Untersuchungen
über die
intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren.

Von
Dr. Elias Metschnikoff.

(Mit 2 Tafeln.)

Seit mehreren Jahren mit einigen, die Genealogie der Metazoen betreffenden Fragen beschäftigt, gewann ich die Ueberzeugung, dass solche unmöglich auf ausschliesslich morphologisch-embryologischem Wege zu lösen sind. Obwohl die Morphologie gerade die rückgebildeten, also functionslosen oder sich neubildenden, zum grossen Theile noch nicht functionirenden Organe in den Vordergrund stellt, so ist doch die Kenntniss der physiologischen Geschichte solcher Organe für die Beurtheilung ihrer genealogischen Bedeutung oft ganz unentbehrlich. Die embryonale Entwicklung eines Thieres oder eines Organes besteht aus einer oft sehr verwickelten Mischung von primären und secundären Erscheinungen, welche in vielen Fällen auf rein embryologischem Wege gar nicht auseinander zu halten sind. Diejenigen Forscher, welche sich mit der vergleichenden Embryologie beschäftigen, wissen auch zur Genüge, wie schwierig es ist, den genealogischen Werth einer Erscheinung zu beurtheilen und wie oft man dabei rein subjectiv verfährt. Diese Schwierigkeiten werden um so empfindlicher, als die ursprünglichsten Metazoen wohl zum grossen Theile ausgestorben sind, weshalb auch die Kluft zwischen den heutigen Metazoen und Protozoen eine sehr bedeutende ist.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, dass, sobald ich die Frage über die genealogische Entwicklung des Verdauungsapparates,

als eines der allgemeinsten und ältesten Metazoenorgane, in Angriff nahm, ich neben embryologischen Beobachtungen über die Bildungsgeschichte des Entoderms auch physiologische Untersuchungen über die Function desselben anstellen musste.

Nachdem es festgestellt worden war, dass sämmtliche niedere Metazoen, wie Spongien, Coelenteraten und Turbellarien, die aufgenommene Nahrung intracellulär verdauen, konnte man zum allgemeinen Schlusse gelangen, dass dieser Verdauungsmodus eine der wenigen von den Protozoen überlieferten Eigenschaften des Metazoenorganismus repräsentirt und folglich einen, so klein er auch ist, Verbindungsfaden zwischen beiden Gruppen liefert. Da die coloniebildenden Monaden — Organismen, welche noch die grösste Aehnlichkeit mit den heutigen niedersten Metazoen, ihren Larven und Embryonen aufweisen — noch keine Arbeitstheilung zwischen Nahrung aufnehmenden, resp. verdauenden und locomotorischen Individuen zeigen, so musste die Frage aufgeworfen werden, ob nicht die niedersten Metazoen auch irgendwo diese ursprüngliche Eigenschaft durch sämmtliche oder verschiedenartige Zellen ihres Körpers Nahrungstheile aufzunehmen und zu verdauen beibehalten haben. Um diese Frage zu beantworten, unternahm ich im Laufe der letzten Jahre, vorzugsweise aber während eines sechsmonatlichen Aufenthaltes in Messina (October 1882 bis April 1883), eine Reihe Untersuchungen, deren Hauptergebnisse ich in folgenden Zeilen mittheilen will. Den Abschnitt über die intracelluläre Verdauung im Entoderm behalte ich mir für eine spätere Publikation vor.

I. Intracelluläre Nahrungsaufnahme durch Ektodermzellen.

Die Spongien, an deren Ektodermverdauung man vor Allem glauben musste, weil sie die niedersten jetzt lebenden Metazoen darstellen, erscheinen für eine genauere Untersuchung insofern sehr ungünstig, als bei ihnen das Ektoderm am lebenden Thiere entweder gar nicht oder nur sehr mangelhaft zu sehen ist. Wenn Krukenberg von einer Verdauung der Eiweisskörper durch die „ektodermale Oberfläche“ bei mehreren Spongien redet, so ist nicht einzusehen, ob von ihm wirklich die äusserst feine Schicht platter Epithelzellen gemeint ist, welche bekanntlich die äussere Oberfläche des Schwammkörpers überzieht. Jedenfalls ist es kaum möglich, seine Experimente an einem so dünnen Häutchen anzustellen, um den Antheil der an die Epidermis anhaftenden Wanderzellen des Mesoderms auszuschliessen. Viel präciser spricht sich in einer soeben erschienenen Arbeit über australische Aplysiniden

v. Lendenfeld[1]) aus. Er behauptet, dass das Ektoderm dieser Schwämme im Stande ist, Fremdkörper aufzunehmen, obwohl nicht zum Zwecke der Verdauung, sondern nur, um diese Körper den verdauenden Wanderzellen des Mesoderms abzugeben. So plausibel diese Ansicht auch erscheinen mag, so wird man bei v. Lendenfeld vergebens nach einem strengen Beweise derselben suchen.

Meine eigenen Untersuchungen, die ich an Ascetta primordialis und Halisarca lobularis, also an zwei Spongien mit einem ausnahmsweise stark entwickelten Ektoderm, angestellt habe, gaben entschieden ein negatives Resultat. Noch vor Kurzem habe ich die letztgenannte Art von Neuem untersucht, aber mit demselben Misserfolge: die im Wasser suspendirten Karminkörnchen drangen in das Innere von Entoderm-, resp. Mesodermzellen reichlich ein, das Ektoderm blieb aber vollständig frei von ihnen.

Aus dem Gesagten kann ich nur schliessen, dass, so wahrscheinlich a priori die Nahrungsaufnahme, resp. die Verdauung durch Ektodermzellen der Spongien auch ist, sie dennoch bis jetzt nichts weniger als bewiesen ist. Ein günstigeres Object für die betreffende Untersuchung liefern uns einige der echten Coelenteraten oder Cnidarien. Ueber die Nahrungsaufnahme des Ektoderms bei den Thieren aus dieser Gruppe existirt, soviel ich weiss, nur eine Mittheilung von Merejkowsky[2]), in welcher er, bei Gelegenheit der Beschreibung einer magenlosen Bougainvillea, die Ueberzeugung ausspricht, dass bei dieser Meduse die gesammte Nahrung vom Ektoderm aus dem Seewasser genommen wird. Nun sagt er aber ausdrücklich, dass er niemals feste Körper im Ektoderm fand, weshalb er meint, dass die betreffende abnorme Bougainvillea sich durch Entziehung der im Seewasser aufgelösten organischen Substanzen ernährt.

Da es bereits seit längerer Zeit bekannt ist, dass das Ektoderm der Hydropolypen Pseudopodien bildet, welche nicht selten zu plasmodienartigen Gebilden verschmelzen, so habe ich vermuthet, dass solche Zellenfortsätze auch im Stande sind, feste Nahrung aufzunehmen. Diese Vermuthung habe ich indessen bis jetzt nur für die sogenannten Nematocalyces von Plumularia bestätigt gefunden. Wenn man zum Plumularia enthaltenden

[1]) Ueber Coelenteraten der Südsee, II. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXVIII. 2. 1883, p. 253.

[2]) Sur une anomalie chez les Hydromeduses et sur leur mode de nutrition au moyen de l'ectoderme. Archives de Zool. expér. VIII. 1879 et 1880, p. XLII.

Wasser (ausser Plum. setacea Ellis habe ich noch eine andere mit Plum. halecioides nächstverwandte grosse Gonophoren tragende Species untersucht) etwas Karminpulver zusetzt, so sieht man nach Verlauf einiger Zeit, dass eine mehr oder weniger beträchtliche Anzahl Karminkörnchen in das Ektoderm der Nematocalyces eingedrungen ist (Fig. 3 und 4). Dieses Experiment habe ich oft wiederholt und stets mit demselben Erfolge. Obwohl man daraus noch nicht ohne Weiteres den Schluss ziehen dürfte, dass das Ektoderm der Nematocalyces eine Nahrung aufnehmende Function ausübt, so war die Thatsache doch bezeichnend genug, um dem Gegenstand weiter nachzuforschen. Die Beobachtung ergab mir, dass die genannten Organe mit ihrem frei hervorragenden Ende sehr verschiedenartige pseudopodienähnliche Bewegungen ausüben: dasselbe zieht sich entweder zum Kelche, resp. zu dem in ihm enthaltenen Polypen (Fig. 3, der linksseitige Nematocalyx), zum grossen Theile aber breitet es sich plattenförmig auf dem Stiele aus, wobei es den letzteren gewöhnlich mehr oder weniger umgibt (Fig. 4 und Fig. 3, der rechtsseitige Nematocalyx). Die Ektodermzellen solcher beweglicher Enden lassen sich nicht von einander unterscheiden und scheinen in eine gemeinschaftliche Protoplasmamasse sich zu verwandeln, welche einige wenige Pseudopodien aussendet. Die langsam kriechenden Bewegungen der Nematocalycesenden dienen wahrscheinlich zur Reinigung der benachbarten Polypentheile, worauf auch die Anwesenheit verschiedenartiger Körnchen in ihrem Ektoderm hindeutet. Entscheidendere Resultate erhält man bei Beobachtung solcher Plumulariastöcke, welche bereits einige Zeit in den Versuchsgläsern zugebracht haben. Die Plumulariapolypen sind, wie so viele unter ihren Verwandten, sehr zarte Organismen, welche in der Gefangenschaft nur kurze Zeit leben; es stirbt aber unter diesen Umständen nicht der ganze Stock aus, sondern nur die Hydranthenköpfchen ab; die Weichtheile des Stammes, sowie die Nematocalyces bleiben am Leben und produciren bei Eintritt günstigerer Bedingungen auch neue Polypen. Die eben genannten fraglichen Organe dienen nun dazu, um das absterbende Köpfchen förmlich aufzufressen, eine Erscheinung, welche ich zu wiederholten Malen an beiden von mir untersuchten Plumulariaarten beobachtete. Nachdem der Polyp sich zu einem tentakellosen rundlichen Klumpen umgewandelt hat, kriecht das bewegliche Ende des Nematocalyx in den Kelch herein, setzt sich an das obere Ende des Klumpens und nimmt in sein Ektoderm dessen Inhalt allmälig auf (Fig. 2). Daher

sehen wir, dass am zweiten Tage der Gefangenschaft, wenn die Köpfchen zum grossen Theile bereits verschwunden sind, die meisten Nematocalyces in ihrem Ektoderm eine grosse Anzahl verschiedenartiger Körner enthalten, wie es auf der Fig. 1 wiedergegeben ist. Die weitere Beobachtung solcher vollgefressenen Nematocalyces zeigte mir, dass dessen aufgenommener Inhalt in ihnen liegen bleibt und nicht etwa dem Entoderm übergeben wird, wie es mir für möglich schien. Während der wenigen folgenden Tage, als diese Organe in meinen Gläsern noch lebten, konnte ich an ihnen keine erheblichen Veränderungen wahrnehmen, so dass ich einstweilen nur als Vermuthung ausspreche, dass sie die aufgefressenen Körner verdauen, um dann ein Material zum Aufbau neuer Polypenköpfchen zu liefern. Die sogenannten Nematocalyces würden somit als Organe aufgefasst werden, denen vorzugsweise eine sozusagen prophylactische Rolle zugeschrieben werden muss: sie fressen nekrotische Theile auf und betasten auch die benachbarten Organe, wahrscheinlich um die etwa vorhandenen schädlichen Stoffe in sich aufzunehmen und sie dadurch unwirksam zu machen. Die Vertheidigungsrolle gegen andere Thiere folgt wohl erst im zweiten Sinne, zumal die grössere Plumulariaart gewöhnlich keine Nesselkapseln in ihren „Nematocalyces" enthält.

