

Zur Entstehung und Entwicklung der grünen Zellen bei Hydra.

Von

Dr. Otto Hamann,

Assistenten am zoologischen Institut in Jena.

Mit Tafel XXVI.

Durch die Untersuchungen der letzten Jahre ist die Frage: Besitzen die Thiere Chlorophyll wie die Pflanzen? ihrer Lösung zwar näher gebracht, doch noch keineswegs gelöst worden.

Den Mittheilungen von BRANDT (11) zufolge haben wir es überall da, wo überhaupt Chlorophyll bei Thieren auftritt mit niedersten Algen, mit einzelligen Organismen, zu thun. Auf Grund seiner Untersuchungen stellt BRANDT den Satz auf, dass die bei Thieren vorkommenden chlorophyllhaltigen Körper nicht von ihnen selbst erzeugt sind, sondern als besondere Organismen, einzellige Algen, aufgefasst werden müssen, die morphologisch und physiologisch unabhängig von ihren Wirthen sind. Mit Sicherheit glaubt er die Zellnatur der grünen Körper festgestellt zu haben, zumal nach dem Tode ihres Wirthes dieselben weiter leben und da endlich chlorophyllfreie Organismen (Infusorien) mit grünen Körpern inficirt werden konnten.

Diesen Anschauungen stehen die von GEDDES (13) gegenüber, welcher die grünen Körper bei Radiolarien, Aktinien, Siphonophoren und Medusen untersucht hat. Dieser Forscher bringt die Chlorophyll enthaltenden Thiere in drei Gruppen unter. Er sagt: »Thus, then, the list of supposed chlorophyll-containing animals with which we started, breaks up into three categories: first, those which do not contain chlorophyll at all, but green pigments of unknown function (Bonellia, Idotea etc); secondly those vegetating by their own intrinsic chlorophyll (Convoluta, Hydra, Spongilla); thirdly, those vegetating by proxy, of one may so speak, rearing copious algae in their own tissues, and profiting in every way by the vital activities of these.« An einer anderen Stelle (14)

spricht sich derselbe Autor direkt gegen die BRANDT'schen Ansichten aus. Auch R. LANKESTER (15) bestreitet dieselben, so das Vorkommen eines Kernes in den grünen Körpern und Anderes.

Dass die BRANDT'schen Angaben so wenig Glauben fanden, beruht darin, dass derselbe die Fortpflanzung von grünen Körpern nicht beobachtet hat. Sobald aber über dieselbe etwas bekannt ist, können wir die Frage nach der Natur dieser grünen Körper als gelöst bezeichnen. Außer dem Nachweis einer Fortpflanzung ist die Beantwortung folgender Frage besonders wichtig:

Wie gelangen die grünen Körper in das Ei von Hydra, welches bis zu einer gewissen Zeit frei von diesen Elementen ist, da es im Exoderm entsteht, die grünen Körper jedoch nur im Entoderm zu finden sind? Es sind hier zwei Fälle möglich. Einmal können die Körper in der Eizelle gebildet werden. Wir hätten dann einen Vorgang, der der Bildung der Pseudozellen analog wäre. Oder aber sie wandern in die Eizelle ein, sei es nun auf aktive oder passive Weise. Um diese Frage zu beantworten, muss die Untersuchung an lebendem Material Hand in Hand gehen mit der an Schnitten, welche durch die verschiedensten Entwicklungsstadien der Eizelle gelegt sind.

