes und mit

Gregarinenkörnchen dicht gefülltes, kernhaltiges Gebilde. Neben diesen einfachen Cysten bemerken wir zuweilen Doppelcysten, wenngleich doch niemals eine Kopulation unter den Monocystiden des Regenwurms beobachtet worden ist. Sind diese Doppelcysten nun dennoch das Resultat einer Kopulation, oder sind sie etwa durch Teilung einfacher Cysten entstanden? Einige Zeit nach der Encystirung bemerkt man eine peripherische Aufhellung des körnchenreichen Inhaltes und daselbst ein Hervorsprossen von kleinen, kugeligen Gebilden an der Oberfläche der centralen Körnermasse, welche die peripherische Zone bald erfüllen. Es sind dies die Sporoblasten, welche durch Umwandlung ihrer rundlichen Form in die länglich ovale, spindelförmige unter Ausscheidung einer Schale die Sporen bilden. Der körnige, unverbrauchte Rest in der Cyste, welcher häufig eine Anzahl zusammenhängender, kugeliger Gebilde, häufig eine einzige grosse Kugel darstellt und eine Reihe von Vakuolen aufweist, soll nach Bütschli (vgl. Sporozoa p. 541) keine weitere Bedeutung mehr haben. Bei diesem Sporulationsakte ist es aber noch durchaus fraglich, ob die Sporoblasten peripherisch durch Hervorsprossen gebildet werden, und ob denn wirklich die unverbrauchte, körnige Masse jede Bedeutung verloren hat.

Die Spore, das vorläufige Endresultat der Vermehrung, zeigt uns in der festen, spindelförmigen, mit Polknöpfchen versehenen Schale einen Inhalt, der die ganze Aufmerksamkeit der heutigen Gregarinenforscher in Anspruch genommen hat. Es sind dies die von Aimé Schneider sogenannten Sichelkörper, corpusculi falciformes. Dieselben, gewöhnlich 4—8, lassen zwischen sich, in der Mitte der Spore, seltener excentrisch, eine sehr feinkörnige Masse erkennen, die sogenannte „Rückstandsmasse“ oder nucléus de relicat Aimé Schneiders. Die Sichelkörper, welche man am passendsten mit den Gregarinenkörnchen selbst vergleichen könnte, zeichnen sich durch eine länglich ovale Gestalt und ein vollkommen honogenes, grünlich weiss durchscheinendes Protoplasma aus. Eine eigentliche Hülle liess sich an ihnen selbst bei sehr starker Vergröfserung nicht erkennen.

Während die älteren Forscher, welche die Sichelkeime entweder übersahen oder ihnen keine Bedeutung beilegten, sich vergeblich bemühten, die Entwicklung der Gregarinen aus den Sporen zu erkennen, vermutet Aimé Schneider hier eine doppelte Vermehrungsweise. Es sollen nämlich nach Analogie der Coccidien, den nächsten Verwandten der Monocystiden, aus den Sichelkörpern erst die Gregarinen hervorwachsen. Leider ist das Resultat der

sehr emsigen, mehrjährigen Bemühungen Schneiders in diesem Hauptpunkte bis jetzt noch wenig befriedigend. Dasselbe lässt sich dahin kurz zusammenfassen, dass er glaubt, in den Sichelkörpern verschiedener Sporen einen Kern nachgewiesen zu haben. Für die Sichelkörper der Regenwurmgregarinen glaubt Bütschli (s. No. 15) dasselbe festgestellt zu haben, so dass er einen solchen, jedenfalls sehr interessanten Entwicklungsgang nicht für unmöglich hält.

Daraus dürften sich nun etwa folgende 4 Fragen ergeben:

I. Haben die Sichelkörper die Bedeutung von Fortpflanzungskeimen?

II. Wie und als was werden in dem Falle die Sichelkörper selbständig?

III. Welche Bedeutung haben dieselben, wenn sie als Fortpflanzungskeime keine Geltung behalten?

IV. Wie geht eventuell aus der Spore die Gregarine hervor?

Die Monocystis des Regenwurms, welche nach Bütschli in einem Falle (s. No. 15) Sichelkörper mit Kern gezeigt haben soll, erscheint mir gerade durch diesen Umstand für die Untersuchung und endgültige Lösung des Rätsels besonders wertvoll und wird bei eingehendem, nachhaltigen Studium hoffentlich die Antwort auf obige Fragen nicht schuldig bleiben.

Uebersicht über die verschiedenen Species der lumbricinen Gregarinen.

Bei dieser Uebersicht, welche ich der Zweckmäfsigkeit halber am besten vorausschicke, um später darauf zurückgreifen zu können, werde ich das, was ich als neu erkannt zu haben glaube, einflechten, um mich so kurz wie möglich zu fassen.

I. Zygocystis cometa (s. Bütschli, Protozoa Taf. XXXIV. Fig. 1 *a*, *b*). Diese ist die einzige Monocystide des Regenwurmes, welche stets zu zweien, selten zu dreien kopuliert gefunden wird. Im Lumbr. agricola ist sie sehr selten und nur einmal in demselben angetroffen worden, häufiger soll sie dagegen in L. rubellus sich finden.

II. Monocystis magna (s. Bütschli, Protozoa XXXIII. Fig. 1 *a*, *b*). Diese grösste von allen lumbricinen Gregarinen zeigt einen sehr lang gestreckten Körper mit grossem, fast ovalen Kern und einer Kutikula, welche eine feine, über den ganzen Körper

parallel verlaufende Längsstreifung erkennen lässt. An dem vorderen Pol, mit dem sie immer unter normalen Verhältnissen in eine Pokalzelle des Trichterepithels im Testiculus eingesenkt erscheint, bemerkt man deutlich eine Längsrippung. Erst kurz vor der Encystirung fällt sie ab (s. Näheres No. 4. p. 168—169).

III. Mon. cristata (Ad. Schmidt). In der Mitte des Vorderpoles sehen wir einen kleinen, buckelartigen Vorsprung, welcher von einem Haarschopf kranzartig umgeben wird. Die Kranzhärchen scheinen aus der subkutikularen Schicht zu entspringen und treten am Rande des Vorderpoles dort hervor, wo wir die Kutikularstreifung plötzlich aufhören sehen (vgl. Fig. 1). Während sie Henle in Müllers Arch. 1845, Taf. XIII. 3, als haarartige Gebilde andeutet, beschreibt sie Ad. Schmidt als ein „Bündel kurzer, länglicher, oben abgerundeter Fortsätze", welche in Wasser anschwellen sollen (s. No. 4. Taf. XIV. 13, 14). Ich untersuchte sie in physiologischer Flüssigkeit ($\frac{1}{2}$ $\frac{0}{0}$ Chlornatr.), in welcher sich die Gregarinen am längsten lebensfähig zeigten, und welche deshalb durchweg von mir benutzt wurde. Hier bemerkte ich folgende interessante Erscheinung: Die Fädchen, welche sich gleichsam als eine Kette von hintereinander gereihten, feinen Körnchen, zusammengehalten durch ein zähes Plasma, darstellten, schwollen an der Spitze kugelig an. In demselben Masse, wie diese Schwellkügelchen sich vergrössernd die eigene Fadenmasse in sich aufnahmen, in dem Masse verkürzten sich natürlich auch ihre Fäden, so dass sie schliesslich das Aussehen hatten, wie Ad. Schmidt es oben beschreibt. Nach einigen Minuten aber bemerkte ich, wie die Kügelchen, immer kleiner werdend, sich wieder vom Polrande entfernten, und die Fäden wieder ganz ausgezogen wurden. In einigen Fällen sah ich diese sehr feinen und dichten Härchen sich an amöboide Zellen anlagern. Ob sie aber in diese eindringen, um gleichsam als Haustorien die Nahrungsaufnahme zu besorgen, kann ich nicht behaupten, sondern nur vermuten, da mir diese pseudopodienartigen Härchen zu fein als Haftapparat erscheinen. Zudem fand ich eine ganz junge, freie, körnchenlose, sehr bewegliche M. cristata schon mit diesem Haarschopf versehen (vgl. Fig. 2. *a* u. *b*). Die sehr lebhafte Körnchenströmung im Innern dieser Species, welche immer von einem Pol zum andern und zwar nur in der Richtung der geraden Hauptaxe erfolgt, zieht den runden Kern gewöhnlich mit in die Bewegung hinein.

IV. Mon. porrecta (Ad. Schmidt), so genannt nach der walzenförmig langgestreckten Gestalt. Diese im erwachsenen Zu-

stande wie alle Gregarinen mit länglich ovalen fettartigen Körnchen erfüllte Monocystide ist durch einen ovalen Kern ausgezeichnet. Vorder- und Hinterpol sind wie bei Mon. magna einfach abgerundet, während das Hinterende von Mon. cristata in eine buckelartige Polspitze ausläuft. In der Mitte des Vorderpoles hat M. porrecta ebenfalls wie M. cristata einen Buckel, bis an welchen aber die Kutikularstreifen unmittelbar heranlaufen (vgl. Fig. 3 4, u. 5.). Unterhalb der letzteren fand ich in dem sogenannten Sarkocyt an dem meist körnchenfreien Vorderpole eine äusserst feine Fibrillarstreifung, welche ringartig um den Körper verläuft (vgl. Fig. 3 u. 4). Verfolgt man diese Ringfibrillen durch immer tieferes Einstellen von oben her bis zur mittleren Einstellung, so bemerkt man auf dem optischen Längsschnitte in der Mitte des Sarkocyts die Querschnitte der Fibrillen als eine Reihe von Pünktchen. Dieselben sind auch dort zu erkennen, wo die Querstreifung wegen des körnigen Inhaltes der Gregarine nicht zur Wahrnehmung gelangt. Eine solche Fibrillenschicht ist auch von Aimé Schneider bei mehreren Polycystiden und bei einer Monocystide (Gamocystis) nachgewiesen worden. Bei dieser M. porrecta begegnen wir ferner zum ersten Mal jenem eigentümlichen Haarkleide, welches von Ad. Schmidt richtig als Spermatozoenkleid gedeutet wurde (vgl. Fig. 5). Sowohl bei dieser wie bei den noch folgenden Species fand ich die jüngsten Gregarinen immer mit einem solchen Kleide verkümmerter Samenfäden bedeckt. In einer solchen Spermamutterzelle wächst also die M. porrecta als entocellularer Schmarotzer zur völligen Reife heran und zeigt hier dieselben Lebenserscheinungen wie die frei gewordene Gregarine, nämlich dasselbe Vor- und Rückwärtsströmen des körnigen Inhaltes. Allmählich wächst die Gregarine so weit heran, dass sie die Spermamutterzelle vollkommen ausfüllt. Dabei wird nicht allein der Inhalt der Mutterzelle, sondern auch nach und nach das Plasma der jungen Spermatozoen von der Gregarine resorbirt, wodurch die Samenfäden immer mehr bis zum Verschwinden verkümmern. In diesem Stadium wird das Spermatozoenkleid bisweilen durch Hervorstrecken des Polbuckels gesprengt, wie ich zu beobachten Gelegenheit hatte. Dadurch dass dies Kleid nach hinten abgleitet, wird die Gregarine vollends frei.

Häufig aber unterbleibt diese Sprengung, sodass die Gregarine innerhalb der Zelle zu encystiren gezwungen ist. An dem Haarkleid fiel mir auf, dass mit dem Heranwachsen der Gregarine der Spermatozoenbesatz am vorderen Pol immer mehr verschwindet.