Es ist mir wahrscheinlich, dass die von Weismann[1]) beschriebenen eigenthümlichen Organe von Eudendrium racemosum und die von Fraipont[2]) beobachteten Ranken von Campanularia angulata eine ähnliche Function wie die Nematocalyces der Plumularien ausüben.

Ein anderes Beispiel von Aufnahme fester Nahrungsstoffe durch Ektodermzellen fand ich im Bereiche der Actinien. Ich habe bereits vor drei Jahren, bei Gelegenheit meiner Fütterungsversuche an Actinia mesembryanthemum, die Beobachtung gemacht, dass die Tentakelenden dieser Actinie gewöhnlich sehr viel Karminkörnchen in sich aufnehmen. Bei der im vorigen Jahre vorgenommenen Untersuchung der lebendiggebärenden essbaren Actinie von Pantano (welche wohl mit der von Dr. Andres gefundenen neuen Art Bunodes sabelloides zu identificiren ist) fand ich, dass deren Larven fast beständig in ihrem Ektoderm eine gehörige Anzahl fremder Stoffe enthalten. Je jünger die

[1]) Mittheil. aus der zool. Stat. zu Neapel. Bd. III, 1882, p. 1.

[2]) Recherches sur l'organ. histol. et le develop. de la Camp. angul. Arch. zool. expér. Bd. VIII, 1879—1880, p. 442.

Larve, desto grösser ist der Einschluss an solchen Körnern. Oft sehen die Gastrulae ganz missgestaltet aus, indem sie unsymmetrische Auftreibungen am Körper aufweisen und dabei ganz schmutzig sind. Die nähere Beobachtung zeigt sofort, dass dieser Schmutz nicht etwa von aussen angeklebt ist, sondern im Innern von Ektodermzellen seinen Sitz hat; er besteht sowohl aus pechschwarzen unregelmässigen, oft eckigen Körpern, als aus regelmässigeren rundlichen, eiweiss- und fetthaltigen Körnchen (Fig. 5, 6). Die ganz peripherische Schicht des Ektoderms erscheint gewöhnlich homogen und frei von fremden Einschlüssen; bei Untersuchung lebender Larven sieht es aus, als ob das Ektoplasma sämmtlicher Ektodermzellen verschmolzen wäre; die fremden Körper erscheinen erst in den tieferen Protoplasmaregionen entweder vor oder hinter dem Nucleus (Fig. 8—10). Gewöhnlich liegen sie direct im Protoplasma eingebettet, in anderen Fällen befinden sie sich dagegen im Innern von Vacuolen (Fig. 8), was schon auf einen gewissen Verdauungsact hindeutet. Die im Ektoderm liegenden Fremdkörper sind ganz identisch mit denjenigen, welche sich im Entoderm und auch in der Gastralhöhle der Larven befinden, was schon vollkommen hinreicht, um zu beweisen, dass sie eben von aussen aufgenommene und nicht etwa dem Larvenkörper selbst angehörige Körper sind. Es stellt sich nämlich heraus, dass die im Mutterleibe befindlichen Actinienlarven dessen Commensalen sind, welche von der durch die Mutter aufgenommenen Nahrung leben. Die im Wasser, in welchem die aus dem Actinienleibe herausgenommenen Larven leben, suspendirten Karminkörnchen werden von Ektodermzellen aufgefressen (Fig. 7, 11, 12), was mittelst sehr kurzer Pseudopodien an der freien Oberfläche dieser Zellen vollzogen wird.

Bei den Larven mit gekammertem Entoderm ist der Gehalt an fremden Stoffen im Ektoderm ein viel geringerer. Junge, noch im Mutterleibe befindliche Actinien, in deren Ektoderm sonst keine Fremdkörper mehr zu finden sind, behalten die Fähigkeit, Karminkörnchen aufzunehmen, welche vorzugsweise in das Ektoderm der Tentakeln und der ovalen Scheibe zu liegen kommen. Es ist zwar sehr schwierig, die Veränderung der aufgenommenen Körper sowohl im Ekto- als im Entoderm direct weiter zu verfolgen; es ist aber kaum möglich anzunehmen, dass sie zu irgend einem anderen Zwecke, als zum weiteren Verbrauche aufgefressen werden.

Als ein weiteres Beispiel von Nahrung aufnehmenden Ektodermzellen können fressende Eierstockseier solcher Thiere angeführt werden, bei denen sich die weiblichen Genitalproducte

notorisch aus dem Ektoderm bilden. Dahin gehören z. B. die Eier von Tubularia und nach Korotneff[1]) auch diejenigen von Hydra. Bei dem erstgenannten Hydropolypen habe ich junge amöboide Eierstockseier ihnen benachbarte Genitalzellen auffressen und auch verdauen gesehen. Bei überwinternden Hydren sollen nach Korotneff (l. c. p. 48) die jüngeren Ektodermzellen die ältere Generation auffressen, eine Angabe, welche leider von dem Verfasser ohne Beweis aufgestellt ist.

II. Intracelluläre Aufnahme und Verdauung durch wandernde Mesodermelemente.

Während es nur in wenigen Ausnahmsfällen gelingt, eine Nahrungsaufnahme im Ektoderm wahrzunehmen, ist es nichts leichter, als sich von der Fähigkeit der Wanderzellen des Mesoderms, feste Nahrung aufzufressen und zu verdauen, zu überzeugen. Seit längerer Zeit wusste man schon, dass bei Süsswasserschwämmen die Ernährung durch fressende amöboide Zellen besorgt wird, nur war die morphologische Stellung dieser Elemente nicht bestimmt. Nachdem ich die Meinung aussprach[2]), dass sie mit dem Mesoderm anderer Thiere zu vergleichen sind, konnte F. E. Schulze[3]) durch das Auffinden eines echten Ektoderms bei ausgewachsenen Spongien, sowie durch eine nähere histologische Erforschung der betreffenden Schicht diese Ansicht factisch durchführen, so dass sie gegenwärtig wohl als allgemein anerkannte anzusehen ist. Auf der anderen Seite wird jetzt in übereinstimmender Weise angenommen, dass diese Mesodermzellen bei sämmtlichen Spongien eine bedeutende Rolle bei der Ernährung dieser Thiere spielen; nur glauben Einige (Balfour, v. Lendenfeld), dass sie ausschliesslich die Verdauung der aufgenommenen Stoffe besorgen, während andere auch das Entoderm für diese Function in Anspruch nehmen. Ich will mich hier in eine weitere Discussion über diese Frage nicht einlassen, erstens, weil es uns einstweilen gleichgiltig ist, ob die Entodermzellen verdauen oder nicht und zweitens, weil ich darüber in dem Capitel über die intracelluläre Verdauung im Bereiche des Entoderms berichten

[1]) In seiner russischen Abhandlung über Myriothela und Hydra. Moskau 1882, p. 43.

[2]) Zur Entwicklungsgesch. der Kalkschwämme, Zeitschr. f. wissensch. Zool. XXIV. Bd., p. 10.

[3]) Ueber den Bau und die Entwicklung von Sycandra raphanus, Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXV. Suppl. p. 258.

werde. Ich erwähnte die Spongien nur, um den Leser daran zu erinnern, dass die Verdauung durch Mesodermzellen bei diesen Thieren eine bereits anerkannte Thatsache ist, was uns beim Vergleiche mit höher stehenden Formen von Nutzen sein wird.

Abgesehen von den Befunden an Schwämmen, muss ich hier der Angaben über die Aufnahme fester Farbstoffkörnchen durch Blutkörperchen mehrerer wirbellosen Thiere gedenken. Häckel[1]) war der Erste, der bei Gelegenheit einer Injection von Tethys mit Indigo die Thatsache constatirte, dass die Indigokörnchen in's Innere von Blutkörperchen eingedrungen waren. Später konnte er diese Angabe auch für einige andere wirbellose Thiere ausdehnen. Die Aehnlichkeit mit den oben erwähnten Erscheinungen bei Schwämmen ist aber Häckel nicht aufgefallen und später[2]) äusserte er sich sogar entschieden gegen die Lieberkühn'schen Angaben über die Nahrungsaufnahme durch Wanderzellen von Spongilla. Die Häckel'sche Entdeckung über das Eindringen fester Farbstoffe in die Blutkörperchen bildete den Ausgangspunkt für eine Reihe wichtiger Befunde auf dem Gebiete der Histologie der Wirbelthiere und namentlich in der pathologischen Histologie, dagegen blieb sie ziemlich unbeachtet von Seite der eigentlichen Zoologen.

Die Nahrung aufnehmende und verdauende Function der wandernden Mesodermzellen[3]) ist sehr mannigfaltig. Sie äussert sich in einer ausgesprochenen Weise bei den Vorgängen der Resorption unnütz gewordener Theile. Am besten konnte ich diese Erscheinungen an einigen Echinodermenlarven, namentlich an Auricularia von Synapta und an der sogenannten Bipinnaria asterigera verfolgen. Bei beiden bildet sich bekanntlich eine bedeutende Anzahl amöboider Zellen, welche zwischen dem Ekto- und Entoderm ihren Sitz haben und sämmtliche Skeletbildungen, überhaupt die ganze Cutis des fertigen Thieres und vielleicht auch die Schlundmuskulatur der Larve liefern. Die Rolle dieser Elemente beschränkt sich aber nicht auf diese morphogenetischen Umwandlungen; bei Eintritt der Metamorphose, welche bekanntlich sehr complicirt und mit dem Verluste vieler Larvenorgane verbunden ist, nehmen die Mesodermzellen eine Menge sich ablösender

---

[1]) Radiolarien. 1862, p. 104.

[2]) Die Kalkschwämme. 1872. Bd. I, p. 372.

[3]) Ich will hier gleich bemerken, dass ich unter wandernden Mesodermzellen sowohl die sogenannten amöboiden Bindegewebszellen, als auch bewegliche Lymph- und Blutkörperchen verstehe.

