

VII. c₁**Bryozoa**

von ERNST MARCUS, Berlin

Mit 168 Abbildungen

Charakteristik

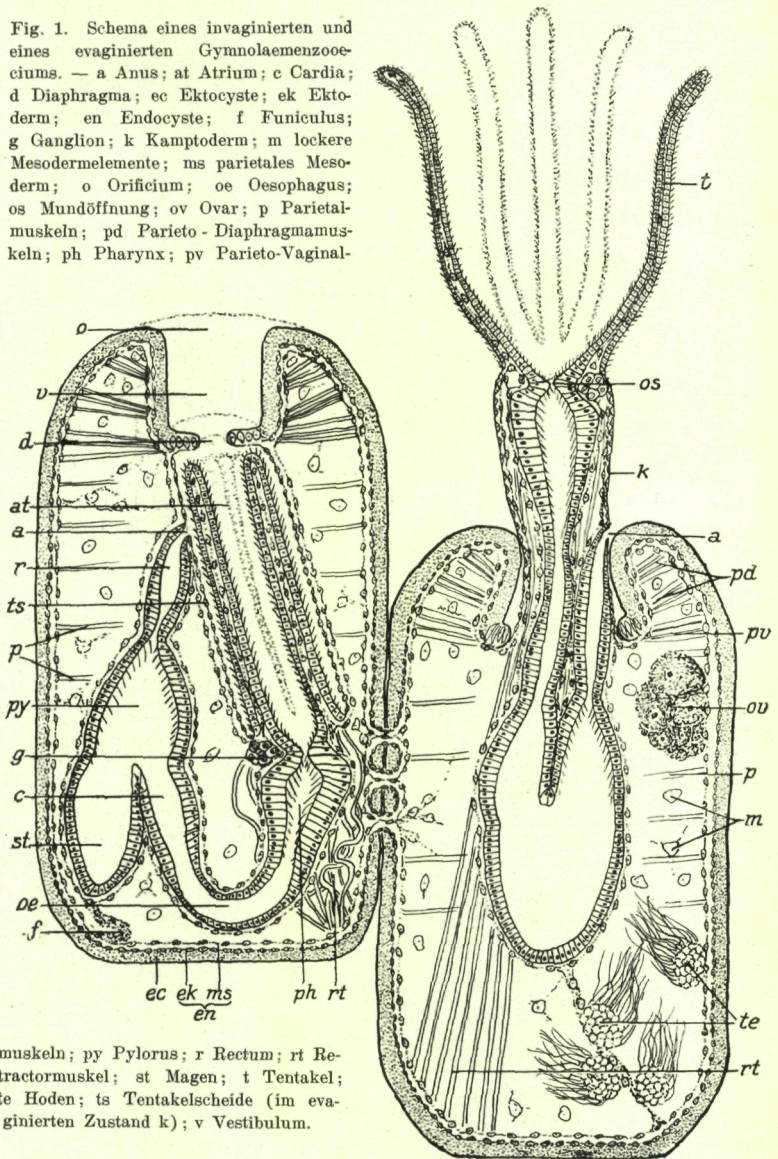
Entoprocta und *Ectoprocta* (Bryozoa, Polyzoa) sind zwei völlig getrennte Gruppen der *Protostomia*. Die *Entoprocta* bilden eine Klasse der niederen Würmer (*Scolecida*). Die *Bryozoa* gehören zum Tierstamm der *Tentaculata* (Kranzfühler), früher als *Molluscoidea* (Muschellinge) bezeichnet. Die Tentakulaten vereinigen mit Homologien zu dem großen Kreis der Trochophora-Tiere (Anneliden, Mollusken u. a.) auch Beziehungen zu den *Deuterostomia* (HEIDER).

SEELIGERS gedankenreiche Verknüpfung (1904) der Entoprocten- und Bryozoenlarve mit der Trochophora lässt auch die *Entoprocta* als in den Kreis der Trochophora-Tiere gehörig erkennen. Unberührt bleibt davon der prinzipielle, während der Metamorphose zu Tage tretende Unterschied zwischen beiden Gruppen, der es unmöglich macht, die analogen Organe beider zu homologisieren. Die Organisation der Entoprocten wird über dem Prostomialfeld errichtet. Die Bryozoen sind im Prinzip über dem Neuralfeld aufgebaut und embryologisch und anatomisch eng mit den *Phoronidea* verknüpft.

Von den beiden Unterklassen der *Bryozoa*, den *Phylactolaemata* (*Lophopoda*) und den *Gymnolaemata* (*Stelmatopoda*) kommt hier als marine Gruppe nur die zweite in Betracht. Ihre Diagnose lautet: *Protostomia* ohne Metamerie; die mikroskopisch kleinen, meist hermaphroditischen Individuen (Zooecien) zu festsitzenden Stöcken (Zoarien, Bryarien) vereinigt. Bewimperte Tentakel (Fig. 1, t) sind kreisförmig um die Mundöffnung (Fig. 1, os) angeordnet, außerhalb von ihnen, aber in Mundnähe, liegt der After (Fig. 1, a). Die Tentakel sind in ein geräumiges Cölom zurückziehbar, innerhalb dessen der Weichkörper (Polypid) von einer mit chitiniger oder verkalkter Kutikula versehenen Leibeswand (Cystid) umschlossen liegt (Fig. 1, 11, 26*). Das Ganglion liegt dorsal (Fig. 1, g); Zirkulationsorgane fehlen; die Fortpflanzung erfolgt ungeschlechtlich als Knospung (Fig. 25, 26, 27), geschlechtlich

* Außer bei einer Art mit zwei unmittelbar nacheinander in einem Cystid auftretenden Polypiden (S. VII. c 31) und Larven, die zwei Polypide gleichzeitig liefern (S. VII. c 39, 40), kommen 2 Polypide gleichzeitig in einem Cystid bei *Membranipora armata* (WATERS: 1913) aus unbekannten Ursachen, anderswo als vielleicht pathologische Bildungen vor (vgl. S. VII. c 49.).

Fig. 1. Schema eines invaginierten und eines evaginierten Gymnolaemenzooeciums. — a Anus; at Atrium; c Cardia; d Diaphragma; ec Ektocyste; ek Ekto-
derm; en Endocyste; f Funiculus; g Ganglion; k Kamptoderm; m lockere Mesodermelemente; ms parietales Mesoder-
m; o Orificium; oe Oesophagus; os Mundöffnung; ov Ovar; p Parietal-
muskeln; pd Parieto-Diaphragmamus-
keln; ph Pharynx; pv Parieto-Vaginal-



muskeln; py Pylorus; r Rectum; rt Re-
tractormuskel; st Magen; t Tentakel;
te Hoden; ts Tentakelscheide (im eva-
ginierten Zustand k); v Vestibulum.

mit Metamorphose (Fig. 20). Fast ausnahmslos marin; in den Meeren aller Zonen verbreitet.

Eine Bestimmungstabelle der Nord- und Ostseebryozoen befindet sich am Schluß (S. VII c 78–98); ihre Benutzung hat die Kenntnis der im folgenden geschilderten Anatomie und der Wuchsformen zur Voraussetzung.

Technik der Untersuchung

Zur Fixierung verwendet man Sublimat oder Sublimatalkohol, für Erhaltung der Anatomie und größeren Histologie genügt starker, mindestens 96-prozentiger Alkohol. Zum Entkalken darf man nur dann starke Säuren benutzen, wenn es lediglich auf Erhaltung der Chitinteile (zu Determinationszwecken) ankommt; für Weichkörperpräparate empfiehlt sich hochprozentiger Alkohol mit ganz wenig eben wirksamem, ständig zu erneuerndem HCl-Zusatz, um die gewebezerreißenden CO₂-Blasen zu vermeiden. Für Schnitte ist im allgemeinen der Weg über Xylol in Kanadabalsam gangbar, AGATZ (1912) empfiehlt zur Vermeidung gelegentlicher Schrumpfung Zedernöl. Für Totalpräparate zarter Cheilostomen und Ctenostomen, für deren Abtötung und Konservierung sich 5 % Formol empfiehlt, ist der Einschluß in Kanadabalsam nur möglich, wenn vom Alc. abs. in mit Alc. abs. gelösten Kanadabalsam übergegangen wird (HARMER, Qu. J. micr. Sc., 46, p. 264). Schließt man in Glycerin ein, so läßt man Alkoholmaterial etwa 48 Stunden lang vorher in offener Uherschale in Glycerin liegen; nicht zu heiß verwendete Glyzeringelatine ist für Totalpräparate der derberen Formen das bequemste Einschlußmittel. Schwach verkalkte, aber chitinierte Formen (*Cheilostomata anasca*, *Catenicellidae* u. a.) werden durch Einlegen in Diaphanol durchsichtig, das erspart dann oft das Schneiden, und bringt vielfach auch die für Bestimmungszwecke wichtigen lateralen Rosettenplatten (Fig. 5) zur Anschauung. Zur Besichtigung der distalen und proximalen Rosettenplatten (Fig. 9) muß man die 1 bis 3 Tage oder noch länger in Eau-de-Javelle gelegten Zoarien unter der Präparierlupe zertrennen. Skelettpräparate erhält man durch Ausglühen eines Zoarienstückchens im Platintiegel; der großen Zerknirschlichkeit wegen ist für Dauerpräparate bestimmtes Material nicht vollständig, bis zum Weißwerden des Stückes, auszuglühen, sondern hellgrau-weißlich zu lassen. Ein kleines Wachs-tröpfchen heftet das geprühte Stück auf den Objektträger, ein mit Kanadabalsam befestigter Glasring mit aufgelegtem, rundem Deckglas bildet den Abschluß nach außen. In Kanadabalsam oder dergl. eingeschlossene Glühpräparate zerreißen beim Trocknen des Balsams vollständig. Die Glasringe lassen sich auch, einige mm weit aufgefellt, mit dem Deckglas fertig auf die Objektträger geklebt und trocken im Vorrat gehalten für Totalpräparate zarter Formen sehr gut brauchen: durch die Öffnung wird Glycerin eingefüllt, das einzuschließende Material mit der Nadel hineingebracht, Glycerin nachgefüllt und die Öffnung mit Wachs verschlossen. Gute Übersichtsbilder der Anatomie stark verkalkter Cheilostomen erhält man durch Einbetten eines Zoarienstückchens in Paraffin und Abtrennung der Basalwand (Fig. 9, b) mittels scharfen Skalpells. Nach Auslösung des Paraffins sieht man in die Zoecien von hinten her hinein und mit Ausnahme der manchmal

an der Basalwand entspringenden Retraktoren alle Teile des Polypiden in natürlichem Situs. Für eine besondere Einrichtung zur allseitigen Betrachtung von Cyclostomenzoarien sei auf HARMER (Qu. J. micr. Sc., **39**, p. 73 ff.) verwiesen; für die zur Erzielung von Präparaten mit evaginieren Polypiden anzuwendenden Betäubungsmethoden (Chloralhydrat, Kokain, Alkohol, Süßwasser) auf die Lehrbücher der mikroskopischen Technik (z. B. LEE u. MAYER 4. Aufl., p. 17; MAYER, 1920, p. 14 ff.); meine Erfahrungen sprechen am meisten für Kokain. HASPER (1912) betäubt mit Mentholkristallen.