Bevor wir jedoch die eigenen Untersuchungen referiren, wollen wir die Darstellung KLEINENBERG's (4) von der Entstehung der grünen Körper anführen. Nach ihm findet die Bildung auf folgende Weise statt: »In ganz unregelmäßiger Weise zerstreut, oft zahlreich, oft auch ganz vereinzelt, liegen kuglige Körper im Ei, theils schon von grüner Färbung, theils denen ähnlich, die man in den Entodermzellen des Magentheils von Hydra grisea und aurantiaca antrifft, farblos oder schwach gelblich. Ihr erstes Auftreten kann eben so gut im centralen Theil des Eies wie in den Fortsätzen stattfinden. Da sie gleich zu Anfang durch ihr blasses helles Aussehen leicht kenntlich sind, lässt sich konstatiren, dass sie alle farblos entstehen und die Ausscheidung des Farbstoffes erst dann eintritt, wenn das Plasmakügelchen seine definitive Größe erreicht hat. Es stimmt dies ganz mit den Beobachtungen HOFMEISTER's über die Entwicklung der Chlorophyllkörper von Vaucheria und Bryopsis überein.« Da nun aber zur selben Zeit, wo die Körper auftreten, auch die Pseudozellenbildung beginnt, so ist es wohl möglich, dass KLEINENBERG's »farblose Plasmakügelchen« Entwicklungsstadien der Pseudozellen sind. Jedenfalls ist an Situspräparaten kein genügender Einblick in die Entstehung der fraglichen Körper zu gewinnen.

Um aber auf den Schnitten durch Hydra und die Eizelle die grünen Körper womöglich noch in ihrem normalen Zustande mit Konservirung

des Chlorophylls zu erhalten, bediente ich mich folgender Methode, welche allein zum Ziele führte.

Man bringt die Hydren in eine Probirrhöhre, welche man etwa ein Viertel ihrer Höhe mit Wasser angefüllt hat. Haben sich nun die Thiere ausgestreckt, so fügt man ein paar Tropfen einer 1procentigen Essigsäurelösung hinzu. Hierauf fügt man tropfenweise 5procentige Chromsäure hinzu, bis die Lösung eine gesättigt gelbe Färbung angenommen hat. Alsbald fülle man 70procentigen Alkohol hinzu, so dass die Probirrhöhre jetzt beinahe bis an den Rand gefüllt ist. Nach und nach wird nun die Flüssigkeit aus der Probirrhöhre entfernt, und an ihre Stelle 70procentiger Alkohol hinzugefügt, und hiermit so lange fortgefahren, bis sich die Hydren in reinem Alkohol von dem angegebenen Procentsatz befinden. Die Färbung der so getödteten Thiere geschieht mit Boraxkarmin. Nach der Färbung werden dieselben für wenige Minuten in absoluten Alkohol gebracht, mit Chloroform aufgehellt und in Paraffin nach der im Zoologischen Anzeiger Nr. 92 angegebenen Weise eingebettet. Ist die Behandlung gelungen, so bieten die angefertigten Schnitte ein schönes Bild dar. Das Protoplasma der Zellen ist rosa gefärbt. Die grünen Zellen haben ihre grüne Farbe behalten. Die Stützlamelle ist als hellrosa gefärbte dünne Membran erkennbar. Die Muskelfasern erscheinen als feine Punkte der Stützlamelle von außen anliegend. Der zapfenförmige Inhalt der Pseudozellen endlich erscheint rothgelb tingirt.

Verfolgen wir jedoch nun die Eizelle von ihrer Entstehung an bis zu dem Auftreten der ersten grünen Körper in derselben!

Sobald als die erste Anlage des Ovariums zu beobachten ist, das heißt, sobald als in der ungefähren Körpermitte die interstitiellen Zellen anfangen zu wuchern und sich zu vergrößern, beginnt an der entsprechenden Stelle im Entoderm eine Zunahme der grünen Körper. Schon wenn man mit unbewaffnetem Auge das Thier von außen betrachtet, erkennt man diese Ansammlung derselben an der dunkleren Färbung, welche an dieser Stelle sich findet. Das Ovarium bildet einen Wulst, welcher ungefähr drei Viertel des Umfanges einer Hydra einnimmt. Gewöhnlich wächst nun eine der im Centrum des Wulstes gelegenen interstitiellen Zellen zur Eizelle heran. Ich sage gewöhnlich, denn es kommen Fälle vor, in denen zwei Eizellen sich entwickeln und die normale Größe erreichen. Es scheint, dass, sofern genügend Nahrungsmittel vorhanden sind, sich mehr als eine interstitielle Zelle zur Eizelle umbilden kann. Durch diese Thatsache wird die Kluft überbrückt, welche zwischen Hydra und denjenigen Hydroidpolypen besteht, bei welchen Eier und Sperma an beliebigen Punkten in beliebiger Anzahl entstehen können. Dass bei Hydra die Fähigkeit der interstitiellen Zellen zu Eizellen zu

werden nur an einem bestimmten Körperteile sich erhalten hat, nämlich der Körpermitte, mag wohl darin seinen Grund haben, dass die Hydren Zwitter sind und die oberhalb der Körpermitte liegenden Zellen nur zu Hodenzellen sich umbilden können.