Zellenbruchstücke in sich auf, um sie schliesslich ganz zu verdauen. Gewöhnlich noch vor dem Beginne der eigentlichen Verwandlung sammeln sich bei Auricularia viele solche Zellen dicht unter der Wimperschnur an, weil ja gerade an ihr die Resorptionserscheinungen auftreten. An diesem Orte erscheinen dann rundliche Eiweisskügelchen, welche Trümmer von Zellen der Wimperschnur darstellen und welche dann von Mesodermzellen aufgefressen werden. Bei der Durchsichtigkeit der Auricularia und überhaupt der Leichtigkeit, dieselbe im lebenden Zustande zu beobachten, kann man den Process der Aufnahme und Verdauung an einer und derselben Zelle verfolgen. Oft dauert es ziemlich lange, dass ein Eiweisskügelchen dicht an der Oberfläche der Zelle oder an deren Pseudopodien haftet, bis es dann rasch auf einmal vom Protoplasma verschlungen wird (Fig. 22—24a); in anderen Fällen geschieht die Aufnahme des Kügelchen so langsam, dass man sie in verschiedenen Stadien abzeichnen kann. Als Beispiel will ich die auf den Fig. 17—21 abgebildete Mesodermzelle anführen. Von zwei Eiweisskügelchen, welche dicht am Protoplasmaleibe einer mit feinen Ausläufern versehenen Spindelzelle anhafteten (Fig. 17), wurde das eine (obere) abgestossen, das andere dagegen aufgenommen. Zu diesem Zwecke bildete sich ein dicker und stumpfer Protoplasmaauswuchs (Fig. 18), welcher das Kügelchen allmälig umgab (Fig. 19) und dann in's Innere des Zellenleibes beförderte (Fig. 20). In den letzteren gelangt, begann das Kügelchen bald seine Consistenz zu verändern (Fig. 21), die Conturen wurden viel blasser und schliesslich löste es sich fast vollständig auf. Die Verdauung, ebenso wie die Aufnahme der Eiweisskügelchen vollzieht sich in Bezug auf die Dauer sehr ungleichmässig. In einigen Fällen, wie in dem eben geschilderten, geht sie sehr rasch von statten, während man in anderen oft stundenlang die aufgefressenen Kügelchen beobachtet und noch immer keine Veränderungen an ihnen wahrnimmt.

Bei Auricularia kann man die geschilderten Resorptionsvorgänge im Laufe der Verwandlung zweimal beobachten. Zuerst während deren Ueberganges in die sogenannte Puppe, wobei ein beträchtlicher Theil der Longitudinalwimperschnur verloren geht, resp. dessen Material von den Mesodermzellen aufgefressen wird. Gewöhnlich enthält zu dieser Zeit jede solche Zelle eine ganze Anzahl Eiweisskügelchen, von denen sie manchmal vollkommen überladen erscheinen. Während des Puppenstadiums werden die aufgenommenen Kügelchen verdaut, worauf die Mesodermzellen

von ihnen eine Anzahl wasserheller Vacuolen enthalten. Bei der Verwandlung der Puppe zu einer jungen Synapta fangen diese Zellen von Neuem an zu fressen, indem sie sich dicht unter den Wimperringen ansammeln und die aus denselben stammenden Kügelchen aufnehmen. Die Erscheinungen sind mit den oben beschriebenen vollkommen übereinstimmend.

Ganz entsprechend verlaufen auch die Resorptionsvorgänge bei Asteridenlarven, wo ganze Larvenabschnitte bei der Verwandlung rückgebildet werden. Hier bilden sich auch als Trümmer der zu Grunde gehenden Zellen verschieden grosse Eiweisskügelchen, welche allmälig von den Mesodermzellen aufgefressen und verdaut werden. Auf der Fig. 28 habe ich eine solche vollgefressene Zelle aus dem Ueberbleibsel des am Seesternleibe anhaftenden Larvenkörpers von Bipinnaria asterigera abgebildet; die Fig. 29 stellt uns eine andere Mesodermzelle aus derselben Quelle dar, wo anstatt Eiweisskügelchen (von denen ist nur eines geblieben) eine Anzahl Verdauungsvacuolen enthalten ist.

Da ich die beschriebenen Erscheinungen bei der Metamorphose constant beobachtete, so zweifle ich nicht daran, dass sie etwas Normales und für das Leben der Echinodermenlarven Wesentliches darstellen, dass folglich die wandernden Mesodermzellen die Resorption besorgen, wie ähnlich es für die Resorption des Knochengewebes bei Wirbelthieren bekannt ist. Nur konnte ich bei den von mir untersuchten Echinodermenlarven während der beschriebenen Vorgänge niemals eine Bildung von sogenannten mehrkernigen Riesenzellen oder Ostoklasten beobachten, welche bei der Knochenresorption bekanntlich zu den häufigsten Erscheinungen gehören.

Es ist wohl kaum möglich, anzunehmen, dass sich die geschilderte Rolle der amöboiden Mesodermzellen ausschliesslich auf Echinodermen beschränken werde. Ich glaube vielmehr, dass sie bei allen Thieren, welche eine tiefgreifende Verwandlung erleiden, wiederkehrt. So habe ich Grund, zu vermuthen, dass bei den so complicirten Erscheinungen bei der Metamorphose der Ascidien die Wanderzellen auch eine active Rolle mitspielen. Es ist mir zwar nicht gelungen, dies bei Ascidia intestinalis zu constatiren, aber, wie ich glaube, ausschliesslich aus dem Grunde, weil hier die Wanderzellen zu klein sind; jedenfalls sah ich oft fettartig glänzende Kügelchen im Innern von Wanderzellen eingebettet. Falls sich meine Vermuthung bestätigt, so erhalten wir eine viel einfachere Erklärung für solche Erscheinungen, wie z. B. der Uebergang des sich rückbildenden Nervencentrums in einen Haufen

Blutkörperchen, eine Erscheinung, welche gewöhnlich als ein directer morphogenetischer Uebergang von Ganglienzellen in Blutkörperchen aufgefasst wird.

Ich muss an diesem Orte noch daran erinnern, dass Ganin[1]) im Jahre 1876 die Vermuthung aussprach, dass bei der sogenannten Histolyse der Muskelfasern bei Fliegen amöboide Mesodermzellen eine active Bedeutung haben. So sagt er: „Während der ersten Entwicklungsperiode habe ich mehrmals beobachtet, wie die freien amöboiden Mesodermzellen, die sich in der Fusshöhle befinden, sich auf die äussere Oberfläche der Muskelconglomerate ansetzen, oft ziemlich tief in's Innere derselben hineinbohren und wahrscheinlich auch activ von der Substanz des früheren Muskelgewebes der Larve ernähren.“ Leider hat der neueste Beobachter der Histolyse bei Fliegen, Viallanes[2]), diese Bemerkungen Ganin's nicht genügend berücksichtigt. Während seine eigenen Abbildungen sehr darauf hindeuten, dass bei der Metamorphose der Fliegen eine thätige Nahrungsaufnahme seitens der Mesodermzellen stattfindet, deutet er im Texte seine Befunde in einem ganz anderen Sinne. So beschreibt er als rückgebildete, Eiterzellen ähnliche Blutkörperchen solche Elemente, welche höchst wahrscheinlich einfach Fettkügelchen aufgefressen haben und seine „cellules musculaires“, die er aus Muskeltrümmern entstehen lässt, sind wohl auch vollgefressene amöboide Mesodermzellen.

So ausgesprochen die Nahrung aufnehmende Thätigkeit der Mesodermzellen während der Metamorphose auch ist, so ist sie doch nicht ausschliesslich auf dieselbe beschränkt. Schneider[3]) hat im Jahre 1880 die Beobachtung gemacht, dass bei Hirudineen die Resorption von Geschlechtsproducten durch amöboide Wanderzellen vermittelt wird, welche eine grosse Aehnlichkeit mit Blutkörperchen besitzen, eine Beobachtung, die ich für Aurelia aurita ausdehnen kann. Viele Eierstockseier dieser Meduse werden von einer Anzahl amöboider Mesodermzellen umgeben und dann vollständig aufgefressen. Diesen Fällen kann folgende von mir beobachtete Erscheinung an die Seite gestellt werden. Wenn man Pilidium längere Zeit in Versuchsgläsern gefangen hält, so findet

[1]) Beiträge zur Kenntniss der postembryonalen Entwicklung der Insecten. Warschau 1876 (russisch), p. 40.

[2]) Recherches sur l'histologie des Insectes. Annales des sciences Naturelles, V. XIV. 1882, p. 135, 158.

[3]) Ueber die Auflösung der Eier und Spermatozoen in den Geschlechtsorganen. Zool. Anz. 1880, p. 19.

schliesslich eine Atrophie der Nemertinenanlage statt, welche ebenfalls durch das Auffressen derselben seitens amöboider Mesodermzellen vollzogen wird. Man erhält somit sonst ganz normale Pilidium, welche nur einer Nemertinenanlage vollständig entbehren und eine Menge mit Nahrungsstoffen überladener Wanderzellen enthalten.

In sämmtlichen besprochenen Fällen handelt es sich um das Auffressen durch Mesodermzellen von einem Materiale, welches aus dem Organismus des betreffenden Thieres entstammt und nur im gegebenen Momente unnütz geworden ist. Es kann aber leicht der Nachweis geführt werden, dass die amöboiden Zellen auch ganz fremde Stoffe in sich aufnehmen und nach Möglichkeit zu verdauen im Stande sind. Wenn man frisch aus dem Meere gefangene durchsichtige Thiere (sei es Larvenformen oder erwachsene Individuen), welchen ein Mesoderm zukommt, durchmustert, so findet man zwischen einer Anzahl ganz leerer Mesodermzellen auch solche, welche fremde Einschlüsse in sich haben. Die letzteren sind gewöhnlich sehr verschiedener Natur. Ich will dies durch einige Beispiele illustriren. Die Fig. 42 bis 45 repräsentiren amöboide Wanderzellen aus dem Mesoderm einer jungen Callianira bialata; die erste von ihnen ist ganz überladen mit vielen unregelmässig conturirten, stark lichtbrechenden Körperchen, in denen man ohne Schwierigkeit gewöhnliche Bestandtheile des Erdeschmutzes erkennt; die Zellen der Fig. 43 und 45 enthalten eine viel geringere Anzahl ähnlicher, obwohl viel kleinerer Körper, welche aber nicht unmittelbar im Protoplasma, sondern in einer Vacuole eingeschlossen liegen. Die Fig. 44 gibt eine andere Zelle wieder, welche in ihrem Inhalte einen stabartigen Fremdkörper neben drei kleinen Bruchstücken beherbergt. In den Mesodermzellen der Echinodermenlarven fand ich recht häufig leere Nesselkapseln, wovon eine (aus Bipinnaria asterigera) auf den Fig. 25 und 26 in zwei Bewegungszuständen abgebildet ist. Solche Einschlüsse fand ich auch bei Ctenophoren (Fig. 47 von Beroë) und Pilidium (Fig. 49). Nach alledem zu urtheilen, was ich über die Aufnahme fremder Körper durch Mesodermzellen wahrnahm, glaube ich, dass sie durch die Körperwand in das Innere des Körpers gelangen und erst da von Wanderzellen aufgefressen werden; gewöhnlich findet man auch dicht unter der Epidermis eine hinreichende Anzahl solcher Zellen, um alle in den Thierleib hineingerathenden Fremdkörper aufzunehmen. Bei meinen früheren Versuchen über die intracelluläre Verdauung der Ctenophoren konnte

ich bereits die Thatsache constatiren, dass die im Wasser suspendirten Carminkörner nicht nur in das Innere der Entodermzellen eindringen, sondern auch von wandernden Mesodermzellen aufgenommen werden[1]; der Weg, durch welchen dies geschieht, konnte ich jedoch mit Sicherheit nicht constatiren. (Die Fig. 46—48 stellen uns drei carminhaltige Mesodermzellen einer jungen Beroë dar.)

