© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Über die Knospung der Botrylliden.

Von

Asajiro Oka.

Mit Tafel XX—XXII.

Während der drei successiven Sommer 1888—1890, die ich in dem marinen Laboratorium zu Misaki, Japan, verbrachte, hatte ich Gelegenheit, alle dort vorkommenden Arten der Synascidien zu sammeln, und unter Anderem konnte ich eine große Masse von Botryllus erlangen. Diese machte ich zum Gegenstand meiner Untersuchung, deren Resultate den Inhalt der vorliegenden Abhandlung bilden.

Die Hauptmasse von Botryllus wurde mittels eines Schleppnetzes in der kleinen, etwa 5 Kilometer nördlich von Misaki liegenden Bucht von Moroiso gesammelt, und zwar in einer Tiefe von 4—6 Meter, längs einer die ganze Mündung der Bucht absperrenden Barre, deren ganzer Grund von Zostera marina bedeckt ist. Die bandförmigen Blätter dieser Pflanze bilden den Wohnplatz für unsere Thiere. Einzelne Stöcke fand ich auch auf Padina und anderen Algen.

Die Kolonien wurden mit heißer Sublimatlösung fixirt, in fließendem Wasser ausgewaschen, und dann allmählich in 90procentigen Alkohol übergeführt. Die Schnitte wurden mit verschiedenen Farbmitteln gefärbt, am erfolgreichsten mit Kleinenberg's Hämatoxylin und P. Mayer's Hämateïn. Behufs Untersuchung der Blutelemente habe ich die Schnitte zuerst in Eosin und dann in Hämateïn gefärbt, da sich einige Körperchen nur mit Eosin, andere nur mit Hämateïn färben lassen.

Die vorliegende Arbeit wurde in Tokyo begonnen und später im Institut von Herrn Geheimrath Weismann in Freiburg (B.) angefertigt. Ich nehme hier die Gelegenheit demselben an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen für das Wohlwollen, mit dem er meinen Bestrebungen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

entgegengekommen ist. Ich drücke auch Herrn Dr. Häcker meinen Dank für Durchsicht meines Manuskriptes aus.

Der erste Forscher, welcher die Knospung der Botrylliden untersuchte, war Metschnikoff[1]. Zwar haben schon frühere Forscher über die Kolonien von Botryllus geschrieben, aber ihre Angaben über die Knospenbildung sind so lückenhaft und unrichtig, dass sie für die heutige Entwicklungsgeschichte von keinem Werth sein können. Der oben genannte russische Forscher hat zuerst nachgewiesen, dass die junge Knospe von Botryllus aus zwei Schichten besteht, deren äußere die Fortsetzung der äußeren Körperwand und deren innere die der äußeren Wand des Peribranchialsackes des Mutterthieres ist, und ferner, dass der Peribranchialsack der Knospe aus zwei Ausstülpungen der inneren Schicht hervorgeht, welche später abgeschnürt werden, so dass dann in diesem Stadium, statt einer, drei gegen einander abgegrenzte Blasen auftreten. Die zwei seitlichen Blasen stellen die Anlage des Peribranchialsackes dar, und die mediane soll den ganzen Kiemensack und Darmtractus liefern. Jedoch ist die Entwicklung einzelner Organe, wie die von Herz, Gehirn etc. von Metschnikoff nicht weiter verfolgt worden.

Etwa zu gleicher Zeit hat Krohn[2] seine Untersuchungen über die Fortpflanzungsverhältnisse bei den Botrylliden veröffentlicht. Er machte seine Beobachtungen an lebendem Material und verglich die Einzelthiere eines Botryllusstockes mit denen einer Salpenkette, indem er annahm, dass auch bei Botryllus jedes Individuum nicht seine eigenen Eier, sondern die der nächst jüngeren Generation befruchte. Über den Bau der Knospe jedoch hat er beinahe nichts mitgetheilt.

Der zweite Aufsatz von Krohn[3] behandelt die früheste Bildung der Botryllusstöcke. Er bestätigt die Metschnikoff'sche Angabe, dass aus einem Ei nur ein Thier hervorgeht, welches aber, nachdem es eine Knospe producirt hat, sofort zu Grunde geht. Das Tochterindividuum bildet zwei Knospen und stirbt dann gleichfalls ab. Die beiden Individuen dieser dritten Generation erzeugen nun vier Knospen, und diese vier liefern durch weitere Knospung den ganzen Stock.

Zwölf Jahre nach dem Erscheinen der beiden oben erwähnten

[1] Metschnikoff, Über die Larven und Knospen von Botryllus. Mélanges biologiques t. d. Bull. de l'Acad. St. Pétersbourg. Bd. VI. 1869.

[2] Krohn, Über die Fortpflanzungsverhältnisse bei den Botrylliden. Archiv für Naturgeschichte. 35. Jahrg. 1869.

[3] Krohn, Über die früheste Bildung der Botryllusstöcke. Archiv für Naturgeschichte. 35. Jahrg. 1869.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schriften hat Della Valle[1] in Neapel eine nähere Beschreibung der Knospenbildung unserer Thiere in seinen »Nuove contribuzioni alla storia naturale delle ascidie composte« veröffentlicht. Er bestätigt die Angaben von Metschnikoff über die Entstehung des Peribranchialsackes und des Darmes, und bringt außerdem noch viele neue Thatsachen, unter Anderem kurze Angaben über die Entstehung des Herzens und Gehirns, sowie der Flimmergrube. Die Anlage des Herzens kommt zum Vorschein in dem Stadium, wo die mittlere Blase sich zu verlängern anfängt, und zwar als eine vierte, kugelförmige Blase etwas über der Mündung des Ösophagus, welche bald länger wird und zu pulsiren beginnt. Was das Nervensystem anbelangt, so gehen das Gehirn und die »Fossetta vibratile« aus einer kontinuirlichen Anlage hervor; diese Organe entstammen der Wand des Kiemensackes und sind daher entodermal. In jungen Knospen stehen sie in Verbindung mit einander in der Weise, dass sie einen soliden, schleifenförmig gebogenen Zellenstrang darstellen, und werden erst später und sekundär in Folge des Verschwindens des mittleren Abschnittes von einander getrennt. Das Ektoderm spielt keine Rolle bei der Knospenbildung, ausgenommen, dass es durch einfaches Flächenwachsthum die äußere Haut der Knospe liefert.

Betrachtet man nun die Ergebnisse der hier angeführten Arbeiten, worunter die von Della Valle bei Weitem die eingehendste ist, so treten verschiedene Punkte hervor, welche einer genaueren Revision bedürftig sind. Zum Beispiel geht der Peribranchialsack bei der Knospenbildung aus der inneren Schicht der Knospe hervor, während er in der Larvenentwicklung, nach Beobachtungen von Kowalevsky, von ektodermalem Ursprung sein soll; ist das Letztere richtig, und wollte man auch für die Knospe einen ektodermalen Ursprung des Peribranchialsackes annehmen, so müssten die ganze innere Schicht der Knospe und demnach auch alle Verdauungsorgane des aus ihr hervorgehenden Individuums als ektodermale Elemente anzusprechen sein. Ferner ist es auffallend, dass das Gehirn, welches bei allen übrigen Thieren ektodermalen Ursprungs ist, hier nach Della Valle der inneren Schicht entstammt.

I. Bau des Stockes.

Der Botryllusstock besteht, wie bekannt, aus einer fast durchsichtigen cellulosehaltigen Tunica, in welcher die Einzelthiere in sternförmig angeordneten Systemen eingebettet sind (Fig. 1). Untersucht

[1] Della Valle, Sulla gemmazione dei Didemnidi e dei Botrillidi. Nuove Contribuzioni alla storia naturale delle ascidie composte. 1881.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

man ein Stück von dieser Tunica unter einer ziemlich starken Vergrößerung, so sieht man, dass in einer homogenen Grundmasse eine Anzahl von amöboiden Zellen (Fig. 2) zerstreut liegen, welche wahrscheinlich aus der äußeren Haut der Einzelthiere ausgewandert sind und sich an der Bildung der ersteren betheiligt haben.

In dieser Grundsubstanz befinden sich ferner eine große Menge von verzweigten Kanälen, welche von den Einzelthieren ausgehen, mit einander anastomosiren und gegen die Oberfläche und Peripherie zu in kolbenförmigen Anschwellungen endigen (Fig. 1 *ec.f.*). Diese Kanäle sowohl, als die Endkolben haben eine dünne, aus einer Zelllage bestehende Wand, deren abgeflachte, sechsseitige Zellen je in der Mitte mit einem runden Kerne versehen sind. Das Lumen der Kanäle ist eine einfache Fortsetzung der Bluträume des Einzelthieres, und die Wand stellt nichts Anderes dar als einen ausgestülpten Theil der äußeren Körperwand.

An den Stellen, wo der Stock in weiterem Wachsthum begriffen ist, sind die Kanäle viel zahlreicher und weiter als sonst, und die Epithelzellen der Endkolben nehmen hier eine cylindrische Gestalt an (Fig. 4, verglichen mit Fig. 3). Dort drängen sich die Kanäle manchmal so dicht zusammen, dass die homogene Mantelsubstanz zwischen ihnen nur noch durch eine dünne Schicht repräsentirt wird, und weil im Kreislauf des Blutes diejenigen Elemente, welche schwarzes Pigment in sich enthalten, in großen Massen in den Endkolben sich ansammeln, erscheint eine solche Stelle in frischem Zustande dunkel gefärbt. Aus diesen Thatsachen kann man mit Sicherheit schließen, dass die Hauptfunktion der anastomosirenden Kanäle die Abscheidung der homogenen Masse ist, und ferner, dass die Epithelzellen der Kanalwandungen im Höhepunkt ihrer Funktionirung eine cylindrische Gestalt annehmen, dann aber, wenn der Stock das lokale Wachsthum sistirt, flach werden, da sie jetzt ihre Thätigkeit in vermindertem Maß ausüben.

Die Zahl der Individuen, aus welchen sich ein System zusammensetzt, ist sehr verschieden, und zwar schwankt sie zwischen drei und zehn. An der Stelle, wo der Stock gerade weiter wächst, tritt die Anordnung der Einzelthiere zu Systemen noch nicht hervor, und die jungen Knospen, welche ausschließlich diese Region bevölkern, sind dicht und unregelmäßig in der Mantelsubstanz eingebettet. Die Art, wie die Systeme aus diesen offenbar ohne irgend eine Regel angeordneten Knospengruppen hervorgehen, wird später eingehend beschrieben werden.

Der Bau des Einzelthieres eines Botryllusstockes entspricht im

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

großen Ganzen natürlich vollständig dem der einfachen Ascidien, und obgleich der Bau der einzelnen Organe noch nicht im Detail untersucht worden ist, so ist doch die allgemeine Anatomie wohlbekannt, so dass es unnöthig ist, sie hier zu wiederholen. Ich beschränke mich desshalb auf die Beschreibung derjenigen Theile des Thieres, welche während des Knospungsprocesses irgend eine Rolle spielen. Es ist wohl bekannt, dass der Körper unserer Thiere hauptsächlich aus drei verschiedenen epithelialen Blättern besteht; nämlich der äußeren Körperwand (Ektoderm), der Wand des Kiemensackes und des Darmes (Entoderm) und der Wand des Peribranchialsackes. Von diesen drei treten nur das erste und das dritte in die Bildung der Knospe ein, während das zweite damit gar nichts zu thun hat.

Über die äußere Körperwand habe ich nicht viel zu sagen. Dieselbe ist eine einschichtige Membran von gleicher Beschaffenheit, wie die Wand der ektodermalen Kanäle, welche den Cellulosemantel durchziehen. Sie ist an allen Stellen außerordentlich dünn, und auch da, wo später die Knospen gebildet werden sollen, weist sie keine merkliche Verdickung auf (Fig. 6 und 7 *ect*).