Während man nämlich vorn, ganz an der Spitze, nur noch eine ganz feine, dünne Membran über den Polbuckel gespannt sieht, bemerkt man seitlich davon nach dem Polrande hin und darüber hinaus noch die Rudimente und Ansatzstellen der Samenfäden, die weiter nach hinten immer deutlicher werden. Dasselbe finden wir noch schöner bei der folgenden, nahe verwandten Mon. cuneiformis (n. sp.) (vgl. Fig. 7). Bei jungen Individuen fehlt diese Erscheinung. Ob dieselbe auf einem stärkeren Resorbtionsvermögen an dem Vorderpole der Gregarine, wie man nach Analogie der Mon. magna vermuten könnte, oder auf der eigentümlichen Stossbewegung des Tieres in der Richtung der Hauptaxe nach diesem Pole hin beruht, wage ich nicht zu entscheiden.

V. Mon. cuneiformis (n. Sp.). Dieselbe stimmt im wesentlichen, namentlich in den Lebenserscheinungen und dem Spermatozoenschwund an dem Pole mit M. porrecta überein. Sie zeigt aber folgende Abweichungen (vgl. Fig. 6): Der Kern ist rund, die Form nicht so lang gestreckt, vorn dicker, nach hinten sich keilförmig verjüngend.

Der vordere Polbuckel kann weit stärker, fast rüsselförmig vorgestreckt werden (vgl. Fig. 7). Dass das Spermatozoenkleid gewöhnlich schon vor der völligen Encystirungsreife gesprengt wird, findet jedenfalls darin seine Erklärung.

Die Körpergestalt ist weniger gerade gestreckt, mehr gekrümmt, wenigstens bei älteren Exemplaren. Auf Grund dieser Abweichungen glaubte ich sie von M. porrecta trennen zu müssen.

VI. Mon. agilis (Stein.). Diese mit einem grossen, runden Kern versehene, am häufigsten vorkommende Gregarine zeigt im erwachsenen, ruhenden Zustande einen nach vorn und hinten spitz auslaufenden, in der Mitte durch stärkere Körnchenansammlung aufgetriebenen, meist bogenförmig gekrümmten Körper. Das ganz besonders Charakteristische dieser Form besteht in einer haken- oder knieförmigen Umbiegung des vorderen Poles nach der konkaven Körperseite hin. Ausserdem wird die sonst deutliche Kutikularstreifung kurz vor dem Knie immer feiner und verschwindet am Knie selbst vollständig. Anders bei M. porrecta, wo sie doch ganz bis an den Polbuckel herantritt, um hier plötzlich aufzuhören (vgl. Fig. 8).

Das Plasma dieses Vorderendes muss jedenfalls wie bei M. porrecta und cuneiformis weit zäher und fester sein, als das des übrigen Körpers, weil bei der bekannten lebhaften Körnchenströmung die Körnchen fast nie bis in die Spitze dringen, während

dies bei dem Hinterende der Fall ist. Im Jugendzustande ist M. agilis stets mit Spermatozoenkleid bedeckt, erlangt aber schon ziemlich früh ihre Freiheit, weil sie durch ihr starkes Bewegungsvermögen im Stande ist, dasselbe zu sprengen. Bald lässt sie nämlich zu dem Zwecke fast ihre ganze Körnermasse in das hintere Ende fliessen, um hier durch übermässige kugelige Auftreibung die Zelle zum Platzen zu bringen, bald streckt sie das häufig umgeschlagene hintere Ende plötzlich auf einen Ruck gerade aus, um so die Hülle zu zerreissen. Nur selten findet man ein völlig encystirungsreifes Tier noch mit Spermatozoenkleid.

VII. Mon. minuta (n. Sp.) (s. No. 4 Taf. XIV). Diese äusserst interessante Form, welche sich ziemlich selten im Hoden des L. agricola findet, habe ich bis jetzt noch nicht beschrieben gefunden. Eine derselben wahrscheinlich zukommende Cyste von ovaler Form hat Lieberkühn (s. No. 5) in seinem Index als apparement l'oeuf de la plus grande espèce de nématode de Lombrik (s. No. 5 Pl. VIII, 2) und eine ganz junge Gregarine dieser Species als Amibe avec des grains de Grégarine oblongs (s. No. 5 Pl. V, 26) angeführt. Wir sehen schon, dass wir es hier mit einer amöboiden, durch eine besondere Cystenform ausgezeichneten Gregarine zu thun haben werden. Wie die vorhergehenden Species lebt sie in Spermatozoenmutterzellen und zwar bis zur völligen Encystirungsreife. Als kleinste Form von allen Monocystiden des L. agricola schien mir obige Benennung gerechtfertigt.

Ihre Form lässt sich passend mit einer Glaskuppel für unsere Goldfische vergleichen; denn nur der Vorderpol ist hier bestimmt differenzirt und hebt sich kopfartig von dem kugeligen Körper empor. Eine feine Kutikularstreifung lässt sich deutlich erkennen; diese tritt am Rande des Kopfes auf, verläuft über den kurzen dicken Hals und verschwindet dort, wo derselbe in das kugelige Rumpfstück übergeht (vgl. Fig. 9). Wie bei cuneiformis kann das Kopfstück, welches fast frei von Gregarinenkörnchen gefunden wird, vorgestreckt und zurückgezogen werden. Sobald die Gregarine nach erlangter Reife durch energisches Vorstrecken desselben die Zelle gesprengt und ihre Reife erlangt hat, zieht sich das Kopfstück zur Encystirung auf den kugeligen Körper zurück (vgl. Fig. 10). Neben dieser mehr einseitigen Bewegung nehmen wir an dem Tiere während seines Zellenlebens noch eine andere, eine Art undulirender, amöboider Bewegung wahr: Das Kopfstück neigt sich nach einer Seite, unmittelbar daneben entsteht eine Hervorwölbung der Körperoberfläche, welche gleich wieder ver-

schwindet, um daneben sofort wieder aufzutreten. Diese Bewegung ist vergleichbar mit einer Wellenbewegung; denn vom Pole ausgehend nach der Richtung, wohin sich derselbe geneigt hat, kann dieselbe um die ganze Körperperipherie fortschreiten. Dadurch verschiebt sich der körnige Inhalt kreisend in derselben Richtung, sodass nach kurzer Zeit der Pol gerade an der entgegengesetzten Seite liegen kann. Zuweilen tritt ein Wechsel der Bewegung ein, und dieselbe amöboide, undulirende Bewegung verläuft in umgekehrter Richtung. Dass die Oberfläche der Spermamutterzelle durch diese kreisende Bewegung sehr in Mitleidenschaft gezogen wird, ersieht man daraus, dass sie durch die Reibung den Spermatozoenbesatz verliert. Oft findet man nur noch hie und da oder auch nur noch an einer Stelle denselben erhalten (vgl. Fig. 9). Je jünger die Gregarine, oder je weniger dieselbe noch die Zelle ausfüllt, desto vollkommener ist der Besatz.

Encystirungserscheinungen.

Es ist schon mehrfach bei den Gregarinen, namentlich an den Polycystiden und in einigen Fällen auch an den Monocystiden eine der Encystirung vorausgehende Copulation beobachtet worden. Die von mir öfters gerade in der Encystirung betroffenen Monocystiden des L. agricola encystirten stets solitär in der bekannten Weise. Der mit Körnchen dicht erfüllte Körper zieht sich kugelig zusammen, wobei das Kopf- und Schwanzende und ebenso der Haarschopf der Mon. cristata eingezogen werden. Die Kutikula der Gregarine bildet die äussere Hülle der Cyste, während das subkutikulare Sarcocyt eine zweite innere Hülle darstellt. Dabei kann man bemerken, dass die kutikularen Differenzirungen am Vorderpol in dem Masse undeutlich werden und verschwinden, wie die Gestalt aus der ovalen in die kugelige Form übergeht. Einige etwas abweichende Encystirungserscheinungen müssen uns noch einen Augenblick in Anspruch nehmen, welche die Teilung von encystirenden Gregarinen und die zuweilen vorkommende Doppelcystenbildung betreffen. Letztere kann nämlich schwerlich auf der Kopulation zweier Individuen beruhen, da eine solche hier ausser bei Zygocystis cometa niemals beobachtet worden ist, und Zygocystis cometa selbst hier nur einmal angetroffen sein soll.

Wie schon erwähnt, erlangen M. porrecta häufig und cuneiformis zuweilen innerhalb der Spermamutterzellen ihre völlige Encystirungsreife. Ihr Bewegungsvermögen nimmt immer mehr ab, sodass sie schliesslich ganz die Fähigkeit verlieren, die Zelle zu

sprengen und sich ganz frei zu machen. An einer oder auch zuweilen an zwei Stellen einer solchen Gregarine sehen wir dieselbe sich ringförmig einschnüren, bis die Hüllen vollständig kollabiren. Zugleich ziehen sich ihre Körnchenmassen zu zwei, respektive drei Kugeln zusammen, welche nur noch durch die gemeinsame Gregarinenhaut zusammengehalten werden (vgl. Fig. 13 und 15). Indem sich dieser Zusammenhang löst, werden die mit Spermatozoen bedeckten Einzelkugeln frei und zeigen sich uns von andern Cysten in keiner Weise verschieden. Der Spermatozoenbesatz einer solchen Teilcyste verkümmert bald bis zur Unkenntlichkeit, sodass die Cyste ausserhalb der Kutikula wie von einer dickeren, granulirten Hülle umgeben erscheint, die jedoch später von selbst abblättert.

Während es hier zu einer wirklichen Teilung der encystirungsreifen, langgestreckten Gregarine kommt, und völlige Trennung erfolgt, bleiben im folgenden Falle beide Teilstücke an einander haften, sodass man glaubt, das Produkt einer Kopulation vor sich zu haben, wenn man den Prozess nicht von Anfang an verfolgt hat. Wir sahen nämlich, wie am Vorderpol das Spermatozoenkleid einer M. porrecta durchbrochen ward und etwa die vordere Hälfte der Gregarine daraus kugelig hervorquoll. Und zwar war dieselbe von einer Hülle umgeben, welche sich deutlich als die direkte Fortsetzung der eigentlichen Gregarinenkutikula erkennen liess (vgl. Fig. 14 u. 17). Alsbald hörte diese Ausquellungserscheinung auf, und wir konnten bald darauf an der Durchbruchsstelle, wo sich der kugelige Teil wie durch eine starke Einschnürung von dem anderen Körperteile absetzte, das allmähliche Auftreten einer hellen Scheidewand konstatiren. Dadurch wurden beide Hälften vollkommen von einander abgegrenzt. Diese Scheidewand erschien auf dem optischen Längsschnitte als eine direkte Verbindung zwischen den beiden seitlichen Sarkozytschichten. Als nach einiger Zeit das Spermakleid nach hinten abgleitend die zweite Körperhälfte frei gab, zog sich diese dabei ebenfalls kugelig zusammen. Während nun die gemeinsame Kutikula nach der völligen Aneinanderlagerung der beiden Kugeln an der Einschnürungsstelle wieder allmählich auseinanderzuweichen strebte, falteten sich die beiden benachbarten Sarkocytschichten der beiden Kammern zu einer gemeinsammen Lamelle zusammen. Sie bildeten auf diese Weise mit der obigen Scheidewand gleichsam einen Verschlag, der beide Kammern von einander trennte (vgl. Fig. 17).

Häufig kommt es vor, dass die erste hervorquellende, kugelige

Hälfte sich als Teilcyste vollkommen loslöst, wogegen der andere, mit Haarkleid versehene Teil sich ebenfalls abrundet und encystirt (vgl. Fig. 16). Abweichend von der gewöhnlich runden Cystenform der bekannten Gregarinen zeichnet sich Mon. minuta durch eine ovale Cyste aus. Sobald nämlich nach erlangter Freiheit der Kopfteil sich auf den kugeligen Körper zurückgezogen hat, nimmt dieser die charakteristische Cystenform an (vgl. Fig. 10); (s. No. 5 Pl. VII, 2). Die von A. Schneider (s. No. 26 p. 394, Pl. XXII Fig. 23) beschriebene Cyclospora aus der Abteilung der Coccidien hat mit M. minuta ausser derselben ovalen Cystenform das gemeinsam, dass der körnige Inhalt an beiden Polen sich von der Kutikula loslöst und nach der Mitte hin zu einem kürzeren Oval zusammenzieht (Fig. 11).