Da auf der einen Seite die Beobachtungen über die Resorptionsvorgänge, auf der anderen — die Häufigkeit des Einschliessens notorisch fremder Körper auf eine hoch entwickelte Fähigkeit der Mesodermzellen, verschiedene Stoffe aufzunehmen und zu verdauen, hinwiesen, so unternahm ich einige Versuche, um mir eine genauere Vorstellung über diese Fähigkeit zu verschaffen. Als beste Untersuchungsobjecte erwiesen sich Bipinnaria asterigera und Phyllirhoë bucephalum, da diese Thierformen neben einer vollkommenen Durchsichtigkeit gross genug sind, um an ihnen die nothwendigen, freilich ganz einfachen Experimente anzustellen. Dazu sind die beiden von mir gewählten Arten, namentlich aber die letztgenannte, ziemlich lebenszähe, so dass sie die Operation gewöhnlich ganz gut aushalten. Spritzt man durch ein fein ausgezogenes Glasröhrchen etwas karmin- oder indigohaltiges Wasser unter die Epidermis der Versuchsthiere, so sieht man, dass die Farbstoffkörnchen kurz darauf durch die Wanderzellen aufgenommen werden. Bei Phyllirhoë thun dies allerdings nicht die beiden Arten amöboider Zellen, die sich im Mesoderm befinden, sondern nur die kleinere Form (Fig. 60 und 61). Die grösseren Wanderzellen (Fig. 62), welche oft ganz seltsame Gestalten annehmen, zeichnen sich durch dichteres vacuolenhaltiges Protoplasma aus und enthalten keine festen Fremdkörper; bei Phyllirhoë, in dessen Körper Karminpulver eingespritzt wurde, fand ich im Innern solcher grösserer Zellen rosafarbige Flecken, welche durch aufgelöstes Karmin verursacht wurden (Fig. 59). Trotz meiner wiederholten Nachforschungen konnte ich indessen nicht bestimmen, auf welchem Wege Karmin in diese Zellen gelangt. Die kleineren Klümpchen von Karminkörnchen werden durch kleinere Mesodermelemente aufgefressen, ähnlich wie es in den vorhergehenden Fällen beschrieben worden ist; die grösseren Karminballen werden dagegen von den Zellen umwachsen, so dass es zu einer Plasmodiumbildung kommt. Die Wanderzellen gelangen dabei an die Oberfläche des Körnchen-

[1]) Ueber die intracelluläre Verdauung bei Coelenteraten. Zoologischer Anzeiger 1880, p. 262.

klumpens, breiten sich auf demselben aus und verschmelzen sich mit anderen benachbarten Zellen zusammen (Fig. 68). Wir bekommen somit verschieden grosse, oft mit blossem Auge zu unterscheidende Plasmodien, welche in jeder Beziehung den bei Wirbelthieren so oft beschriebenen sogenannten Riesenzellen an die Seite zu stellen sind. Diese Beobachtungen, die ich zu wiederholten Malen anstellte, sprechen für die von Weiss[1]), Koch[2]) und einigen anderen Forschern ausgesprochene Ansicht, nach welcher sich die Riesenzellen in der Umgebung fremder Stoffe bilden. In allen Fällen, wo ich Riesenzellen bei Wirbellosen fand, sah ich sie stets um grössere Massen von Fremdkörpern entstehen und immer durch Verschmelzen mehrerer Zellen. Meine Wahrnehmungen stimmen somit mit den Ansichten derjenigen Pathologen nicht überein, welche Riesenzellen entweder durch Verschlucken von Eiterzellen oder durch unvollständige, auf Kerntheilung sich beschränkende Vermehrung zurückzuführen versuchen. Andere Forscher, welche die Blutkörperchen mancher wirbellosen Thiere ausserhalb des Thierkörpers untersuchten, behaupten, dass sie leicht zu Plasmodien verschmelzen, ohne dass der Impuls dazu in irgend einem Fremdkörper zu suchen wäre. So sah Häckel[3]) eine Verschmelzung von aus dem Körper entfernten Blutkörperchen bei Echinodermen und Geddes[4]) fand dasselbe ausserdem auch bei Lumbricus (Lymphzellen), Mollusken, Pagurus und anderen Decapoden. Diese Beobachtungen können somit nur zu Gunsten derjenigen Ansichten in Anspruch genommen werden, welche die Riesenzellen als wahre, durch Verschmelzung mehrerer Zellen entstandene Plasmodien betrachten.

Ein anderes Beispiel von Bildung solcher Mesodermplasmodien (wie ich von nun an die sogenannten Riesenzellen bezeichnen werde) fand ich bei Bipinnaria asterigera, unter deren Haut ein Tropfen menschlichen Blutes eingespritzt wurde. Zum grossen Theile wurden darauf von den Blutkörperchen ein oder mehrere von einzelnen Mesodermzellen aufgefressen; die grösseren Blutklumpen wurden dagegen von vielen solchen Zellen umgeben, welche miteinander verschmolzen, um verschieden grosse Mesoderm-

---

[1]) Ueber die Bildung und die Bedeutung der Riesenzellen etc. Virchow's Archiv. Bd. LVIII, p. 13.

[2]) Berliner klinische Wochenschrift. 1882, Nr. 15.

[3]) Radiolarien, p. 103, Anm. 2.

[4]) On the Coalescence of Amoeboid Cells into Plasmodia, in Proceedings of the Royal Soc. of London. V. XXX. 1880, p. 252, Pl. 5.

plasmodien darzustellen. Die letzteren, obwohl überladen mit einer Menge Blutkörperchen, konnten sich doch noch weiter bewegen, wozu grosse Pseudopodien benutzt wurden (Fig. 36). Da die Kerne solcher Plasmodien an lebenden Exemplaren zu verdeckt waren, um beobachtet werden zu können, so behandelte ich sie zuerst mit Alkohol, dann mit Boraxkarmin und hellte sie schliesslich in Bergamotöl auf, worauf nun die vielen stark tingirten Nuclei sehr deutlich hervortraten (Fig. 37); es stellte sich ferner heraus, dass sämmtliche Kerne in der peripherischen Schicht des Plasmodiums lagen, während deren gesammter centraler Theil von vielen, zum Theil zu grösseren Ballen verschmolzenen Blutkörperchen eingenommen war.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen könnte man leicht zu der Schlussfolgerung gelangen, dass, sobald die Mesodermzellen grosse Nahrungsklumpen vor sich haben, die sie nicht einzeln aufnehmen können, sie zu Plasmodien verschmelzen, um den fremden Körper schliesslich doch aufzufressen. Indessen ist es bei Weitem nicht immer der Fall. Nach dem Einspritzen in das Schleimgewebe von Phyllirhoë so grosser Körper, wie gekochte Eier von Sphaerechinus granularis oder gekochte Zellen aus den Cotyledonen grüner Erbsen sah ich nie Plasmodienbildung auftreten Bald nach dem Einbringen dieser Fremdkörper sammelten sich die kleinen Amöboidzellen um dieselben an und blieben an ihnen mehrere Tage — bis zum Tode des Versuchsthieres — haften, ohne die geringste Spur einer Verschmelzung zu zeigen (Fig. 67 und 77). Die die Erbsenzellen umgebenden Mesodermzellen blieben dabei die ganze Zeit durchaus unthätig, indem sie, ohne im Stande zu sein, die dicke Cellulosemembran zu durchbohren, keine Fremdkörper in sich aufnehmen konnten. Dagegen frassen die an den Seeigeleiern anhaftenden Amöboidzellen kleine Dotterkügelchen auf und doch behielten sie, wie im vorhergehenden Falle, ihre Selbstständigkeit bei. Dasselbe sah ich auch bei mehreren Versuchen, wo ich unter die Haut von Bipinnaria, Tethys, Terebella und in die tieferen Mantelschichten von Ascidia intestinalis grössere Gegenstände, wie feine Glasröhren, Seeigelstacheln und Rosendornen, hereinbrachte. Bald nachdem der Fremdkörper in den Leib sämmtlicher genannten Thiere gelangte, begannen die Amöboidzellen (bewegliche Bindegewebszellen bei Bipinnaria und Thetys, Lymphkörperchen bei Terebella, Mantelzellen bei Ascidia) sich um denselben anzusammeln, wickelten ihn schliesslich ganz oder fast ganz um, eine so grosse Masse bildend, dass sie leicht mit blossem Auge zu

sehen war (Fig. 78), blieben aber in diesem Zustande verharren, ohne wirkliche Plasmodien darzustellen. Bei Tethys sah ich wohl einmal Zellenpackete entstehen (Fig. 80), die einzelnen, sie zusammensetzenden Elemente behielten aber doch ihre Conturen vollständig bei. Auf den Querschnitten durch solche „entzündete" Theile (ich machte meine Versuche an ohrenförmigen Tentakeln) von Tethys konnte man sich von der Abwesenheit besonderer Mesodermplasmodien deutlich überzeugen (Fig. 79).