Die Wand des Peribranchialsackes ist nicht von so einheitlicher Natur, wie die äußere Körperwand. Während die letztere überall einer und derselben Funktion dient, ist die erstere in Folge der Verschiedenheit der Funktionen, welche sie auszuüben hat, differenzirt, und demgemäß haben wir hier eine viscerale und eine parietale Hälfte zu unterscheiden. Die parietale Hälfte, welche uns allein interessirt, ist beim ausgewachsenen Thiere gleichfalls eine Epithelschicht, eben so dünn wie die äußere Körperwand, und zeigt keine weitere Besonderheit. Anders verhält sie sich in ganz jungen Stadien zur Zeit, wenn die Bildung der Tochterknospen beginnt. Wenn man ein junges Individuum von diesem Alter untersucht, so sieht man beiderseits in der Wand des Peribranchialsackes eine dickere Partie, welche aus cylindrischen Zellen besteht, deren ovaler Kern in dem der äußeren Ektodermschicht zugekehrten Zellende liegt (Fig. 6 und 7 *kz*). Die außerordentliche Dicke dieses Theils steht im auffallenden Gegensatz zu der Zartheit der anderen Wandpartien, und steht mit der Propagationsfähigkeit dieser Stelle im Zusammenhang. Diese Region, aus welcher zum größten Theil die inneren Organe der Nachkommen hervorgehen, könnte man mit den Vegetationspunkten der Pflanzen vergleichen und »Knospungszone« benennen.

Die äußere Ektodermschicht und die parietale Wand des Peribranchialsackes, welche ich eben beschrieben habe, setzen bei Botryllus die Körperwand im weiteren Sinne zusammen; sie stehen aber nur

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durch die Kloakalöffnung in direkter Berührung mit einander, und umschließen im Übrigen einen Hohlraum, in welchem das Blut cirkulirt (Fig. 36). Wenn man demnach die verschiedenen Schichten der Körperwand eines jungen Thieres in der Region, wo sich die Knospe entwickelt, von außen nach innen verfolgt, so kommt zuerst das äußere Ektoderm, dann der Blutraum und schließlich die Knospungszone der Wand des Peribranchialsackes.

II. Die Entwicklung der äußeren Gestalt der Knospe.

Die Knospenbildung nimmt ihren Anfang, ehe noch das Mutterthier seine Entwicklung vollendet hat, und zwar an einer oder an beiden Seiten des letzteren, an der unteren Fläche des Körperabschnittes, an welchem sich auch die Kiemenöffnung befindet. Die erste Anlage der Knospe stellt, wie schon früher von Metschnikoff und Della Valle beschrieben wurde, eine zweischichtige Blase dar, deren äußere und innere Schicht respektive die Ausstülpung der äußeren Haut und die der Parietalwand des mütterlichen Peribranchialsackes sind (Fig. 5). An der Knospe zeigt das Epithel des äußeren Blattes, dessen Ausstülpung offenbar durch die Hervorwölbung des inneren verursacht wird, keinen besonderen Unterschied gegenüber den Ektodermzellen des Mutterthieres. Es ist hier wie dort gleich stark abgeplattet. Das innere Blatt dagegen, welches eine Ausstülpung der verdickten Knospungszone des Peribranchialsackes ist, besteht aus lauter cylindrischen Zellen, welche jedoch gegen die Knospenbasis zu niedriger werden. Ich muss hier noch beiläufig erwähnen, dass in diesem Stadium manchmal die Wand des Peribranchialsackes in der Nähe der Knospe eine zweite Verdickung zeigt (Fig. 5 *kz*). Sie stellt den übrig gebliebenen Rest der Knospungszone dar, und wenn das Mutterthier mehr als eine Knospe an einer Seite erzeugt, wie es in fortwachsenden Theilen des Stockes häufig vorkommt, so gehen auch die jüngeren Knospen aus dieser Zellgruppe hervor. Wenn aber, wie es gewöhnlich der Fall ist, nur eine einmalige Knospenbildung stattfindet, so flachen sich die Zellen dieses verdickten Theils wieder ab und nehmen den Charakter der übrigen Epithelzellen der Parietalwand an.

Mit weiterem Wachsthum krümmt sich die Knospe allmählich nach oben, d. h. nach der freien Oberfläche des Stockes, und der eingeschnürte Basaltheil der Knospe, durch welchen sie mit dem Mutterthiere in Zusammenhang bleibt, verlängert sich in einen kurzen, stielförmigen Schlauch, in welchem jedoch die beiden Schichten ihre ursprüngliche Selbständigkeit immer noch deutlich hervortreten lassen. Unterdessen erleidet auch der erweiterte Haupttheil der inneren Blase eine Ver-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

änderung in der Gestalt. Diese Blase, welche bis jetzt ihre ursprüngliche kugelförmige Gestalt bewahrt hatte, geht nun zur bilateralen Symmetrie über, indem sie unter gleichzeitiger Größenzunahme eine Form erlangt, welche an der Hand der Abbildung unschwer zu verstehen ist. In Fig. 8, welche einen etwa in halber Höhe der Knospe geführten Querschnitt darstellt, sieht man an der vom Mutterthiere abgekehrten oder ventralen Seite der inneren Blase zwei Furchen, durch welche sie in drei Abschnitte getheilt wird. Die Zellen der inneren Blase zeigen noch keine Differenzirung, höchstens sind sie in manchen Fällen in den seitlichen Ausbuchtungen etwas höher als im mittleren Abschnitt. Die Furchen verlaufen entlang der Längsachse der Knospe, sind in ihrer Mitte am tiefsten, und verschwinden allmählich gegen die Basis der Knospe zu. Der Hohlraum der Knospe bleibt noch in Verbindung mit der Peribranchialhöhle des Mutterthieres.

In diesem Stadium tritt nun eine Differenzirung in der äußeren Haut der Knospe auf. Die Zellen der ektodermalen Schicht, welche überall sehr stark abgeflacht sind, werden jetzt an einer Stelle bedeutend höher und nehmen eine annähernd kubische Gestalt an. Diese Veränderung vollzieht sich nur an der dem Mutterthiere zugekehrten Seite, welche ich als Neural- oder Dorsalseite bezeichnen möchte. Es ist mir auffallend, dass keiner von den früheren Forschern diese wichtige Thatsache beobachtet hat, trotzdem die genannte Verdickung gegenüber den übrigen Epithelzellen aufs deutlichste hervortritt.

Die Abschnürung der Anlagen des Peribranchialsackes von der mittleren Blase der jungen Knospe geht nicht in so einfacher Weise vor sich, wie es Metschnikoff und Della Valle beschrieben haben; der Vorgang ist vielmehr ein sehr langsamer, und die Knospe zeigt einen ziemlich komplicirten Bau, bevor die zwei seitlichen Blasen, welche die Anlagen des erst später vereinigten Peribranchialsackes darstellen, vollständig abgetrennt werden. Um diesen Bau kennen zu lernen, haben wir zunächst die Fig. 9—11 zu betrachten, welche drei verschiedene Querschnitte durch eine Knospe von diesem Alter zeigen. Die Fig. 9, auf welcher ein Querschnitt durch den distalen Knospentheil dargestellt ist, zeigt eine entschiedene Ähnlichkeit mit der Fig. 8, welche einen Querschnitt durch eine jüngere Knospe giebt; der einzige Unterschied zwischen beiden besteht darin, dass die Furchen in ersterer etwas tiefer sind. Der Schnitt, welcher in Fig. 10 abgebildet ist, ist dem mittleren Knospenabschnitt entnommen; er ist nicht ganz senkrecht zur Längsachse der Knospe, sondern von rechts unten nach links oben geführt, und ich bilde ihn desshalb ab, weil er in dieser

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schiefen Stellung den Übergang von Fig. 9 zu Fig. 11 viel klarer verstehen lässt, als ein ganz symmetrischer. Die länglich-eiförmige Blase (*pbr*) an der rechten Seite, welche die Fortsetzung der rechten Ausstülpung in der Fig. 9 ist, trennt sich hier bereits von dem mittleren Abschnitt ab, während die linke noch in Verbindung mit demselben steht. In der oberen Hälfte des mittleren Sackes findet man jetzt beiderseits eine neue Furche (*f*). Durch dieselbe wird ein Rohr von der mittleren Blase abgetrennt, welches, wie später zu sehen ist, die Anlage des räthselhaften Organs, der sogenannten »Glandule hypophysaire«, sowie der Flimmergrube darstellt. Wenden wir uns nun zur Fig. 11, so steht hier die mittlere Blase mit keiner der drei übrigen Abtheilungen mehr in Zusammenhang. Man erkennt zwei mediane und zwei laterale Hohlräume, von welchen der ventrale mediane (*dk*) die gemeinsame Anlage von Kiemensack und Darm (Darm-Kiemensack-Anlage) darstellt, der dorsale mediane (*hp*) der späteren Nebendrüse des Gehirns und die beiden lateralen (*pbr*) dem Peribranchialsack entsprechen. Wenn man die Schnittserie, welcher diese beiden Figuren (Fig. 10, 11) entnommen sind, weiter nach unten verfolgt, so verschwinden die beiden seitlichen und die dorsale Blase allmählich, die ersteren mit abgerundetem, die letztere mit mehr zugespitztem Ende, während die ventrale mittlere Blase noch im Zusammenhang bleibt mit der parietalen Wand des mütterlichen Peribranchialsackes, obgleich ein Lumen in dem abgeschnürten Theil nicht mehr zu erkennen ist.

Die Scheidewände zwischen den Blasen des Peribranchialsackes und der Darm-Kiemensack-Anlage wachsen von der ventralen und proximalen Seite der Knospe nach oben, so dass man, wenn die Scheidung beinahe vollzogen ist, nur noch ein kleines Fenster an der distalen Dorsal-Ecke der Wand bemerkt. Da die beiden Scheidewände nicht parallel zu einander verlaufen, sondern nach der dorsalen Seite zu sich nähern, so kommen die beiden seitlichen Blasen schief gegen einander zu liegen, und zu der Zeit, wenn die Scheidewände vollständig geschlossen sind, treten die dorsalen Theile der Blasen in Berührung mit einander. Ihre Wände verschmelzen an dieser Stelle und indem hier ein Durchbruch erfolgt, werden die Hohlräume der rechten und linken Seite in Kommunikation gebracht. Der jetzt vereinigte Peribranchialsack nimmt schon eine ganz gleiche Lage zum Kiemensack ein, wie im ausgewachsenen Individuum; er besteht nämlich aus zwei seitlichen, den Kiemensack umwachsenden Hälften, welche an der dorsalen Seite mit einander kommuniciren. Die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Kiemenspalten dagegen bilden sich erst gegen Ende des Knospenwachsthums aus.

Die ventrale mediane Blase, der Darm-Kiemensack, wächst unterdessen in die Länge, und zerfällt in zwei Theile. Der obere, welcher bei Weitem der größere ist, ist die Anlage des Kiemensackes, während die untere, verengte Hälfte den ganzen Darm darstellt (Fig. 7). Mit fortschreitender Knospenentwicklung wird der Kiemensack immer größer, und da die beiden Hälften des Peribranchialsackes, welcher ihm sonst überall dicht anliegt, an der ventralen Seite nicht zusammenstoßen, bleibt er zeitlebens hier in Berührung mit der äußeren Körperwand (siehe Fig. 15 und Fig. 36). Später wird die Wand des Kiemensackes durch eine Anzahl von kleinen regelmäßig angeordneten Poren, den Kiemenspalten, durchbrochen, und mit der unten zu besprechenden Bildung der Einfuhröffnung und der Tentakeln findet die Entwicklung des Kiemensackes ihr Ende.