Hat nun die Eizelle die Gestalt erreicht, welche KLEINENBERG mit einem »Schmetterlinge mit ausgespannten Flügeln« verglichen hat, so ist auch das erste Auftreten der Körper zu erkennen. Irgend welche Bildungen im Ei, welche etwa als Entwicklungszustände angesehen werden könnten, habe ich nicht beobachten können. Die grünen Körper sind plötzlich da. Sie wandern vom Entoderm aus mit Durchbrechung der Stützlamelle in die Eizelle ein. Besonders schön ist das auf den Schnitten an solchen Stellen zu sehen, wo dieselben dicht angehäuft zusammenliegen (man vergleiche den Querschnitt Fig. 3). Die Einwanderung der grünen Körper findet nun fort und fort statt, so dass sich ihre Zahl mehr und mehr vergrößert. Zugleich hat die Bildung der Pseudozellen begonnen. Die ausgewachsene Eizelle gleicht dann mehr einer von Pseudozellen und grünen Zellen angefüllten Kugel, in welcher das Protoplasma netzartig vertheilt ist.

Es ist nun die andere Frage zu beantworten, nämlich, wie gelangen die Körper in die Eizelle? Bewegen sie sich aktiv etwa nach Art der Eizellen der Hydroidpolypen, welche im Exoderm entstanden sind, die Stützlamelle durchbrechen, um in das Entoderm Behufs besserer Ernährung zu gelangen? Da ihnen irgend welche Organe, mit welchen sie sich bewegen könnten, mangeln, so ist nur die passive Einwanderung möglich, das heißt, die grünen Körper werden an Stellen, wo der Nahrungsaustausch vom Entoderm aus besonders stark ist, in die zu ernährende Eizelle mit hineingerissen. Dies scheint die einzig mögliche Erklärung zu sein. Dass an der Stelle, wo die Eizelle entsteht, vom Entoderm aus ein besonders starker Stoffwechsel besteht, wird durch die Anhäufung der grünen Körper, von welcher schon oben die Rede war, bezeugt.

Vermehrung der grünen Körper.

Um die grünen Körper während ihrer etwaigen Vermehrung zu beobachten, wurden dieselben aus Hydra und Spongilla isolirt und in Tropfen in feuchter Kammer gezüchtet. Hierbei wurden alle nöthigen Vorsichtsmaßregeln beobachtet. Vor Allem aber wurde auf andere Algen Obacht gegeben, welche sich oft an Hydra festsitzend finden. Unter dem Mikroskop wurde dann die Vermehrung an ein und derselben Zelle beobachtet. Um es kurz zusammenzufassen, so pflanzen sich die grünen Körper durch Viertheilung, Tetradenbildung fort. Sowohl an den eben erst aus Hydra isolirten Zellen, denn mit solchen

haben wir es zu thun, wie weiter unten aus einander gesetzt werden soll, als auch in den Kulturen konnte die Tetradenbildung beobachtet werden. Die Vermehrung dauerte in den Kulturen Tage lang. Man kann also mit Sicherheit den Schluss ziehen, dass die Existenzbedingungen, unter welchen die grünen Zellen innerhalb der Thiere leben, nicht oder nur wenig verschieden sind von denen, welchen sie im freien Zustande ausgesetzt sind.