Aus den mitgetheilten Ergebnissen kann man schliessen, dass, obwohl die Mesodermplasmodien, wenn sie im lebenden Thierkörper entstehen, sich um eingedrungene grössere Fremdkörper bilden, dies doch nicht nothwendig geschehen muss und dass die Reaction des Organismus auf solche Körper auch ohne Plasmodienbildung erfolgen kann. Die angeführten Thatsachen zeigen auch, dass die amöboiden Mesodermzellen die Rolle haben, sowohl die unnütz gewordenen Theile des eigenen Thierkörpers, als die von aussen eingedrungenen Fremdkörper aufzufressen oder, wenn dies unmöglich ist, wenigstens zu umgeben und festzuhalten. Dass der Process im Falle des Verschlingens kleiner Detrituskügelchen oder Karminkörnchen einerseits und des Umschliessens grösserer Körper (mit oder ohne Plasmodienbildung) andererseits, im Grunde genommen und in grossen Zügen ein und derselbe ist, leuchtet von selbst ein. Die in den eingestochenen Glasröhrchen befindlichen oder an dieselbe anhaftenden Karmin- oder Staubpartikelchen werden von den angesammelten Mesodermzellen in derselben Weise wie sonst aufgefressen und umwickelt (Fig. 41, 80). Auf der anderen Seite kann man nicht leugnen, dass zwischen der beschriebenen, auf die Einführung grösserer Gegenstände in den Leib der Wirbellosen folgenden Reaction seitens der Mesodermzellen und den bei Wirbelthieren bekannten Entzündungs-, resp. Exsudationserscheinungen eine nicht geringe Aehnlichkeit besteht. Hier wie dort sammeln sich um den fremden Gegenstand eine Menge Mesodermzellen an, welche nach Möglichkeit gegen denselben reagiren. Die Unterschiede, so bedeutend sie auf den ersten Blick erscheinen mögen, sind doch schliesslich nur quantitativer Natur. Bei Bipinnaria, wo wir noch keine Spur eines Gefässsystems finden, geschieht eine allmälige Ansammlung zahlreicher, im Mesoderm befindlichen Amöboidzellen, während bei Mollusken mit einem lacunären System von Blutgefässen die letzteren insofern bei der Sache betheiligt sind, als durch sie die reagirenden Blutkörperchen durchströmen. Bei Terebella, welche bekanntlich ein

geschlossenes Blutgefässsystem mit röthlichem Plasma besitzt, betheiligen sich bei den Entzündungserscheinungen nur die in der Leibeshöhle befindlichen sogenannten Lymphkörperchen. Wenn man beim Hereinstecken fremder Gegenstände die Blutgefässe ganz unbeschädigt lässt, so findet während der Ansammlung von Lymphzellen keine abnorme Transsudation statt, die man am gefärbten Plasma schon wahrgenommen haben würde.[1]) Vom vergleichend-pathologischen Standpunkte kann man demnach die von Cohnheim[2]) aufgestellte und von anderen Pathologen angenommene These: „ohne Gefässe keine Entzündung" nicht festhalten. Die Entzündung ist, genealogisch gesprochen, viel älteren Datums als die Gefässbildung, und die Exsudation ist eine verhältnissmässig neue Erscheinung. Von diesem Gesichtspunkte wird man auch den farblosen Blutkörperchen der Wirbelthiere eine viel activere Bedeutung zuschreiben müssen, als es oft geschieht, und jedenfalls sich eher an die Seite Thoma's[3]) als seiner Gegner in Bezug auf die Exsudation stellen.

Die Beobachtungen über die Resorptionserscheinungen bei der Verwandlung der Echinodermen (welche mit den werthvollen Ergebnissen der Untersuchungen von Histologen und Pathologen an Wirbelthieren[4]) vollständig harmoniren) haben uns gezeigt, dass die Mesodermzellen im Stande sind. aufgenommene Eiweisskörper aufzulösen, also zu verdauen. Dieser Schluss wird noch durch folgende Ergebnisse meiner Untersuchungen verstärkt. Wenn man das Schicksal der von Mesodermzellen der Bipinnaria asterigera aufgenommenen (menschlichen) Blutkörperchen verfolgt, so wird man finden, dass diese ebenfalls verdaut werden. Sie quellen im Innern des Zellenleibes stark auf (Fig. 33—35), werden dabei heller; das Hämoglobin geht dann in den centralen Theil des Zelleninhaltes über und schliesslich wird auch das Gerüst des Blutkörperchens aufgelöst. (Ich brauche kaum speciell hervorzuheben, dass die nicht aufgefressenen Blutkörperchen solche Ver-

[1]) Bis jetzt habe ich leider noch keine Gelegenheit gehabt, die Entzündungsvorgänge bei solchen Anneliden zu untersuchen, welche viele Blutkörperchen enthalten und hoffe diese Lücke möglichst bald auszufüllen.

[2]) Ueber Entzündung und Eiterung. Virchow's Archiv 1867. Bd. 40. p. 75. Man vergleiche auch seine „Neue Untersuchungen über die Entzündung". Berlin 1873, p. 11, 42, 62, 67, 71.

[3]) Ueber entzündliche Störungen des Capillarkreislaufes bei Warmblütern. Virchow's Archiv, Bd. 74, p. 386.

[4]) Zusammengestellt bei Ziegler: Lehrbuch der pathologischen Anatomie. 2. Aufl. Bd. I. 1882, p. 167—175.

änderungen nicht erleiden.) Etwas anders gestalten sich die Erscheinungen bei der Verdauung rother Blutkörperchen von Discoglossus durch Mesodermzellen von Phyllirhoe. Der Zellenleib, sowie der Kern solcher aufgefressenen Blutkörperchen bekommt zuerst etwas unregelmässig zackige Conturen (Fig. 71), die Schrumpfung geht weiter fort (Fig. 72, 74), und nun zerfallen die Blutzellen nebst ihrem Nucleus in mehrere Bruchstücke (Fig. 75, 76), wobei auch der centrale Theil des Inhaltes der Mesodermzelle leicht gefärbt wird. Der ganze Process hat eine gewisse Aehnlichkeit mit den bei Wirbelthieren gewonnenen Wahrnehmungen über die Resorption im Innern von sogenannten blutkörperchenhaltigen Zellen [1]), welche wohl ebenfalls auf einen Verdauungsact seitens der Mesodermzellen zu beziehen ist.

Die unter die Haut von Bipinnaria und Phyllirhoe eingespritzte Ziegenmilch erfährt auch ein ähnliches Schicksal. Die Milchkügelchen werden von Wanderzellen aufgefressen (Fig. 30), verlieren dann ihren Glanz und zerfallen in kleine Körnchen, welche sich im ganzen Zelleninhalte vertheilen (Fig. 31, 32). Bis jetzt war ich nur nicht im Stande, eine merkliche Veränderung von aufgenommenen Stärkekörnern zu constatiren.

Um die Frage zu entscheiden, ob die Mesodermzellen bei der Nahrungsaufnahme eine gewisse Wahl ausüben, habe ich ein Gemisch verschiedener Substanzen unter die Haut meiner Versuchsthiere eingespritzt. So habe ich z. B. in das Schleimgewebe von Phyllirhoe einen Tropfen Ziegenmilch mit einem Gemisch von Indigo-, Karmin- und Stärkekörnchen (also verdauliche mit unverdaulichen Stoffen zusammen) eingespritzt und fand darauf, dass alle diese Fremdkörper ohne Auswahl aufgenommen wurden; einige Zellen frassen von allen vier Stoffen zugleich etwas auf (Fig. 57, 58). Man würde somit leicht glauben, dass die Mesodermzellen überhaupt Alles auffressen, was ihnen geboten wird, dass sie folglich kein Unterscheidungsvermögen besitzen. Folgender Versuch wird uns indessen vom Gegentheile überzeugen. Beim Einspritzen lebender Eierstockseier von Sphaerechinus granularis unter die Haut von Phyllirhoe hat sich ergeben, dass sowohl kleine junge Eizellen als auch vollkommen fertige, die den sogenannten Richtungskörper bereits ausgestossenen Eier von Mesodermzellen gar nicht angegriffen werden. Beide leben ganz friedlich neben einander und die Seeigeleier bleiben im Innern von Phyllirhoe viel länger

[1]) Man vergleiche Langhans' Beobachtungen über Resorption der Extravasate und Pigmentbildung in denselben. Virchow's Archiv 1870, Bd. 49, p. 81 u. f.

am Leben, als im Seewasser. Meine Beobachtungen dauerten an ein und demselben Individuum sechs Tage, d. h. so lange, als meine Versuchsthiere überhaupt lebendig blieben. An solchen Eiern konnte ich auch künstliche Befruchtung im Innern von Phyllirhoe anstellen und bekam positive Resultate: die Eier furchten sich und bildeten zum Theil vollkommen normale Blastulae. Als ich nun behufs weiterer Untersuchung in das Schleimgewebe von Phyllirhoe frisch gekochte Eier von Sphaerechinus einspritzte, fingen die Mesodermzellen an, sich an dieselben festzusetzen und deren Dotterkörperchen zu verschlingen (Fig. 67). Dies schien darauf hinzuweisen, dass die Mesodermzellen nur todte Zellen auffressen und die lebendigen unberührt lassen; dagegen sprachen aber schon die Erfahrungen über das Aufnehmen von Blutkörperchen, wovon wenigstens viele gewiss noch lebendig waren, als sie von Mesodermzellen aufgefressen, resp. umwachsen wurden. Zur weiteren Controle spritzte ich einen Tropfen lebendigen Sperma von Sphaerechinus granularis unter die Haut von Phyllirhoe. Die Zoospermien bewegten sich ziemlich langsam und wurden bald von Mesodermzellen angegriffen und aufgefressen (auf der Fig. 65 sind zwei unmittelbar im Protoplasma befindliche Zoospermienköpfe, auf der Fig. 66 zwei andere in Vacuolen eingeschlossene abgebildet); mehrere von ihnen blieben noch zwei Tage im Schleimgewebe liegen, ohne aufgefressen zu werden, und einige behielten sogar noch ihr Befruchtungsvermögen bei.

Aus den mitgetheilten Befunden ergibt sich, dass die Mesodermzellen nicht unbedingt Alles, was ihnen dargeboten wird, aufnehmen, ferner, dass ihnen möglicherweise ein gewisses Unterscheidungsvermögen nicht abgesprochen werden darf. Wenn man die angegebenen Thatsachen dadurch erklären wollte, dass die Mesodermzellen die lebenden Eier überhaupt nicht zu bewältigen im Stande waren, so ist nicht einzusehen, warum sie sich auf dieselben nicht festsetzten und sonst keinen merklichen Versuch machten, sie aufzufressen.