Äußere Gestalt Die Bryozoenkolonien sind breit-blättrig (*Flustra*, Fig. 2 a) oder strauchartig (*Caberea*, *Scrupocellaria*) gestaltet,

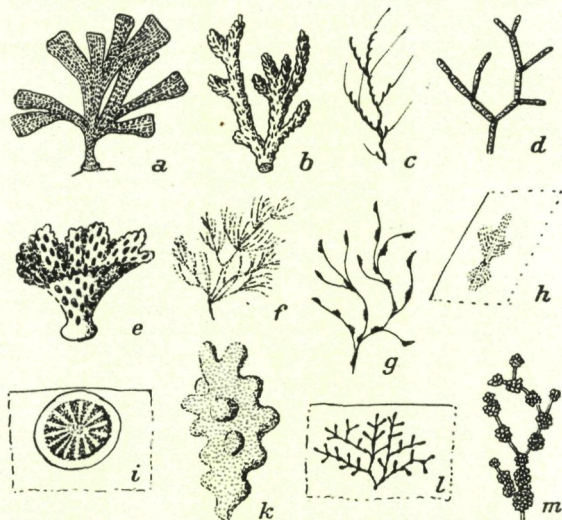


Fig. 2. Beispiele für Wuchsformen bei Bryozoen.
a) *Flustra papyracea* Ell. Sol. b) *Cellepora dichotoma* Hcks.
c) *Crisia cornuta* (L.). d) *Cellaria johnsoni* (Bsk.). e) *Retepora couchii* Hcks. f) *Bugula avicularia* (L.). g) *Amathia lendigera* (L.). h) *Membranipora pilosa* (L.). i) *Lichenopora regularis* (d'Orb.). k) *Aleyonidium gelatinosum* (L.).
l) *Hippothoa divaricata* Lmx. m) *Cryptopolyzoon wilsoni* (Dendy). h, i, l auf Substrat.

sie gleichen bald starren, kalkigen Korallen, etwa Acroporiden, mit baumförmigen Verästelungen (*Porella*, *Escharoides*, *Cellepora*, Fig. 2 b, *Hornera*, *Idmonea*, *Tubulipora*, Fig. 90 u. a.) oder netzartigen Trichtern (*Retepora*, Fig. 2 e), bald Kalkalgen, etwa Corallinen (*Cellaria*, Fig. 2 d, *Crisia*, Fig. 2 c) oder weichen, zerfaserten Horntangbüscheln (*Bugula*, Fig. 2 f, *Mimosella*, *Bowerbankia*, *Amathia*, Fig. 2 g); sie bilden kalkige Überzüge (*Membranipora*, Fig. 2 h, *Lepralia*, *Schizoporella*, *Smittina*, *Stomatopora* Fig. 88, *Diastopora* Fig. 86, *Lichenopora* Fig. 2 i, Fig. 84 und viele andere) oder filzig-weiche, schwammige, auch

gallertige (*Alcyonidium* Fig. 2 k, *Flustrella*), kalkig-klumpige Krusten (*Cellepora* und viele andere) oder feinste Filigrangewebe (*Beania* Fig. 25, *Membranipora*, *Hippothoa* Fig. 21, *Arachnidium*). Die Mannigfaltigkeit der Zoariengestalt ist damit, namentlich auch im Hinblick auf exotische Gattungen (*Spiralaria*, *Cupularia*, *Adeona*, *Cryptopolyzoon* Fig. 2 m, *Paralcyonidium*, *Ascorhiza* u. a.*) bei weitem nicht erschöpft.

Der Modus der Zusammenordnung der Individuen ergibt einzeilige (Fig. 108, 130) gerade oder spiralig gedrehte, zweizeilige (Fig. 94, 98, 103 u. a.) oder vielzeilige (Fig. 92, 95, 116) Reihen, bei denen die Zoocien mit den Lateral- (Fig. 93, 140 u. a.) oder Basalseiten (Fig. 63, 97) zusammenstoßen können. Die bald geraden, bald schiefzackigen Reihen können frei, d. h. lateral voneinander getrennt (Fig. 62), oder teilweise oder sämtlich miteinander verwachsen sein (Fig. 80 a), sie können alle nach einer Richtung (Fig. 78) oder strahlig (Fig. 84) oder fächerförmig (Fig. 85) verlaufen, ebene Krusten, ein- oder zwei-seitige Blätter und cylindrische (Fig. 2 d) oder vierkantige (Fig. 116, 117) Zweige bilden, die Zoocienöffnungen dann auf 1 bis 4 Seiten haben. Chitinine Röhren (vgl. Kenozoocien, S. VII. c 51), die STEWART (1900) als Beispiel für den Mechanismus biegsamer Gliederung herangezogen hat, bilden im einzelnen sehr verschiedenartig gestaltete Gelenke (HARMER 1923) (Fig. 3); die zwischen 2 solchen Gelenken befindlichen Internodien können aus 1 (Fig. 58), 2 (Fig. 50) oder mehreren Zoocien bestehen (Fig. 28, 102).

Die Wuchsform des Stockes ist im allgemeinen für die erste Bestimmung einer Gattung wohl zu verwenden, unterliegt aber im einzelnen mannigfachen Modifikationen, indem z. B. innerhalb von Gattungen mit gewöhnlich inkrustierenden Formen gelegentlich frei aufrecht wachsende auftreten und umgekehrt (vgl. Variabilität, S. VII. c 64). Während Wuchsmerkmale gelegentlich zu Artmerkmalen werden (*Membranipora commensale* Kirkp. Metzel., *Lepralia bifurcata* Wat.), umschließt andererseits die durch ihre Wuchsform scheinbar so wohl umgrenzte Gattung *Retepora* (Fig. 2 e) auch inkrustierende Formen (LEVINSEN).

Die Größe der Kolonien variiert nach Spezies und Alter erheblich; so sind Anfangskolonien etwa von *Cribrilina* (Fig. 134, 164) oder *Schizoporella hyalina* (Fig. 161) kaum 1 qmm groß, dagegen *Flustra*-Stöcke (Fig. 2 a) von 15 cm Höhe keine Seltenheit, *Alcyonidium*-Kolonien (Fig. 2 k) erreichen eine Länge von 60 bis 90 cm, und von LANDSBOROUGH wird mitgeteilt, daß auf *Laminaria* in 1½ m Länge und 20 cm Breite einheitlich inkrustierende *Membranipora membranacea* (Fig. 154) gefunden wurde; die Zahl der Individuen eines 13 g schweren,

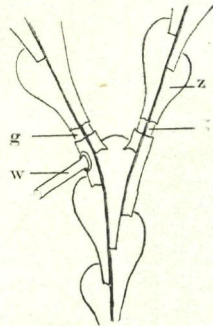


Fig. 3. Basalansicht von *Menipea ternata* (Eil. Sol.) (nach HARMER).
g chitinine Gliedstücke;
w Wurzelfaser;
z Zoocium.

*) Zur Verdeutlichung der Gesamtbiologie werden im folgenden gelegentlich auch nicht der Nord- und Ostseefauna angehörige Formen berührt.

also die Durchschnittsgröße aufweisenden *Flustra*-Stockes gibt STEUER mit 1 333 000 an; dieser doppelseitig gewachsenen Form gegenüber hätte die erwähnte *Membranipora*-Kolonie 2300 000 Einzeltiere gehabt, die freilich sicher nicht alle gleichzeitig am Leben waren. Die Zooecienlänge beträgt durchschnittlich etwa 300—400 μ , die Breite meist kaum mehr als die Hälfte, die Dicke annähernd 200 μ oder weniger; alle diese Angaben stimmen nur für den Durchschnitt bei inkrustierenden Cheilostomen (etwa *Membranipora*), die frei-aufrechten sind erheblich größer, ebenso die meisten Cyclostomen. Die längsten Zooecien hat wohl mit 4,6 mm die Ctenostomenart *Cylindroecium altum* Kirkp. Von dem großwüchsigen Genus *Cylindroecium* (Fig. 77) gibt HARMER zahlreiche Messungen, die bei einer Art von demselben Fundort ergeben: junge Zooecien: 900 bis 1520 μ Länge, 175—190 μ Durchmesser (die Zooecien sind cylindrisch); alte Zooecien 3280—3920 μ Länge (für degenerierte: 800 bis 1520 μ), 190—255 μ Durchmesser. Wie in anderen Tiergruppen sind auch bei den Bryozoen die arktischen Individuen größer als die artgleichen oder naheverwandten borealen; das fand NORDGAARD bei *Bowerbankia imbricata* (Fig. 69 a), bei *Menipea* (Fig. 102), *Gemellaria* (Fig. 97) und *Mucronella sincera*, wo die arktischen Zooecien 1200 μ Länge und 480 μ Breite aufwiesen gegenüber kaum halb so großen borealen *Mucronellaspezies**). Für die Larven könnte als Durchschnittsgröße 250—400 μ angegeben werden, die *Crisia*-Larve mißt nur 70 μ , die von *Hornera* 480 μ , die von *Flustrella* 1 mm. Für Cheilostomenlarven werden ähnliche Zahlen mitgeteilt. *Bugula* 160 μ , *Systenopora* 370 μ . Beim *Cyphonautes compressus* (Fig. 22 F), der Larve von *Membranipora pilosa*, hat die Nordseeform eine größte Schalenbreite von 430—485 μ , der auch in der Ostsee nicht seltene, vielleicht (LOHMANN) zu *M. monostachys* gehörige *Cyphonautes balticus* eine solche von 210 bis 390 μ .