Die untere Abtheilung, welche den ganzen Darm liefert, biegt sich allmählich mit zunehmender Länge um, so dass sich bald zwei Punkte erkennen lassen, wo der Darm einen spitzen Winkel bildet. Diese Punkte entsprechen annähernd den Grenzen zwischen den drei Hauptabtheilungen des Verdauungsapparates, Ösophagus, Magen und Intestinaltractus. Der Darm hängt seiner ganzen Länge nach mit der Körperwand durch ein Mesenterium (Fig. 12 *mes*) zusammen, welches durch fortgesetzte Ausdehnung des Peribranchialsackes zu Stande kommt.

Ich habe damit mit kurzen Worten gezeigt, wie aus der einfachen zweischichtigen Blase die allgemeine Gestalt des Einzelthieres sich entwickelt, ohne die Geschichte der verschiedenen Organe im Einzelnen zu berücksichtigen, und ich werde nunmehr zur Betrachtung der letzteren übergehen.

III. Die Entwicklung der einzelnen Organe.

Kiemensack. Der Kiemensack entwickelt sich, wie schon gesagt, aus der oberen Hälfte der mittleren Blase. Gleichzeitig mit seinem Wachsthum nimmt auch die Größe des Peribranchialsackes zu, indem derselbe sich nach Möglichkeit ausdehnt, und demgemäß die wirkliche Leibeshöhle, die zwischen der äußeren Ektodermschicht und den inneren Blasen liegt, mehr und mehr verengt. Dadurch wird schließlich der Kiemensack von allen Seiten vom Peribranchialsack umgeben, ausgenommen einen Streifen an der ventralen Seite, in dessen Mitte sich der Endostyl bildet. Die Wand des Kiemensackes und der ihr anliegende Abschnitt der Wand des Peribranchialsackes zeigen jetzt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in der Gestalt der Zellen eine Differenzirung, welche den ersten Schritt zur Kiemenbildung bezeichnet; in den beiden Schichten, die später beim ausgewachsenen Thier zu einer einheitlichen Kiemenwand verschmelzen, erkennt man je vier, nach der Art von Tonnenreifen angeordnete Querreihen von höheren Zellen, welche nach beiden Seiten hin leistenförmig vorspringen. Eine ähnliche Differenzirung der Zellen findet auch in der Längsrichtung statt, wodurch mehrere (etwa zehn) gegen das Innere des Kiemensackes vortretende Längsleisten zu Stande kommen. Zwischen diesen beiden Systemen bleiben dünnwandige Felder stehen und in jedem der letzteren tritt an vier, seltener fünf neben einander liegenden Punkten eine Verschmelzung der Zellen ein. In der Mitte dieser ovalen Verschmelzungsstellen tritt ein gleichfalls ovales Loch auf, welches sich später in der Längsrichtung verlängert und die Form eines ausgewachsenen Kiemenloches annimmt.

Gleichzeitig mit diesem Vorgang tritt auch eine Zellendifferenzirung in den zwischen den Löchern stehen gebliebenen Pfeilern ein. Diejenigen Zellen, welche die Löcher begrenzen, nehmen eine cylindrische Gestalt an und an ihrer Oberfläche erscheint jetzt eine Anzahl von Cilien, durch deren unausgesetzte Bewegung die Cirkulation des Wassers geregelt wird (Fig. 14). Die übrigen Zellen dagegen flachen sich ab und vermitteln wahrscheinlich den Gasaustausch zwischen Blut und Meereswasser.

Wie ich zu Anfang des Abschnittes erwähnt habe, treten beim erwachsenen Thiere in der Wand des Kiemenkorbes drei Arten von Leisten auf, nämlich die Querleisten und die größeren und die kleineren Längsleisten. Die beiden ersteren bilden das Hauptrahmenwerk des Kiemenkorbes, welches, außer seiner eigentlichen respiratorischen Funktion, auch als Gerüst für die kleineren Längsleisten dient.

Die Bildung der Einfuhröffnung beginnt schon in dem Stadium, wo die Querstreifung des Kiemenkorbes noch nicht deutlich zu sehen ist. Es tritt dabei weder eine Einstülpung der äußeren Haut noch eine Ausstülpung der oberen Wand des Kiemensackes zu Tage, sondern der Vorgang vollzieht sich in ganz eigenthümlicher Weise. Zuerst sieht man an der Stelle, wo sich die Öffnung bilden soll, eine Anhäufung von Zellen, welche durch Wucherung des ektodermalen Epithels entstehen. Dann beginnen sich die Zellen zu einem soliden Cylinder anzuordnen, und kurz nachher tritt in demselben eine axiale Aushöhlung auf, welche schließlich die Kiemenhöhle in Zusammenhang mit der Außenwelt bringt (Fig. 13 *io*). In diesem Stadium liegt aber die Knospe noch mit der Seite, welche der späteren Oberseite des Thieres entspricht (Fig. 37), dem Mutterthiere an, und da sich die gemeinsame Tunica

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zwischen beiden befindet, tritt die Kiemenhöhle noch nicht in offene Kommunikation mit der Außenwelt. Mit zunehmendem Wachsthum biegt sich die Knospe vom Mutterthiere ab, und demgemäß nähert sich die Einfuhröffnung der Oberfläche der Tunica; schließlich weicht die letztere an dieser Stelle aus einander, und damit beginnt die Kieme des jungen Thieres in Funktion zu treten.

Die Beobachtung, dass die Zellen, welche das Einfuhrrohr bilden, ektodermalen Ursprungs sind, stimmt gut mit der Thatsache überein, dass diese Zellen die Fähigkeit beibehalten, die Tunica abzuscheiden. Beim ausgewachsenen Thiere findet man nämlich, dass sich die Tunica in die Einfuhröffnung hereinkrempt (Fig. 36 *tu.r.*), bis zu dem Punkte, wo die ektodermalen Zellen aufhören, d. h. bis zu der Ringleiste, welche die Tentakeln trägt.

Der Tentakelkranz (Fig. 15 *tkr*) und der weiter nach innen gelegene ringförmige Wimperwulst (Fig. 15 und Fig. 18 *wp*) kommen erst sehr spät zum Vorschein. Einige Zeit nach dem vollständigen Durchbruch des Einfuhrrohres sieht man um seine untere Mündung herum zwei koncentrische Ringleisten an der Kiemensackwand, die erste gerade am inneren Ende des Einfuhrrohres und die zweite etwa halbwegs zwischen dem letzteren und der obersten Reihe der Kiemenspalten. Aus der ersten wachsen die zehn Tentakeln heraus, von welchen die fünf langen und die fünf kurzen abwechselnd angeordnet sind, und zwar in der Weise, dass von den beiden in der Medianebene gelegenen Tentakeln der dem Mutterthiere zunächst liegende ein kurzer ist. Die zweite Ringsleiste (Fig. 15 *wp*), welche vom Anfang an nicht ganz kreisförmig ist, sondern sich sowohl nach dem Endostyl, als nach dem Gehirn zu zipfelförmig auszieht, stellt die Anlage des Flimmerwulstes dar, und wächst zu demselben, ohne eine bedeutendere Gestaltveränderung zu erleiden, vollends heran [1].

Die Zellen des ventralen Abschnittes der Kiemenwand sind schon sehr frühe höher als die der anderen Partien, am höchsten aber in der ventralen Mittellinie. Ziemlich spät in der Entwicklung der Knospe treten zwei parallel verlaufende Längsleisten auf, welche sich über die ganze Länge der Ventralseite, vom ventralen Zipfel des Wimperwulstes bis zum Eingang des Ösophagus erstrecken, und die zwischen ihnen sich bildende Längsrinne stellt die Anlage des Endostyls dar (Fig. 24 und 40 *end*). Die Zellen, welche diese Rinne bilden, differenziren sich in mehreren Längsreihen, welche abwechselnd aus stark tingirbaren

[1] Bei anderen Formen z. B. Fragaroides, liegt dicht vor diesem Wimperwulst »eine zweite Ringleiste, und die zwischen beiden gelegene Ringfurche entspricht der Flimmerrinne« anderer Tunicaten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wimperzellen und aus heller bleibenden spindelförmigen Drüsenzellen bestehen; an der Oberfläche des median gelegenen Zellstreifens erscheinen schließlich die langen Cilien (Fig. 27).

Darmtractus. Wir haben im vorigen Kapitel gesehen, dass der Darmtractus sich zunächst an zwei Punkten umkrümmt, und demgemäß in drei Abtheilungen zerfällt. Aus der ersten, dem Kiemensacke sich anschließenden Abtheilung geht der Ösophagus durch einfaches Wachsthum hervor, indem das ganze Rohr sich abflacht und durch Faltungen in der Längsrichtung einen S-förmigen Querschnitt bekommt. Zugleich erhalten die Zellen einen dichten Cilienbesatz. Die Stelle der ersten Umbiegung des Darmes liegt nicht genau an der Grenze zwischen Ösophagus und Magen, wie ich mich bisher der Einfachheit halber ausdrückte, vielmehr befindet sie sich in dem unteren Theile des ersteren, so dass es im ausgewachsenen Thiere der Ösophagus selbst ist, welcher eine winkelförmige Knickung zeigt (Fig. 16 *oes*).

Aus dem zweiten Abschnitte entwickeln sich zwei Organe, der Magen und das Coecum. Die Anlage des letzteren tritt schon hervor, ehe sich die drei Hauptabtheilungen deutlich differenzirt haben, und zwar als eine seitliche, weitlumige Ausstülpung am Anfangstheil des zweiten Abschnittes. In der Wand dieses Blindsackes findet man keine Differenzirung der Zellen; sie bewahren alle eine einheitliche cylindrische Gestalt, während sich der ovale Kern stets in ihrem basalen Abschnitt befindet.

Das Hauptrohr der zweiten Abtheilung des Darmtractus, aus welchem sich, wie erwähnt, das Coecum durch eine Ausstülpung differenzirt hat, wächst rasch in die Breite und in die Länge und erhält damit eine tonnenförmige Gestalt. Später erscheinen an der Wand dieses geräumigen Organs, welches jetzt deutlich als Magen hervortritt, mehrere, gewöhnlich neun Längsfalten (Thyphlosolen), welche eine bedeutende Oberflächenvergrößerung herbeiführen. Mit dieser Veränderung der äußeren Gestalt tritt eine Differenzirung auch im Habitus der Zellen ein, welche zu dieser Zeit bereits eine konische Form angenommen haben. Diejenigen Zellen, welche am Grunde der zwischen den Falten befindlichen Längsvertiefungen liegen, werden nicht so hoch wie ihre Nachbarinnen, und erhalten lange Cilien, so dass im Querschnitt der Abschnitt zwischen je zwei Falten ein ähnliches Aussehen wie der Endostyl erhält.

Die die zweite Umbiegung des Darmtractus enthaltende Partie, welche dem Magen folgt, bildet sich zum Dünndarm um, während aus dem Reste der Enddarm oder das Rectum wird. Die Zellen der beiden Darmabtheilungen sind sehr verschieden; der Dünndarm hat

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hohe Zellen, welche eine intensive Färbung annehmen, und stellt, wie man aus seinem Inhalt schließen kann, nächst dem Magen das wichtigste Organ der Verdauung dar. Das Rectum dagegen hat verhältnismäßig flache Zellen, welche bei Karmin- und Hämatoxylinfärbung sehr schwach reagiren, und die Funktion derselben scheint die Ausscheidung einer klebrigen Flüssigkeit zu sein, mit welcher die unverdaulichen Reste der Nahrung zu eiförmigen Massen zusammengeballt werden.