Der Beginn der Tetradenbildung ist zunächst durch das Auftreten der kreuzförmigen Theilungsebenen kenntlich (s. Fig. 5). Die vier Theilstücke sind also allemal zwei an einander liegenden Kugelquadranten vergleichbar. Erst mit der weiteren Entwicklung wird die Lage der vier Tochterzellen zu einander unregelmäßig, wie Fig. 6 zeigt. In kurzer Zeit lösen sich die vier Zellen von einander, um jede für sich zu einer neuen Zelle heranzuwachsen, welche nach Erreichung einer gewissen Größe sich von Neuem auf diese Weise fortpflanzt. In den jungen Theilzellen ist der Chlorophyllkörper halbmondförmig angeordnet (s. Fig. 7).

Diese Fortpflanzung durch Tetradenbildung findet auch in dem Körper von *Spongilla* statt, eben so wie in denen von *Paramaecium*, wie mir mein Freund Dr. DALMER in Straßburg mittheilt, welcher dieselbe hier beobachtet hat und zwar an frisch aus den Thieren isolirten Zellen.

Nach diesen eben mitgetheilten Beobachtungen scheint mir die Natur unserer grünen Körper als Algen unzweifelhaft festgestellt zu sein. Eine Vermehrung durch Bildung von Schwärmosporen habe ich nicht beobachtet, doch ist dies auch keineswegs nöthig, da es ja niederste Algen giebt, welche sich nur durch Theilung vermehren.

Die Beobachtungen von BRANDT über Form und Inhalt der grünen Zellen kann ich bestätigen. Mit Hämatoxylin behandelt treten stark gefärbte Flecke im Inneren der Zellen auf, welche als Kerne zu deuten sind¹. Bei in Tetradenbildung begriffenen Zellen sind oft, wenn auch nicht immer, vier Kerne deutlich zu unterscheiden.

Im Allgemeinen kann man wohl Folgendes über die grünen Körper aussagen: Die in *Hydra*, *Spongilla*, *Paramaecium* bisher als Chlorophyllkörner beschriebenen Körper sind niederste einzellige Algen, welche sich durch Tetradenbildung fortpflanzen. Sie sind von muldenförmiger Gestalt. In ihrem Inneren bergen sie neben ungefärbtem Protoplasma einen Chlorophyllkörper. Sie besitzen einen Zellkern sowie eine Zellmembran. Bei einem großen Theile

¹ Auf den Abbildungen von BRANDT (14) sind die Zellkerne sehr deutlich dargestellt. In der Natur sind sie keineswegs so groß und deutlich zu erkennen, wie auf seinen Bildern, welche eine beliebige Vergrößerung darstellen.

sind Stärkekörner durch Jodjodkalium nachweisbar, besonders bei den in den Eiern von Hydra vorkommenden. An welche Stelle im System haben wir aber diese grünen Algen zu setzen? BRANDT hat angenommen, dass sämtliche in Thieren vorkommenden Arten neue Arten seien und dieselben desshalb auch mit neuen Namen belegt. So nennt er die in Hydra lebende Form *Zoochlorella conductrix*, die in *Spongilla* lebende *Zoochlorella parasitica* u. s. f.

Da aber bis jetzt die Naturgeschichte der niedersten Algen als noch nicht vollkommen erforscht gelten kann, so sind neuere Untersuchungen abzuwarten, welche erst Aufklärung bringen können, ob wir es hier mit neuen Arten oder etwa gar mit Entwicklungsstadien höherer Algen zu thun haben. Die Entscheidung dieser Frage gehört in das Gebiet der Botanik.

An dieser Stelle will ich nur kurz die von BRANDT aufgestellte Behauptung, dass *Hydra viridis* und *fusca* identische Arten seien, zurückweisen. Er will bemerkt haben, »dass, wenn man einige grüne Armpolypen in Wasser setzt, das schon ungefärbte Hydren enthielt, nach einiger Zeit nur *Hydra viridis* vorhanden war«. »Die naheliegendste Deutung,« fährt er dann fort, »für diese Erscheinungen ist jedenfalls die, dass ungefärbte Hydren durch Infektion mit grünen Körpern in *Hydra viridis* umgewandelt werden können.«