Die häufigsten Farben der Kolonien sind elfenbeinartig, weißlich-gelb, gelb bis orangerot, bräunlich oder auch bleifarbig (trockenes Material von *Bugula dentata*); eine braune Kolonie wie *Flustrella hispida* (Fig. 53) erscheint im Leben wie von einem bläulichen Hof, den Tentakelkränzen, umgeben (HARMER). Nur dann ist es die Kutikula, welche die Färbung des Zoariums bestimmt, wenn mit zunehmender Dicke im Alter die Zooecien braunschwärzlich werden (*Cheilostomata anasca*, *Ctenostomata*); bei *Lepralia cucullata* zeigt das Operculum regelmäßig einen fast schwarzen Medianstreifen. Gewöhnlich bestimmt das Polypid die Farbe, so bei den oft dunkelrot-violett durch das Cystid schimmernden *Lepralia*- und *Schizoporella*-Arten. Blau ist das Polypid bei *Bugula dentata*, kräftig braunrot wirkt das Zoarium von *Bugula neritina* (Fig. 94), wo die Farbe oft ausschließlich in der Wand des Verdauungstrakts und dem lockeren Mesoderm (Parenchymgewebe bei CALVET) sitzt, leuchtend gelb ist die lebende *Schizoporella sinuosa*, hellgrün *Schizoporella viridis*. Bei den exotischen Familien der *Holo-*

*) Um dem Nichtspezialisten auch in systematischer Hinsicht eine Orientierung zu ermöglichen, wurde die Nomenklatur von TH. HINCKS „British marine *Polyzoa*“ (1880) verwendet. Nur die seitdem als präokkupiert erkannten Namen *Smittia* und *Bicellaria* sind durch *Smittina* und *Bicellariella* ersetzt.

porcellidae und *Adeonidae* sind bräunlich-rote und violette Farben häufig, die nach WATERS (1918) bei Museumsstücken im Licht gebleicht wurden; von *Holoporella* beschreibt WATERS (1909) die in den Porenrohren und unter der äußersten Cystidmembran, der Epithek, abgelagerten Pigmentzellen. Die Farben von *Bugula neritina*, *B. avicularia* und *Flustra papyrea*, sowie den Sitz des Pigments bei ihnen beschreibt HARMER (1892). Bei den Larven weist das dotterreiche Gewebe gelbliche, rötliche, bräunliche und olivenfarbige Töne auf; dunkelbraun- bis mennigrote Pigmentflecke werden als lichtempfindlich bezeichnet (vgl. Sinnesleben, S. VII. c 28). Den Farben der Bryozoen kommt keine selektive oder Schutzbedeutung zu (Mc INTOSH 1901).

Innere Anatomie und Histologie des Cystids

Während die Anatomie des Polypids aus den Abschnitten über Bewegung (S. VII. c 18 ff.) und Ernährung (S. VII. c 24 ff.) klar wird, bedarf das Cystid einiger Erläuterung. Die Leibeswand besteht aus der Ektozyste (Fig. 1, ec) und der Endozyste (Fig. 1, en). Die letzte wird vom parietalen Mesoderm (Fig. 1, ms) innen und Ektoderm (Fig. 1, ek) außen gebildet, über dem die Ektozyste als chitinige oder verkalkte Kutikula lagert. Je nachdem, ob das Kalkskelett frontal von einer kutikularen Membran, Epithek (Fig. 4, ep) überkleidet ist oder nicht, unterscheidet man Kryptozyste (Fig. 4, c; 8, c) und Gymnozyste (die Ektozyste in Fig. 1). Die Epithek liegt meist der Kryptozyste nicht glatt auf, sondern läßt zwischen sich und ihr einen endothelial ausgekleideten, von Leibeshöhlenflüssigkeit und lockeren Mesodermelementen erfüllten Raum frei, die Hypostege (Fig. 4, h). KELLY ((1901) nennt die Gerüstsubstanz Kalzit; WALTHER (1894) gibt an, daß im Skelett auch $MgCO_3$ enthalten ist. W. J. SCHMIDT (1924) beschreibt das Verhalten des Skeletts im polarisierten Licht. Wie die Verkalkung vor sich geht, ist noch strittig: nach der Kutikulartheorie (NITSCHKE, HARMER) findet die Kalkablagerung in der mittleren Schicht der an den Stellen der Verkalkung aus 3 Lagen bestehenden Kutikula statt; während die Zellulartheorie (OSTROUMOFF, PERGENS) eine Verkalkung der Ektodermzellen selbst annimmt (vgl. LEVINSSEN 1909, p. 1 ff.). Neben den chitinen, teilweise glashell durchsichtigen Cystiden (Cheilostomen part., Ctenostomen part.) und den verkalkten (Cheilostomen part., alle Cyclostomen), finden sich besonders bei Ctenostomen auch solche, bei denen Sandkörnchen, Schlammartikel, Foraminiferenschalen und ähnliches in der Kutikula inkrustiert werden (*Alcyonidium* Fig. 2 k, *Cylindroecium* Fig. 77 u. a.); das extremste Beispiel hierfür ist *Cryptopolyzoon* Dendy (Fig. 2 m).

Geht man vom Schema der ein Substrat inkrustierenden Cheilostomenform aus, so heißt die dem Substrat anliegende Seite Basal-

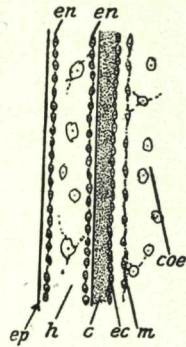


Fig. 4.
Schema des Aufbaus der Zooecienwand bei Ausbildung einer Kryptozyste. c Kryptocyste; coe Coelom mit den lockeren Mesodermelementen; ec Ektoderm; en Endothel, die Hypostege auskleidend; ep Epithek; h Hypostege mit den lockeren Mesodermelementen; m parietales Mesoderm.

oder Dorsalwand (oder Seite, Fig. 9, b), die gegenüberliegende Frontal- oder Ventralwand (Fig. 9, f). Die letzte ist im Vergleich zu den anderen Wänden oft schwächer chitinisiert oder verkalkt und wird dann von der Aperturmembran gebildet (Fig. 93, 94, 101, 109 u. a.). Die in der Knospungsrichtung liegende Wand ist die Distalwand, die gegenüberliegende die Proximalwand, die beiden Lateralwände verbindenden Proximal- und Distalwand (Fig. 5, 9). Bei Zooecien, die sich

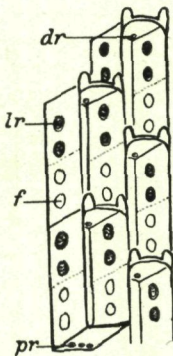


Fig. 5. I. Schema der intrazoozialen Verbindung der Zooecien: Rosettenplatten. dr Rosettenplatte der Distalwand; f Foramen, der lateralen Rosettenplatte des Nachbarzooeciums entsprechend; lr Rosettenplatte der Lateralwand; pr Rosettenplatte der Proximalwand.

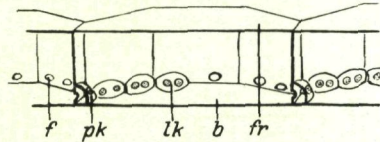


Fig. 6 A. II. Schema der intrazoozialen Verbindung der Zooecien: Porenkammern. b Basalwand; f Foramen, der latero-basalen Porenkammer des Nachbarzooeciums entsprechend; fr Frontalwand des Zooeciums; lk latero-basale Porenkammer; pk latero-proximale Porenkammer.

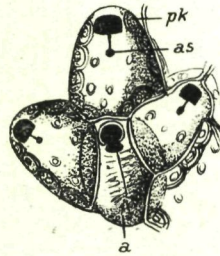


Fig. 6 B. Porenkammern in einer Jungkolonie von *Microporella* (*Haplopoma*) *impressa* (Aud.) (nach LEVINSEN). a Ancestrula mit officialem Sinus; as Ascoporus; pk Porenkammer.

der Kugel- (*Hippothoa* Fig. 129, *Cellepora* u. a.) oder Cylindergestalt (*Porina* Fig. 144, *Cyclostomata* Fig. 78 ff., *Bowerbankia* Fig. 67 ff. u. a.) nähern, oder bei irregulären Formen (*Scruparia* Fig. 108, *Arachnidium* Fig. 54, *Buskia* Fig. 57), verwischen sich die Wandabgrenzungen mehr oder weniger. Während bei den Cyclostomen und Ctenostomen die benachbarten Zooecien durch zahlreiche Wandporen verbunden sind, durch die hindurch Stränge lebenden, mesenchymatischen Gewebes (lockeres Mesodermgewebe, Funiculargewebe, cordons latéraux) ziehen (Fig. 66), sind die Waddurchbrechungen bei den Cheilostomen meist der Zahl nach beschränkt. Sie finden sich, als Porenkammern oder als Rosettenplatten ausgebildet, an den zusammenstoßenden Wänden der Zooecien; das sind meist die lateralen, die proximale und distale (Fig. 5, 6).

Die Ektozyste setzt sich bei Cheilostomen und Ctenostomen nach innen durch die Zoecienöffnung, das (primäre) Orificium (Fig. 1, o) bis zu der Stelle fort, wo eine Ringfalte, das Diaphragma (Fig. 1, 7 A, 7 C, d), die Tentakel im eingestülpten Zustand überdeckt. Dieser eingesenkte Teil der Ektozyste ist unverkalkt, heißt Vestibulum (Fig. 1, 7 A, 7 C, v) und wird bei den Cheilostomen von einer membranösen oder chitinen Klappe, dem Operculum (Fig. 7 A, op) überdeckt. Das Operculum ist ein abgegliederter Teil der Aperturmembran, bei frontal verkalkten Formen oft der einzige unverkalkte Teil der Frontalwand (Fig. 91, 159), seine proximale Achse ist mindestens jeder-

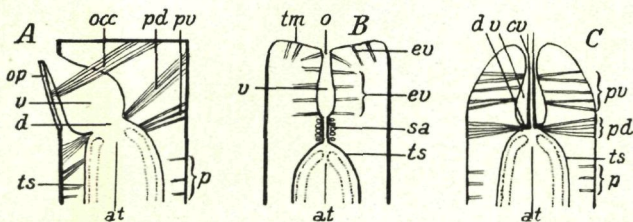


Fig. 7. Schemata der Orificalpartie von Cheilostomen (A); Cyclostomen (B); Ctenostomen (C) (nach CALVET und BORG, verändert).

at Atrium; cv Collare; d Diaphragma; ev Musc. extensores vestibuli; o Orificium; occ Musc. oclusorius operculi; op Operculum; p Musc. parietales; pd Musc. parieto-diaphragmatici; pv musc. parieto-vaginales; sa Musc. sphincter atrii; tm Terminalmembran; ts Tentakelscheide; v Vestibulum.

seits in einem Punkte fixiert. Diese Achse ist seine Drehungsachse. Das Operculum wird beim lebenden eingestülpten Tier durch Muskeln (Fig. 7 A, occ) auf das Orificium gezogen, bei der Ausstülpung und im Tode — falls nicht äußere mechanische Behinderung (Epizoen, senile Verkalkung) vorliegt — klappt es um seine proximale Achse, meist um etwa 60 bis 70° auf. Bei den Ctenostomen fehlt — wie bei den Cyclostomen — ein Operculum. Das Ctenostomendiaphragma wird durch eine zarte, borstenartig aufgefrante Membran, das Collare, verschlossen, die beim eingestülpten Tier oft wie ein geschlossenes Borstenbündel aus dem Orificium herausragt (Fig. 7 C, cv, Fig. 74, 75). Bei der Ausstülpung weicht das Collare radiär, halskrausenartig auseinander. Ein Collare neben dem Operculum haben die primitiven, den Ctenostomen nahestehenden Cheilostomengenera *Aetea* (Fig. 52), *Eucratea* (Fig. 64, 126), *Gemellaria* (Fig. 97). Muskulatur des Vestibulums und des Diaphragmas (hier Sphincter genannt, F. BORG 1923) öffnet und schließt das Cyclostomenzoöecium (Fig. 7 B).