Kurz nach dem Erscheinen des Coecums tritt an der linken Seite der Magenwand, und zwar in der Nähe der Mündung des Coecums, eine rohrförmige Ausstülpung, welche die Anlage der Rectaldrüse darstellt, auf. Ein Lumen findet man zuerst nur in ihrem dem Magen zugekehrten Abschnitt, während die übrigen Partien bis zum freien Ende einen soliden Strang darstellen, welcher mit der Zeit nach dem Rectum hin weiter wächst. Die Zellen des blinden Endes drängen sich in den Blutraum herein, welcher zwischen dem Rectum und dem dasselbe umhüllenden Peribranchialsack gelegen ist, und in einem gewissen Stadium sieht man diesen Raum ganz von solchen entodermalen Zellen erfüllt. Sodann beginnen sie sich in verästelten Strängen anzuordnen, und gleichzeitig mit diesem Vorgang schreitet das Lumen immer weiter vor, bis es endlich in die freien Enden der einzelnen Äste vorgedrungen ist. Schließlich haben wir ein drüsenartiges Organ vor uns, welches aus verästelten, um das Rectum herumliegenden Schläuchen besteht, und mit einem nach dem Magen sich öffnenden Ausführungsgang versehen ist (Fig. 26 *rd*). Die Schläuche, deren Wandungen sich jetzt aus kubischen Zellen zusammensetzen, liegen frei in der Blutflüssigkeit und enden hier blind und ohne Verschmälerung des Endabschnittes. Die Bedeutung dieses Organs ist nicht sicher anzugeben, am wahrscheinlichsten dient dasselbe jedoch der Ausscheidung irgend einer die Verdauung fördernden Flüssigkeit.

Der Durchbruch der Analöffnung erfolgt etwa zu der Zeit, wenn sich eben die Kiemenspalten gebildet haben, und zwar nachdem zuvor die Zellen am blinden Ende der Darmanlage mit denen der anliegenden Wand des Peribranchialsackes in Verbindung getreten sind.

Peribranchialsack. In einem ziemlich frühen Stadium (Fig. 9), in welchem die Anlagen des Peribranchialsackes mit dem Darmkiemensack noch in offener Verbindung stehen, haben wir bereits gesehen, dass in den Wandungen der ersteren eine Anzahl der Zellen höher sind als die übrigen. Diese Zellen behalten ihre hohe Gestalt bei und vermehren sich bis zu einem gewissen Grade durch Theilung, während ihre Schwesterzellen, welche die Wandung des Peribranchialsackes

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bilden, sich immer mehr abflachen. Der Unterschied tritt am schärfsten hervor, wenn die höheren Zellen, welche die Knospungszone darstellen, im Begriff sind, einer oder mehreren Knospen den Ursprung zu geben (Fig. 7). Diesen Vorgang kann man mit anderen Worten folgendermaßen ausdrücken: Die Knospungszone einer Knospe stellt selbst wieder einen Abschnitt der Knospungszone des Mutterindividuums dar, und folglich kann man die jüngsten Individuen eines Stockes kontinuirlich auf die Knospungszone des ältesten, geschlechtlich erzeugten Individuums zurückführen. Die Knospungszone jedes Individuums setzt sich somit von Anfang an aus einer somatischen und einer propagatorischen Hälfte zusammen. Die erstere wächst zum Organismus heran und stirbt schließlich ab, während die letztere unbeschränkt fortlebt, so lange als die äußeren Bedingungen günstig sind.

Dass in einem gewissen Stadium im Peribranchialsack jederseits eine Gruppe von höheren Zellen zu erkennen ist, wurde schon von Della Valle erwähnt. Er sagt: »Nè mancano dei casi, e non sono molto rari, in cui le loro (nämlich: der Anlagen des Peribranchialsackes) estremità superiori sono già inspessite, ed accennano già alla formazione di due nuove gemme.« Seine Figuren zeigen jedoch keine so deutlichen Verdickungen, wie sie bei den von mir untersuchten Thieren vorkommen, und desshalb glaube ich, dass sie nicht bei allen Arten so deutlich sind, wie bei meiner Form.

Bei zunehmender Ausdehnung der beiden Flügel des Peribranchialsackes bleiben einige Stellen im Wachsthum zurück. Dadurch werden die Flügel da und dort in Loben zerklüftet, welche jedoch bei fortschreitendem Wachsthum wieder mit einander verschmelzen; auf diese Weise entstehen röhrenförmige Öffnungen, welche den Peribranchialsack durchsetzen, in Zahl und Anordnung jedoch anscheinend ganz unregelmäßig sind (Fig. 12 und 24 *tr*). Sie persistiren zeitlebens und stellen direktere Blutbahnen zwischen Kieme und peripherischem Blutraum dar. Seeliger[1] sagt in seiner Arbeit über die Entwicklung der Clavellina: »Bei dem großen Umfange, den der Peribranchialraum gewinnt, würden seine zarten Wände nicht in gehöriger Entfernung von einander bleiben können; dies wird aber ermöglicht durch die Ausbildung röhrenförmiger senkrechter Stützen zwischen den beiden Wandungen des Raumes, durch Entwicklung der Trabekeln. Der Beginn dieser Bildung zeigt sich in feinen röhrenförmigen Ausstülpungen der inneren Perithorakalwand, denen senkrecht gegen-

[1] Seeliger, Zur Entwicklungsgeschichte der Ascidien. Sitzungsbericht der Wiener Akademie. 1882.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

über eben solche Fortsätze der äußeren Schicht entgegenwachsen. Beide vereinigen sich zum Trabekel.« Solche beiderseitigen Ausstülpungen und die durch ihre sekundäre Vereinigung bewirkte Trabekelbildung konnte ich bei Botryllus nicht finden.

Die Bildung der kloakalen Öffnung kommt in ganz gleicher Weise zu Stande, wie die der Einfuhröffnung. Auch hier geht aus ektodermalen Elementen ein Rohr hervor, welches die äußere Körperwand und den Peribranchialsack in Zusammenhang bringt, und die Abscheidung von Tunicabestandtheilen durch die Zellen der Röhrenwandung hat zur Folge, dass man auch hier beim ausgewachsenen Thiere eine Umkrempung der Tunicaschicht nach dem Inneren des Peribranchialraumes vor sich hat. Dieser Vorgang vollzieht sich beinahe in demselben Stadium der Knospenentwicklung wie die Bildung der Einfuhröffnung.

Herz. Die erste Anlage des Herzens kommt schon in einem ganz frühen Stadium zum Vorschein, in welchem die beiden seitlichen Blasen, die Anlagen des Peribranchialsackes, noch lange nicht von der mittleren abgeschnürt sind. Sie tritt zunächst als eine solide Wucherung des inneren Blattes der ursprünglichen Knospe auf (Fig. 20 *ha*, verglichen mit Fig. 19); aber da die betreffende Stelle gerade im Winkel zwischen der mittleren Blase und der Anlage des linken Peribranchialsackes liegt, ist es schwer zu entscheiden, ob sie speciell der ersteren oder der letzteren entstammt. In manchen Fällen jedoch habe ich diese Wucherung entschieden an der Wand des zukünftigen Peribranchialsackes gesehen, und ich bin daher der Ansicht, dass man sie für ein Derivat der Anlage des letztgenannten Organs erklären kann. Im Centrum der Wucherung erscheint dann ein Lumen, um welches die Zellen epithelartig sich anordnen (Fig. 23 *ha*). Jetzt sieht man eine kleine Blase, welche noch durch einen soliden Stiel mit dem inneren Blatte in Zusammenhang bleibt. Im weiteren Verlauf der Entwicklung löst sich der Stiel auf, und damit wird die Blase frei (Fig. 17 *ha*). Es ist das Stadium, welches Della Valle gesehen hat, und welches er folgendermaßen beschreibt: »In questo stadio è già comparso dal lato convesso dell' ansa digerente, alquanto più sopra dell' esofago, un quarto sacchetto sferoidale, ed è il cuore; il quale non tarda ad allungarsi, ed a pulsare«; nach meinem Befunde sind allerdings in diesem Stadium die seitlichen Ausstülpungen noch nicht abgeschnürt, wie Della Valle angiebt.

Ich muss hier bemerken, dass diese Blase keineswegs direkt in das Herz des ausgewachsenen Thieres übergeht; ihre Höhlung ist nicht die spätere Herzhöhle selbst, sondern die Perikardialhöhle,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

welche Bezeichnung ich daher schon jetzt benutzen möchte. Das weitere Wachsthum vollzieht sich langsamer; allmählich tritt eine Differenzirung in der Wand der Blase auf, indem dieselbe an einer Stelle dicker bleibt, an den übrigen Seiten aber sich abzuflachen beginnt. Die Blase liegt ihrer Entstehung gemäß in einem Abschnitt des Blutraumes, welcher an einer Seite vom Peribranchialsack und Darm-Kiemensack, an der anderen von der äußeren Körperhaut begrenzt ist. Das Epithel des dem Ösophagus zugekehrten Abschnittes der Herzanlage behält nun, wie erwähnt, die ursprüngliche Dicke bei (Fig. 17), während die Wand der übrigen Partien immer dünner und schließlich eben so dünn wird wie die äußere Körperhaut oder die Peribranchialwand (Fig. 24). Unterdessen verlängert sich die Blase in der Richtung der Längsachse des Thieres, und die verdickten Epithelpartien, welche sich bei fortschreitendem Wachsthum über die ganze Länge der dem Ösophagus zugekehrten Wand ausdehnen, stülpen sich nunmehr in das Innere des Organs ein (Fig. 24 *h*). Dies stellt die erste Anlage des eigentlichen Herzens dar, indem die Längsrinne, welche durch diese Einstülpung zu Stande kommt, der späteren Herzhöhle entspricht. Die Wandung der Blase hat sich damit in zwei deutlich abgegrenzte Hälften differenzirt, von denen die äußere die Perikardialmembran (Fig. 24 *pc*), und die innere die Herzwand selbst darstellt. In diesem Stadium zeigt das Herz schon den charakteristischen Bau des Ascidienherzens, und weicht im Princip nicht von dem des ausgewachsenen Thieres ab; es ist ein unvollkommen geschlossener Doppelschlauch, dessen offen gebliebene Stelle von der benachbarten Wandung des Darmtractus bedeckt wird. Durch einen Vergleich von Fig. 24 mit der Fig. 25, welch letztere einen Querschnitt des ausgewachsenen Herzens zeigt, wird dieses Verhältnis genügend illustrirt.

Für die Knospenentwicklung von Clavellina hat Seeliger gezeigt, dass das Herz aus einer geräumigen, dünnhäutigen Ausstülpung des Kiemendarmes hervorgeht. Die spätere Entwicklung stimmt im Ganzen mit dem entsprechenden Vorgang bei Botryllus überein, aber die Entstehung ist bei beiden Thierformen anscheinend verschieden, da bei der einen das Herz entodermalen Ursprungs ist, während dasselbe bei Botryllus dem Peribranchialsack entstammt. Diese Verschiedenheit ist jedoch keineswegs eine bedeutende, und man kann die zwei Thatsachen durch folgende Vorstellung leicht vereinigen: bei Clavellina werden Peribranchialsack und Herz hinter einander vom Darm-Kiemensack abgetrennt, während bei Botryllus an letzterem die beiden Organe zunächst als gemeinsame Anlage auftreten, welche sich sekundär in zwei verschiedene Organe differenzirt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Pericardialraum von Botryllus steht nie in offener Kommunikation mit dem Kiemensack, wie es bei Clavellina der Fall ist, oder überhaupt mit irgend einem anderen Raum. Wenigstens konnte ich in der Wand des Herzbeutels keine Öffnung finden, und das Innere des Organs ist mit einer farblosen, offenbar durch die Wandzellen eingetretenen Flüssigkeit erfüllt.