Sporenbildung.

Wenden wir uns jetzt zur Bildung der Sporen, welche nach dem Urteil Bütschlis (s. No. 1, 529) „trotz zahlreicher, einschlägiger Untersuchungen noch so viel des Unklaren darbietet, dass es schwer fällt, davon ein kurzes, präzises Bild zu entwerfen". Schon längst hatte sich mir die Ueberzeugung aufgedrängt, dass der „wahrscheinliche Sporulationsverlauf", wie ihn Bütschli in seinen Sporozoa p. 541 sich vorstellt, nicht richtig sein könne, weil direkte Beobachtungen jenem Verlauf widersprachen, bis ich endlich am 9. August durch direkte Beobachtung des ersten Anfanges der Sporulation Gewissheit erlangte. In der Hodenanlage eines jungen L. agricola fand ich nämlich sieben der M. magna angehörige Cysten. Während drei von ihnen noch in der Encystirung begriffen waren und sich erst kugelig zusammenzogen, hatte bei den anderen die Sporulation zum Teil schon begonnen. So zeigte eine überaus grosse Cyste schon in der aufgehellten peripherischen Randzone eine bedeutende Menge von Sporoblasten, während das Centrum von einer kugeligen, vakuolösen Körnchenmasse eingenommen wurde. Durch ganz leichten Druck sprengte ich diese Cyste, um den herausfliessenden Inhalt, namentlich die sehr schönen, grossen Sporoblasten, genauer auf ihre Elemente untersuchen zu können. Ihre leicht ovale Form mit reichlichem körnigen Inhalt wies noch keine eigentliche Hülle auf. Neben einer feinen Granulation, namentlich am Rande, fanden sich alle Uebergänge von dieser bis zu den grössten Gregarinenkörnchen, welche neben der vorwiegend länglich ovalen Form auch etwas

unregelmässige, bald hantel-, brödchen-, eiförmige, bald kugelige Gestalt erkennen liessen (vgl. Fig. 27 und 28). Kurz, es stimmten die gröberen Elemente der Sporoblasten mit denen der körnigen Rückstandsmasse im Centrum der Cyste vollkommen überein.

Während ich dies skizzirte, sah ich an einer anderen rundlichen Cyste eine höchst bedeutsame Erscheinung. Um den sehr grossen Kern mit deutlichem Nucleolus und einigen scheinbaren Vakuolen verlief eine klare helle Zone, deren Dicke ungefähr durchschnittlich die Hälfte des Kerndurchmessers betrug (vgl. Fig. 29). An einer Stelle, welche seitlich an diese Zone angrenzte, machte sich eine sehr auffällige Veränderung der körnigen Masse bemerkbar. Statt der grossen, grünlich durchscheinenden Gregarinenkörnchen fand sich dort auf dem ersten Anschein nur feine Granulation, entsprechend den feineren Elementen der eben beschriebenen Sporoblasten. Als ich nun genauer mein Augenmerk darauf richtete, sah ich, wie aus der umgebenden grobkörnigen Masse, welche sich scharf gegen die feinkörnige Masse absetzte, feine Körnchen hervortraten, um die feinkörnige Masse zu vermehren. Dabei wurden am Rande ab und zu grobkörnige Elemente mit hineingezogen. Nach etwa einer Stunde hatte sich die feinkörnige Masse um das dreifache Volumen vermehrt. Auf meiner Zeichnung hatte ich den jetzigen Zustand durch eine Linie mit der Ziffer 1 bezeichnet (vgl. Fig. 29). Nach zwei Stunden, während welcher das in physiologischer und perivisceraler Flüssigkeit eingebettete Präparat über Wasser gesetzt wurde, um es vor Verdunstung und Druck zu schützen, musste auf meiner Zeichnung die Grenze wieder weiter vorgeschoben werden bis zu einer mit 2 bezeichneten Linie. Während dieser Zeit waren in dem mit Linie 1 umschriebenen Raume Veränderungen vor sich gegangen, welche es ausser Zweifel setzten, dass ich hier den eigentlichen Sporulationsherd aufgefunden hatte. Ich bemerkte dort nämlich acht Sporoblasten von annähernd ovaler Form. Bei zweien von ihnen, welche der hellen Zone am nächsten lagen, konnte ich schon die Identität mit den oben beschriebenen Sporoblasten nachweisen; denn sie stimmten mit ihnen sowohl in den gröberen Elementen, wie vorwiegend in der feineren Körnchenmasse überein. Indem ich bemüht war, diese Verhältnisse mir möglichst genau aufzuzeichnen, hatte sich der Sporulationsherd schon wieder erweitert. Der Kern, den ich zu Anfang meiner Beobachtung möglichst deutlich und genau gezeichnet hatte, schien mir zum Schluss nicht mehr der Zeichnung zu entsprechen, sondern vakuolöser geworden zu sein. Auf die Umbildung der Sporo-

blasten zu Sporen muss ich später eingehend zurückkommen, will aber hier noch bemerken, dass die aus den Sporoblasten unter Ausscheidung einer Schale entstehenden Sporen nicht gleich an den Polen jene knöpfchenartigen Verdickungen zeigen, sondern dass es noch ein Zwischenstadium giebt, wo letztere fehlen und die Pole ziemlich stumpf abgerundet erscheinen (vgl. Fig. 22 *a* u. *b*).

Doch kehren wir jetzt zur Sporoblastenbildung selbst zurück. Sobald eine grosse Anzahl von Sporoblasten im Inneren der körnigen Cystenmasse gebildet worden ist, werden sie wahrscheinlich dadurch, dass das körnige Plasma sich nach dem Centrum hin zu konzentriren strebt, veranlasst, nach der Peripherie hin auszuscheiden. Ich sah nämlich in einem Falle, wie an mehreren Stellen ein Sporoblast nach dem andern hervorquoll, und immer der nachfolgende den vorhergehenden zur Seite schob, bis die ganze Peripherie der Cyste mit einer solchen Schicht bedeckt war. Dasselbe Präparat, eine Nacht über Wasser aufbewahrt, zeigte am anderen Tage fast die doppelte Menge von Sporoblasten, während der körnige Restballen in dem Masse kleiner geworden war und im Inneren einige vakuolenartige Räume zeigte, in denen die Gregarinenkörnchen fehlten (vgl. Fig. 19).

Gegen eine Entstehung der Sporoblasten durch Sprossung an der Peripherie der Cyste spricht demnach zunächst die direkte Beobachtung an der Cyste von Mon. magna, wo dieselben in der Nähe des Kernes gebildet wurden; ferner das Hervortreten derselben an bestimmten Stellen der Peripherie, und schliesslich vor allen Dingen das Vorhandensein von Vakuolen, die nichts anderes sein können als Sporulationsherde, deren Inhalt nach aussen getreten ist, und welche niemals vor der Sporoblastenbildung auftreten. Das Vorhandensein verschiedener Vakuolen in der Rückstandsmasse könnte die Vermutung nahe legen, dass die Bildung von Sporoblasten an verschiedenen Stellen unabhängig von einander vor sich gehen könne. Allein bei genauer Beobachtung und geschickter Einstellung des Mikroskops kann man erkennen, dass dieselben wie durch offene Thüren verbundene Kammern mit einander zusammenhängen. Dadurch dass die Vakuolen in Folge der Kontraktion des körnigen Plasmas verschwinden, entstehen an der Oberfläche der Rückstandskugel jene eigentümlichen „Furchungskugeln“, welche jedenfalls als Sporulation durch fortgesetzte Teilung gedeutet worden sind (vgl. Bütschli's Sporozoa 540. pag.); (vgl. Fig. 20). Dieselben stellen eine kugelige Agglomeration dar, bei

welcher die Einzelkugeln unter einander nach dem Centrum hin in innigem Zusammenhang stehen.

Das Schicksal des körnigen Restballens der Cyste.

Wenn Schneider und Bütschli annehmen, dafs die „Reste der ursprünglichen Gregarinenkörper keine weitere Bedeutung" haben, so kann dies für die Monocystiden des Lumbricus keine Geltung haben, da ich niemals, so weit ich mich erinnere, bei der ungeheuer grofsen Anzahl der Cysten mit reifen Sporen eine Rückstandsmasse bemerkt habe. Aufserdem gab eine am 27. Mai beobachtete höchst dankbare Cyste über das weitere Schicksal der körnigen Masse Aufklärung (vgl. Fig. 21).

Die Mitte dieser Cyste wurde von einer ungefähr $\frac{1}{4}$ ihres Volumens betragenden Rückstandskugel eingenommen, welche mehrere Vakuolen erkennen liess. Auf der Peripherie derselben breitete sich eine einfache Lage von runden Sporoblasten aus, während die helle peripherische Zone zwischen ihnen und der Cystenhülle von Sporen verschiedenen Alters ausgefüllt wurde. Die jedenfalls älteren von ihnen mit differenzirtem Polknöpfchen lagen fast alle der Cystenhülle an (vgl. Fig. 22 *c*), während sich in der Nähe der Sporoblastenschicht solche fanden, welche wir als ein Zwischenstadium zwischen Sporoblasten und Sporen betrachten müssen (vgl. Fig. 22 *a* und *b*). Wenn wir nun mit gutem Grund aus der dreifach verschiedenen Form dieser Sporulationsprodukte und ihrer verschiedenen Schichtungsfolge auf eine verschiedene Zeitfolge in der Entstehung dieser Schichten schliefsen dürfen, so mufs sich „die zum allgemeinen Untergang bestimmte Masse" nach dem ersten Sporulationsakt noch 2 mal fruchtbar gezeigt haben. Wahrscheinlich findet sie ihren wohlverdienten Untergang dadurch, dass sie ihre ganze Masse zur Bildung von Sporen opfert. Aimé Schneider liefs die kugelige Rückstandsmasse 14 Tage lang in Wasser liegen, ohne eine weitere Veränderung als ihre schliefsliche Auflösung wahrzunehmen. Daraus jedoch zu folgern, dafs dieselbe für die Fortpflanzung keine weitere Bedeutung mehr haben könne, scheint mir etwas gewagt, zumal bei der starken chemischen Einwirkung des einfachen destillirten Wassers auf sämmtliche Gregarinenprodukte, höchstens mit Ausnahme der reifen Sporen.

Dafs die Umbildung des körnigen Cysteninhaltes zu Sporoblasten in manchen Cysten schneller erfolgt als z. B. in der eben beschriebenen, läfst eine grofse Cyste (vgl. Fig. 23) vermuten, die uns in der Mitte nur noch eine ganz geringe Rückstandsmasse

mit einer zentralen Vakuole und im übrigen fast lauter gleichgebildete, runde Sporoblasten zeigt. Die Umbildung der Sporoblasten zu Sporen findet zuweilen schon im Innern der körnigen Masse statt, darauf werden sie erst in die peripherische Zone abgegeben, wie ich mehrmals zu beobachten Gelegenheit hatte und auf meiner Zeichnung durch Pfeilchen angedeutet habe (vgl. Fig. 24). Vorher kann man sie häufig dort, wo sie nahe an der Oberfläche liegen, durchschimmern sehen. Bütschli und Schneider berichten von Clepsidrina blattarum, dass nach der Verschmelzung der beiden Gregarinen eine Wanderung der Spore aus der peripherischen Schicht nach der Mitte hin stattfände. Erklärlich erscheint schon eine solche Wanderung, wenn man bedenkt, dafs die freien Enden der Sporodukte, welche schon diese polycystide Gregarine, ganz abgesehen von ihrer höchst bedeutsamen Eigenschaft zu kopuliren, gewifs als eine sehr hoch differenzirte charakterisiren, zur Sporenaufnahme bis fast in die Mitte der Cyste hineinragen, um von hieraus nach aussen hervorgespült zu werden. Jedenfalls aber hat dies für unsere Monocystiden keine Geltung.