Aus der Fülle der in ihrer Bedeutung noch unbekannten Cystid-gebilde seien hier nur erwähnt: die in die Leibeshöhle hineinragenden starken Kalkdornen bei *Menipea*-Arten (LEVINSEN 1909), und ähnliche bei *Scrupocellaria antarctica* (WATERS 1904), ferner kammartige Fortsätze bei Membraniporiden (*tehuelcha* und *nitens*, WATERS 1896) und nach innen gerichtete Röhrenbildungen, durch die das Polypid bei der Ausstülpung tritt, bei *Siphonoporella* und *Steganoporella* (HARMER

1900) und ähnliche Bildungen bei anderen *Coilostega* (LEVINSEN 1909, p. 161). Eigenartige kalkige Querwände (Tabulae) beschreibt (WATERS (1904) im Zooecienlumen von *Heteropora* und *Entalophora*; Kalkspicula (Sigmata), vielleicht als Kalkspeicher bei der Knospung bedeutsam (WATERS 1918), treten bei *Thalamoporella* zwischen Epithek und Kryptozyste und in der Leibeshöhle auf.

Vorkommen a) Fazies und Substrat. Nach ALLENS Liste (1899) ergeben sich Muschelschalen, feiner Kies- und steiniger Grund als von den Bryozoen bevorzugt gegenüber feinem Sand, auf dem vorzugsweise *Cellaria* vorkommt, die mit feinen Wurzelfäden sich an Sandkörnern und Globigerinenschalen verankert. Auf der *Cellaria* sitzen gern *Scrupocellaria*, *Crisia* u. a. Grober Kies mit Sand oder Mud sind, wie auch aus WINTHERS Untersuchung von Sund, Belt und Kattegat (1877) hervorgeht, bryozoenarm. Auf sandigem Boden können Kabel willkommene Substrate bilden, von einem solchen erhielt NORMAN (1875) 12 Spezies. Die Vorliebe für Riff- und felsigen Grund erweist auch ORTMANN'S Zusammenstellung (1894), nach der die Gegend bei Helgoland südlich vom Hornsriff, die kleine Fischerbank und die nördlichen Teile der Jütlandbank viel bryozoenreicher sind als feiner Sand, der auf der Doggerbank gerade die sonst massenhaft wachsenden Formen zurücktreten läßt. Im Schlick, auf Höhe der Wesermündung, bei Borkum und Terschelling fanden sich Bryozoen nur da, wo Seegras, Tangstücke, Steine und Muschelfragmente gelegentliche Besiedlungsmöglichkeiten boten. Für die Woods-Hole-Region nennt ALLEE (1923) als bryozoenreichstes Substrat Pfähle und Felsen, dann folgt Seegras, Sand, Kies und Mud. In dem sehr seichten Wasser des Hafens von Rovigno (5 m) fand FRIEDL (1925) eine Reihe sonst *Cystoseira* und andere Meerespflanzen besiedelnde Formen vorzugsweise auf Holz, so *Aetea truncata*, *Scrupocellaria reptans* und *Schizoporella sanguinea*. Von diesen geht *Aetea* auch auf die z. T. aus dem Wasser herausragende Brettoberseite und *Scrupocellaria* besetzt vorzugsweise die an der Oberfläche treibenden Bretter. Nur an Felsen, Schnecken- und Muschelschalen, Flaschen, Eisenstangen und ähnlichen harten Substraten fand er *Micropora* (*Calpensia*) *impressa*, *Microporella impressa* und *Schizoporella unicornis*. Nur deshalb seien diese Beobachtungen hier zitiert, weil sie zeigen, daß die Larven der verschiedenen Spezies bei der Festsetzung unter den verschiedenen Substraten auswählen. Ein Sandkorn, Muschelschalenstückchen oder eine Foraminiferenschale gibt oft das erste Substrat einer *Selenaria*-Kolonie ab, die dann durch radiäres Wachstum zu jenem napfförmigen Gebilde auswächst, das wahrscheinlich wie eine umgekehrte Untertasse frei auf dem Meeresboden ruht. An ein und derselben Lokalität dürften sich, was noch genau zu erforschen wäre, die einzelnen *Crisia*-Arten auf verschiedene, artspezifische Substrate verteilen. *Membranipora tuberculata* Bosc (= *tehuetcha* d'Orb.) ist eine Charakterform von *Sargassum*, *Buskia* bevorzugt *Lafolia*, *Setosella vulnerata* (Bsk.) kommt besonders auf ganz kleinen Steinen vor, und entsprechend kann man bei HINCKS (1880) für zahlreiche Formen die

an bestimmten Fundorten besonders oft besiedelten Substrate finden, weshalb dieser Hinweis hier genügt (vgl. Vergesellschaftung, S. VII. c. 72; Biozönosen, Parasiten, Epöken, S. VII. c 75).

b) Salzgehalt. Über die Abhängigkeit der Bryozoen vom Salzgehalt liegen wenig Angaben vor. APSTEIN hat *Cyphonautes* bei 8 bis 12, aber auch bei 34,4 ‰ gefunden. Nach der großen Zahl von atlantischen Arten zu urteilen, die bei den unregelmäßigen Veränderungen des Salzgehalts im Oberflächenwasser der Belte und des Kattegats (bei anhaltenden O-Winden, besonders im Frühjahr 10 ‰, bei starken W-Winden im Kattegat über 30 ‰; KRÜMMEL 1907) leben, ist eine gewisse Euryhalinität der meisten Bryozoen wahrscheinlich. Die Verarmung der westlichen Ostsee, die freilich noch der Erforschung bedarf, läßt ein Minimum von etwa 7 ‰ für die meisten Spezies vermuten; doch könnte die Bryozoenarmut der westlichen Ostsee auch andere, etwa erdgeschichtliche Ursachen haben. Das Rote Meer mit 38 bis 40 ‰ läßt keine Verarmung erkennen, so daß über das von Bryozoen ausgehaltene Salinitätsmaximum nichts zu sagen ist. Ob die von WINTHER (1877) mitgeteilte Kümmerform der *Crisia eburnea* aus der Ostsee (3 Internodialzoocien gegenüber 5 bei Nordseestücken) tatsächlich als solche anzusehen und durch den geringeren Salzgehalt der Beltsee verursacht ist, steht noch dahin. Als typische nordeuropäische Brackwasserformen sind zu nennen: *Victorella pavid*a (Fig. 74), zuerst in den Victoriadocks bei London gefunden, dann neuerdings bei Amsterdam (C. DRUY-VESTEYN leg., MARCUS det.) und im Unterlauf der Warnow (W. ULRICH leg. et det.), früher schon im Ryckgraben bei Greifswald (3 ‰ Salzgehalt) und im Frischen Haff. Ferner ist *Membranipora (Electra) fossaria* (HINCKS 1880 = *Membranipora pilosa* f. *membranacea* bei MÖBIUS, LENZ, BRAUN, FREESE, KOJEVNIKOV, LEVANDER) als einzige bis in die östlichen Teile der Ostsee (Bottnischer und Finnischer Golf) hinein verbreitete Art eine Brackwasserform, die oft unter 2 ‰ Salzgehalt, im Frühjahr vor Haparanda und Kronstadt sogar ganz süßes Wasser aushält. Sie ist auch bei Cuxhaven (KIRCHENPAUER) und der Kaiserschleuse bei Bremerhaven (nach briefl. Mittlg. von G. ULMER) gesammelt worden. Als dritte Brackwasserform hat *Membranipora membranacea* f. *erecta* zu gelten, die schon BASTER (1762) und PALLAS (1766) bekannt war, von METZGER (1871) aus Ostfriesland und neuerdings von BUCHNER vom Ryckgraben bei Greifswald gemeldet wurde. Eine Reihe holländischer Fundorte dieser Form, für die aufgefalteter Wuchs in den zentralen Teilen der Kolonie kennzeichnend ist, teilt TERA VAN BENTHEM JUTTING (1922) mit, und LOPPENS, der sie bei Nieuport auf *Ruppia spiralis* fand, gibt an, daß nach Öffnung der Schleusen bei starkem Regen die Art tagelang im Süßwasser lebt. Auch CHIRICAS Mitteilung (1904) spongiös wachsender *M. membranacea* an der rumänischen Küste im Brackwassergebiet (Razelm, Golovitza, Babadag) bezieht sich wahrscheinlich auf die f. *erecta*. Aus gelegentlichen Angaben über das Vorkommen von *Membranipora pilosa*, *Alcyonidium* und *Bowerbankia* im Brackwasser europäischer Küsten ist ein sicheres Bild noch nicht zu gewinnen. ANNANDALE (1911) teilt das Vorkommen von *Membranipora lacroixii* (Aud.)