Das Blut ist eine farblose Flüssigkeit, in welcher verschiedenartige Körperchen suspendirt sind. Man findet hauptsächlich dreierlei Formen, welche allerdings durch eine Reihe von Übergängen verbunden sind, so dass eine scharfe Grenze nicht gezogen werden kann. Ich bin daher der Ansicht, dass die erwähnten drei Formen nichts Anderes darstellen, als drei Stadien, welche die Blutkörperchen nach einander durchlaufen.

Zunächst findet man eine große Anzahl von unregelmäßigen Klumpen, welche sich mit Eosin gut färben, aber bei derselben Konservirung auf Hämatoxylin und Karmin gar nicht reagiren (Fig. 18 *ba*). Im ungefärbten Zustand erscheinen sie als hellgelbe kugelförmige Massen mit rauher Oberfläche. Einige von diesen Körperchen enthalten dunkles Pigment, welches denjenigen Stellen, wo sie in großer Menge zurückbleiben, eine schwarze Färbung verleiht. Wie aus ihrer Entwicklung zu ersehen ist, stellen diese Körperchen je eine Zelle dar, welche eine geringere oder größere Menge einer krystallartigen Substanz in sich abgeschieden hat. Der Kern ist gewöhnlich nicht mehr zu erkennen, obschon er auf jüngeren Stadien gut bemerkbar ist.

Zusammen mit diesen größten Elementen findet man eine Anzahl von runden granulirten Zellen von mittlerer Größe (*bb*). Auch diese enthalten manchmal ein oder mehrere krystallähnliche Körner, welche in dem granulirten Plasma eingebettet sind; die Anzahl dieser Körner wird um so größer, je älter die Zelle ist, und Hand in Hand damit tritt das eigentliche Zellplasma zurück, bis schließlich nichts mehr davon zu sehen ist. Jetzt hat man an Stelle der Zelle nur noch einen Klumpen von hellgelben Körnchen vor sich, welcher nichts Anderes, als eines der erstgenannten Blutkörperchen darstellt. Auch in der Färbung erweisen sich die runden granulirten Zellen als ein Zwischenstadium, in so fern sie sich mit Hämatoxylin noch eben so gut wie mit Eosin färben lassen, so dass sie bei einer Doppelfärbung mit diesen beiden Tinktionsmitteln einen röthlich-violetten Ton annehmen.

Außer diesen beiden Formen enthält aber die Blutflüssigkeit noch eine dritte Gattung von äußerst kleinen Körperchen (Fig. 18 *bc*). Es sind dies ovale oder runde Zellen, die nur mit einer sehr geringen Menge von Plasma ausgestattet sind. Von diesen Zellen bis zu den-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

jenigen der zweiten Kategorie lässt sich eine lückenlose Reihenfolge von Zwischenstadien verfolgen. Man trifft jedoch diese Zwischenstadien bedeutend seltener an im Vergleich zu den typischen Zellen der dritten Kategorie, und da die letzteren in großer Menge in die jungen Knospen hineinfließen, so nehme ich an, dass ein Theil von ihnen sich nicht weiter umbildet, sondern die ursprüngliche Gestalt und damit eine selbständige Bedeutung beibehält. Während der Knospenbildung konnte ich nie einen Zusammenhang zwischen bestimmten Geweben und den Blutelementen finden, und die Frage in Bezug auf die Herkunft der letzteren muss in der Embryonalentwicklung untersucht werden.

Im Blutraum findet man außer den eigentlichen Blutkörperchen noch einige andersgeartete Zellen, die diesen Raum durchsetzen (Fig. 18 *mf*). Sie weisen eine lange, spindel- oder fadenförmige Gestalt auf, und enthalten in ihrer Mitte einen überaus kleinen Kern. Wie sie in den jungen Knospen zu Stande kommen, konnte ich nicht ermitteln; vermuthlich sind sie jedoch aus der Wand des Peribranchialsackes hervorgegangen.

Nervensystem. Unter dem Namen Nervensystem werden bei den Tunicaten zwei Organe von ganz verschiedener Natur zusammengefasst, einerseits das Gehirn und andererseits die sogenannte Hypophysis (glandule hypophysaire) mit der Flimmergrube (organe vibratile). Trotzdem diese Organe bezüglich ihrer Lage eine enge Verbindung zeigen, und wahrscheinlich auch funktionell in inniger Beziehung zu einander stehen, nehmen sie, wenigstens bei Botryllus, aus ganz verschiedenen Geweben ihren Ursprung.

Die bisherigen Angaben über die Entstehung des Nervensystems bei Ascidienknospen stützen sich meistens nicht auf direkte Beobachtungen, sondern auf Vermuthungen; es ist daher kein Wunder, dass man zu sehr verschiedenen Schlüssen gekommen ist. Della Valle hat eine Knospe abgebildet, in welcher das Gehirn und die »fossetta vibratile«, unter welcher Bezeichnung er Hypophysis und Flimmergrube vereinigt, in direktem Zusammenhang stehen, und hat aus diesem Befunde gefolgert, dass sowohl die fossetta vibratile, als auch das Gehirn aus dem Entoderm entstanden seien. Ich selbst kann mich dieser Ansicht nicht anschließen, da ich zwischen den beiden Organen bei Botryllus niemals eine direkte Verbindung gefunden habe. Für die Knospen von Clavellina nimmt Seeliger eine mesodermale Entstehung des Gehirns an auf Grund folgender theoretischer Betrachtung: er meint, es sei leicht zu verstehen, dass dieses Organ aus freien mesodermalen Zellen hervorgehe, da ja ein Theil der letzteren dem Nervenrohr des Embryo entstamme (nach Kowalevsky), dagegen biete

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Annahme Schwierigkeiten, dass es aus dem Ektoderm entstehe, welches schon zu differenzirt sei, um sich noch zu einem neuen Organ umbilden zu können.

Die erste Anlage des anderen Theils des Nervensystems, d. h. der Hypophysis und der Flimmergrube, konnte ich schon in dem Stadium beobachten, in welchem das Herz sich zu bilden beginnt. In Fig. 11 findet man in dem dorsalen Theile der Knospe ein Rohr, welches anfänglich längs des Kiemensackes verläuft, und sich mit weiter Mündung in den oberen Abschnitt desselben öffnet. Mit zunehmendem Wachsthum der Knospe wird dieses Rohr dünner, aber sein Lumen ist immer noch deutlich zu erkennen (Fig. 17 *hp*). In einem weiteren Stadium erstreckt sich dann das Rohr von der oberen Region des Kiemendarmes gegen die oberste (dorsal-mediane) Kuppe des vereinigten Peribranchialsackes hin, mit dessen Wand es in Verbindung tritt, und in Schnitten, welche die Medianebene des Thieres enthalten, ist deutlich zu erkennen, dass das Rohr nunmehr an seinen beiden Enden offen ist (Fig. 13 *hp*). Die Kiemenhöhle und der Peribranchialraum stehen somit durch das äußerst feine Lumen des Rohres in Verbindung mit einander.

Das Rohr löst sich später vom Peribranchialsack wieder los und schließt dann an dieser Stelle mit blindem Ende ab. Allmählich beginnt dann das letztere sich zu erweitern (Fig. 29) und nach kurzer Zeit kommt es hier zu einer blasenförmigen Anschwellung (Fig. 30). Die Wandung der Blase, welche anfänglich aus einer Zellschicht besteht, verdickt sich, die Zellen verlieren ihren epithelialen Charakter, und schließlich verschwindet das Lumen. Unterdessen erleidet auch das andere Ende eine Gestaltveränderung; die Wand wird etwas dicker, das Lumen bedeutend weiter, und die Zellen bekleiden sich mit einem dichten Besatz von kurzen Cilien (Fig. 31). Die beim ausgewachsenen Thiere auftretenden Abschnitte, die Hypophysis, das Zwischenrohr und die Flimmergrube, sind also verschieden differenzirte Theile des ursprünglich einheitlichen Rohres.

Unterdessen tritt eine Anhäufung von Zellen in dem Blutraum auf, welcher zwischen dem oben erwähnten Rohre und den Wandungen des Kiemen- und Peribranchialsackes liegt (Fig. 13 *g*). Diese Zellengruppe wird größer und kompakter (Fig. 32 und 29 *g*), und in einem späten Entwicklungsstadium der Knospe tritt eine Veränderung des Zellhabitus ein. Die Zellgrenzen verschwinden, die Plasmaleiber der einzelnen Zellen verschmelzen zu einer homogenen Masse, die Kerne rücken nach der Peripherie des neugebildeten Organs und zuletzt erhält das Plasma im mittleren kernlosen Bezirk eine körnige Be-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schaffenheit (Punktsubstanz, Fig. 30 und 31 *g*). Was die Herkunft dieser Zellen betrifft, so entstammen sie der Körperwand und zwar gehen sie durch Proliferation des dorsalen, oberhalb des hypophysären Rohres gelegenen Epithels hervor (Fig. 33). Dieser Vorgang vollzieht sich schon in den Stadien, in welchen das Rohr noch ein sehr weites Lumen zeigt, und kann nur in günstigen Fällen beobachtet werden, denn die Zellen verlieren sehr rasch den Zusammenhang mit den Epithelzellen, von denen sie sich abspalten, und wandern einzeln oder gruppenweise rechts und links um das Rohr herum und sammeln sich an der unteren Seite desselben.

Das Gehirn, von welchem je ein Nervenstamm nach vorn und hinten abgeht, wird durch mehrere dünne, spindelförmige Zellen in seiner Lage fixirt. Die Entstehung der Nerven in der Knospe habe ich nicht beobachtet, doch wachsen sie höchst wahrscheinlich aus dem Gehirn hervor.

Die Bildung aller derjenigen Organe, welche dem Ektoderm entstammen (Gehirn, In- und Egestionsrohr) ist in so fern eigenthümlich, als in allen Fällen zunächst eine Anhäufung von Zellen auftritt. Dies erscheint jedoch weniger auffallend, wenn man das sonstige Verhalten der ektodermalen Zellen in Betracht zieht. Alle diese Zellen besitzen die Fähigkeit, sich amöboid zu bewegen, und wenn z. B. ein Theil der ektodermalen Körperwand verletzt wird, verlassen benachbarte Elemente einzeln ihre Stelle, kriechen nach der Wunde hin und ersetzen die verlorenen Theile. Bezüglich dieses Verhaltens, welches schon von Della Valle genau beschrieben worden ist, zeigen die ektodermalen Zellen der Ascidien einige Ähnlichkeit mit den Leukocyten der höheren Thiere.

Über die Entwicklung der Muskeln in der Knospe kann ich mich kurz fassen, da bei unseren Thieren die einzigen wohldifferenzirten Muskeln die Sphincteren der beiden Öffnungen sind. Die Fasern gehen vermuthlich in beiden Fällen aus den den Blutraum durchsetzenden spindelförmigen Zellen hervor, und ordnen sich ringförmig um die äußere Oberfläche des In- und Egestionsrohres an, ohne jedoch ihre gegenseitige Selbständigkeit zu verlieren.

Geschlechtsorgane. In den Knospen werden regelmäßig Eier von verschiedenem Alter angetroffen. Sie schwimmen für gewöhnlich frei im Blutraum, nicht selten werden sie aber durch die Blutströmung in junge Knospen und in die Endkolben der ektodermalen Ausstülpungen gerissen und bleiben hier zwischen den Epithelschichten hängen. Ein besonderer Eierstock ist nicht vorhanden, vielmehr entstehen die Eier in der Wand des Peribranchialsackes, und verlassen dieselbe als

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kleine, runde Zellen, welche von einer oder zwei dünnen Follikelzellen umgeben sind. Die Zahl der Follikelzellen nimmt mit der fortschreitenden Reife der Eizellen zu, bis schließlich die letzteren von einer epithelartigen Schicht umhüllt sind. Eine besondere Öffnung für das Heraustreten der Eier aus dem Stocke giebt es nicht, vielmehr werden sie erst bei der Auflösung der ganzen Kolonie frei. Einen Oviduct nach Art des von Della Valle abgebildeten konnte ich nicht finden.