Makrosporen und Mikrosporen.

Bevor ich mich nun zu der folgenden Hauptfrage nach der Bedeutung der sogenannten Sichelkörper in den Sporen wende, muss ich noch über die abweichenden Grössenverhältnisse der Sporen einiges bemerken, da über diesen Punkt bei den verschiedenen Forschern sehr abweichende Meinungen laut geworden sind. Innerhalb derselben Einzelcyste finden sich die Sporen, abgesehen von Mifsbildungen, durchweg von ein und derselben Form und Gröfse, bald Cysten mit nur grofsen, bald mit mittelgrofsen, bald solche mit nur kleineren Sporen, welche kaum $\frac{1}{3}$ so grofs wie die ersteren sind. Dafs diese verschieden grofsen Sporen verschiedenen Species nicht angehören, bewies mir eine Doppelcyste, welche jedenfalls aus ein und derselben Gregarine entstanden war und in der einen Teilcyste Makro-, in der andern Mikrosporen enthielt, welch letztere eben nur $\frac{1}{3}$ so grofs wie jene, aber sonst ganz von derselben Form waren (vgl. Fig. 18).

Wenn demnach auch die verschiedene Gröfse bei gleicher Form keine verschiedene Species bedingt, so scheint es mir jedoch umgekehrt unzweifelhaft, dafs verschiedene Formen von Sporen auch verschiedenen Species zukommen. Die Frage nach dem Grund dieser abweichenden Grössenverhältnisse bei gleichbleibender Form innerhalb derselben Species, und welche Form für diese oder jene

Monocystis charakteristisch sei, mufs ich leider unbeantwortet lassen, weil ich hier mit Vermutungen nicht dienen will.

Die Sporen und ihre Sichelkörper.

Der Lösung der Frage, ob die Sichelkörper, welche sich in den reifen Sporen finden, als Fortpflanzungskeime Geltung haben, kommen wir schon ein bedeutendes Stück näher, wenn wir ihre Entstehungsweise ganz genau angeben können. Bis jetzt ruht aber darüber noch völliges Dunkel. Bütschli und Schneider nehmen allerdings an, dafs sie durch regelmäfsige Längstheilung des Sporeninhaltes entstanden seien. Doch besser citiren wir hier den von Bütschli (s. Sporozoa p. 551) als wahrscheinlich mitgeteilten Vorgang: „Höchst wahrscheinlich erfolgt diese Längsteilung simultan, nicht successiv, da man letztere Teilungsstadien nie beobachtet hat. Jedoch ist die Teilung selbst sehr regelmässig und erfolgt nach radialgerichteten Längsebenen (4—8), welche sich sämmtlich in der Längsaxe schneiden, sodass die sichelförmigen Keime ganz regelmäfsig, etwa wie die Schnitzen einer Orange zusammengeordnet sind (33. 5*d*).“ Thatsächlich widerspricht aber fast jede Spore auf den ersten Blick dieser Darstellung. Dies scheint auch den Verfasser selbst zu folgender Konzession veranlafst zu haben: „Unregelmäfsige Lagerung der Körperchen, wie sie sehr gewöhnlich an den Sporen mit völlig ausgebildeten Keimen zu beobachten ist, dürfte wohl auf nachträgliche Verschiebung zurückzuführen sein.“ Und doch ist weder von andern noch von mir jemals eine nachträgliche Verschiebung konstatirt worden, was ich doch auch hätte bemerken müssen, da ich tagelang sowohl in physiologischer Flüssigkeit wie in humor aquaeus mit Hülfe der feuchten Kammer ganz bestimmte Sporen aufmerksam beobachtete, ohne auch nur die Spur von Verschiebung der vorher genau skizzirten Sichelkörper bemerkt zu haben. Wenigstens müfste man doch junge Sporen treffen, welche nach eben erfolgter simultaner Teilung noch jene regelmäfsige Anordnung der Sichelkörper zeigen, da die Verschiebung, deren Grund man aufserdem bei der festen Sporenschale nicht einsieht, erst eine „nachträgliche“ sein soll. Aber nichts von alle dem! Sobald die Spore sich aufhellt, sehen wir die Sichelkörper in derselben unregelmäfsigen Anordnung, wie sie Bütschli selbst beobachtet und Schneider (s. No. 10) auf seiner Tafel (XXII, Fig. 16—32) abgebildet hat.

Es war also unbedingt nötig, dafs, wenn ich mir über die Entstehung und das Wesen der Sichelkörper Klarheit verschaffen

wollte, ich den allerjüngsten Sporenstadien meine ganze Aufmerksamkeit widmete. Kehren wir zu dem Zwecke jetzt zu den Sporoblasten zurück und verfolgen wir Schritt für Schritt die Umwandlung derselben in Sporen mit Sichelkörpern.

Am Rande der kugeligen, noch nicht mit einer Hülle umgebenen Plasmamasse der Sporoblasten finden wir vorwiegend jene feinere Granulation, während wir im Innern gegen 4—8 ovale Gregarinenkörnchen erkennen, welche möglichst dicht an einander liegen und zwar häufig Längsseite an Längsseite (vgl. Fig. 27). Bald geht die kugelige Form der Sporoblasten in die länglich ovale über. Gleichzeitig scheidet sich aber auf jedem Pole eine zähe, gelblich weisse Masse aus, welche auf dem optischen Längsschnitt anfänglich wie eine äufserst feine Mondsichel erscheint, mit der Zeit aber immer stärker und länger wird, bis sich die beiden Enden der Sicheln in der Aequatorialzone vereinigen (vgl. Fig. 22 *a* und *b*). Aber während an den Längsseiten, um das Bild zu verlassen, die Masse, welche die Sporenschale bildet, auf Kosten der feineren, randschichtigen Granulation noch weiter ausgeschieden wird, hat sich die polare Ausscheidungsmasse schon rings um die beiden Polpunkte kondensirt, so dafs die äufsere Umgrenzung derselben mit einem gothischen Spitzbogen verglichen werden könnte (vgl. Fig. 22 *b*). Indem sich nun die Schale rings um die beiden Polpunkte immer weiter verdichtet und sich möglichst an den ovalen Inhalt anlegt, entsteht jene den Sporen charakteristische Schiffchen- oder Navicellenform mit den beiden knöpfchenartigen Verdickungen an der Spitze (vgl. Fig. 22 *c* und 30 *a*).

Doch welche Veränderungen erleidet während dieser Vorgänge der ovale Sporeninhalt? Solange an den ovalen Sporoblasten noch keine Schalensubstanz ausgeschieden wird, lassen sich noch alle früher erwähnten Elemente im Innern nachweisen. In dem Mafse aber, wie die junge ovale Spore Schalensubstanz absondert, rücken die oben erwähnten, randschichtigen Körnchen dichter zusammen, so dafs auf den ersten Blick Differenzirungen im Innern scheinbar nicht zu erkennen sind. Allein bei aufmerksamer Betrachtung bemerkt man 3—7 hellere, längliche Flecken, die unzweifelhaft die Lage der gröfseren Körnchenelemente der Sporoblasten verraten (vgl. Fig. 22 und 30 *a*); denn dafs diese den meisten ovalen, hellen Flecken zu Grunde liegenden Gebilde identisch sind mit den in den ovalen resp. kugeligen Sporoblasten sich findenden Gregarinenkörnchen, unterliegt keinem Zweifel, da Anzahl, Form und Gröfse übereinstimmt. Bei einigen Sporen war in der-

selben Cyste, wahrscheinlich in Folge der successiven Sporulation, der Inhalt schon so weit aufgehellt, dafs man an diesen Körperchen auch jenes stärkere Lichtbrechungsvermögen und die eigentümliche Färbung, welche fettartige Massen auszeichnen und wie wir sie an den Gregarinenkörnchen wahrnehmen, konstatiren konnte. Der Aufhellungsprozess vollzieht sich so, dafs die randschichtige Granulation, welche namentlich an den Polen und an den Seiten in den Lücken zwischen zwei benachbarten Körperchen am stärksten ist und sich hier als eine dunklere Streifung kundgiebt, zum Teil sich zu homogenem Plasma auflöst, zum Teil aber sich im Centrum zu einer fein-körnigen, kugeligen Masse zu vereinigen strebt, um hier den sogenannten nucléus de relicat SCHNEIDERS zu bilden. Dafs die grün-gelblich weisse Farbe der nunmehr als identisch erkannten Sichel- resp. Gregarinenkörnchen mit der Reife der Sporen etwas verblasst, mag wohl darauf zurückzuführen sein, dafs die dichter und dunkler gewordene Sporenschale dieselbe modifizirt, vielleicht auch auf chemische Veränderungen im Innern der Sporenmasse. SCHNEIDER schildert den Aufhellungsprozess mit den Worten: la séparation de ce nucléeus de relicat, l'éclaircissement du reste du contenu et l'individualisation des corpuscules falciformes marchent de pair, ou, tout au moins, les corpuscules ont commencé à se différencier avant que le contenu soit devenu absolument limpide. Wir finden, dafs seine zwar falsch gedeuteten Beobachtungen mit den meinigen nicht im Widerspruch stehen, vielmehr dieselben bestätigen. Selbstredend verlieren somit die Sichelkörper als identisch mit den Gregrarinenkörnchen die Bedeutung von selbständigen Fortpflanzungskeimen, wenngleich sie, wie wir hernach sehen werden, dennoch eine wichtige Rolle spielen.

Wenn AIMÉ SCHNEIDER trotz eingehendster Untersuchungen über den Entwicklungskreislauf der Gregarinen nicht weiter gekommen ist, als in einigen Fällen Sichelkörper mit Kern nachgewiesen zu haben, und zwar durch Experimente, welche wohl anfechtbar sind, und auf die ich später ausführlicher zurückkommen werde, so hatte dies seinen Grund darin, dafs er sich auf ganz falscher Fährte befand, auf welche ihn wahrscheinlich das Vorkommen von sehr schönen, kernhaltigen, beweglichen Sichelkeimen bei den nächsten Verwandten der Gregarinen, den monosporen Coccidien geführt hatte (s. No. 10, p. 549).

Allein wie wir hernach sehen werden, haben diese Monosporen-Coccidien-Sichelkeime gar nicht den Wert und die Bedeutung von

Gregarinen-Sichelkörpern, sondern von Gregarinensporen. Jedoch hierüber später!

Die Restmasse in der Spore oder der nucléus de relicat Schneider's und seine Bedeutung.

Wir verliefsen die Spore in dem Zustande, wo die Sichelkörper vollkommen klar geworden sind, während die feinkörnige Masse sich im Zentrum vereinigt hat. Von letzterer nun behauptet Bütschli (s. Sporozoa p. 551), welcher Schneider's Ansicht von den Sichelkörpern als sekundären Fortpflanzungskeimen vertritt, die nach völliger Ausbildung der Keime meist mehr abgerundete und den sogenannten nucléus de relicat (A. Schneider's) bildende, axial gelagerte Körnermasse sei „ein Ausscheidungsprodukt, welches ohne Zweifel keine Bedeutung mehr für die Entwicklung der Gregarinen besitze.“ Plausibel und wahrscheinlich macht er diese Behauptung dadurch, dafs er die Bildung des Restkörpers auf einen Reinigungsprozess zurückführt, „wie er bei der Encystirung gewisser Rhizopoden, Heliozoen und Flagellaten sich vollzieht, indem innerhalb der Cyste die Nahrungsreste und Exkretkörnchen ausgestofsen werden.“ Allein eine solche Ausscheidung von Exkretkörnchen kann bei den Gregarinen nicht statthaben, weil sie durchaus nicht befähigt sind, feste Nahrungsteilchen, sei es durch Oeffnungen, sei es durch Pseudopodien, aufzunehmen, sondern denen, wie wir sahen, nur reines, flüssiges Zellplasma zur Nahrung dient.