Die verschiedensten Versuche, die ich anstellte, missglückten sämtlich. Es wurden nicht nur braune Polypen mit den Algen zusammengebracht, sondern durch künstliche Einschnitte wurden letztere den Polypen eingimpft. Obgleich die Thiere lange fortlebten, wurde auch nicht ein einziges Mal eine braune Hydra angetroffen, in welche die Algen eingewandert wären und sie zur grünen Art umgewandelt hätten. Sollte aber auch jemals dieses Experiment gelingen, so wäre hiermit noch keineswegs die Identität beider Arten bewiesen, wie BRANDT irrigerweise annimmt. Seine Behauptung, dass beide Arten im Grunde nur eine seien, konnte er nur in völliger Unkenntnis der Speciesunterschiede aufstellen! Während nämlich *Hydra viridis* sich mit dem Körperende festsetzt, so besitzt die braune Art einen langen Stiel, mit welchem die Anheftung bewirkt wird. Zweitens sind die Eier beider Arten gänzlich verschieden! Die grüne Art besitzt eine gefälte Eischale, während bei der braunen Art dieselbe mit Stacheln besetzt ist! Außerdem ist auch der Größenunterschied beider Arten nicht zu übersehen! ¹

Was für ein Vortheil bietet sich aber den Algen dar, indem sie in den Thieren leben und welcher Vortheil entsteht für die Thiere?

¹ Vergleiche die Abbildungen beider Arten, so wie die ihrer reifen Eier in BRONN'S Klassen und Ordnungen des Thierreichs. II. Bd. Aktinozoen. Taf. X, Fig. 4 u. ff.

In den letzten Jahren sind eine Menge von Fällen in der Botanik bekannt geworden, wo Algen in höheren Pflanzen schmarotzend gefunden wurden.

Man hat dieses Verhältnis mit den Namen Symbiose¹ zusammengefasst. Welcher Vortheil erwächst nun aber den Algen, wenn sie in die Gewebe höherer Pflanzen eindringen? Diese Frage beantwortet KLEBS² auf folgende Weise. Er sagt: »Sie suchen einen geschützten Platz für ihre Entwicklung; es sind, wenn man so sagen darf, »Raumparasiten«. Bei häufigeren Beobachtungen der kleinen Algenformen, wie Palmelaceen, Diatomeen etc. bemerkt man deutlich, wie gern diese winzigen Organismen sich irgend wo festsetzen oder irgend wo hineinkriechen, sei es in abgestorbene größere Algenzellen, wie z. B. die kleineren Euastren und Cosmarien in Closterium Lunula oder in leere Crustaceenschalen« oder aber, können wir hinzufügen, in Thiere, welche vermittels ihrer Durchsichtigkeit ihnen dieselben Bedingungen bieten, unter denen sie im Freien leben. Die in Thieren lebenden Algen haben wir also auch als Raumparasiten aufzufassen. Sie sind vollkommen unabhängig in Bezug auf ihre Ernährung. Wie steht es aber mit den Thieren, in welchen die Algen leben? Hier scheint nun vielleicht der Fall vorzuliegen, dass die Thiere sich von den Algen ernähren lassen, sobald sie selbst gehindert werden für ihre Ernährung zu sorgen. Denn es gelingt z. B. Hydren wochenlang in filtrirtem Wasser zu erhalten, sobald nur die Algen Licht haben, um assimiliren zu können. Diesen Versuch hat bereits BRANDT angestellt. Ich kann ihn bestätigen. Ob nun etwa die Algen durch Aufnahme von Kohlensäure und Abgabe von Sauerstoff den Thieren von Nutzen sind, lasse ich dahingestellt, da im Wasser selbst hinreichend Sauerstoff zur Athmung vorhanden ist. — Fassen wir noch einmal kurz zusammen, so erscheint die eben beschriebene Einwanderung der Körper in die Eizelle, vor Allem aber die Fortpflanzung durch Tetradenbildung die Zellnatur unserer Körper zu bestätigen. Wir können also sagen, dass im Thierreich niemals Chlorophyllkörper vorkommen, sondern, wo dieser Farbstoff auftritt, wir es mit grünen Algen zu thun haben, die in den Thieren leben.