Die an Mesodermzellen wahrgenommenen Erscheinungen wiesen darauf hin, dass ihnen eine nicht unbedeutende prophylactische Rolle zukommt, eine Schlussfolgerung, welche zu weiteren Nachforschungen ermunterte. Bei den Untersuchungen über die necrotischen Vorgänge einiger wirbellosen Thiere, vorzugsweise der Bipinnaria asterigera, hat sich wirklich ergeben, dass die Mesodermzellen zur Aufgabe haben, die absterbenden Zellen aufzufressen. Die langen Arme der genannten Bipinnaria enden

gewöhnlich mit orangefarbenen Spitzen: von aussen sind sie mit Ektodermepithel, in welchem das Pigment enthalten ist, überzogen; inwendig beherbergen sie dagegen eine mehr oder weniger beträchtliche Anzahl Mesodermzellen. Die letzteren enthalten häufig rundliche Pigmentkörper, welche höchst wahrscheinlich einfach aus den Ektodermzellen hergeholt werden (Fig. 27). Bei einem längeren Aufenthalte in Versuchsgläsern werden nun die Armspitzen abgenutzt und abgestumpft, so dass nicht selten ganze Stücke von ihnen abfallen. Im Ektoderm solcher kranken Arme findet man eine Menge kleiner Kügelchen angesammelt, welche von benachbarten Mesodermzellen aufgefressen werden, ähnlich wie wir es bei der Metamorphose gesehen haben. Daher kommt es, dass die in den Armspitzen befindlichen Mesodermzellen oft ganz mit Kügelchen vollgepfropft sind (Fig. 81). Ausser heller, schwach lichtbrechender Zerfallproducte findet man in der Epidermis von Bipinnaria auch häufig ganze Häufchen von stark lichtbrechenden kleinen rundlichen Körpern vor (Fig. 42 b), welche ebenfalls von Mesodermzellen aufgenommen werden. Ich konnte die Natur dieser Körperchen nicht genauer bestimmen und will deshalb nur als Vermuthung aussprechen, dass sie vielleicht Sporen von Bacterien sind. Diese Vermuthung stütze ich auf die äusserliche Aehnlichkeit der fraglichen Körper mit unzweifelhaften Sporen, auf die Gleichheit der sämmtlichen betreffenden Fremdkörperchen untereinander, sowie auch auf die Thatsache, dass die Mesodermzellen unter Anderem auch Bacterien und deren Sporen auffressen. Wenn man eine bacterienhaltige Flüssigkeit unter die Haut der von mir oben mehrfach genannten Versuchsthiere (Bipinnaria und Phyllirhoe) einspritzt oder, wenn sich die Bacterien selbstständig in den Wunden der operirten Thiere entwickeln, so findet man sie bald darauf auch im Innern von Mesodermzellen eingeschlossen. Nach meinen Beobachtungen werden sowohl bewegliche als unbewegliche Bacterien aufgefressen; man findet sie sowohl direct im Protoplasma der Mesodermzellen, als auch in Vacuolen enthalten (Fig. 38—40, 63, 64). Manchmal werden sie im Innern dieser Zellen noch im beweglichen Zustande angetroffen; in anderen Fällen findet man sie bewegungslos und oft auch so blass, dass man sie kaum mehr erkennt (Fig. 63). Daraus, sowohl wie aus der Zusammenstellung anderer hervorgehobenen Thatsachen über die Thätigkeit der Mesodermzellen, kann man erschliessen, dass auch die Bacterien von diesen Zellen aufgefressen und verdaut werden, was die prophylactische Rolle der letzteren jedenfalls

bedeutend erhöht. Als ein gutes Object für die Beobachtung dieser Verhältnisse kann ich Botryllus anführen, dessen ganz frische, eben aus dem Meere hergeholten Colonien constant eine Menge verschiedenartiger Bacterien in der Tunica enthalten. Unter ihnen fand ich eine kleine Spirochaeteart, welche auffallend an die Spirochaete Obermeyeri des Rückfalltyphus erinnert (Fig. 55) und auch einen kleinen Bacillus, welcher an beiden Enden je eine Spore trägt und überhaupt eine Aehnlichkeit mit dem Leprabacillus aufweist. Alle diese Bacterien werden von den zahlreichen Wanderzellen der Tunica eifrig verfolgt und man findet sie in ihrem Innern in verschiedenen Entwicklungs- und Verdauungsstadien eingeschlossen (Fig. 54—56). Der Kampf wird aber gegenseitig geführt und man findet augenscheinlich todte Wanderzellen, aus welchen nach allen Seiten die langgezogenen Bacterien ausstrahlen.

Dasselbe lässt sich auch auf Wirbelthiere ausdehnen; so fand Koch[1]) den Bacillus anthracis und den Bacillus der Mäusesepticämie in weisse Blutkörperchen seiner Versuchsthiere eingeschlossen und Tuberkelbacillen fand er[2]) im Innern der Riesenzellen. Es scheint demnach, dass wohl im ganzen Thierreiche die wandernden Mesodermelemente ihre nahrungaufnehmende und verdauende Thätigkeit zum Schutze des Organismus gegen Bacterien und solche Körper, welche einen günstigen Boden für deren Entwicklung bilden (necrotische Theile), benützen. Bei Metazoen, welche noch kein entwickeltes Mesoderm haben, wird diese Rolle wahrscheinlich entweder durch Ektoderm (Plumularia) oder Entoderm ausgeführt.

Die meisten Embryologen nehmen übereinstimmend an, dass die Metazoen am ehesten von solchen Protozoen abzuleiten sind, welche die grösste Aehnlichkeit mit heute lebenden coloniebildenden Monaden aufweisen. Die, eine solche Colonie zusammensetzenden Individuen sind alle untereinander vollkommen gleich, so dass wir im Bereiche der Protozoen noch keine Arbeitstheilung, welche

[1]) Unters. üb. d. Aetiologie d. Wundinfectionskrankheiten. 1878, p. 44, 72. Die Deutung Koch's, nach welcher die Bacterien vollständig in die weissen Blutkörperchen eindringen, um sich dort zu vermehren, ist von ihm nicht bewiesen und stimmt mit meinen Erfahrungen (worüber ich später berichten werde) nicht überein.

[2]) Berliner klinische Wochenschrift, 1882, Nr. 15. — Die von Zopf (Die Spaltpilze, Breslau 1883, p. 67) gegebene Deutung des Koch'schen Befundes scheint mir auch der Wirklichkeit nicht zu entsprechen.

den ersten Schritt zur Keimblätterbildung bilden könnte, treffen; wir finden bei ihnen nicht einmal den Grad der Differenzirung, welche ihre chlorophyllhaltigen Verwandten — die Volvocineen — aufweisen. Bei solchen Bedingungen ist die Aufgabe, sich eine Vorstellung über die Genealogie der ersten Metazoen zu bilden und somit ein Princip für die vergleichende Thierkunde zu gewinnen, mit ganz besonderen Schwierigkeiten verbunden. Man stimmt ziemlich überein in der Annahme, dass das Blastulastadium, welches ebenfalls aus einer Schicht untereinander gleicher Zellen besteht, einer Monadencolonie entspricht; aber von dem wichtigsten Punkte der Keimblätterbildung gehen die Ansichten verschiedener Forscher weit auseinander. Einige, wie z. B. der leider so früh der Wissenschaft entrissene Balfour[1]), nehmen an, dass sich die Blastulazellen (d. h. die diesem Stadium entsprechenden Individuen der Colonie) sehr früh in zwei Arten differenzirten, dass „die Uebergangsform von den Protozoen zu den Metazoen aus einer Halbkugel von ernährenden amöboiden und einer anderen Halbkugel von bewimperten Zellen bestand". Ich habe dagegen die Meinung ausgesprochen[2]), dass von den ganz untereinander gleichen Blastulazellen, welche alle die Fähigkeit behielten, Nahrung aufzunehmen, einige von der Peripherie in die centrale Höhle (und zwar am beliebigen Punkte der Oberfläche) hineineinragten, wobei sie aus cylindrischen Geisselzellen zu amöboiden Elementen wurden; diese letzteren stellten nun die Anlage zu einem parenchymatischen Meso-Entoblast dar, aus welchem erst später das Darmepithel (echtes Entoderm) und andere Bildungen sich differenzirten.

Der oben mitgetheilte Befund von Nahrung aufnehmenden Ektodermzellen bei verschiedenen Repräsentanten des Coelenteratentypus spricht, meiner Meinung nach, gegen die Annahme einer sehr frühzeitigen Differenzirung der Blastulazellen im Sinne Balfour's und deutet viel eher darauf hin, dass die Ektodermzellen auch dann ihre ursprüngliche Rolle behielten, als bereits ein Entoderm vorhanden war. Es ist übrigens auch aus sonstigen Gründen sehr schwer anzunehmen, dass eine so festgewurzelte Function, wie die Nahrung aufnehmende Thätigkeit der Monadenindividuen, rasch und scharf (wie die Grenze zwischen beiden Theilen der Syconenblastula) verschwinden sollte. Auch weiss ich kein Hinderniss, sei es von Seite der embryologischen oder sonstigen

[1]) Vergleichende Embryologie. Deutsche Uebers. Bd. I. p. 143.

[2]) Spongiologische Studien, Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1879. Bd. XXXII. p. 375 ff.

Thatsachen zu der Annahme, dass sich die Keimblätter zu einer Zeit anlegten, als noch sämmtliche Zellen Nahrung aufzunehmen im Stande waren. Erst später ging diese Function vorzugsweise und dann ausschliesslich auf die Parenchymzellen über, eine gewisse Aehnlichkeit mit den Verhältnissen der heutigen Spongien aufweisend. Bei diesen gehen die aufgenommenen Stoffe regelmässig in das parenchymartige Mesoderm über, welches aber noch nicht scharf und definitiv vom Entoderm geschieden ist, da auch im ausgewachsenen Zustande Zellen aus einem in das andere übergehen. Auf späteren Stadien der genealogischen Entwicklung vollzog sich eine schärfere Trennung zwischen beiden Abkömmlingen des Parenchyms oder des Phagocytoblastes, wie ich es von nun an bezeichnen werde. Aber noch im Bereiche der niederen Coelenteraten ist es schwer, von einem gesonderten Mesoderm zu sprechen. Während mehrere Acraspeden eine grosse Masse amöboider Mesodermzellen in ihrer Gallerte besitzen, zeigen andere keine Spur davon und bei Craspedoten findet man sie nur ganz ausnahmsweise vor. Auch ist das späte Stadium des Auftretens solcher Zellen bei Medusen bemerkenswerth. Will man die Stützzellen der Medusen- und Hydroidententakeln als Mesoderm in Anspruch nehmen, so ist die Grenze zwischen diesem Keimblatte und Entoderm unmöglich auch nur einigermassen durchzuführen.

Bei höher stehenden Thierformen ist die Trennung zwischen Meso- und Entoderm jedenfalls eine viel vollständigere geworden. Das letztere hat sich zum speciellen Zwecke, die von aussen herbeiführenden Nahrungsstoffe zu verarbeiten, herausgebildet, wobei die intracelluläre Verdauung allmälig durch eine enzymatische ersetzt wurde (worüber Näheres ich im dritten Abschnitte dieser Arbeit zu berichten hoffe). Das Mesoderm hat aber dabei seine ursprüngliche nahrungaufnehmende und verdauende Function nicht eingebüsst, sondern auf die Verarbeitung unnützlicher und schädlicher Stoffe concentrirt. Dabei haben die Mesodermzellen sowohl ihre Eigenschaft, intracellulär zu verdauen, als auch manche anderen primitiven, noch von Protozoen herstammenden Eigenthümlichkeiten aufbewahrt. Ich meine darunter nicht nur die Fähigkeit, sich amöboid zu bewegen, sondern auch die Neigung zur Plasmodienbildung. Die letztere hat sich, ebenso wie die intracelluläre Nahrungaufnahme, am wenigsten am Ektoderm erhalten, wo sie nur noch bei Spongien, Hydroiden und vielleicht einigen anderen Coelenteraten vorkommt; am Entoderm tritt sie sehr stark bei intracellulär verdauenden Thierformen, wie bei vielen

Coelenteraten und Turbellarien auf. Dagegen lassen sich die Mesodermplasmodien bis auf die höheren Thierformen, den Menschen nicht ausgeschlossen, verfolgen. Ueberhaupt haben die beweglichen Mesodermzellen am meisten ihre ursprüngliche individuelle Selbstständigkeit aufbewahrt, so dass man auch von einer gewissen protozoischen Seelenthätigkeit derselben reden könne.