(= *reticulum* L.) aus dem Brackwasser der indischen Küste mit, *M. bengalensis* Stoliczka ist dort ausschließlich Brackwasserform, ebenso *Bowerbankia caudata* f. *bengalensis*. *Victorella bengalensis* lebt in Indien in brackigem und süßem Wasser, ebenso *Paludicella* in Europa und Indien. Als ausgesprochene Süßwasserformen haben folgende Ctenostomengenera zu gelten: *Paludicella* (Europa, Asien, Nordamerika), *Histopia* (Ostasien), *Arachnoidea* (Zentralafrika) und *Pottsiella* (Nordamerika).

c) Wasserverunreinigung. Die Bryozoen sind Reinwasserformen (STEUER 1910); im detritusreichen Mündungsdistrikt des Humber fand J. THOMPSON (1908) nur 2 Arten, eine *Membranipora* und eine *Bowerbankia*.

d) Wasserentziehung. Da MAPLESTONE u. a. am Strande angespülte und trocken gewesene Bryozoen im Aquarium ihre Polypide wieder evaginieren sahen, so müssen die Bryozoen zeitweilige Wasserentziehung vertragen können; nach R. M. PACE (1906, p. 437) kommt *Flustrella hispida* sogar an Stellen vor, die bei Tiefebbe trocken liegen.

e) Wassertemperatur. Ob bei den auf arktische oder tropische Meere beschränkten Bryozoen die Temperatur das Verbreitungsgebiet bestimmt, ist nicht erforscht. Immerhin läßt das Vorkommen von *Smittina solida* in der Regel bei Temperaturen unter 0° und dem bisher festgestellten Maximum von 3,5° vermuten, daß die Temperatur, für einige Arten wenigstens, bedeutsam ist. Dafür spricht auch HARMERS Angabe (1900), daß Larven in zu warmem Aquariumwasser sich nicht festsetzen. Daß die Nord- und Ostseeformen mit der relativ hohen Jahresamplitude ihres Wohngebiets nicht gerade stenotherm sein können, ist zu erwarten; Untersuchungen über das Verhalten der Kolonien im Winter (vgl. Jahreszyklus, S. VII. c 65 ff.) im allgemeinen und speziell über den Jahreszyklus in der tiefen Norwegischen Rinne und dem Skagerrak mit ihren komplizierten Temperaturschichtungen sind wünschenswert. Aus der großen Zahl an der norwegischen W-Küste vorkommender Nordseearten wird im folgenden (nach NORDGAARD) für einige die bisher als tiefste und als höchste festgestellte Temperatur angegeben, wobei man als Augusttemperaturen in den Hoofden oder bei Helgoland 17,6° (bei 35 m) oder 16,7° (homotherm), also noch erheblich höherliegende Maxima für die angeführten Spezies zu setzen hätte: *Gemellaria loricata* -1,2° bis +10,9°; *Menipea jeffreysi* -1° bis +12,5° (Augusttemp. der irischen Küste in 64 m); *Flustra securifrons* -0,4° bis +12,6°; *Hornera lichenoides* -0,69° bis +6°; *Alcyonium gelatinosum* +0,4° bis +11,5°. Von dieser Art gibt HASSALL an, daß Polypide nach Auftauen des sie umgebenden Eises sofort evaginierten. *Porina borealis*, eine bei Florida (150 m) und den Azoren, dort also mindestens bei +12° lebende Form wurde auf 74° N (1203 m) bei -1,2° gefunden. Bezeichnet man mit NORDGAARD die Differenz zwischen Maximum und Minimum als thermobiologische Differenz, so wird man diese für sehr viele Bryozoen als hoch, sie selbst also als vielfach recht eurytherm anzugeben haben.

Horizontalverbreitung

Da die Literatur keine Liste der in der deutschen Nordsee vorkommenden Bryozoen enthält, wird hier eine

solche, den Stand der heutigen Forschung darstellende gegeben; die im einzelnen nur bei unsicherer Determination angeführte Literatur ist sämtlich berücksichtigt. Das Gebiet, für welches der angegebene Fauneninhalt gilt, ist folgendermaßen zu umgrenzen: im S Höhe von Terschelling, im W Doggerbank, im N Große Fischerbank, Jütlandbank. System und Nomenklatur sind die von HINCKS (1880).

Cheilostomata:

1. *Eucrateria chelata* (L.) Fig. 64, 126
2. *Gemellaria loricata* (L.) Fig. 97
3. *Cellularia peachii* Bsk.* Fig. 109
4. *Menipea ternata* (Ell. Sol.) Fig. 102
5. *Scrupocellaria scruposa* (L.) Fig. 104
6. *Scrupocellaria scabra* (Bened.) Fig. 105
7. *Scrupocellaria scruposa* Bsk. KIRCHENPAUER 1875) Fig. 106
8. *Scrupocellaria reptans* (L.) Fig. 107
9. *Caberea ellisii* (Flem.) Fig. 101
10. *Bicellariella ciliata* (L.) Fig. 98
11. *Bugula avicularia* (L.) Fig. 2 f
12. *Bugula flabellata* (J. V. Thomps.) Fig. 95
13. *Bugula plumosa* (Pall.)
14. *Bugula murrayana* (Johnst.)
15. *Bugula murrayana* f. *fruticosa* (Pack.)
16. *Cellaria fistulosa* (L.)* Fig. 91
17. *Cellaria borealis* (Bsk.) (KIRCHENPAUER 1875) [Determinatio fraglich]
18. *Flustra foliacea* (L.) Fig. 92
19. *Flustra papyracea* Ell. Sol. Fig. 2 a
20. *Flustra securifrons* (Pall.)
21. *Flustra carbasea* (Ell. Sol.) Fig. 93
22. *Membranipora monostachys* Bsk. f. *fossaria* Hcks. (besser als eigene Spezies; Brackwasserform).
23. *Membranipora catenularia* (James.)* Fig. 127
24. *Membranipora pilosa* (L.) Fig. 155
25. *Membranipora membranacea* (L.) Fig. 154
26. *Membranipora membranacea* f. *erecta* Loppens (Brackwasserform).
27. *Membranipora unicornis* (Flem.)
28. *Membranipora aurita* Hcks. Fig. 39
29. *Membranipora flemingii* Bsk.* Fig. 157
30. *Cribrilina punctata* (Hass.)* PETERSEN (1893) Fig. 164
31. *Cribrilina annulata* (Fabr.)
32. *Membraniporella nitida* (Johnst.) Fig. 133
33. *Microporella malusii* (Aud.) Fig. 23, 145
34. *Chorizopora brogniartii* (Aud.) Fig. 160
35. *Schizoporella vulgaris* (Moll)
36. *Schizoporella hygalina* (L.) Fig. 161
37. *Lepralia pallasiana* (Moll) Fig. 159
38. *Porella concinna* Bsk.* Fig. 135
39. *Smittina reticulata* (J. Macgill.) Fig. 143
40. *Smittina trispinosa* (Johnst.)*
41. *Mucronella coccinea* (Abild.)
42. *Mucronella pavonella* (Ald.) [heißt heute: *M. arctica* M. Sars] Fig. 112
43. *Palmicellaria skenei* (Ell. Sol.) Fig. 113
44. *Retepora cellulosa* (L.)* [Spezies sehr fraglich KIRCHENPAUER 1875], wohl eher *beaniana* King]
45. *Cellepora pumicosa* L.
46. *Cellepora ramulosa* L.
47. *Cellepora dichotoma* Hcks.* Fig. 2 b
48. *Cellepora avicularis* Hcks.* Fig. 168

Cyclostomata:

49. *Crisia comuta* (L.)*
50. *Crisia eburnea* (L.)
51. *Tabulipora flabellaris* (Fabr.) Fig. 85
52. *Tabulipora palmata* Wood KIRCHENPAUER 1875) [Spec. dub.]
53. *Idmonea serpens* (L.) Fig. 89
54. *Diastopora patina* (Lam.)* Fig. 86
55. *Hornera lichenoides* (L.) Fig. 80
56. *Hornera violacea* Sars. Fig. 81
57. *Lichenopora hispida* (Flem.)* (PETERSEN 1893)

Ctenostomata:

58. *Atcyonidium gelatinosum* (L.) Fig. 2 k
59. *Atcyonidium mytili* Dalyell (=polyoum Hass.) Fig. 60
60. *Atcyonidium parasiticum* (Flem.)
61. *Flustrella hispida* (Fabr.) Fig. 53
62. *Farrella repens* (Farre) Fig. 27
63. *Valkeria uva* (L.) Fig. 71, 75

In dieser Liste sind die vom N-Rand der Jütland- und Kleinen Fischerbank gesammelten Arten durch * gekennzeichnet, da sie als Formen vom Abfall zur Norwegischen Rinne hin den aus der Deutschen Bucht stammenden Arten gegenüber unter abweichenden Bedingungen

leben. Die Gesamtzahl der „Deutschen Nordseebryozoen“ erweist sich als so niedrig gegenüber dem, was von der englisch-schottischen Küste oder von Norwegen (etwa von Kristiansand nordwärts bis Bergen) bekannt geworden ist, daß hierbei keinesfalls eine tiergeographische Erscheinung, sondern lediglich ein mangelhafter Erforschungsstand zum Ausdruck kommt: ist doch z. B. das Gesamtmateriale der Terminfahrten des „Poseidon“ noch unbearbeitet. Bei den „Deutschen Ostseebryozoen“ zeigen sich die gleichen Verhältnisse, nur in verstärktem Maße. Gegenüber 63 von LEVINSSEN (1894) als dänisch angegebenen Arten steht eine synonymisch z. T. unklare Liste (FRESE 1888) von 20 im deutschen Teil der Ostsee gesammelten Formen. Gewiß werden nicht alle LEVINSSENSchen, zumeist im Kattegat gefundenen Arten auch in der südlichen Beltsee leben, aber ganz sicher auch nicht in so großer Anzahl fehlen. Westlich der Darsser Schwelle kennt man bisher *Membranipora aurita* (Bornholm) und die 3 oben (S. VII. c 11) erwähnten Brackwasserformen *Membranipora membranacea* f. *erecta*, *M. fossaria* (= *pilosa* f. *membranacea* Aut. var.) und *Victorella pavidula*. Die Ostseefauna ist eine verarmte Nordseefauna, d. h. eine sehr stark verarmte Fauna des subarktischen (borealen) Atlantik.