Eben so wenig gelang es mir in den zahlreichen Kolonien, welche ich untersuchte, Hoden zu finden. Wahrscheinlich treten diese Organe erst auf, wenn die Knospungsperiode der Stöcke zu Ende geht und ihre Produkte werden zugleich mit den Eiern in das Wasser entleert. Die Stöcke von Botryllus haben nur eine einjährige Lebensdauer, sie treten im Anfang des Sommers auf und gehen im darauf folgenden Frühjahr zu Grunde. Beiläufig stimmt das periodische Auftreten der Botryllus-Stöcke vollkommen überein mit dem Lebenscyklus der Zosteren, auf welchen sie sich, wie erwähnt, vorzugsweise ansiedeln. Alle von mir untersuchten Stöcke waren in voller Knospung begriffen, aber bezüglich der Geschlechtsreife befanden sie sich noch auf einem sehr jungen Stadium: man könnte demnach die ontogenetische Entwicklungsstufe eines knospenden Ascidienstockes in Analogie setzen zu der eines noch nicht geschlechtsreifen, solitären Thieres.

Fasst man die ganze Geschichte der Knospenentwicklung zusammen, so wird man meines Erachtens ohne Weiteres zu der Annahme der mesodermalen Natur des Peribranchialsackes geführt. Die Art und Weise, in welcher die beiden seitlichen Anlagen dieses Organs aus Ausstülpungen des Darmsackes hervorgehen, erinnert uns an die Bildung des Coeloms bei Amphioxus, welche in allen wesentlichen Punkten mit der ersteren übereinstimmt. Es ist nicht meine Absicht, hier die Frage weiter zu erörtern, ob die Tunicaten ein wirkliches Coelom besitzen, aber so viel man aus der Knospung schließen kann, scheint in der That der Peribranchialraum die sekundäre Leibeshöhle darzustellen. Der Blutraum steht in kontinuirlichem Zusammenhang mit der Furchungshöhle und stellt also die primäre Leibeshöhle dar; die Pericardialhöhle endlich entsteht bei Botryllus unabhängig vom Peribranchialraum, sie dürfte aber trotzdem als analoge Bildung und demnach als selbständiger Abschnitt der sekundären Leibeshöhle zu betrachten sein.

Unter Zugrundelegung dieser Auffassung kann die Knospenentwicklung bei den Botrylliden folgendermaßen zusammengefasst werden. 1) Die Knospe entwickelt sich aus zwei Schichten, einer ektodermalen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und einer ento-mesodermalen. 2) Das Mesoderm trennt sich vom Entoderm unter Bildung von seitlichen Ausstülpungen ab. 3) Aus dem Ektoderm entwickeln sich die äußere Körperwand, das In- und Egestionsrohr und das Gehirn. 4) Aus dem Entoderm entwickeln sich der ganze Darmtractus, der Kiemensack und die Hypophysis mit Zwischenrohr und Flimmergrube. 5) Aus dem Mesoderm entwickeln sich der Peribranchialsack und das Herz. 6) Die Propagationszellen befinden sich in der Wand des Peribranchialsackes und demgemäß entstehen in derselben einerseits die Eier und andererseits der ento-mesodermale Theil der Knospe.

Die Anlage der Knospe ist, wie erwähnt, in zwei verschiedenen Geweben enthalten. Während aber der eine Theil der Anlage als lokale Verdickung der Peribranchialsackwand sich von den jüngsten Stadien des Mutterthieres bis zum Beginn der Knospung verfolgen lässt, wandelt sich die dünne Ektodermschicht, welche in die Knospenbildung eingeht, erst sekundär wieder in ein kubisches Epithel von embryonalem Habitus um. Dies ist ein Beleg dafür, dass ein anscheinend stark differenzirtes Gewebe unter Umständen den embryonalen Typus wieder erlangen und im Tochterindividuum den verschiedenartigsten Geweben den Ursprung geben kann.

IV. Die Stockbildung bei Botryllus.

Die frühesten Stadien der Stockbildung bei Botryllus wurden schon von Krohn genau beschrieben, so dass ich mich auf ihn beziehen kann. Nach Krohn ordnen sich die vier Individuen, welche aus dem ersten aus dem Ei entwickelten Individuum durch Knospung entstehen, in der Weise an, dass ihre kloakalen Öffnungen gegen einander liegen, und bilden damit das erste System. An dieses Stadium, in welchem sich eben das erste System gebildet hat, schließen sich meine eigenen genaueren Beobachtungen an. Zu Anfang des Sommers findet man häufig auf jungen Blättern der Zostera ganz junge Kolonien von Botryllus, welche je nur aus einem System bestehen. Die Zahl der Individuen ist gewöhnlich vier bis sechs. Jedes Individuum erzeugt jetzt zwei, seltener eine Knospe, und rückt während des Wachsthums derselben mehr und mehr von seinen Nachbarn weg. Nach dem Tod der Muttergeneration, welcher bald erfolgt, sieht man die jüngeren in ein System, häufiger aber noch in zwei gleich große oder ungleich große Systeme sich zusammenlagern. Der letztere Fall kommt dann zu Stande, wenn die Zahl der Individuen zu groß wird, um ein einziges System zu bilden, und nimmt mit einer sanduhrförmigen Anordnung der Individuen seinen Anfang. In einem dritten Fall bilden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

diejenigen Individuen, welche näher dem Centrum liegen, oder welche ihren Genossen im Wachsthum vorangehen, ein System, während die mehr peripherisch gelegenen noch weiter nach außen gedrängt werden und einzeln außerhalb des Systems in seinem Umkreis liegen bleiben.

Jedes Individuum erzeugt wieder zwei Knospen. Eine davon tritt gewöhnlich an die Stelle der Mutter, wenn die letztere abstirbt, während die andere das mütterliche System verlässt, um irgendwo in die Bildung eines benachbarten Systems einzutreten. Manchmal kommt es auch vor, dass ein Tochterindividuum den Tod der Mutter nicht abwartet, vielmehr sich neben ihr in das alte System einreiht. Dies ist sehr häufig zu beobachten, wenn das betreffende System eine geringe Anzahl von Individuen enthält. Diejenigen Knospen, welche im alten System keinen Platz gefunden haben, und demgemäß beim Zusammenschluss desselben außerhalb desselben geblieben sind, vereinigen sich mit ihren Genossen, mit ihren eigenen Töchtern oder mit den Töchtern der ersteren zu neuen Systemen. Es gilt anscheinend keine besondere Regel für die Bildung der Systeme, vielmehr sind es immer die einander zunächst benachbarten Individuen, welche sich zu einem solchen sammeln.

Ein neu gebildetes System enthält nur eine geringe Anzahl von Individuen, gewöhnlich deren drei oder vier, manchmal sogar nur zwei. Da aber bei jedem Auftreten einer neuen Generation die Zahl der Individuen sich verdoppelt, so kommt es im Verlauf einiger Generationen zu einem typischen System von acht oder neun Individuen, neben welchen eine Anzahl von Anlagen neuer Systeme auftritt. In dieser Weise werden in kurzer Zeit mehrere Systeme gebildet, und demgemäß nimmt die Größe des Stockes immer zu.

An den freien Rändern des Stockes findet man, wie früher erwähnt, eine große Menge von ektodermalen Gefäßen, welche unaufhörlich Tunicabestandtheile abscheiden, und in Folge dessen werden die jungen Systeme von je drei oder vier Individuen immer mehr aus einander gerückt. In dieser Weise finden die neuen Systeme Raum genug, um sich vollständig zu entwickeln.

Mit fortschreitendem Wachsthum des Stockes erscheinen an einem und demselben Einzelthiere oft auch mehrere Knospen; manchmal findet man Individuen, welche bis zu sechs Knospen hervorgebracht haben. Wie früher erwähnt, erscheinen die Knospen an beiden Seiten der Mutter, und wenn an derselben zwei, vier oder sechs Knospen hervorsprießen, so erscheinen sie gleichmäßig auf die linke und rechte Seite der ersteren vertheilt. Wenn aber die Zahl der Knospen eine

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ungerade ist, so findet man immer eine Knospe mehr an der rechten Seite (Fig. 39), und wenn überhaupt nur eine Knospe vorhanden ist, so befindet sie sich gleichfalls auf dieser Seite. Selbst wenn die Zahl der Knospen auf beiden Seiten gleich ist, weisen die Knospen der rechten Seite ein höheres Stadium der Entwicklung auf im Vergleich zu den symmetrisch gelegenen der linken Seite.

Der Stock wächst am liebsten in einer und derselben Ebene fort. Erst wenn die ganze Oberfläche des Substrats, so weit sie in eine und dieselbe Ebene fällt, bedeckt ist, sucht sich der Stock eine andere Wachsthumsrichtung aus, und zwar diejenige, in welcher das weitere Wachsthum am leichtesten ausgeführt werden kann. Auf den Blättern der Zostera marina z. B. ist jeder Stock entsprechend der Form des Substrats bandförmig, da naturgemäß am Rand des Blattes sein Wachsthum aufhört, und das ganze Ausdehnungsbestreben des Stockes sich auf die Längsrichtung des Blattes koncentriren muss. An den beiden Enden des bandförmigen Stockes findet man also je eine Region, wo sich die Knospungsprocesse am lebhaftesten vollziehen. Hier erzeugen die Individuen je mehrere Knospen auf einmal, während an anderen Stellen an jedem Mutterthier nur eine einzige Knospe zum Vorschein kommt, oder wenn zwei erzeugt werden, nur die eine zur vollständigen Entwicklung gelangt.

Die Lebensdauer eines Einzelthieres ist sehr kurz im Vergleich mit der des Stockes, und folglich tritt im Laufe eines Jahres eine größere Anzahl von hinter einander folgenden Generationen auf. Die Stelle der abgestorbenen Mutter wird gewöhnlich, wie erwähnt, von der einen oder anderen ihrer eigenen Töchter eingenommen. Der Knospungsprocess findet zwar in allen Theilen des Stockes statt, aber nur da, wo der Stock sich weiter ausdehnt, tritt eine Vermehrung der Zahl der Individuen ein, während im Übrigen durch die Knospung nur ein Wechsel der Individuen verursacht wird. Wenn man so die ganze Entwicklung des Stockes übersieht, so kommt man zum Schlusse, dass ursprünglich jedes Individuum die Fähigkeit hatte zwei Knospen zu erzeugen und ihnen bis zu ihrer vollständigen Ausbildung als Amme zu dienen, aber da die Grenze, bis zu welcher die Zahl der Individuen in einem gewissen Raum sich vermehren kann, bald erreicht wird, so übernehmen die am freien Ende des Stockes befindlichen Individuen die propagatorische Funktion ihrer Genossen und erzeugen zu gleicher Zeit mehrere Knospen, während die letzteren nur je eine Knospe hervorgehen lassen und sich mehr oder weniger auf die Funktion der Ernährung des Gesammtstockes beschränken.

Freiburg i. Br., Februar 1892.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung der Abbildungen.

Folgende Buchstaben haben in allen Figuren dieselbe Bedeutung:

a, Anus;
äb, äußeres Blatt der ursprünglichen Knospe;
ba, *bb*, *bc*, drei Arten der Blutkörperchen;
blr, Blutraum;
c, Coecum;
d, Darm;
dk, Darm-Kiemensack;
ec.f, ektodermale Fortsätze;
ect, Ektoderm;
end, Endostyl;
es, Egestionsöffnung;
g, Gehirn;
h, Herz;
ha, Herzanlage;
hp, Nebendrüse des Gehirns;
inb, inneres Blatt der ursprünglichen Knospe;
int, Dünndarm;
io, Ingestionsöffnung;
kn, Knospe;
kz, Knospungszone;
m, Magen;
mf, muskelartige Zellen im Blutraum;
pbr, Peribranchialraum;
pc, Pericardium;
r, Rectum;
rd, Rectaldrüse;
t, Tentakel;
tkr, Tentakelkranz;
tr, Trabekel;
tu, Tunica;
tu.r, Einkrempungen der Tunica;
wp, Wimperwulst.