In ihrem Bestreben, die Geschichte des mittleren Keimblattes aufzuklären, versuchten einige Embryologen die physiologische Rolle des ursprünglichen Mesoderms zn bestimmen. Während aber die Einen glaubten, dass dasselbe anfangs die geschlechtliche Function ausübte (Hatschek), nahmen Andere an (Rabl), dass es die Bewegungsthätigkeit ausführte. Wenn man die von mir in dieser Arbeit zusammengestellten Daten zu Rathe zieht und dabei berücksichtigt, dass bei vielen, ein Mesoderm aufweisenden Thieren die Geschlechtsproducte, sowie die Muskulatur nicht aus diesem Keimblatte, sondern unmittelbar aus Ekto- oder Entoderm (wohl zum grossen Theile aus dem ersteren) entstehen, dann wird man mir vielleicht zugeben, dass die ursprüngliche Rolle des Mesoderms eine nahrungaufnehmende und verdauende war und die Gewebe und Organe bildende Function erst in zweiter Instanz hinzukam. Abgesehen von allen anderen Argumenten, denke man nur an solche Thiere, wie Halisarca, wo noch keine Muskulatur vorhanden ist und wo der grösste Theil des Mesoderms am Verdauungsgeschäfte betheiligt ist.

Wenn ich von Phagocytoblast als von einem Ganzen rede, so thue ich es deshalb, weil uns die Entwicklungsgeschichte lehrt, wie innig das Mesoderm oder mindestens ein grosser Theil davon mit dem Entoderm verbunden ist. Abgesehen von den an anderem Orte mitgetheilten Thatsachen aus der Embryologie der Spongien, will ich noch auf die Abstammungsgeschichte der amöboiden Mesodermzellen bei Echinodermen, Pilidien u. a. hinweisen. Damit will ich freilich nicht behaupten, dass das Ektoderm aus der Production des Mesoderms ausgeschlossen sei. Es ist mir im Gegentheil sehr wahrscheinlich, dass auf früheren Stadien der genealogischen Entwicklung, als das Ektoderm seine ursprüngliche nahrungaufnehmende Function noch nicht eingebüsst hatte und als das Phagocytoblast bereits von ihm gebildet wurde, noch immer einzelne Ektodermzellen in's Innere eindrangen und mit übrigen Fresszellen (Phagocyten) sich vermischten. Durch diese hypothetische Annahme ist auch vielleicht die bei Halisarcaentwicklung wahrgenommene Thatsache, dass ein Theil der Mesodermzellen

aus Ektodermelementen der Larve herstammt, zu erklären. Auf der anderen Seite muss betont werden, dass es wahrscheinlich secundär auch andere Bildungsstätten des Mesoderms waren, als die Fresszellen des Ektoderms und des Phagocytoblastes und dass dabei auch wohl Muskelzellen, Geschlechtszellen u. a. eine Rolle mitspielten. Man muss nur beachten, dass das, was wir als Mesoderm bezeichnen, etwas sehr Heterogenes darstellt, was sich zu verschiedenen Perioden, in verschiedener Weise und aus differenten Quellen bildete und erst verhältnissmässig sehr spät ein als Keimblatt aufgetretenes Ganze repräsentirte. In dieser Beziehung stimme ich mit Balfour[1]) und den Gebrüdern Hertwig[2]) überein, auf deren Darstellungen ich auch nunmehr verweise. Wenn ich trotzdem vom Mesoderm als von einem nahrungaufnehmenden Zellencomplexe redete und überhaupt diese Function in den Vordergrund stellte, so geschah es deshalb, weil ich den ursprünglichsten und wichtigsten Theil des Mesoderms vor Augen hatte. Die Genealogie des ganzen Mesoderms sämmtlicher Metazoen aufzuklären, scheint mir zur Zeit noch kaum möglich; jedenfalls bin ich der Ueberzeugung, dass diese schwierige Frage auf dem ausschliesslich morphologisch-histologischen Standpunkte, auf den sich die Gebrüder Hertwig in ihrer „Coelomtheorie" gestellt haben, nicht zu lösen ist.

Die oben mitgetheilten Thatsachen haben uns gezeigt, dass die intracelluläre Nahrungsaufnahme und Verdauung auch eine schützende Rolle gegen die schädlichen Körper, die sich im Organismus bilden oder in denselben von aussen gelangen, übernehmen[3]) und da es wohl anzunehmen ist, dass die krankheiterregenden niederen Organismen (Bacterien, Chytridien, Entomophtoren und viele andere Parasiten) eine sehr alte Plage auf der Welt sind, so können vielleicht manche bisher in ihrer Bedeutung unbekannte Organe und Vorrichtungen ihre Erklärung finden. Ich erinnere hier an das oben über die Nematocalyces der Plumularien und über die sonst so eigenthümlich erscheinende Tunica der Ascidien Mitgetheilte. Es ist aber klar, dass mit den

---

[1]) Handbuch der vergleich. Embryologie. Deutsche Uebers. 1881, Bd. II, p. 310 ff.

[2]) Die Actinien. Jenaische Zeitschrift. 1879. Vol. XIV.

[3]) Auf diese Weise ist vielleicht die neuerdings von Buchner (Die ätiologische Therapie und Prophylaxis der Lungentuberculose, München 1883, p. 11 und 21) betonte Selbstheilung und die Wirkung der Entzündung auf Bacterien zu erklären.

angeführten Fällen die Reihe solcher prophylactischen Organe noch lange nicht erschöpft wird. Als Beweis will ich noch folgendes Beispiel anführen. An der Innenfläche der contractilen Wandung des Excretionsorganes von Carinaria hat man kleine „körnchenhaltige" Zellen beobachtet, in denen man eine der bei Gasteropoden bekannten ähnliche Nierenbildung vermuthete. Nach meinen Untersuchungen stellt es sich aber heraus, dass diese Körnchen nicht etwa in den Zellen gebildete Concremente, sondern von amöboiden Zellen aufgenommene Fremdkörper sind. Wenn man zum Wasser, in welchem Carinarien leben, etwas Karmin- oder Indigopulver zusetzt, so findet man bald darauf eine grosse Anzahl Farbstoffkörnchen im Innern der körnerhaltigen Zellen wieder. Da das Excretionsorgan von Carinaria Wasser in die Pericardialhöhle einpumpt, welches unmittelbar aus dem Meere herstammt, und mancherlei Dinge mit sich in den Organismus des Heteropoden einschleppen könnte, so sind Fresszellen beim Eingange da, um die hereinfallenden Fremdkörper aufzuhalten.

Die in letzten Jahren gemachten grossen Fortschritte auf dem Gebiete der Pathologie werden gewiss auch manche Früchte im Bereiche der reinen Zoologie bringen, wie auf der anderen Seite die letztere, die sich ganz auf evolutionistischen Standpunkt gestellt hat, ihrerseits beitragen wird, die Probleme der Medicin auf vergleichend-pathologischem Wege zu lösen.

Riva, den 22. Mai 1883.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ein Nematocalyx von Plumularia spec. aus Messina am dritten Tage des Aufenthaltes im Versuchsglase. Vergrösserung Ocul. 3 + System 7 von Hartnack.

Fig. 2. Ein Nematocalyx derselben Plumulariaart, im Begriffe, den Inhalt eines abgestorbenen Polypenköpfchens aufzufressen. 2 + 7.

Fig. 3. Zwei Nematocalyces derselben Art mit Karminkörnchen gefüttert. 2+ 7.

Fig. 4. Ein Karmin aufgefressenes Nematocalyx von Plumularia setacea. 2 + 7.

Fig. 5. Eine Larve von Bunodes sabelloides mit fremden Körpern im Ektoderm, von der Oberfläche gesehen. 4 + 4.

Fig. 6. Eine andere solche Larve im optischen Längsschnitte. 4 + 4.

Fig. 7. Eine Larve derselben Actinie mit Karminkörnchem im Ektoderm. 4 + 4.

Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Drei Ektodermzellen einer Bunodeslarve mit eingeschlossenen Fremdkörpern. 4 + 9.

Fig. 11. Fig. 12. Karminhaltige Ektodermzellen einer Bunodeslarve.

Fig. 13. Fig. 14. Zwei amöboide Mesodermzellen einer Auricularia nach Behandlung mit Osmiumsäure 3 + 9.

Fig. 15. Fig. 16. Zwei Diatomeen enthaltende Mesodermzellen einer anderen Auricularia. 3 + 8.

Fig. 17. Fig. 18 Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21. Eine Wanderzelle aus einer sich verwandelnden Auricularia, im Begriffe, ein Detrituskügelchen zu verschlingen und zu verdauen. 3 + 9.

Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24. Drei Zustände einer anderen solchen Zelle. *a* = ein Detrituskügelchen.

Fig. 25. Fig. 26. Zwei Formzustände einer Nesselkapsel-haltigen Mesodermzelle von Bipinnaria asterigera. 3 + 8.

Fig. 27. Ein Stück eines Bipinnariaarmes. 3 + 7.

Fig. 28. Fig. 29. Zwei Mesodermzellen aus einer fast vollständig verwandelten Bipinnaria asterigera. 3 + 9.

Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32. Drei Mesodermzellen einer Bipinnaria asterigera zwei Tage nach dem Einspritzen der Ziegenmilch. 3 + 9.

Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35. Drei Mesodermzellen einer Bipinnaria asterigera 19 Stunden nach dem Einspritzen eines Tropfen menschlichen Blutes. *c* = frei liegende Blutkörperchen. 3 + 9.

Fig. 36. Ein Mesodermplasmodium von Bipinnaria asterigera, welches sich zwanzig Stunden nach dem Einspritzen des Blutes unter die Haut der Bipinnaria gebildet hat. 3 + 7.

Fig. 37. Ein anderes Mesodermplasmodium aus derselben Bipinnaria nach Behandlung mit Picroschwefelsäure, Alkohol, Boraxkarmin und Bergamotöl. 3 + 9.

Fig. 38. Eine Wanderzelle von Bipinnaria asterigera, welche ein Karmin-, ein Stärkekörnchen und eine Anzahl Bacterien aufgefressen hat. 3 + 9.

Fig. 39. Fig. 40. Zwei Wanderzellen von Bip. aster. am folgenden Tage nach dem Einspritzen des bacterienhaltigen Wassers unter die Haut der Larve. 3 + 9.

Fig. 41. Mesodermzellen einer Bipinnaria asterigera, zwanzig Stunden nach der Einführung einer mit Indigo- und Karminkörnchen gefüllten Glasröhre. Die letztere ist einige Stunden vor der Abzeichnung herausgefallen. Im Centrum des Zellenhaufens befinden sich einige in die Larve eingedrungene Staubpartikeln. 3 + 4.

Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 45. } Vier Fremdkörperchen enthaltende Mesodermzellen aus einer jungen Calianira bialata. n = Nucleus.