Jena, 4. Juli 1882.

¹ DE BARY, Die Erscheinungen der Symbiose. Vortrag. Straßburg 1879.

² KLEBS, Beiträge zur Kenntnis niederer Algenformen. Separatabdruck aus der Botan. Zeitung. 1881. p. 49.

Zusammenstellung der einschlägigen Litteratur.

- 1) MAX SCHULTZE, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald 1854. p. 46 u. f.
- 2) E. HAECKEL, Biologische Studien. Heft 4. Studien über Moneren und andere Protisten. Leipzig 1870. p. 449.
- 3) CIENKOWSKY, Über Schwärmerbildung bei Radiolarien. Arch. für mikroskopische Anatomie. Bd. VII. 1874.
- 4) KLEINENBERG, Hydra. Eine anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig 1872. p. 38.
- 5) v. HEIDER, Sagartia troglodytes Gosse. Ein Beitrag zur Anatomie der Aktinien. Sitzungsberichte der k. Akademie zu Wien. Math.-naturw. Klasse. Bd. 75. Abtheilung 4. 1877. p. 385.
- 6) GEDDES, Sur la fonction de la chlorophylle avec les Planaires vertes. Comptes rend. 1878. T. 87. p. 4005.
- 7) HERTWIG, Die Aktinien, anatomisch u. histologisch untersucht. Jena 1879. p. 39.
- 8) SEMPER, Die natürl. Existenzbedingungen der Thiere. Bd. I. p. 90. Leipzig 1880.
- 9) BRANDT, Untersuchungen an Radiolarien. Monatsber. d. Berliner Akademie. 1884.
- 10) HAMANN, Die Mundarme der Rhizostomen und ihre Anhangsorgane. Jen. Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XV. N. F. VIII. 1884.
- 11) BRANDT, Über die morphol. u. physiolog. Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1882. Physiolog. Abtheilung.
- 12) ENTZ, Biologisches Centralblatt. Nr. 24. 1882.
- 13) GEDDES, Nature. Nr. 639. 1882. Further researches on animals containing Chlorophyll. p. 303.
- 14) GEDDES, Nature. Nr. 642. 1882. Researches on animals containing Chlorophyll. p. 364.
- 15) LANKESTER, Symbiosis of Animals with Plants. Quart. Journ. Mikr. Sci. XXII. 1882.
- 16) HAMANN, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jena 1882 u. Jen. Zeitschr. Bd. IX.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVI.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Hydra viridis*.

Fig. 1. Querschnitt durch das Ovarium von Hydra. Die große Eizelle ist noch frei von den grünen Algen. Vergr. ZEISS D. Oc. 2.

Fig. 2. Querschnitt durch die Eizelle. Es sind bereits in derselben Algen zu sehen. ZEISS F. Oc. 2.

Fig. 3. Querschnitt durch ein spätes Entwicklungsstadium. In der Eizelle sieht man neben den Algen die Pseudozellen liegen. ZEISS F. Oc. 2.

Fig. 4. Algen aus Hydra isolirt. Man sieht den Kern deutlich.

Fig. 5. Beginn der Tetradenbildung.

Fig. 6 und 7. Tetradenbildung und Zerfall in die Tochterzellen.

Fig. 4—7 Vergr. ZEISS F. Oc. 4.

In Figur 1 bedeutet:

- ov*, Eizelle;
- ex*, Exoderm (Epithelmuskelzellen);
- ovar*, Ovarium (interstitielle Zellen);
- stl*, Stützlamelle;
- ent*, Entoderm;
- Alg*, Algen.

In Figur 3 bedeutet:

- psd*, Pseudozellen;
- exam*, Exodermmuskeln.

Fig. 1.