Mit Ausnahme der Fig. 16 und 36 sind die Figuren mit Hilfe des Zeichenprismas konstruirt.

Tafel XX.

Fig. 1. Ein System von sechs Einzelthieren mit Knospen und ektodermalen Fortsätzen. *cl*, gemeinsame Kloakalöffnung. Zeiss 2, aa.

Fig. 2. Ektodermale Zellen in der Tunica. Zeiss 2, F.

Fig. 3. Querschnitt eines ektodermalen Fortsatzes mit darin flottirenden Blutkörperchen. Seibert 1, V.

Fig. 4. Längsschnitt eines Endkolbens in der wachsenden Region des Stockes. Seibert 1, V.

Fig. 5. Schnitt durch eine Knospe, aus welcher eine Tochterknospe eben hervorgeht. Man sieht den Rest der Knospungszone *kz*. Zeiss 2, D.

Fig. 6. Schnitt durch die Knospungszone und die ektodermale Schicht einer jungen Knospe. Zeiss 2, F.

Fig. 7. Schnitt durch eine Knospe, welche im Begriffe ist, eine Tochterknospe zu erzeugen. Seibert 1, V.

Fig. 8. Querschnitt einer ganz jungen Knospe. Man bemerkt die Verdickung der äußeren Haut an der dorsalen Seite, aus welcher später die ektodermalen Organe hervorgehen. Seibert 1, V.

Fig. 9. Querschnitt des distalen Theiles einer etwas weiter entwickelten Knospe. Seibert 1, V.

Fig. 10 und 11. Zwei Querschnitte einer Knospe von demselben Stadium wie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 9. Fig. 10 Querschnitt des mittleren, Fig. 11 des proximalen Abschnittes. Seibert 1, V.

Fig. 12. Schnitt durch eine Knospe mit drei Tochterknospen. Zeiss 2, D.

Fig. 13. Längsschnitt einer Knospe. Die Ingestionsöffnung ist bereits vorhanden. Die Ganglionzellen haben sich unterhalb der rohrförmigen Anlage der Hypophysis gesammelt. Die letztere ist jetzt an den beiden Enden offen. Seibert 1, V.

Fig. 14. Querschnitt der ausgewachsenen Kieme. Zeiss 2, F.

Tafel XXI.

Fig. 15. Einzelthier von Botryllus, von oben gesehen. Die Kiemenwandung, der hintere Abschnitt des Endostyls und das Verdauungssystem scheinen durch die obere Körperwand durch. Zeiss 2, A.

Fig. 16. Darmtractus einer vollendeten Knospe. Aus Schnitten rekonstruirt. Zeiss 2, DD.

Fig. 17. Querschnitt einer Knospe. Die Herzanlage ist noch kugelförmig. Seibert 1, V.

Fig. 18. Theil eines Schnittes durch ein ausgewachsenes Thier. Diese Figur stellt die neben der Einfuhröffnung liegende Region der Körperwand dar. Zeiss 2, F.

Fig. 19 und 20. Zwei Querschnitte einer jungen Knospe, aus einer Serie. In Fig. 20 ist die Herzanlage als eine solide Wucherung der Wand der inneren Blase zu bemerken. Seibert 1, V.

Fig. 21, 22 u. 23. Drei Schnitte einer etwas weiter entwickelten Knospe. Hier weist die Herzanlage schon ein Lumen auf. Seibert 1, V.

Fig. 24. Schnitt einer Knospe mit zwei Tochterknospen. Die Entwicklung des Herzens ist beinahe vollendet. Zeiss 2, D.

Fig. 25. Theil eines Schnittes durch ein ausgewachsenes Thier. In dieser Figur sieht man einen Querschnitt des Herzens. Zeiss 2, F.

Fig. 26. Schnitt durch das Rectum und die Rectaldrüse. Zeiss 2, F.

Fig. 27. Querschnitt des Endostyls. Zeiss 2, F.

Tafel XXII.

Fig. 28. Schnitt durch eine Knospe, in welcher sich die Egestionsöffnung eben gebildet hat. Seibert 1, V.

Fig. 29. Theil eines Längsschnittes einer Knospe mit Gehirn und Hypophysis. Seibert 1, V.

Fig. 30. Dasselbe von einer etwas älteren Knospe. Seibert 1, V.

Fig. 31. Theil eines Längsschnittes durch ein ausgewachsenes Thier mit Gehirn und Hypophysis. Zeiss 2, F.

Fig. 32. Schnitt durch eine Knospe. Die Anlage des Gehirns und die des Endostyls sind zu bemerken. Seibert 1, V.

Fig. 33. Querschnitt der Hypophysisanlage und der an ihr liegenden Ektodermschicht. Seibert 1, Immers. Nr. 7.

Fig. 34. Ein Ei im Blutraum eines ektodermalen Fortsatzes flottirend. Zeiss 2, F.

Fig. 35. Längsschnitt zwei gegenüber liegender Individuen eines Systems. *tu.r*, Abschnitte der Tunica, die nach innen gekrempt sind. Zeiss 2, aa.

Fig. 36. Schematische Darstellung eines Einzelthieres von Botryllus. *tu.r*, wie in Fig. 35. Um sämmtliche Organe in ihrer gegenseitigen Lagerung zur Anschauung zu bringen, ist die (in Bezug auf das Auge) vordere Hälfte der Körperwandung ab-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

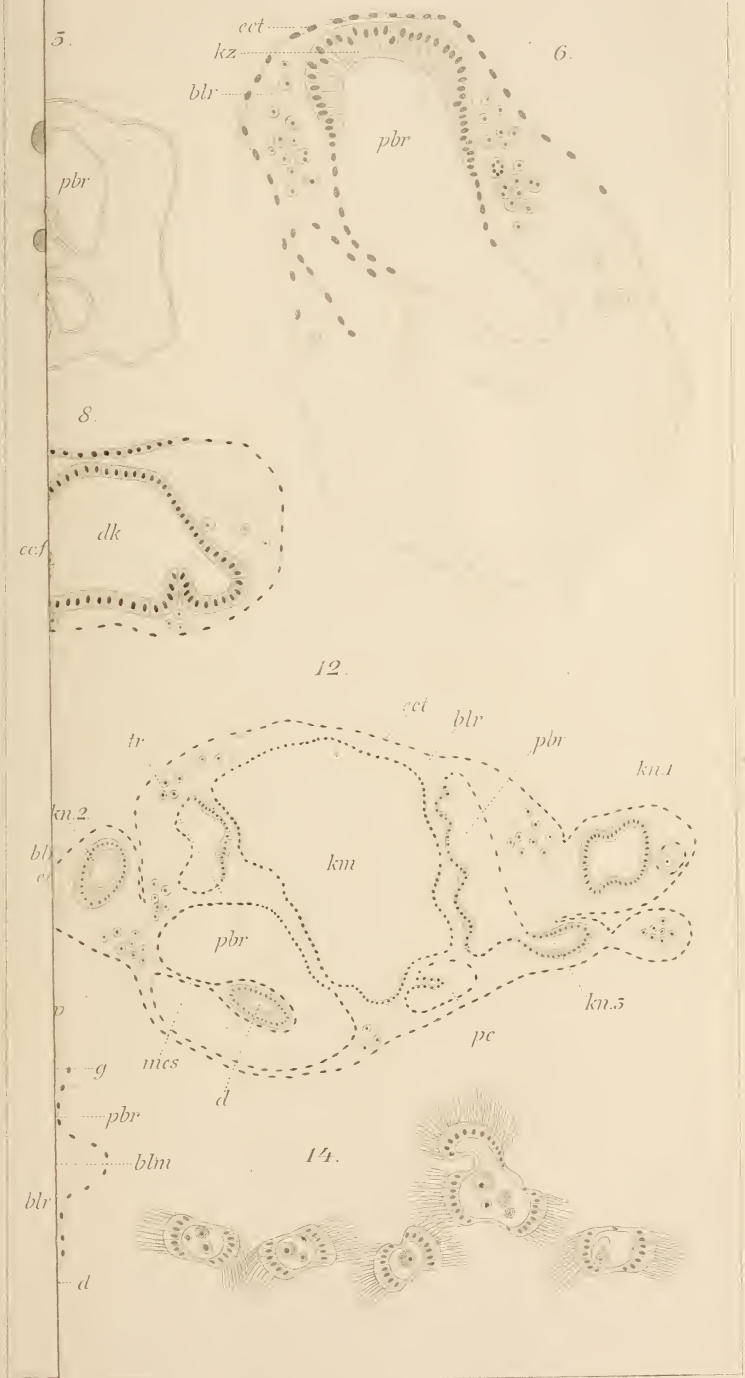
gehoben, eben so der obere Theil der vorderen Kiemenwand. Ferner ist bei *H* ein ringförmiger Abschnitt der Magenwandung herausgeschnitten worden, um die inneren Längsfalten des Magens zur Ansicht zu bringen. Endlich wurde zwischen *Y* und *Z* ein Stück des Rectums herausgenommen, um einerseits die im Inneren der Rectalwandung (im weiteren Sinne) verlaufenden Rectaldrüsenschläuche zu zeigen, andererseits das zwischen Rectum und Magen gelagerte Coecum sichtbar zu machen.

Fig. 37. Längsschnitt einer Knospe mit einer Tochterknospe. Die zwei parallelen Striche zeigen die Stelle der Einfuhröffnung. Seibert 1, III.

Fig. 38. Horizontalschnitt eines Einzelthieres mit fünf Knospen. Die Figur ist aus verschiedenen Schnitten zusammengesetzt. Die Knospen sind nach ihrem Alter nummerirt. Seibert 1, III.