Fig. 46.
Fig. 47.
Fig. 48. } Drei Mesodermzellen aus einer jungen Beroë, welches am vorhergehenden Tage mit Karmin gefüttert wurde. 3 + 8.

Fig. 49.
Fig. 50. } Zwei Fremdkörper enthaltende Mesodermzellen aus einem grossen Pilidium von Messina. 3 + 9.

Fig. 51. Eine Fremdkörperchen aufgenommene Mesodermzelle der Echiuruslarve. 3 + 9.

Fig. 52.
Fig. 53. } Zwei ähnliche Zellen aus dem Mesoderm einer Pneumodermonlarve. n = Nucleus. 3 + 9.

Fig. 54.
Fig. 55.
Fig. 56. } Drei bacterienhaltige Tunicazellen von Botryllus. s = frei schwimmende Spirochaete. 4 + 9.

Fig. 57.
Fig. 58. } Zwei Mesodermzellen von Phyllirhoe, welche Milchkügelchen, Indigo-, Karmin- und Stärkekörnchen aufgefressen haben. Achtzehn Stunden nach dem Einspritzen des Gemisches unter die Haut. 3 + 9.

Fig. 59. Eine grosse Wanderzelle aus dem Schleimgewebe von Phyllirhoe. 3 + 9.

Fig. 60.
Fig. 61. } Zwei kleine Wanderzellen von Phyllirhoe. 3 + 9.

Fig. 62. Eine grosse Wanderzelle desselben Thieres. 3 + 9.

Fig. 63.
Fig. 64. } Zwei bacterienhaltige Zellen derselben Art. 3 + 9.

Fig. 65.
Fig. 66. } Zwei Wanderzellen derselben Art, welche Zoospermien aufgenommen haben. 3 + 9.

Fig. 67. Ein gekochtes Ei von Sphaerechinus, von Phagocyten der Phyllirhoe umgeben. 3 + 7.

Fig. 68. Bildung der Riesenzelle bei Phyllirhoe. 3 + 7.

Fig. 69—76. Wanderzellen von Phyllirhoe, welche Blutkörperchen von Discoglossus aufgefressen haben. 3 + 9.

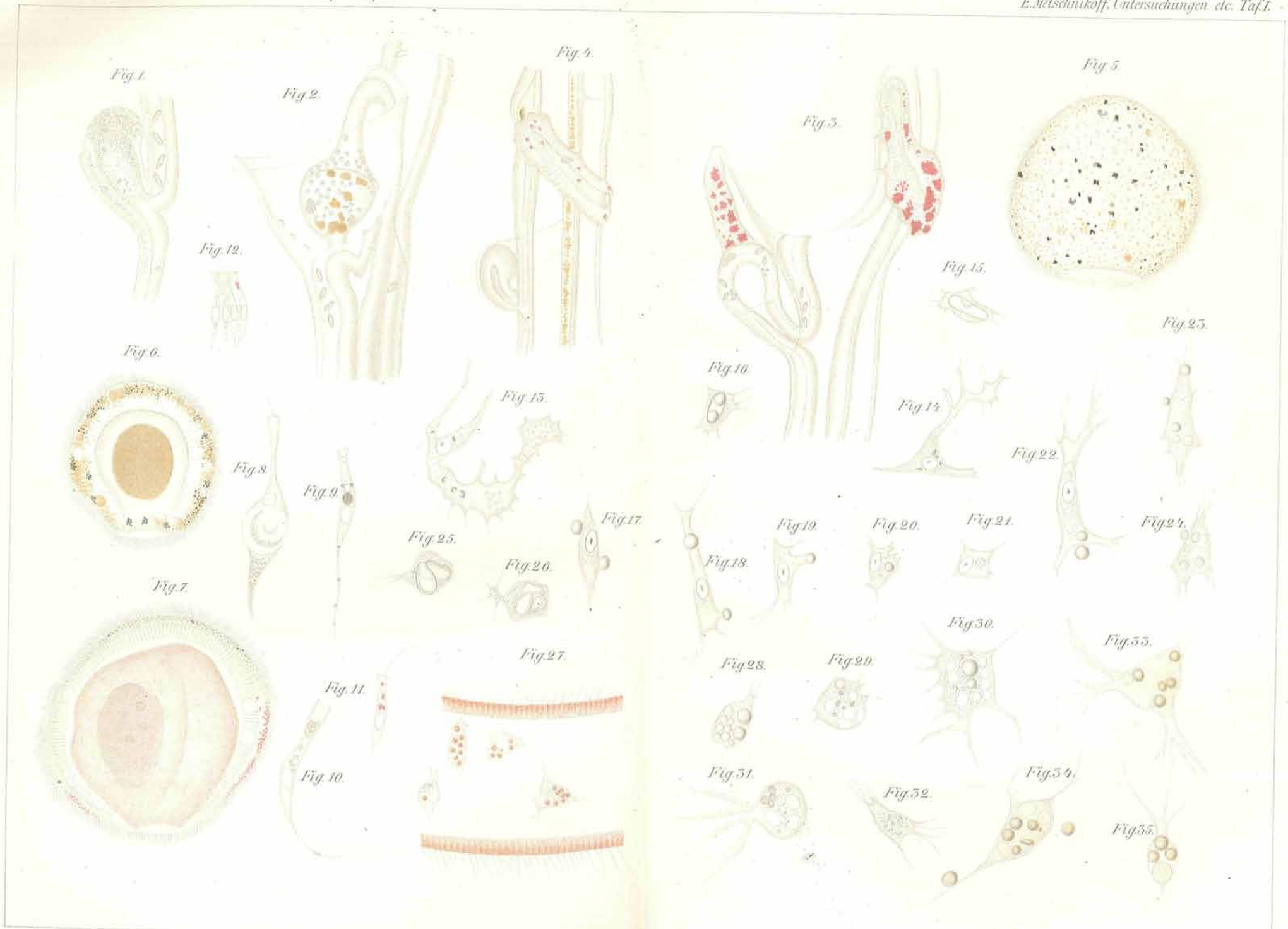
Fig 77. Eine Erbsenzelle von Phagocyten der Phyllirhoe umwachsen. 3 + 7. Essigsäurepräparat.

Fig. 78. Ansammlung von Wanderzellen um ein Glasröhrchen im Mantel der Ascidia intestinalis. Natürliche Grösse.

Fig. 79. Querschnitt durch ein entzündetes Tethysohr.

Fig. 80. Ein Zellenpacket aus einem Infiltrate von Tethys. 3 + 9.

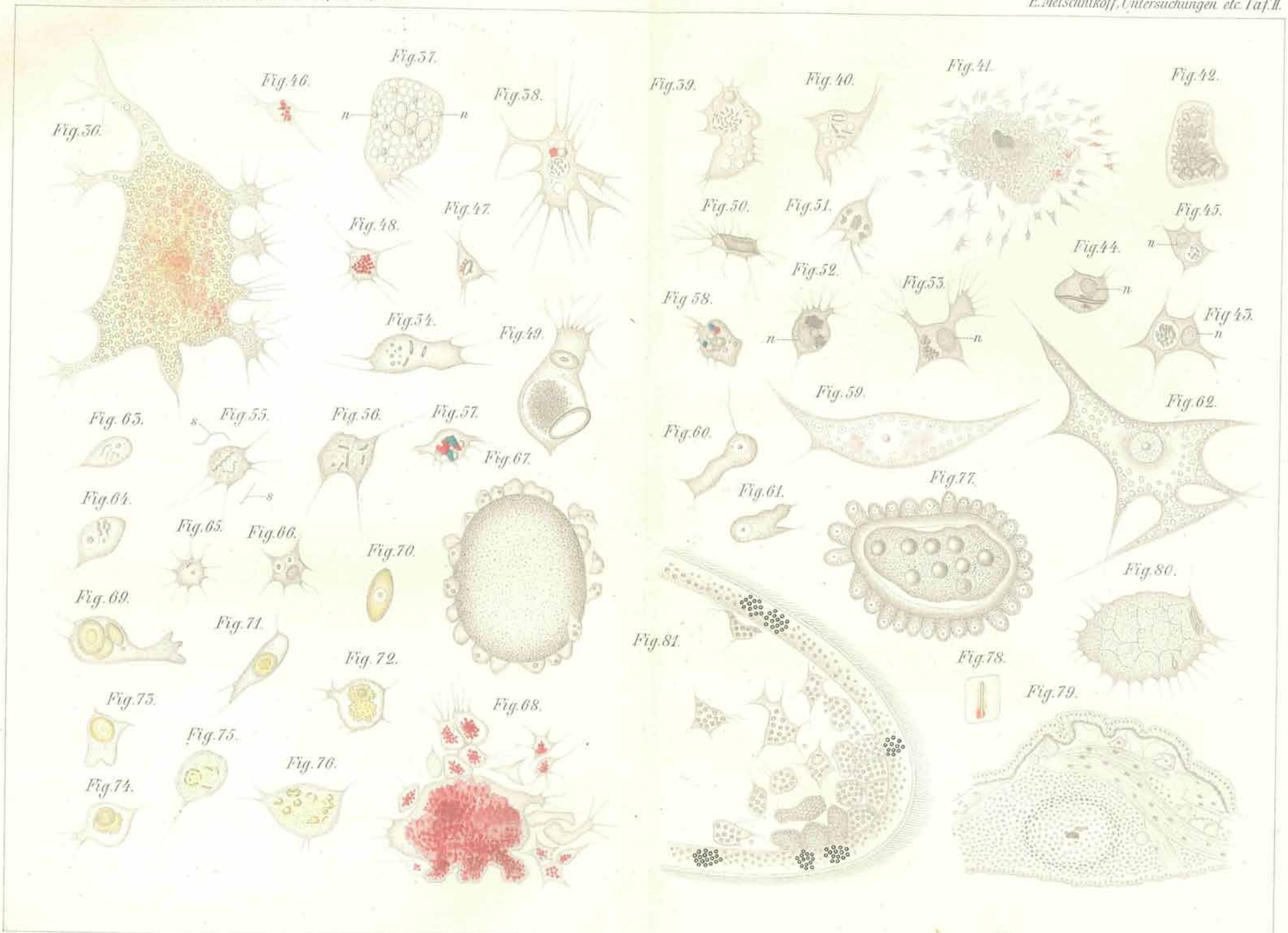
Fig. 81. Das Ende eines abgenutzten Bipinnariaarmes. 3 + 7.



E. Metschnikoff del.

Verl. v. Alfred Hölder, K.K. Hof- u. Universitäts-Buchhandlung in Wien.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.



E. Metschnikoff del.

Verl. v. Alfred Hölder, K. K. Hof- u. Universitäts-Buchhandlung in Wien.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: 5_2

Autor(en)/Author(s): Metschnikoff (Metschnikow) Elias (Ilja Iljitsch)

Artikel/Article: Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. (Mit 2 Tafeln) 141-168