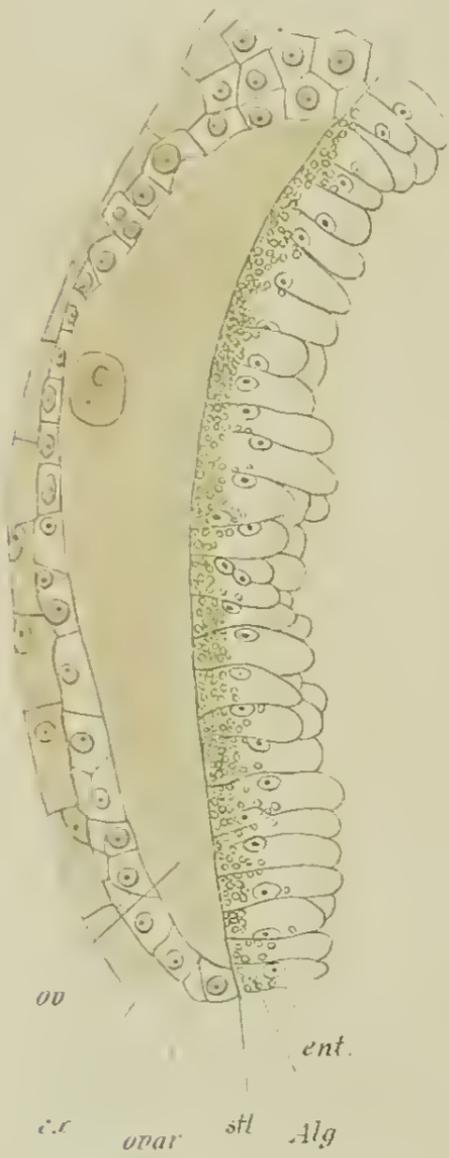


Fig. 2.

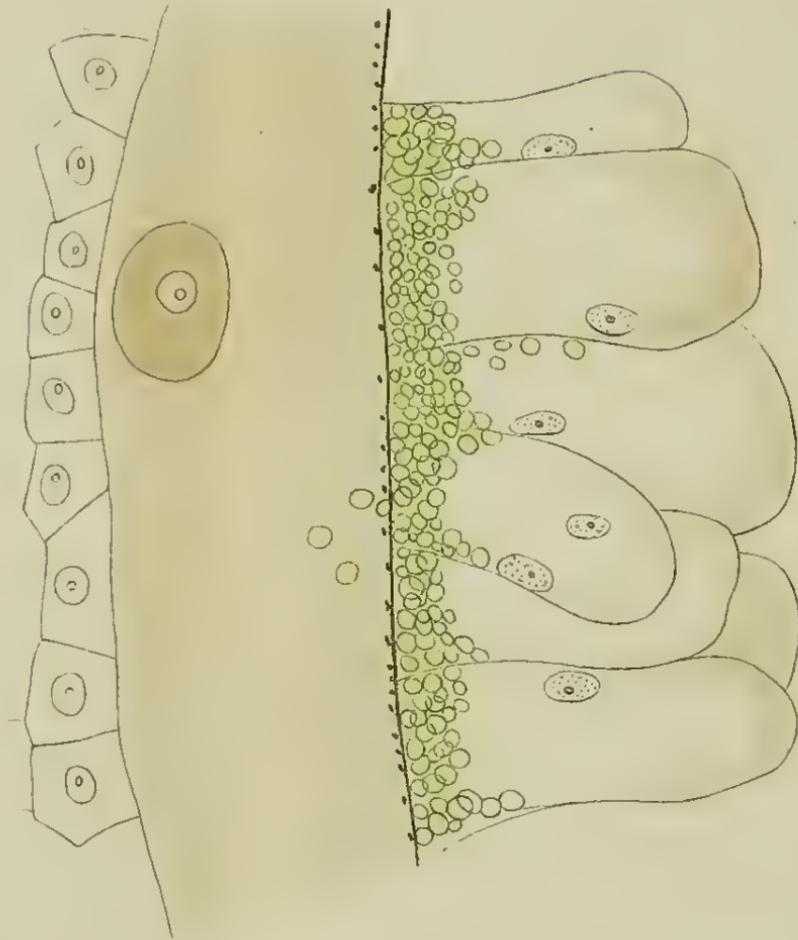


Fig. 3.