Für die Beurteilung des Verhältnisses der Fauna der Nordsee zu anderen Faunen gibt HINCKS' Beschreibung von 235 Spezies der britischen, meist englischen und schottischen Küste die Grundlage. 28 davon erwähnt er nur von den Shetlandinseln; und zwar sind 8 anscheinend shetländische Lokalformen, 20 sind arktische, bei den Shetlands ihre Südgrenze erreichende Arten. Nach ALLENS Übersicht der Bryozoen von Plymouth wären dort 40 % der Gesamtfauuna arktisch bis lusitanisch (im Sinne MICHAELSENS), 9 % arktisch und boreal, 17 % boreal, 9 % boreal und lusitanisch sowie 26 % lusitanisch. Schon dieses Beispiel zeigt, daß die Nordseefauna weit nach S reicht; auch eine Übersicht mediterraner Bryozoen, solcher von den Azoren oder selbst von Madeira, würde einen erheblichen Prozentsatz auch in der Nordsee vorkommender Spezies aufweisen. Trotz unverkennbaren verstärkten arktischen Einschlages an der W-Küste des Atlantik, sowie einiger dort allein vorkommender Spezies, sind die faunistischen Grundzüge der Küste etwa bei Kap Cod die gleichen, wie die an den O-Küsten des Atlantik. Während aber an der W-Küste der St.-Lorenz-Golf bereits ein ausgesprochen arktisches Gepräge zeigt, ermöglicht der Atlantische Strom den borealen Formen ein Weitervordringen in die Arktis und beweist die Bedeutung der Temperatur für die Bryozoenverbreitung, trotzdem viele Arten eurytherm sind. So kommt an der Küste von Island die Hydrographie ganz deutlich in der Bryozoenverbreitung (NORDGAARD 1924) zum Ausdruck: Der als Ostislandstrom bezeichnete Ausläufer des Ostgrönlandstromes läßt eine rein arktische Bryozoenfauna an der O-Küste Islands entstehen, während an der S-Küste und in Andeutungen auch an der W- und N-Küste ein borealer Einschlag merkbar ist. Aus der kritischen Liste NORDGAARDS (1912) von Bryozoen des rein arktischen Bedingungen aufweisenden Karischen Meeres lasse ich die von ihm als unsicher determiniert bezeichneten Cyclostomen beiseite, so daß 89

Spezies übrig bleiben. Von diesen sind 33 auch boreal verbreitet, wobei ich arktische Varietäten borealer Arten nicht mitrechne, sondern bei den rein arktischen Spezies belasse. Es sind unter den 33 auch borealen, sowohl solche, die aus dem borealen ins arktische Gebiet übergreifen, wie *Menipea ternata*, *Membranipora lineata*, *Porella compressa* als auch arktische, die südwärts ins Borealgebiet hineinreichen, wie *Gemellaria loricata*, *Flustra securifrons*, *Alcyonidium gelatinosum*. Westwärts vom Karischen Meer, im Weißen Meer, an der Murmanküste und der von Finmarken, ist das nordwärts vordringende boreale Element entsprechend stärker und bedingt die Ähnlichkeit der Subarktis mit der Arktis* mehr als die Südwärts-Verbreitung arktischer Arten (MARCUS 1921).

Nordwärts vordringende Borealformen sind: die aufrecht verzweigt wachsende Form von *Membranipora pilosa*, die nach NORMAN (1909) an der Kontinentalküste vordringt, an britischen Küsten aber fehlt. Dies Verbreitungsbild könnte durch die allgemeine Strömungstendenz des Wassers im Englischen Kanal nach O hin zustande kommen, die einer Mittelmeerform das Überwandern nach der englischen Küste erschwert. *Flustra foliacea* im Weißen Meer bezeichnet NORDGAARD als tertiäres oder interglaziales Relikt, die typisch boreale *Flustra barleei* ist in Richtung des Atlantischen Stromes bis 72° 10' N festgestellt worden. Besonders die vorgelagerten Bänke und die freie Küste Norwegens nordwärts bis zu den Lofoten und, wie erwähnt, noch weiter werden von den borealen Formen besiedelt, während in den Fjorden mehr die südwärts vordringenden arktischen Arten sich finden. Solche sind: *Kinetoskias arborescens*, eine sonst hocharktische Spezies, die im Sognefjord in 1229 m Tiefe gefunden und von NORDGAARD als Glazialrelikt bezeichnet wurde. Die einzige echt arktische *Retepora* (NORDGAARD 1918) *R. wallichiana* im Radösund bei Bergen ist gleichfalls ein Glazialrelikt. Ganz selten kommt auch *Defrancia lucernaria*, deren S-Grenze sonst bei den Lofoten liegt, im Kristianiafjord vor. Andere Formen haben sich seit der Eiszeit nordwärts zurückgezogen, so die heute rein arktischen *Menipea smitti*, *Porella saccata*, *Myriozoum subgracile* und andere, die z. T. in glazialen Ablagerungen (Yoldia-Ton) der Ufer des Trondhjemsfjords von NORDGAARD gefunden wurden. NEVIANIS Liste (1906) tertiärer kalabrischer Formen zeigt sowohl heute auf das Mittelmeer und die atlantischen Subtropen beschränkte, als auch jetzt mediterran- bis boreale, heute also auch der Nordsee angehörige Arten, die wohl z. T. postglazial eingewandert sind, z. T. aber auch die Eiszeit im arktischen Gebiet überdauert haben (NORDGAARD 1918, p. 92). Ein Beispiel für die letzte besonders eurytherme Gruppe ist *Retepora cellulosa*, deren sichere Fundstellen im Mittelmeer und bei den Azoren einerseits, und dem nördlichen Norwegen, Franz-Josefland, Spitzbergen, Karischen Meer andererseits liegen; eine Diskontinuität, die der Annahme postglazialer Einwanderung widerspricht. Was wir freilich heute weit nordwärts, etwa von 70° N ab, an mediterranen und borealen Formen antreffen, das ist zumeist spät- oder postglazial oder rezent mit der solche Ausbreitung begünstigenden nordatlantischen Strömung eingewandert.

Denn im allgemeinen hat die Eiszeit zu einer Speziesdifferenzierung geführt: die Tertiärformen wurden auf das Mediterran- und Borealgebiet beschränkt, und in der Arktis bewirkten die veränderten Bedingungen eine Abänderung. Dadurch kamen die „Speziespaare“ NORDGAARDS (l. c.) zustande, von denen jedes aus der Tertiärform und der arktischen Varietät bzw. arktischen Parallelart besteht. Mit dem Vorbehalt, der im Hinblick auf viele nicht fossil erhaltene *Cheilostomata anasca* und *Ctenostomata* nötig ist, kann die Nordseefauna als verarmte Tertiärfauna bezeichnet werden. Das mediterran-lusitanische Faunenbild reproduziert die Tertiärfauna uneingeschränkter; von dorthier scheinen manche der in der Eiszeit zurückgedrängten Formen in das Borealgebiet, also auch in die Nordsee, wieder rückwandern zu wollen.

Verbreitungsmittel, Wanderung. Wanderungen der Bryozoen sind stets passive Verfrachtungen. Die Eigenbewegung der Larven ist jeder Wellenbewegung, oder vollends einer Trift gegenüber bedeutungslos. Die Bryozoen sind zumeist Küstenbewohner (vgl. S. VII. c 17). Transoceanische Larvenverbreitung wird daher nur dort möglich sein, wo das Abyssal von Strömungen überbrückt wird, deren Versetzungen stark genug sind, um während der Lebensdauer des Larvenstadiums die Larven an einer Küste die Festsetzungsmöglichkeit erreichen zu lassen. Der weitaus am längsten von allen Bryozoen als Larve lebende *Cyphonautes* bedingt in diesem Sinne vielleicht die weite Verbreitung so vieler Arten der Gattung *Membranipora*, vielleicht auch das Vordringen von *M. tuberculata* auf die Hochseeformation des *Sargassum*. Einmal dort hingelangt, finden sich die Larven allerdings nur in ziemlich engem Umkreis dieser Holostase (LOHMANN). Auch aus HENSEN-APSTEINs Liste (1897) scheint mir die Gebundenheit an die Küste für den etwa 2 Monate lang lebenden *Cyphonautes* hervorzugehen oder, präziser, seine und der übrigen Bryozoenlarven Abhängigkeit von den Strandverfrachtungen. Diese dürften für die Verbreitung der Larven die Hauptrolle spielen, während die transoceanischen Strömungen mehr die auf treibenden Substraten angesiedelten Kolonien verbreiten mögen. Derartige Kolonien können sich während des Transports durch Knospung vergrößern; ihr Bestand ist also auch dann nicht gefährdet, wenn die von ihr ausgesandten Larven in der Hochsee mangels Festsetzungsmöglichkeit zugrunde gehen. [Die circumnotiale Verbreitung vieler subantarktischer Bryozoen scheint mir nur durch Verfrachtung der Substrate durch die Westwindtrift erklärbar, da faunistische Übereinstimmungen etwa zwischen Südafrikanischer, Kerguelen- und Südaustralischer Küste, bei Cheilostomen jedenfalls, durch erdgeschichtliche Zusammenhänge dieser Gebiete nicht begründet werden können.] Von *Zoobotryon* berichtet ZIRPOLO (1922), daß sich von den überwinterten, im Frühjahr neu knospenden Zweigen zahlreiche Zoöcien loslösen, die mit der Meeresströmung abtreiben und sich mittels fingerförmig ausgestreckter, saugnapfartig wirkender Fortsätze an submarinen Substraten festklammern. Ähnliche Verbreitungsweise kommt bei *Bowerbankia imbricata* vor (vgl. S. VII. c 44, 64). Wo in der spärlichen und zerstreuten Literatur Planken, Flaschenposter und dergleichen auf ihre Besiedelung hin untersucht wurden (KÜKENTHAL 1919), sind stets Bryozoen

mit genannt, und FRIEDL (1925) fand gleichfalls mehrere Arten auf den im Hafen von Rovigno freischwimmend verankerten Versuchsbrettern. Auch die Untersuchungen von WATERS 1909, HENTSCHEL 1923 erwiesen Bryozoenbewuchs an Schiffen. Ob freilich Schiffe als Verbreitungsmittel gelten dürfen, steht noch dahin. Seit D'ORBIGNY (1839) wird z. B. *Bugula neritina* (Fig. 94) als durch Schiffe verschleppt bezeichnet, und auch ich fand sie in dem HENTSCHELschen, in Hamburger Docks gesammelten Material an einem von Chile kommenden Schiff. Trotzdem ist die Art bisher ebensowenig als Nordseeform gemeldet wie mehrere andere fremdländische Arten, die in Hamburg von Seeschiffen abgekratzt wurden. Mit der Verschleppung durch Schiffe scheint die Einbürgerung in neuen Gebieten noch keineswegs gesichert; es möchte auch die erste Ansiedlung in Hafengebieten den meist Reinwasser beanspruchenden Bryozoen vielfach erschwert sein*), jedenfalls ergibt die bisherige Literatur keine den HARTMEYERSchen Ascidienbefunden entsprechende kosmopolitische Hafenfauna. Auch ist nicht bekannt, wieweit die von METZGER gemeldeten, auf *Himanthalia lorea* sitzenden Bryozoen, die besonders nach Herbststürmen an die sonst bryozoenarme ostfriesische Küste gespült werden, sich eingebürgert und die dortige Fauna bereichert haben. Immerhin möchten diese Phaeophyceen als Verbreitungsmittel wohl bedeutsam sein; auch R. VALLENTIN (1895) zählt eine Reihe weitverbreiteter Borealbryozoen auf, die auf *Halidrys siliquosa* gefunden wurden. Hinsichtlich der Bedeutung des Kaiser-Wilhelm-Kanals als Wanderweg für den Faunenaustausch zwischen Nord- und Ostsee ist eine Notiz von BRANDT (1896/1897) zu zitieren, nach der *Membranipora pilosa* von Holtenau nach Brunsbüttel durchgewandert sein soll. Da aber das vorherige Fehlen dieser Art in der Unterelbe weder bewiesen noch wahrscheinlich ist, kann die Wanderrichtung nicht als sicher festgestellt gelten.