Aufserdem zeigte sich bei manchen Sporen mit grofsem, runden nucléus de relicat sogar ohne Färbungsmittel häufig auf den ersten Blick ein sehr schöner, deutlicher Kern in demselben, während die Sichelkörper keine Spur von Kern erkennen liefsen (vgl. Fig. 30 *e—k*).

Es dürfte hiernach das Verhältnis gerade umgekehrt sein, dafs nämlich der nucléus de rel. den eigentlichen Keim darstellt, welcher in der Spore heranwächst, und dem die Sichelkörper während seines Heranreifens in der Spore zur vorläufigen Nahrung dienen. Dies Verhältnis wäre insofern interessant, als wir hier in der aufsteigenden Reihe der Tiere das erste Vorkommnis hätten, dafs dem jungen Keimling zur Ernährung und weiteren Entwicklung während seines embryonalen oder entosporalen Lebens eine Partie fettartiger Körper beigegeben wird. Wenn man aber bedenkt, wie lange es dauern kann, bis eine Spore durch Zufall von einem Regenwurm beim Fressen in den Magen aufgenommen wird und von da in den Hoden gelangt, wo sie erst den zur Weiter-

entwicklung nötigen und günstigen Nährboden findet, so darf uns eine solche Beigabe nicht überraschen; begegnen wir doch an den Eiern höher differenzirter Tiere wie am Samen der Pflanzen ganz analogen Verhältnissen. Auch scheint die Natur diesen Sporen nicht ohne Grund jene äufserst feste, dauerhafte Schale gegeben zu haben, welche selbst konzentrirte Salzsäure, Salpeter- und Essigsäure nicht zu zerstören vermögen. Bemerken will ich noch, dafs diesen „Dauersporen", um sie so zu bezeichnen, niemals der nucléus de relicat oder vielmehr die „Keimanlage" fehlt, wie Bütschli und Schneider ebenfalls besonders hervorheben.

Ausbildung des Sporenkeimlings aus der Keimanlage.

Die Weiterentwicklung des Sporeninhaltes resp. die Ausbildung des Sporenkeimlings aus der Keimanlage liefs sich sehr gut an einigen anfangs August beobachteten Cysten verfolgen; dieselben enthielten Sporen, in welchen sich von der gewöhnlichen Keimanlage an bis zur völligen Ausbildung des Keimlings alle Uebergänge zeigten.

Die Sichelkörper erleiden zunächst dort, wo sie an die Keimanlage anstofsen, eine Veränderung ihrer Substanz, indem sie dort jene den Fettkörnern eigentümliche Farbe verlieren und durch das Auftreten von sehr feiner, körniger Granulation weifsgrau erscheinen wie die Masse der Keimanlage. Mit dieser und untereinander verschmelzen sie dort, während ihre Substanz und ihre Kontouren in den übrigen Teilen der Spore, besonders an den Polen, unverändert erscheinen (vgl. Fig. 30 *b*).

Indem diese Veränderung der Sichel- oder besser „Reservekörper" und das Verwaschen ihrer Kontouren von der Keimanlage aus immer weiter um sich greift und dadurch die Vergröfserung der Keimanlage bewirkt, sehen wir letztere bald schon den ganzen äquatorialen Raum der Spore einnehmen (vgl. Fig. 30 *c* und *d*).

An verschiedenen Präparaten, die solche Sporen enthielten, wurden Färbungsversuche angestellt. Allgemein aber reagierten die Sporen in diesem Zustande auf Hämatoxilin, Boraxkarmin und essigsaures Karmin sozusagen gar nicht, jedenfalls in Folge der Widerstandsfähigkeit der Schale, dagegen auf Alaunkarmin besser. Denn dort, wo dasselbe eingedrungen war, zeigte sich eine eigentümliche Kernfärbung, insofern als einige Körnchen je nach der Gröfse der Keimanlage bald 3, bald 2, zuweilen auch nur eins durch intensiv rote Färbung ihre Kernnatur verrieten. Während aber hier die Keimanlage noch keine bestimmte Grenze und Form

zeigt, und der Kern durch einzelne nahe bei einander gelegene Körnchen angedeutet wird, tritt er dort schon ganz deutlich als kugeliges Gebilde auf, wo die Keimanlage ebenfalls schon eine kugelige Form angenommen hat und sich immer deutlicher gegen die andere Sporenmasse absetzt (vgl. Fig. 30 *e* und *f*). Somit hätten wir jetzt den Sporenkeimling als fertige, begrenzte, rundliche Zelle mit Kern und Protoplasma vor uns. Derselbe wird dicker und dicker, bis er die Schale in der Aequatorialzone berührt, und wächst nun allmählich in die Länge auf Kosten der Reservekörper, die namentlich an den Polen noch deutlich hervortreten, dagegen nach der Mitte hin, an der Grenze der jungen Keimzelle sich zu einer homogenen, weifslichen Masse auflösen.

Bei einer Spore erfüllte der eiförmige Keimling mit seinem spitzeren Ende das Sporeninnere fast bis zum Pole, während das stumpfe Ende zwischen sich und dem Pole noch einen Raum frei liefs, welcher in der Spitze noch wolkige Andeutungen von Sichelkörpern zeigte (vgl. Fig. 30 *g*). In diesem Zustande des Keimlings bemerken wir, dafs sich an seinem Rande feine Körnchen ansammeln, dagegen das Innere sich ganz und gar aufhellt. Dieser Eindruck tritt bei einer andern Spore noch mehr hervor. Der Keimling erfüllt hier schon den ganzen Sporenraum und weist einen ohne Färbung schon erkennbaren, runden Kern auf (vgl. Fig. 30 *h*). An einer andern, welche im übrigen ganz mit der vorhergehenden übereinstimmt, hat diese sehr feinkörnige, randschichtige Granulation einer sehr feinen dünnen Hülle des Keimlings Platz gemacht, resp. dieselbe gebildet, wie mir scheint (vgl. Fig. 30 *i*). Dasselbe bemerken wir an einer überaus grofsen Spore, deren sonst sehr helles, homogenes Plasma neben dem grofsen Kern einige fettartige Körner erkennen läfst (vgl. Fig. 30 *h*). Wir sehen also eine Wechselbeziehung zwischen Volumen des Keimlings und den Reservekörpern, welcher Schneider, ohne den sachlichen Grund derselben zu ahnen, sonst aber sehr richtig folgenden Ausdruck giebt. En outre d'eux (corpuscules falciformes) on peut observer une sorte de noyau (nucléus de relicat), dont le volume est toujours en raison inverse de celui des corpuscules précités (s. No. 10, p. 537).

Die Experimente Schneiders und Bütschlis, die Selbständigkeit der Sichelkörper nachzuweisen.

Was nun die Experimente betrifft, durch welche ein Kern in den Sichelkörpern nachgewiesen sein soll, so kann man bei der

aufserordentlichen Wichtigkeit eines solchen positiven Resultates nach meiner Meinung nicht behutsam und skeptisch genug sein. Es wäre ja vielleicht immerhin denkbar, dafs die Resultate nur eine Folge der besondern Untersuchungsmethode seien. Leider mufs ich bei ihrer Kritik, zu der ich mich nun einmal oben verpflichtet habe, mich jetzt nur auf wenige Worte beschränken. An den Sporen der Monocystiden des Regenwurmes zunächst suchte Schneider dadurch, dafs er mit dem Daumennagel leicht auf das Deckglas drückte, die Spore zu sprengen (s. No. 10, p. 546), worauf es ihm gelang, in den vollkommen bewegungslosen Sichelkörpern mit Osmiumsäure Kerne nachzuweisen.

Bütschli vermochte schon an den nichtgesprengten Sporen die Kerne der Sichelkörper zu erkennen; „durch Behandlung der stark geprefsten Pseudonavicellen mit Essigsäure" traten aber dieselben noch viel deutlicher hervor, worauf es ihm leicht gelang, dieselben mit Alaunkarmin zu färben (s. No. 15, p. 404—405). Weder diese noch jene Druckexperimente, welche Schneider an den Sporen von Stylorhynchus longicallis vornahm (s. No. 17), können unbedingtes Vertrauen beanspruchen, weil die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dafs bei der Zerquetschung der Keimanlage Kernteile in die Sichelkörper hineingedrängt wurden, um hier nachgewiesen zu werden.

Zwei Experimente anderer Art nahm Schneider ebenfalls an den Sporen von Styl. longicollis vor, welche aber nach der ganzen Art ihrer Behandlung — sie wurden nämlich einen ganzen Monat lang in einem verschlossenen Glasröhrchen aufbewahrt — und der Art ihres Verhaltens, als sie plötzlich in Flüssigkeit gebracht aufsprangen und die Sichelkörper heraustreten liefsen, befürchten lassen, dafs sie ein Trockenpräparat waren. Zudem mufs ich noch bemerken, dafs die durch Druck herausgeprefsten Sichelkörper sehr verschieden von denen waren, welche hier freiwillig heraustraten, wie Schneider selbst berichtet (s. No. 17, p. 431), also schon entweder die einen oder die andern pathologischer Natur sein müssen. An den Sichelkörpern, welche freiwillig herausgetreten waren, erfordern die Bewegungserscheinungen, Beugung und Streckung des Körpers besondere Beachtung, falls dieselben wirklich willkürliche sind, was sich aber nicht erweisen läfst. Während die Bewegungen im ersten Präparat an dem Körper selbst nur bei sehr starker Vergrösserung wahrzunehmen sind, treten sie im zweiten viel markirter hervor. Dabei bestreitet Schneider (s. No. 17, p. 433) eine eigentliche Vorwärtsbewegung, indem er

sagt: je n'en vois un capable de nager, ni même de franchir en quelques secondes quelques divisions du micromètre oculaire, c'est-à-dire un espace très minime. Wie stimmt aber hiermit die auf derselben Seite unten abgegebene Mitteilung überein, dafs nach Verlauf von etwa zwei Stunden an 6 oder 7 verschiedenen Punkten des Präparates die Sichelkörper dieser Umgebung sich zu einer umfangreichen Kugel vereinigt hätten (formant une pelote volumineuse), u. zw. immer gegen mehrere hundert Sichelkörper zu einem Haufen? Da nach der obigen zweifellosen Thatsache eine freiwillige Vorwärtsbewegung ausgeschlossen ist, so wäre eine Erklärung nur durch die Annahme von Fusionserscheinungen im Präparat möglich, wodurch die Körnchen zufällig in Berührung gekommen infolge ihrer ohnehin klebrigen Masse an einander hafften blieben. In dem Falle mufs man es aber mindestens unbewiesen sein lassen, ob die Bewegungen an den Sichelkörpern selbst, Beugung und Streckung, willkürliche waren oder auf der Fusion der Flüssigkeit beruhten.