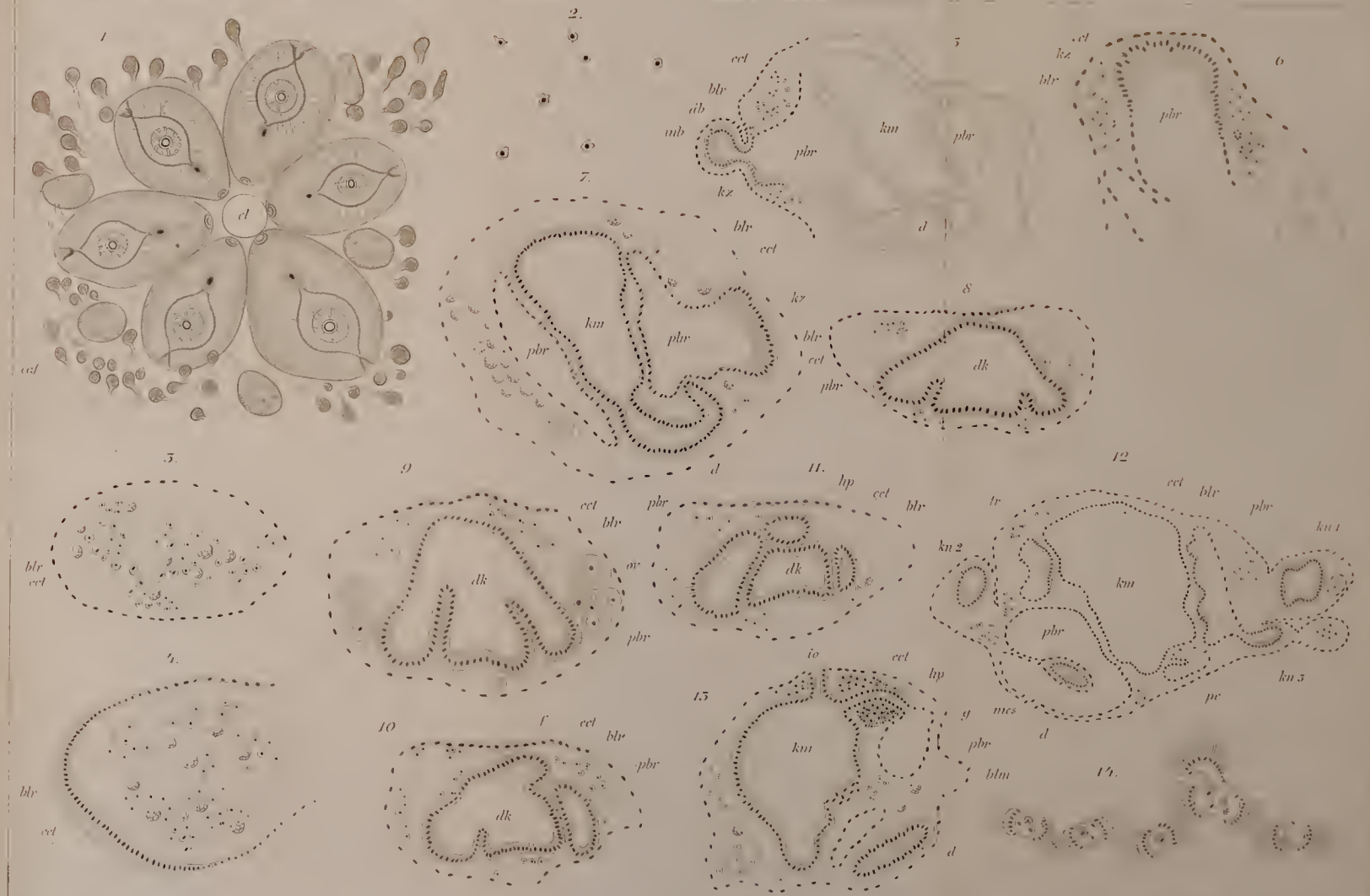
Fig. 39. Schnitt durch eine Knospe mit zwei Tochterknospen. Zeiss 2, D.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



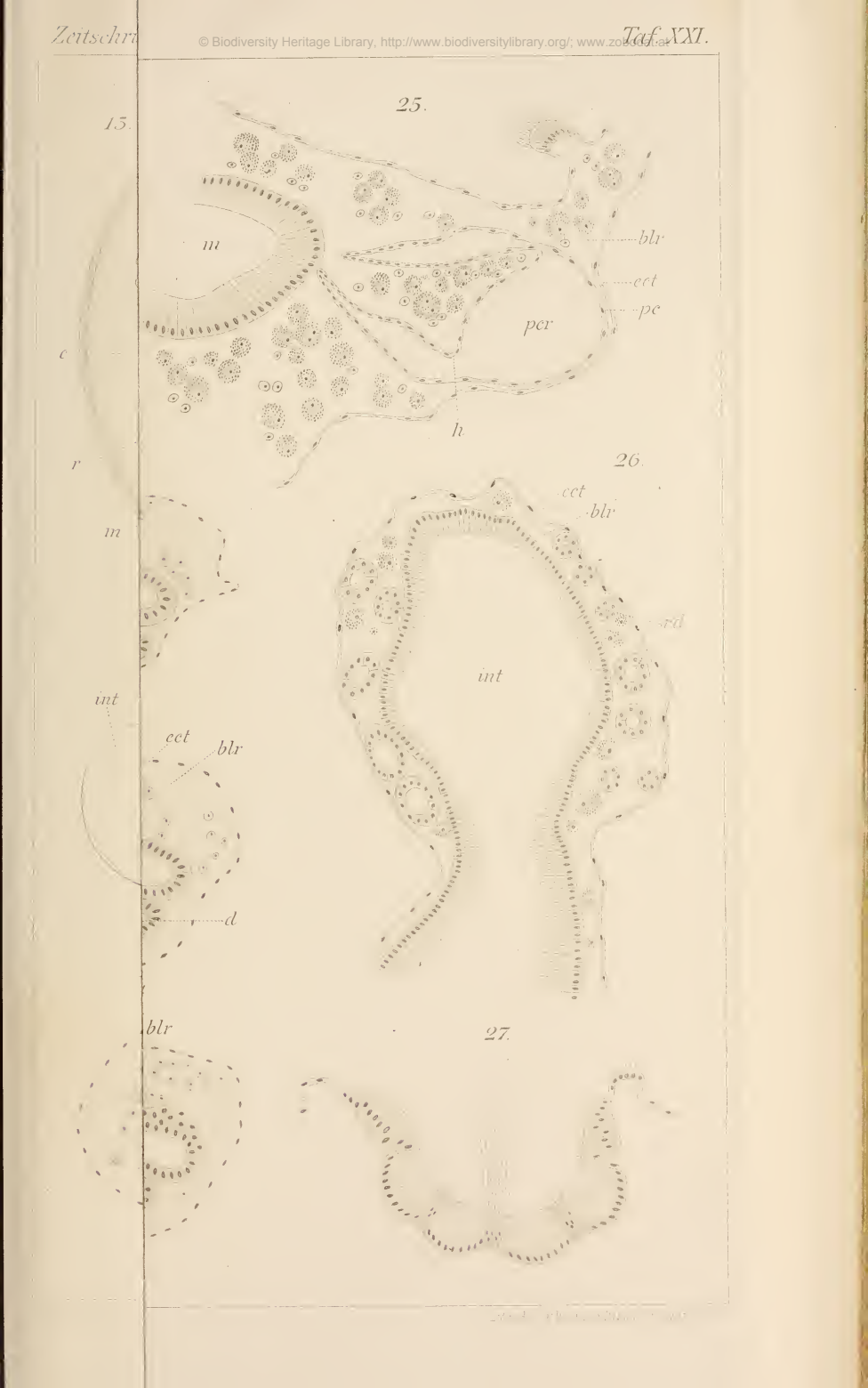
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



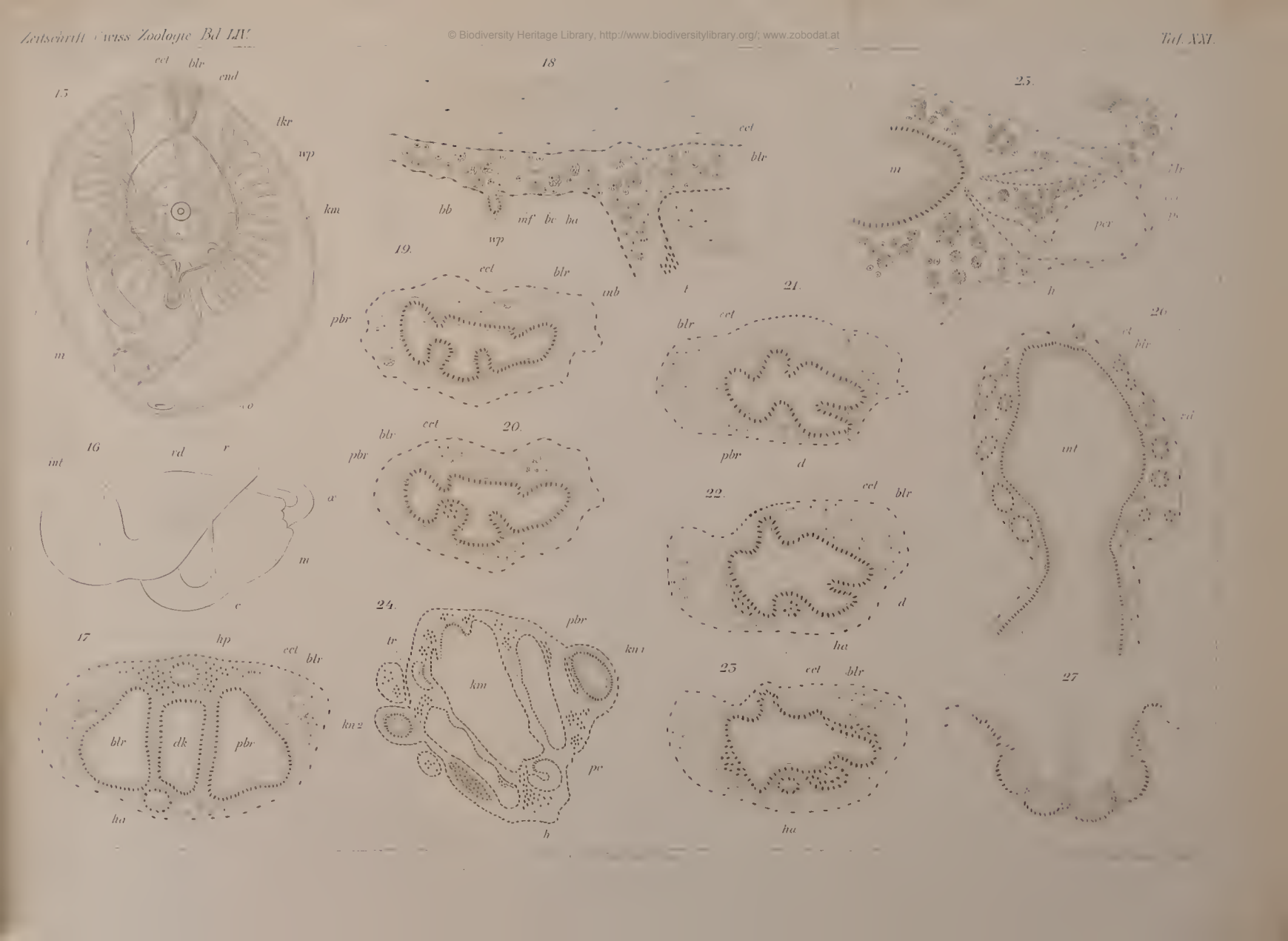
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



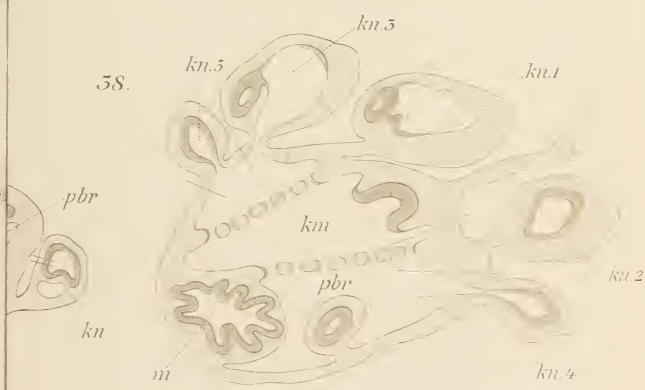
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

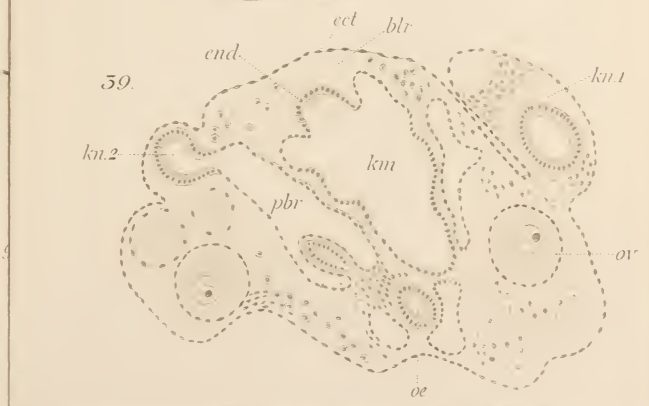
28.

29.

38.



39.



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: 54

Autor(en)/Author(s): Oka Asajiro

Artikel/Article: Über die Knospung der Botrylliden. 521-547