Vertikale Verbreitung

Die Bryozoen sind — auch unter Berücksichtigung der Lückenhaftigkeit der Tiefsee-Erforschung, namentlich in den Tropen — als Tiere zu bezeichnen, die in ihrem Vorkommen von der Konfiguration des Kontinentals abhängig sind. Vom Flachwasser gehen oft dieselben Spezies ins untere Litoral (bis 200 m) und vielfach ins Küstenabbyssal (bis 1000 m). Die Mudlinie scheint bei den meisten ohne Bedeutung für die Verbreitung zu sein; in Tiefen bis zu 60 m wird man die meisten Arten sammeln können. Die Ctenostomen finden sich, abgesehen vielleicht von den auf Crustaceen angesiedelten (vgl. Epöken, S. VII. c 73, 74), kaum tiefer als 50 m, meist in viel seichterem Wasser, freilich nicht dem vollen Wellenschlag ausgesetzt, sondern an geschützteren Stellen. Im Freilandbecken der Station in Rovigno siedelten sich *Alcyonidium-mytili*-Kolonien in 8 cm Tiefe an. Cheilostomen, wie *Bugula*, *Scrupocellaria*, *Membranipora* und viele andere sind in der *Fucus*- und *Laminaria*-, also der Braunalgenzone häufig. *Flustra* und kalkig-ästige Formen, wie *Porella*, *Relepora*, *Myrionozoum* und ähnliche mehr in der unteren Zone der Rotalgen (*Delesseria*, *Corallina* u. a.). In tieferem

*) Die von FRIEDL mitgeteilten Befunde über Bryozoenansiedelung im Hafen von Rovigno betreffen eine Zeit, in der infolge der Kriegsverhältnisse im Hafen kein Schiffsverkehr stattfand (nach Mitteilung von TH. KRUMBACH.)

Wasser, aber keineswegs auf dieses beschränkt, leben viele Cyclostomen. Die eigentlichen Tiefseeformen sind kalkarm (SEELIGER); sie heften sich mit büschelartigen Wurzelfasern an die festen Partikel in den Sedimenten, etwa Mangankörnchen, Globigerinenschalen und ähnliches an. Die größte bisher festgestellte Tiefe, 5715 m, erreichten *Cribrilina monoceros* und *Bifaxaria abyssicola* („Challenger“, etwa 40° N, nördlich der Sandwich-Inseln); die erste Form lebt freilich auch in 10 m Tiefe, und das Genus *Bifaxaria* steigt bis zu 640 m ins Küstenabyssal herauf. Unter Arten und vollends unter Gattungen, die von einigermaßen zahlreichen Fundorten bekannt sind, fällt es schwer, auf das Hochseeabyssal beschränkte Typen, also echte Tiefseetiere zu finden. Als boreale Tiefenformen (NORDGAARD) seien genannt: *Kinetoskias smitti* (bathymetrisches Minimum etwa bei 100 m), *Bicellariella alderi* (73—1130 m), *Membranipora cornigera* (bath. Minim. 183 m); für *Mucronella abyssicola* dagegen hat sich der nach den ersten Fundstellen gewählte Name als nicht passend herausgestellt (bathymetr. Minimum 40 m). Als arktische Tiefseeform hat *Menipea normani* (210—1134 m) zu gelten; *Bugula murrayana*, eine arktisch und boreal verbreitete Art, hat eine im Borealgebiet nur in tiefem Wasser lebende Form (var. *quadridentata*). Auch *Discopora sarsi* ist eine arktische Art, die in der Arktis von 20 bis 200 m Tiefe verbreitet ist; im Borealgebiet dagegen, wo sie von Neufundland mitgeteilt wird, kommt sie in 1267 m Tiefe vor. Eine tertiäre Tiefseeform, der die gegenwärtigen klimatischen Verhältnisse im Bereich ihres nördlichen Verbreitungsgebietes ein Aufsteigen in seichtere Gewässer ermöglichten (NORDGAARD), ist *Sarsiflustra abyssicola*. Diese arktische Art erreicht in der „kalten Area“, nördlich des Wyville-Thomson-Rückens, mit 100 m ihr bathymetrisches Minimum, südlich der genannten submarinen Schwelle ist sie mehrfach in größeren Tiefen, so an der Neufundlandbank in 1267 m und bei 155 m gefunden worden, ebenso bei den Azoren in 130 m, wo, jedenfalls im O der Azoren, auch vom deutschen Kreuzer „Berlin“ wieder kühleres, von N vordringendes Wasser festgestellt wurde. Überblickt man WALTHERS Liste (1893) oder bathymetrische Zusammenstellungen NORDGAARDS, so fällt die bedeutende Variationsbreite hinsichtlich des Tiefenvorkommens vieler Arten auf, was durch einige beliebig zu vermehrende Beispiele belegt sei:

Gemellaria loricata 5—630 m
Menipea smitti 40—400 m
Menipea benemunita 9—2422 m
Bugula murrayana 6—200 m
Nellia oculata 5—1005 m
Flustra membranaceo-truncata
 2—220 m
Flustra ovoidea 9—2423 m
Cellaria malvinensis 9—2651 m
Cribrilina monoceros 10—5715 m

Hippothoa divaricata 10—600 m
Smittina solida 40—1275 m
Discopora rosacea 48—518 m
Discopora scabra 4—270 m
Retepora beaniana 20—630 m
Idmonea atlantica 20—1000 m
Hornera lichenoides 8—1000 m
Berenicea lineata 11—397 m
Alcyonidium gelatinosum 10—475 m
Alcyonidium disciforme 10—408 m

Bewegung

1. Ein- und Ausstülpung des Polypids.

Bei der Bewegung ist Flimmer- und Muskelbewegung zu unterscheiden,

von denen die erste bei der Ernährung und Atmung (S. VII. c 24, 25) bzw. als Lokomotion der Larve bei der geschlechtlichen Fortpflanzung (S. VII. c 39) zu besprechen ist. Die Muskelbewegung steht vor allem im Dienste der Invagination und Evagination des Polypids. Bei den *Ctenostomen* (Typ: *Cylindroecium*) finden sich ringsum an der Leibeshaut ansetzende Muskeln, die gürtelartig das Cölom umgreifenden Parietalmuskeln (äußere Ring- und innere Längsfasern, Fig. 7 C, p). Ihre Kontraktion hat eine Verringerung des Cystidlumens, einen Überdruck dort zur Folge. Gleichzeitige Kontraktion der Dilatatoren des Diaphragmas gibt dem herausgepreßten Polypid den Weg nach außen frei. Beim Durchtritt durch das Orificium, die Zoocienöffnung, nehmen die Tentakel

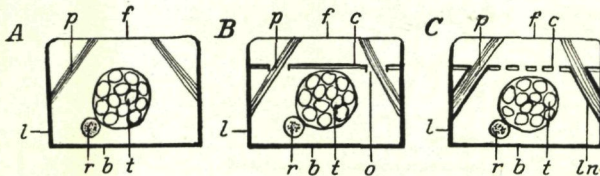


Fig. 8. I. Schema der hydrostatischen Prinzipien der Evagination und Invagination: Ctenostomata; Cheilostomata anasca.
A) Zoecium, quer, ohne frontale Verkalkung. B) Zoecium, quer, mit Kryptocyste und Opesiulae. C) Zoecium, quer, mit Kryptocyste und lateralen Nischen. b Basalwand; c Kryptocyste; f Frontalwand, hier membranös; l Lateralwand; ln laterale Nische; o Opesiula; p Parietalmuskel; r Rectum; t Tentakel.

die an der Tentakelbasis festgewachsene Tentakelscheide mit heraus und stülpen sie handschuhfingerförmig um; die evaginierte Tentakelscheide heißt Kamptoderm (Fig. 1, k). Der Darmtraktus bildet im invaginierten Zustand eine tiefe, in das Zoocienlumen hängende Flexur; bei der Evagination streckt er sich, bleibt aber U-förmig, und der Tentakelkranz ragt mit anschließender Mund- und Afterpartie soweit aus dem Orificium heraus, wie die am Grunde der Tentakelscheide inserierenden, jetzt dilatierten Retraktoren das gestatten (Fig. 1). Die Diaphragmaregion ist die feste Stelle, an der vorbei die Evagination (und ebenso die Invagination) vor sich geht: das Diaphragma liegt also distal von der Tentakelscheide, proximal vom Kamptoderm. Die Evagination geht allmählich vor sich, die Tentakelausbreitung ruckweise. Die schnell erfolgende Einstülpung ist das Werk der mächtigen Retraktoren (Fig. 1, rt), deren Kontraktion das Polypid in das Cystidlumen zurückgleiten läßt. NORMAN (1909) berichtet von einem, anatomisch noch zu untersuchenden *Alcyonidium effusum* (Madeira), bei dem die Invagination sehr selten und nur ganz langsam bewerkstelligt wurde.

Nach diesem Prinzip verläuft auch Invagination und Evagination aller derjenigen *Cheilostomata anasca*, deren Cystidwände ganz oder teilweise unverkalkt sind. Bei *Bugula* wird sogar genau wie bei vielen Ctenostomen (*Triticella* u. a.) die Frontalwand bei der Evagination etwas mit hochgezogen. Ist die Wandelastizität auf einen bestimmten Bezirk der Frontalwand, die das Operculum tragende

membranöse Apertur (Frontalmembran), beschränkt, so inserieren die Parietalmuskeln von den verkalkten Wänden entspringend, nur an der Apertur (Fig. 8 A); ihre Kontraktion zieht die Apertur einwärts, wodurch die zur Auspressung des Polypids erforderliche Volumenverminderung des Cöloms erreicht wird. Man sieht dann häufig bei evaginiertem Polypid eine Eindellung der Frontalmembran (*Mimosella* u. a.). Ist die Frontalmembran von einer Kalklamelle (Kryptocyste) unterlagert (Fig. 8 B, C), so erlauben laterale Durchbrechungen der Kryptocyste (Opesiulae, Fig. 8 B, o) ein Herantreten der Parietalmuskeln an die Frontalmembran. Die Kryptocyste ist entweder selbst porös (Fig. 8 C, c) oder reicht distal nicht ganz bis zum Vestibulum, so daß eine Kommunikation zwischen den beiden innerhalb und außerhalb der Kryptocyste gelegenen Cölomkompartimenten erhalten bleibt.