Trotz aller Bemühungen war es mir nicht möglich, in den Sichelkörpern der unverletzten Sporen Kerne zu entdecken. Als ich nämlich versuchte, in einem Präparat, das eine Menge von Sporen mit grofser rundlicher Keimanlage und deutlichen Sichelkörpern enthielt, diese durch allmählichen Druck zu sprengen, trat mir eine ganz andere Erscheinung entgegen, als sie Schneider dadurch erzielte, dafs er mit dem Daumennagel auf das Deckglas prefste, während ich durch Fliefspapier die Flüssigkeit auszog. An verschiedenen Punkten derselben Sporenschale sah ich aus sehr kleinen, durch Druck entstandenen Oeffnungen eine grüngelblich-weifse, fettige Masse hervorquellen, welche anfangs länglich oval gestreckt, aber bald kugelige Form annahm; bald waren es gröfsere, bald kleinere Fettkügelchen, welche der Qualität nach von den Gregarinenkörnchen nicht verschieden waren. Sie waren nichts anders als die Masse der Sichelkörper, denn der runde Keimling blieb unversehrt, während dort, wo Reservekörpersubstanz herausgeprefst war, innerhalb der Sporenschale sich eine entsprechende Lücke zeigte. Die ausgeprefsten Massen verrieten aufserdem eine klebrige Beschaffenheit; denn als ich durch Zusatz von Flüssigkeit eine starke Strömung im Präparat bewirkte, waren sie trotz der stärksten Rotation der Spore nicht von derselben zu trennen (vgl. Fig. 30 *l*).

Degeneration von Sporen.

Bevor wir uns zur Lösung der vierten Hauptfrage wenden, wie die Gregarine sich aus der reifen Spore oder besser aus dem ausgebildeten Keimling entwickle, so bald die für die Weiterentwicklung nötigen Bedingungen erfüllt sind, müssen wir noch kurz das Schicksal der Sporen berühren, bei denen jene Bedingungen nicht erfüllt sind. Wir können hierbei nur einen unserer Beobachtung zugänglichen Fall in's Auge fassen, nämlich den, dafs innerhalb einer Cyste die Keimlinge in den Sporen ihre gröfstmögliche Ausbildung erlangt haben und nun, falls die Cystenhülle nicht frühzeitig genug reifst, und die Sporen auf einen für ihre Weiterentwicklung notwendigen Nährboden gelangen, in ihrer Weiterentwicklung gestört werden und degeneriren.

Die Schale solcher Sporen wird dünner und dünner; das Innere, zugleich vakuolös und dünnflüssiger werdend, zieht sich in der Mitte der Spore kugelig zusammen und treibt hier die schon völlig widerstandslos und dünn gewordene Schale auf, um sie schliefslich zu durchbrechen (vgl. Fig. 26 *a—d*). Zuweilen bricht die Schale an den Polen zuerst auf und zeigt uns den innen liegenden degenerirten Keimling (vgl. Fig. 26 *e*). Der Inhalt tritt bald in einzelnen Partien, bald als noch zusammenhängende degenerirte, kernlose, kugelige Masse an der Bruchstelle heraus. Die so frei gewordenen Inhaltsmassen vereinigen sich in der Cyste manchmal zu einem grofsen Plasmagebilde, um gemeinsam zu zerfallen, meistens aber unterliegen sie einzeln demselben Schicksal. Gewöhnlich legt sich die Verfallsmasse an die Cystenwandung an, wofern dieselbe nicht mittlerweile ebenfalls zerstört ist, während man im Innenraume vielfach Sporenschalen wahrnimmt, und zwar gewöhnlich die polaren Hälften, die durch ihre starke Aufhellung und Feinheit anfangs dem Beobachter leicht entgehen können (vgl. Fig. 25).

Weiterentwicklung der Gregarinen aus den Sporen.

Weniger auf Grund direkter Beobachtung, sondern nur vermutungsweise behauptete Kölliker einst, die Spore wandle sich direkt zur Gregarine und ihre Schale zur Kutikula derselben um, und kam damit der Wahrheit schon sehr nahe. Stein glaubte dagegen, dass die junge Gregarine aus den Sporen hervorschlüpfe, denn er traf „im Darm der Blatta mit den Keimkörnern (Sporen)

zugleich ganz junge Individuen der Greg. blattarum, die wenig länger waren als die Keimkörner." LIEBERKÜHN lässt aus der Spore eine Amöbe hervorschlüpfen, welche sich erst nach und nach zur Gregarine umwandle. Wie wenig begründet seine Deutungen sind, hat AIMÉ SCHNEIDER hinlänglich nachgewiesen und BÜTSCHLI nochmals hervorgehoben (s. BÜTSCHLI, Sporozoa p. 552). Derselbe unterzieht auch (p. 554) E. VAN BENEDENS willkürliche Entwicklungskonstruktionen einer eingehenden Kritik. Am meisten Beachtung verdienen die Untersuchungen von AD. SCHMIDT (s. No. 4. p. 177—179). Er fand nämlich im Hoden des L. agricola innerhalb der Spermamutterzellen alle Uebergänge von den jüngsten erkennbaren Gregarinenformen bis zu den vollkommen ausgebildeten Individuen. Wie jedoch dieselben in die Spermamutterzellen gelangen, blieb ihm verborgen, er glaubte aber, „dass ein Gregarinenkeim zu seiner Entwicklung hineindringt." Allein die Frage nach der Beschaffenheit dieses Keimes, sei es Amöbe, sei es Spore, und der Art des Eindringens bezeichnet auch jetzt noch „die Lücke, die er nicht ausfüllen kann."

Ein äusserst wichtiges Experiment vollführte BÜTSCHLI (s. No. 15. p. 399). Eine Blatta wurde mit den Sporen von Clepsidrina bl. gefüttert, „welche noch nichts von einem Zerfall in Sichelkörper gezeigt hatten." Nach drei Tagen fanden sich in dem Darm eine grosse Anzahl von ganz jungen, kleinen, oval- bis birnförmigen Gregarinen von der Grösse der Sporen mit Kern und Nukleolus, und zwar bis zur Hälfte in Darmepithelzellen eingesenkt. „Pseudonavicellen oder leere Hüllen waren aber nicht zu finden." Dass dies Experiment so wider Erwarten gut glückte, hat wahrscheinlich seinen Grund mit darin, dass die Sporen keine Sichelkörper mehr, sondern, so vermute ich, schon einen ausgebildeten Keimling enthielten.

Schon längst hatte ich mich von der Wahrheit der Beobachtungen, welche AD. SCHMIDT an der Mon. agilis gemacht hatte, überzeugt, aber mich vergeblich bemüht, ein Eindringen von Sporen in die Spermamutterzellen zu beobachten; denn nach allem musste ich das Eindringen von Gregarinenkeimen als Amöben für ausgeschlossen erachten, bis mir am 23. Juni eine Beobachtung meine Vermutung bestätigte. Das betreffende Präparat zeigte nämlich neben ganz jungen Gregarinen mit Spermatozoenkleid grosse, helle, amöboide Zellen, in deren Innern sich fast durchgängig eine Spore von häufig ausserordentlicher Klarheit befand (vgl. Fig. 31).

Diese Zellen waren junge Spermamutterzellen, welche sich meistens durch eine feinere Granulation in der Mitte und einen körnchenfreien, hellen Protoplasmasaum auszeichneten. Letzterer zeigte langsame, aber stark hervortretende Pseudopodienbewegung. Oft bildeten diese Zellen grössere Complexe, indem sie sich aneinandergelegt zu haben schienen, gleichsam um Synamöbien zu bilden (vgl. Fig. 31 u. 32).

Die Pseudopodienbildung war manchmal äusserst eigentümlich, indem das ganze helle Plasma sich nach einer Seite hin handartig ausdehnte und in viele feine Spitzen auslief, um sich bald wieder langsam auf die zentrale körnige Masse zurückzuziehen.

Das Eindringen von Sporen in Spermamutterzellen direkt zu beobachten, hatte ich auch bald in drei verschiedenen Fällen Gelegenheit.

Im ersten Falle sah ich eine Spore, welche an ihrer Bauchseite ein Sichelkörperchen erkennen liess, im übrigen aber stark körnig erschien, etwas schräg, zu ungefär $\frac{1}{3}$ seiner Länge in eine Spermamutterzelle eingesenkt. Die ganze Spore war mit einer hellen hyalinen dünnen Schicht, von pseudopodienbildender Randmasse der Spermamutterzelle bedeckt, die am freistehenden Pole am dünnsten war, dagegen über dem Niveau der Spermamutterzelle, in dem Winkel, den dieselbe mit der Spore bildete, stärker werdend allmählich auf die Zelle überging. Dies war das Bild beim Beginn meiner Beobachtung (vgl. Fig. 34 *a*).

Während zu Anfang die Längsaxe der Spore zum Niveau unter einem Winkel von 45° geneigt war, und die Spore zu etwa $\frac{2}{3}$ ihres Volumens über demselben hervorragte, war diese nach etwa einer halben Stunde so weit eingedrungen, dass sich vielleicht noch $\frac{1}{5}$ des Sporenvolumens über demselben befand, indem sich der freie Pol ganz herübergeneigt hatte und fast schon die Oberfläche der Spermamutterzelle berührte (vgl. Fig. 34 *b*).

Ein anderes Mal sah ich eine Zelle mit rundlicher, feinkörniger, zentraler Masse, deren helle pseudopodiale Randsubstanz sich an einer Stelle zu einem starken Pseudopodium vereinigt hatte, welches als ein längliches Gebilde mit pseudopodial veränderlicher Oberfläche wie ein Anhängsel der körnigen Centralmasse erschien. Innerhalb dieses Pseudopodiums lag eine Spore, welche zu Anfang meiner Beobachtung und Aufzeichnung mit dem einen Pole zu etwa $\frac{1}{5}$ ihres Volumens in die körnige Centralmasse eingedrungen war (vgl. Fig. 35 *a*).

Allmählich rundete sich das Pseudopodium an der Oberfläche ab und verbreiterte sich an der Basis, indem es das Bestreben zeigte, sich auf die körnige Centralmasse zurückzuziehen, wodurch die Spore merklich tiefer und tiefer in diese hineingedrückt wurde (vgl. Fig. 35 *b*).

Die dritte Beobachtung führte mir die erste Berührung der Spore und der Spermamutterzelle vor Augen. Durch Zufall kam eine Spore mit dem einen Pole in senkrechte Berührung mit einer amöboiden Zelle. Während ich ein daneben liegendes Gebilde aufzeichnete, bemerkte ich, dass nach etwa 10 Minuten die Sporenspitze in die Zelle eingedrungen war, und das helle, pseudopodiale Plasma an den Wandungen der Spore hinaufzudringen suchte, gleichsam um den Winkel auszufüllen, den dieselbe mit der Zelle bildete. Sofort skizzirte ich diese verschiedenen Stadien. Unterdess war die Pseudopodiensubstanz aber schon bis über die Breitseiten der Spore hinausgekommen, und diese selbst immer tiefer in die körnige Zellmasse eingedrungen (vgl. Fig. 36 *a* und *b*).

Meine Vermutung über den Prozess des Eindringens geht nun dahin, dass die pseudopodiale Masse schliesslich die ganze Spore umfliesst, so dass wir den Zustand der zweiten Beobachtung im ersten Stadium haben. Durch das Einziehen der pseudopodialen Masse wird bewirkt, dass wir an der abgewendeten Seite der Spore schliesslich nur noch einen dünnen Plasmabeleg haben, wie es die erste Beobachtung zeigte, und dass dadurch die Spore in die Spermamutterzelle einsinkt. Demnach dringt sie nicht aktiv, sondern passiv durch die Pseudopodien der Spermamutterzelle ein.