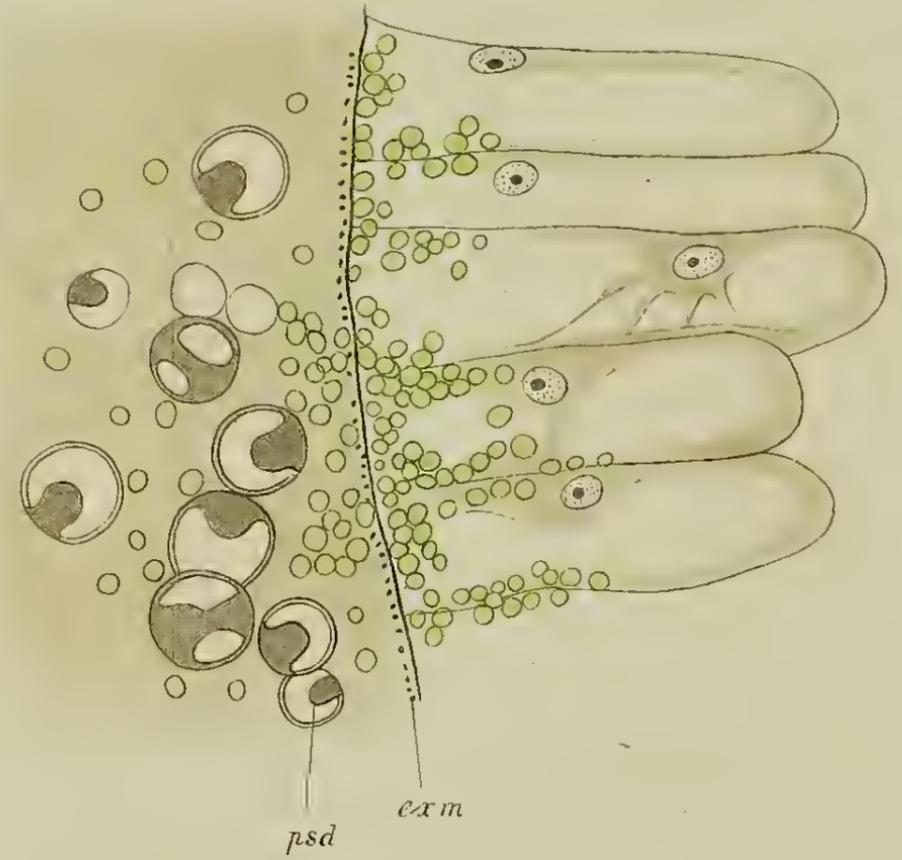


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 4.

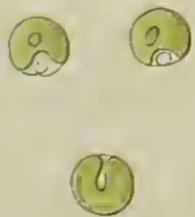
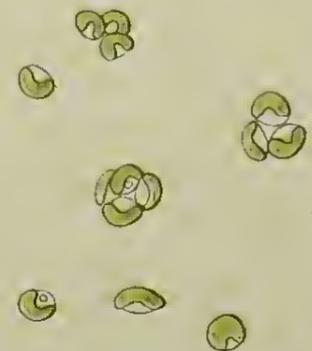
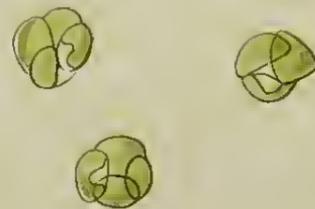
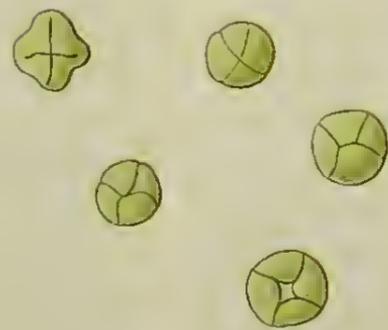


Fig. 5.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Hamann Otto

Artikel/Article: [Zur Entstehung und Entwicklung der grünen Zellen bei Hydra. 457-464](#)