Fast in jeder Spermamutterzelle liess sich eine Spore nachweisen, wodurch die Annahme Lieberkühns und Gabriels, dass sich die Sporen der Monocystiden des Regenwurmes direkt im Parasitenträger wieder zu Gregarinen entwickeln, hiermit verifizirt sein dürfte. Wenn Bütschli dieses unwahrscheinlich fand „wegen der meist nicht sehr erheblichen Zahl ausgebildeter Gregarinen“, so kann ich ihm mit seinen eigenen Worten erwidern, dass ich anfangs Juli schon, aber ganz besonders Mitte Juli Regenwürmer antraf, deren „Hoden strotzend mit Gregarinen erfüllt waren.“ Also weder als Sichelkeime Aimé Schneiders, die ihm ganz besonders befähigt schienen, in die Zellen einzudringen, noch als Amöben, sondern als wohl ausgebildete Sporen sehen wir die Gregarinen ihr parasitisches Zellenleben beginnen.

Die Veränderungen der Spore im Innern der Sper-

mamutterzelle, so lange sie noch eben als Spore erkennbar ist, werden wir nun zunächst zu verfolgen haben. Je nach der Reife der Spore, ob dieselbe nämlich beim Eindringen noch mit Reservekörpern versehen ist, oder schon einen wohl ausgebildeten Keimling enthält, geht die Veränderung schnell vor sich. Im ersten Falle sehen wir in der früher geschilderten Weise den Keimling erst sich ausbilden, bis er als kernhaltiges, homogenes, helles, von einer ganz feinen Hülle umschlossenes Plasmagebilde die ganze Sporenschale erfüllt (vgl. Fig. 31 *a*). Nunmehr treten auch Veränderungen an der Sporenschale auf, ähnlich denen, wie wir sie an den degenerirenden Sporen wahrnahmen. Dieselbe wird immer dünner und durchsichtiger, so dass sie schliesslich an den Polen nur noch durch eine Anhäufung heller, gelbweisslicher Substanz die einstige Sporengestalt mit den Polknöpfchen wieder erkennen lässt (vgl. Fig. 31 *b*). Aber auch dieselbe verschwindet bald, so dass wir den nackten Keimling schliesslich nur noch von einer ganz dünnen hellen Plasmaschicht umgeben finden, die mir jedoch eine Differenzirung des Spermamutterzellenprotoplasmas zu sein scheint (vgl. Fig. 32 *c* u. *d*). Ein durch mechanische Einwirkung freigewordener Keimling mit Kern bestätigte das, was wir an den eingebetteten Sporen bemerkten, nämlich dass in der Spermamutterzelle die Sporenschale durch allmähliche Auflösung verloren geht, und der ganze Inhalt als Gregarinenkeimling frei wird (vgl. Fig. 33). Derselbe zeigt aber keine Bewegung, sobald er eben frei geworden ist, sondern dieselbe äussert sich erst später. Somit fällt auch Lieberkühns Amöbenstadium fort, oder man müsste die Bewegungen der Gregarinen überhaupt als höher differenzirte amöboide Bewegungen auffassen. Demnach gebührt Kölliker und Stein das Verdienst, den Entwicklungskreislauf der Gregarinen annähernd richtig vermutet zu haben, nur dass bei jenem die Sporenschale sich nicht direkt zur Gregarinenkutikula umbildet, und dass bei diesem der Sporeninhalt nicht einfach aus der Schale hervorschlüpft.

Solange die Spermamutterzellen an ihrer Oberfläche noch keine Samenfäden bilden, lassen sich in ihnen die Gregarinenkeime als rundliche oder ovale parasitische Zellen erkennen, aber sobald an ihrer Peripherie jene bekannten Besatzkügelchen oder ersten Spermatozoenanlagen entstehen (vgl. Fig. 37 u. 38), entziehen sie sich der Beobachtung, bis die Samenfäden schon eine spindel- oder fadenförmige Gestalt angenommen haben. In einzelnen günstigen

Gebilden liess sich jedoch durch alle Stadien der Spermaentwicklung die junge Gregarine beobachten (vgl. Fig. 39, 40 u. 41).

Zwar nehmen die den einzelnen Gregarinenspecies eigentümlichen Formen mit der Jugend ab, aber doch lassen sich schon bei den allerjüngsten Individuen zwei verschiedene Grundformen nachweisen, sobald sie die Sporenschale verloren haben, nämlich solche mit kugeliger und solche mit ovaler Form. Erstere gehören wahrscheinlich der Mon. minuta an (vgl. Fig. 39). In dem Masse aber, wie dieser jugendliche Keim heranwächst, nimmt er auch durch willkürliche Bewegung unregelmässige Formen an (vgl. Fig. 40), indem er in amöboider Weise seine Oberfläche bald hier, bald dort hervorwölbt ohne eigentliche Pseudopodienbildung. Ad. Schmidt (s. No. 4. p. 178 u. Fig. 28) findet es bei der Beschreibung der jüngsten Gregarinen in den Spermamutterzellen, angeblich von Mon. agilis „merkwürdig, dass man in diesem Zustande viereckige Gregarinen findet", eine Form, welche er die erwachsenen niemals annehmen sah. Höchst wahrscheinlich hatte er es hier mit einer sehr jungen Mon. minuta zu thun. Der andere ovale, gestreckte Typus lässt wieder zwei Untertypen erkennen, nämlich eine birnförmige Gestalt mit gerader Hauptaxe (vgl. Fig. 37) und eine birn- oder gurkenförmige Gestalt mit mehr oder minder gekrümmter Hauptaxe (vgl. Fig. 41 u. Fig. 32 *d*), jene vermutungsweise der Mon. cuneiformis und porrecta, diese der Mon. agilis angehörig.

Ueber die Entwicklung von Mon. magna und cristata fehlt mir leider jede Beobachtung; von letzterer hatte ich nur Gelegenheit, ein ganz junges Tierchen, kaum grösser als eine bedeutende Spore, mit Haarschopf zu sehen, welches schon die dieser Species eigentümliche Stossbewegung zeigte (vgl. Fig. 2 *a* u. *b*). Eine andere, ganz junge, vollkommen helle Gregarine mit schönem Kern und sehr lebhaften Bewegungen (vgl. Fig. 12 *a*, *b*, *c*) fand ich neben einer aussergewöhnlich grossen Spore (vgl. Fig. 30 *k*), mit welcher sie in der Grösse fast ganz übereinstimmte. Ob sie eine durch mechanische Einwirkung freigewordene Mon. agilis oder M. magna ist, wage ich nicht zu entscheiden.

Entwicklungskonnex zwischen den Gregarinen und den Geschlechtsprodukten des Regenwurms.

Schon mehrfach ist es aufgefallen, dass man den Lumbricus agricola zu gewissen Zeiten vergeblich nach Gregarinen durchsucht,

während er hingegen zu anderen Zeiten solche in grossen Mengen zeigt. Dasselbe bestätigt Dietr. Nasse (s. No. 16) für seine im Hoden des Tubifex sich findende Monocystide. Der Grund dieser Unregelmässigkeit liegt darin, dass die Entwicklung der Gregarinen im Allgemeinen in Folge ihrer parasitischen Lebensweise in den Spermatozoenmutterzellen mit der Entwicklung letzterer im engsten Connex steht. Wir bemerken nämlich, dass die Gregarinensporen zu der Zeit frei werden und am zahlreichsten auftreten, wo die für ihre Weiterentwicklung günstigen und notwendigen Bedingungen geschaffen sind, nämlich das Vorhandensein junger, amöboider Spermamutterzellen. Selbstredend hat dieser Entwicklungskonnex nur im Allgemeinen, im Grossen und Ganzen Gültigkeit, da in Einzelfällen Schwankungen und Abweichungen vorkommen.

Bis Anfang Juni, dem Beginn der Kopulation der Regenwürmer, zeigen sich seine Hodentaschen überfüllt von reifen oder fast reifen Samenfäden. Aber schon Mitte Juni, höchst wahrscheinlich in Folge der Copulation, verschwinden sie, und es zeigt der Wurm nun das Bestreben, für das bei der Copulation verbrauchte Sperma Ersatz zu schaffen. Man begegnet deshalb schon sehr zahlreichen, amöboiden, jungen Spermamutterzellen, die Anfang Juli am häufigsten sind bis etwa Mitte Juli, wo die meisten in der Spermatozoenbildung begriffen sind.

Halten wir nun dagegen die Entwicklungszeitfolge der Gregarinen: Während der April nur selten Gregarinen zeigt, treten Anfang Mai solche sehr häufig auf, aber jung und mit Spermatozoenkleid. Dieselben sind Mitte Mai ausgewachsen und zum Teil encystirt, Ende Mai und Anfang Juni aber sämmtlich encystirt und in der Sporenbildung begriffen. Mitte Juni werden Gregarinen und Cysten sehr selten, dagegen finden sich sowohl sehr zahlreiche freie Sporen als auch häufig solche, welche in amöboide Spermamutterzellen eingedrungen sind, letzteres namentlich Ende Juni und Anfang Juli. Während diese aber Mitte Juli, wo die Spermatozoenbildung wieder allgemein begonnen hat, nur noch sehr vereinzelt vorkommen, strotzen jetzt schon manche Hodentaschen von ganz jungen Gregarinen, welche sämmtlich mit Samenfäden besetzt sind. Dieselben sind Anfang August herangereift und schon zum grössten Teil encystirt, sodass wir Ende August wieder grossen Mengen von freien Sporen und Cysten neben vereinzelten sehr reifen Gregarinen begegnen.

Infektion des Lumbricus mit Gregarinen.

Wie die Uebertragung von Gregarinenprodukten (Dauersporen) von einem Wurm auf den andern vor sich geht, lässt sich direkt sehr schwer konstatiren. Dass eine solche bei der Copulation stattfindet, ist schon deshalb unwahrscheinlich, weil alle kopulationsreifen Würmer bereits mit Parasiten behaftet sind, ausserdem ja weder Samenblasen noch Eikapseln Gregarinensporen zeigen, sodass auch eine direkte Infektion der jungen Embryonen ausgeschlossen ist. Um festzustellen, ob bei der Copulation überhaupt Gregarinensporen mit dem Sperma frei werden, untersuchte ich den bei der Copulation in der Gegend der Ausführungsgänge der Samenblasen sich findenden, kugeligen Samenballen von etwa 2 mm Durchmesser, ohne irgend etwas von Sporen und dergleichen darin zu finden. Da ich ferner im Hoden ganz junger Exemplare von L. agricola manchmal gar keine Gregarinenprodukte, manchmal einzelne Sporen, so z. B. ein Mal 2, ein anderes Mal 3 und in einem Falle nur eine einzige vorfand, so schien es mir unzweifelhaft, dass die Uebertragung 1. durch Sporen und 2. durch das Gefressenwerden derselben von Seiten der jungen Würmer stattfindet. Zwar gelang es mir bei den Experimenten, welche ich zu dem Zwecke anstellte, in dem Darm von jungen Regenwürmern, welche ich in einem kleinen Behälter einige Tage lang aufbewahrt und mit sporenreicher Hodensubstanz gefüttert hatte, eine grosse Menge von zum Teil noch gut erhaltenen Sporen nachzuweisen. Jedoch ein direktes Durchdringen der Darmwand suchte ich vergeblich zu konstatiren, wenngleich ein solches statthaben musste, weil ich mehrfach Sporen in der periviszeralen Leibesflüssigkeit antraf. Wie die Sporen überhaupt frei werden, ob durch Ausscheidung durch die Ausführungsgänge der Hoden oder in Folge des Absterbens und der Verwesung der Würmer, bleibt eine offene Frage, welche meines Erachtens zum Teil nur mit Hülfe des Mikrotomes gelöst werden kann.

Die Beziehungen zwischen Gregarinen und Coccidien.

Früher behauptete ich, A. Schneider sei durch die Sichelkeime der Coccidien, ganz besonders durch die der Spezies Eimeria zu der falschen Vermutung gekommen, dass die Reservekörper in den Sporen der Gregarinen bei der nahen Verwandtschaft derselben mit jenen ebenfalls Fortpflanzungskeime seien. Er fasste

jene Abteilung, welche wirklich fortpflanzungsfähige Sichelkeime producirt, unter dem Namen Monosporen zusammen, eine Bezeichnung, die uns in der That schon sehr stutzig macht. Die encystirungsreife Coccidie bildet nämlich in ganz derselben Weise wie die Gregarine eine Cyste, welche Schneider einfach eine Monospore nennt, indem der sonst ziemlich komplizirte Sporulationsprozess unterbleibt. In dieser Monospore nun entstehen bei der Abteilung der Orthosporen 4 und bei der der Eimerien unbestimmt viele von jenen kernhaltigen, beweglichen Sichelkeimen, welche ihm als Beispiele bei seinen Untersuchungen über die Natur und Bedeutung der Gregarinensichelkörper vorschwebten.

Berechtigt schien ihm jedenfalls die Bezeichnung einer Spore deshalb, weil die Cysten dieser Coccidien neben den Sichelkörpern immer eine dem nucléus de relicat der Gregarinensporen angeblich entsprechende Rückstandsmasse aufweisen. Doch ein Vergleich beider Restmassen wird uns auch sofort den bedeutenden Unterschied beider zeigen: In der Gregarinenspore ist der nucléus de relicat eine feinkörnige, weisslich graue, fast homogene, kernhaltige Masse, hier dagegen in den Coccidiencysten nichts anderes als die Fettkörnchen, welche auch die encystirungsreife Coccidie erfüllen; A. Schneider (s. No. 26. p. 391) beschreibt ihn selbst als tantôt sphérique ou subsphérique, granuleux, en partie vacuolarisé, tantôt un amas de grosses gouttelettes de graisse (Fig. 13).

Was nun die Entstehung der Sichelkeime dieser monosporen Coccidien betrifft, so ist dieselbe bei Eimeria noch vollkommen unbekannt, während für die Orthospora eine der Sporulation entsprechende Entstehung nachgewiesen worden ist. Es treten nämlich aus der körnigen Cystenmasse gewöhnlich 4 Sporoblasten hervor, welche anfangs eiförmig sind, aber später auf Kosten der fettartigen Rückstandsmasse oder besser Reservekörper in die Länge wachsen und hier wie bei Eimeria immer mit dem einen Ende der Restmasse auflagern. Diese letztere, welche sich nach der Sporulation der Sichelkeime vakuolös zeigt, zieht sich bald massig zusammen und nimmt in dem Masse ab, als die jungen Keimlinge an Länge und Volumen zunehmen, wie ein Blick auf die Figuren zeigt (s. No. 26. Pl. XXII. 5—12). Dass bei Eimeria der Vorgang ein ähnlicher sei, geht vermutungsweise daraus hervor, dass die Rückstandsmasse häufig ebenfalls vakuolös gefunden wird (s. No. 26. p. 391). Während also in den Gregarinensporen der nucléus de relicat als eigentlicher Keimling auf Kosten der

fettartigen Sichel- oder Reservekörper wächst, wachsen hier bei den Monosporen die Sichelkeime als wirkliche Fortpflanzungskeime auf Kosten der gemeinsamen fettartigen Rückstandsmasse.

Vergleichen wir nun einmal die Sichelkörper der Gregarinensporen mit denen der monosporen Coccidien, um uns auf den ersten Blick von ihrer Grundverschiedenheit zu überzeugen. Während die Gregarinensichelkörper nämlich grünlich weiss und vollkommen homogen erscheinen, ohne Kern und selbständige Bewegung, von untereinander verschiedener Form und verschiedener Grösse, sind die Sichelkeime der Monosporen weisslich grau, fein granulirt, durch einen schönen, ohne mechanische und chemische Hülfe erkennbaren Kern und selbständige Bewegung, durch gleiche Form und gleiche Grösse ausgezeichnet. Sehr schön konnte dies Bütschli (s. No. 28) an der Eimeria aus dem Darm von Lithobius forficatus beobachten, wo er die Sichelkeime völlig reif, sowohl in einer Cyste wie im freien Zustande, antraf.

Da also in den beiden Sporenarten, den Gregarinensporen und der Monospore der Coccidien, die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen, so liesse es sich vielleicht empfehlen, statt der Bezeichnung Monospore diejenige zu wählen, welche dem Gebilde zukommt, nämlich Cyste. In dieser sind demnach die Sichelkeime, welche ja auf ähnliche Weise entstehen wie die Gregarinensporen, nämlich durch eine Art Sporulationsprocess (s. Bütschli's Sporozoa p. 565), als Sporen zu betrachten, welche direkt zur freien Coccidie auswachsen, wenn wir für sie überhaupt den Ausdruck Spore beibehalten wollen; denn es besteht zwischen diesen unbeschalten Coccidiensporen und den beschalten Dauersporen der Gregarinen ein durchgreifender Unterschied. Während jeder der letzteren eine feste Schale zum Schutz des jungen Sporenkeimlings gegen mechanische und chemische Einwirkung und eine Reservekörnermasse zur ersten Nahrung mitgegeben ist, zehren jene unbeschalten Coccidiensporen bis zur völligen Reife alle gemeinsam von der Reservekörnermasse in der Cyste. Bei den Gregarinen scheinen die Sporen, bei den Coccidien die verhältnismässig sehr kleinen Cysten dazu bestimmt zu sein, den Parasiten von einem Wohntier auf ein anderes zu verpflanzen; denn diese Cysten besitzen zum Teil eine so resistente Hülle, dass z. B. nach Kaufmanns Angaben die Cystenhaut von Coccidium oviforme nicht durch HCl, HNO_3, KHO, ja nicht einmal durch H_2SO_4 zerstört wird, und man hier gegenüber den wenig resistenten Cysten der Gregarinen fast von Dauercysten sprechen könnte.

Dem Tribus der Monosporen stellt Schneider den der Oligosporen und Polysporen gegenüber. Beide letztere Abteilungen entwickeln in der Cyste Dauersporen, welche in ihrem Innern dieselben Verhältnisse zeigen wie die Gregarinendauersporen, nämlich einen stets vorkommenden fein granulirten, weisslich grauen nucléus de relicat oder Keimanlage und vollkommen helle, homogene Reservekörper. Während bei den Polysporen (Klossia) die Bildung der Sporen eine sehr bedeutende ist, beschränkt sie sich bei den Oligosporen auf nur wenige, so bei Cyclospora und Isospora auf 2 und bei Coccidium auf 4.

Bemerkenswert ist noch als charakteristisch für die nahe Verwandtschaft der monocystiden Gregarinen mit diesen Oligo- und Polysporen das gleiche Aussehen und Verhalten der Cysten von M. minuta und Cyclospora, indem sich in der länglich ovalen Cyste beider der Inhalt von beiden Polen zu einem kürzeren Oval nach der Mitte hin zurückzieht. Somit stellt überhaupt Mon. minuta durch seine kugelige Form einerseits und die vollkommene spindelförmige Ausbildung seiner Dauersporen anderseits eine sehr wichtige Uebergangsform zwischen Gregarinen und Coccidien im allgemeinen dar. Es stehen also diese beiden Abteilungen der Coccidien, die Oligo- und Polysporen, abgesehen von nebensächlichen Charakteren, vorwiegend auf Grund der Ausbildung von Dauersporen den eigentlichen Gregarinen genetisch viel näher als die monosporen Coccidien (Orthospora und Eimeria) mit ihren unbeschalten Sporenkeimen.

Indem ich nun diese Arbeit, zu der ich die Untersuchungen schon am 16. August im allgemeinen beendigte, hiermit schliesse, drängt es mich noch, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Ernst Haeckel und Herrn Dr. Alfred Walter für ihr liebenswürdiges, hülfreiches Entgegenkommen meinen innigsten Dank auszusprechen.

Erläuterung der Figuren.

Fig. 1. Monocystis cristata; Rückwärtsströmen des körnigen Inhaltes in der Pfeilrichtung.

Fig. 2. M. cristata; sehr junges Tier; *a* Vorwärts-, *b* Rückwärtsströmen des körnchenfreien Plasmas.

Fig. 3. M. porrecta; Vorderpol derselben mit Kutikular- und Fibrillarstreifung.

Fig. 4. M. porrecta; noch ziemlich jung.

Fig. 5. M. porrecta; encystirungsreif. NB. Auf der Zeichnung ist hinsichtlich der Gregarinenkörnchen und Samenfäden bisweilen nur der vordere Teil ausgeführt wie bei Fig. 6, 7, 13, 14, 15.

Fig. 6. Mon. cuneiformis. (s. 5.) n. sp.

Fig. 7. M. cuneiformis; mit vorgestrecktem Vorderpol. (s. 5.)

Fig. 8. M. agilis; jung.

Fig. 9. Mon. minuta, n. sp.

Fig. 10. M. minuta; encystirend.

Fig. 11. M. minuta; encystirt.

Fig. 12. Sehr junge bewegliche Gregarine in 3 verschiedenen Bewegungszuständen.

Fig. 13. Mon. porrecta; durch Einschnürung in Teilung begriffen.

Fig. 14. M. porrecta; am Vorderpol ist das Spermatozoenkleid gesprengt und der Inhalt zum Teil kugelig hervorgequollen.

Fig. 15. M. porrecta; sich einschnürend.

Fig. 16. Teilcyste von M. porrecta mit Sporenkleid.

Fig. 17. Doppelcyste von M. porrecta; deren Spermatozoenkleid gleitet nach rechts ab.

Fig. 18. Doppelcyste mit Sporen von verschiedener Grösse, aber gleicher Form; NB. Zeichnung nicht völlig ausgeführt.

Fig. 19. Cyste mit runden Sporoblasten.

Fig. 20. Cyste mit ovalen Sporoblasten.

Fig. 21. Cyste mit Sporulationsprodukten verschiedener Ausbildung und Lagerung.

Fig. 22. Ganz junge Sporen aus Cyste 21; *a* u. *b* mittel-, *c* randschichtig.

Fig. 23. Cyste mit runden Sporoblasten.

Fig. 24. Cyste mit Sporen, welche aus den vakuolenartigen Räumen der centralen Körnchenmasse in die peripherische Zone treten, wie Pfeile andeuten.

Fig. 25. Degenerirte Cyste mit Sporenschalenresten.

Fig. 26. Degenerirende Sporen (*a*—*e*).

Fig. 27. Sporoblastenelemente von Mon. magna.

Fig. 28. Sporoblast von Mon. magna.

Fig. 29. Centraler Teil aus einer Cyste von M. magna mit einem linksseitigen Sporulationsherde neben dem Kerne (s. pag. 726).

Fig. 30. *a*—*k* Sporen; die stufenweise Entwicklung des Keimlings darstellend; *l* eine gepresste Zelle mit hervorgequollenen fettartigen Körperchen.

Fig. 31 u. 32. Pseudosynamöbium von Spermamutterzellen mit einliegenden Sporen.

Fig. 33. Ein durch mechanische Einwirkung aus einer Spermamutterzelle frei gewordener Sporenkeimling.

Fig. 34. Fig. 35. Fig. 36. } Eindringen von Sporen in Spermamutterzellen; *a* das voraufgehende, *b* das nachfolgende Stadium darstellend.

Fig. 37—41. Spermamutterzellen mit ganz jungen Gregarinen und Samenfäden auf verschiedenen Ausbildungsstufen.

Verlag v. Gustav Fischer

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: NF_11

Autor(en)/Author(s): Ruschhaupt Georg

Artikel/Article: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der monocystiden Gregarinen aus dem Testiculus des Lumbricus agricola. 713-750