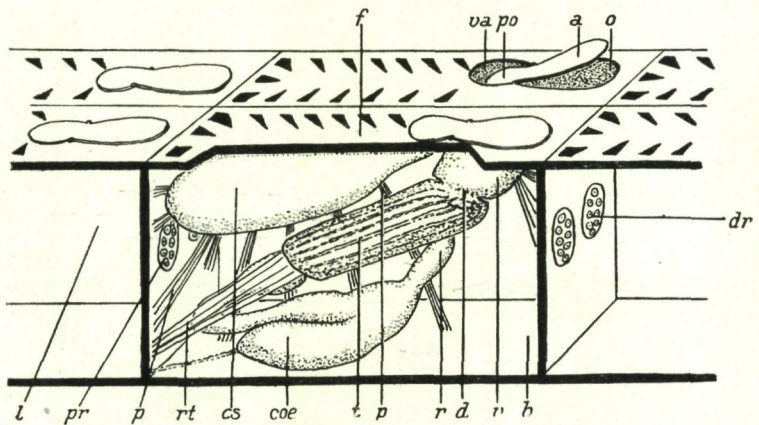


Fig. 9. II. Schema der hydrostatischen Prinzipien der Evagination und Invagination: Cheilostomata ascophora (nach BASSLER, verändert).

a Anter; b Basalwand des Zooeciums; coe Coecum des Polypids; cs Compensationsack; d Diaphragma; dr Rosettenplatten der Distalwand des Zooeciums; f Frontalwand des Zooeciums, links angeschnitten, um den der Frontalwand festanliegenden Compensationsack zu zeigen; l Lateralwand des Zooeciums; o Orificium; p Parietalmuskeln, am Compensationsack inserierend; po Poster; pr Rosettenplatten der Proximalwand des Zooeciums; r Rectum des Polypids; rt Retractor des Polypids; t Tentakel des Polypids; v Vestibulum; va Vanna.

Mit anderen Mitteln erfolgen Ein- und Ausstülpung bei denjenigen Cheilostomen, deren durchgängig ausgebildete Wandverkalkung eine direkte Einengung des Cystidlumens ausschließt. Bei dieser Unterordnung der *Cheilostomata ascophora* ist die Frontalmembran ins Zooecieninnere als langgestreckte Aussackung, Kompensationssack, verlängert (Fig. 9, cs). Der Kompensationssack steht mit dem Wasser in Verbindung, entweder dauernd durch eine frontale Wanddurchbrechung, den Ascoporus (Fig. 11, as) oder vorübergehend am Operculum. Die Entstehung des Ascoporus aus einem officialen Sinus zeigt Fig. 6 B. An die dem Zooecieninneren zugekehrte, innere Sackwand setzen die Parietalmuskeln (Fig. 9, p) an, die äußere Sackwand liegt der Endocyste ziemlich fest an. Kontraktion der Parietalmuskeln dilatiert

den Sack und verringert dadurch das Lumen des übrigen Cöloms. Die Folge ist eine Druckerhöhung in dem das Polypid bergenden Cölomteil und das Herausgepreßtwerden des Polypids. Bei Erweiterung des Sackes strömt durch den Ascoporus Wasser in den Sack nach und hält dessen Dilatation aufrecht. Bei der Invagination wird durch Zurücktreten des Polypids in das Cölom das Wasser aus dem Kompensationssack herausgedrückt. Ist die Verbindung des Sackes mit dem Wasser eine vorübergehende, so kommt sie im Augenblick seiner Dilatation zustande. Die Dilatation hat Druckverminderung im Sacklumen zur Folge, und der von außen wirkende Wasserdruck drückt den Poster (Fig. 9, 10, 11, po) ein; das ist der proximale Teil des Operculums, der die in diesem Falle distal gelegene Öffnung des Kompensationssackes, die Vanna, verschließt (Fig. 9, va). Ein selbständig beweglicher Poster hat einen membranösen, gelenkartig wirkenden Transversalstreif auf dem hier meist derb chitinen Operculum zur Voraussetzung (Fig. 10). Oft fehlt dieses „Interoperculargelenk“, und der Poster hängt dann mit dem das Orificium verschließenden Opercularteil, dem Anter, starr zusammen (Fig. 9, 11). In solchem Fall hat Einsinken des Poster ein

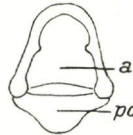


Fig. 10.
Operculum einer
ascophoren
Cheilostomenart.
a Anter; po
Poster.

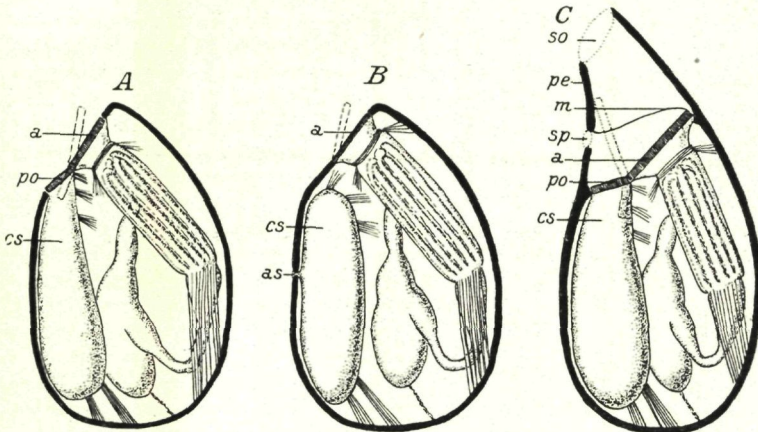


Fig. 11. III. Schema der hydrostatischen Prinzipien der Evagination und Invagination: Cheilostomata ascophora (z. T. nach JULLIEN, verändert).

A) mit primärem Orificium und Vanna. B) mit primärem Orificium und Ascoporus. C) mit sekundärem Orificium, Vanna und Spiramen. a Anter; as Ascoporus; cs Compensationssack; m Membran, die das Spiramen abschließt; pe Peristom; po Poster; sp Spiramen; so sekundäres Orificium. Die Offen-Stellung von Anter und Poster ist gestrichelt gezeichnet; die Bezeichnungen des Polypids sind aus Fig. 1 und 9 ersichtlich.

Nachaußenschlagen des Anter zur Folge, und der Weg für das ausgepreßte Polypid wird freigegeben. Die Invagination geschieht durch Kontraktion der Retraktoren, die dem Polypidvolumen entsprechende Wassermenge wird aus der Vanna herausgedrückt und so dem Weich-

körper im Cölom wieder Platz geschafft. Die Occlusoren ziehen das Operculum auf das Orificium, wodurch beim starr verbundenen Poster, dieser gleichzeitig in die Invaginationslage als Vannaverschluß gehoben wird. Beim selbständig beweglichen Poster, bei Formen mit „Interoperculargelenk“, stößt das Polypid den Anter auf, nachdem, wie stets,

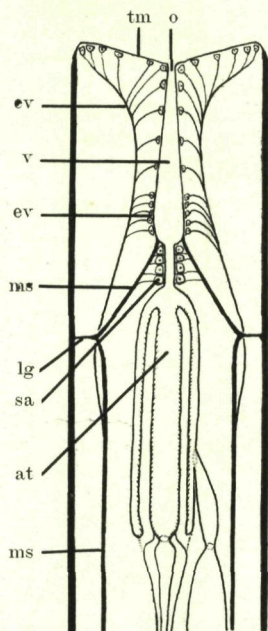


Fig. 12. Schema eines Cyclostomenzoociums (nach BÖRG, vereinfacht).

at Atrium; ev Musc. extens. vestibuli; lg Ligament des membranösen Sackes; ms membranöser Sack; o Orificium; sa Musc. sphincter atri; tm Terminalmembran; v Vestibulum.

die Dilatoren den Weg durch das Diaphragma freigemacht haben. Bei der Invagination dieses Typus wird der in die Vanna hineinhängende, oft nur schwach chitinige Poster nicht von dem nach außen gerichteten Wasserstrom mitgerissen, was als vorzeitiger Vannaverschluß den Invaginationsvorgang unterbrechen würde. Es inserieren vielmehr am distalen, schlauchartig verjüngten Sackende Fasern der Parietalmuskeln, die kontrahiert auch die distale Fortsetzung der inneren Sackwand fixieren, und diese Fortsetzung ist der Poster. Die erwähnten obersten Parietalfasern wirken hier als Antagonisten der Occlusoren des Anter; sie lassen, ihre Kontraktion aufgebend, einen Verschluß der Vanna erst dann zu, wenn die Occlusoren, sich kontrahierend, den Anter auf das Orificium niedergezogen haben. Diese hydrostatischen Prinzipien sind auch bei den Formen die gleichen, bei denen durch verstärkte Kalkablagerung in der Orificialpartie ein Peristom (Fig. 11 C, pe) ausgebildet und die eigentliche Zoocienöffnung — dann als primäres Orificium bezeichnet — in die Tiefe verlagert ist. Es tritt also der mit Ascoporus versehene und der durch den Poster verschlossene Kompensationssacktypus auch in Verbindung mit Peristomentwicklung auf. Das Spiramen als besondere Sacköffnung (Fig. 11 C,

sp) ist dann eine lediglich in Korrelation mit verstärkter Frontalwandverkalkung stehende Modifikation des opercular verschlossenen Sacktypus.

Bei den Cyclostomen (Fig. 12) befinden sich an dem besonders langen Vestibulum (Fig. 12, v) Öffner (Fig. 12, ev) und Schließer. Die Sphincteren (Fig. 12, sa) liegen gewöhnlich als Atrialsphincteren am proximalen Ende des Vestibulums, also am Diaphragma, selten (*Crisiidae*) am distalen als Vestibularsphincteren. Das Vestibulum ist eine nach innen verlaufende Fortsetzung der das Orificium überkleidenden, median für den Durchtritt der Tentakel durchbohrten Membran (Fig. 12, tm). Ein Sack, der membranöse Polypidsack (Fig. 12, ms), umhüllt das invaginierte Cyclostomenpolypid. Die Tentakel liegen eingestülpt von der Tentakelscheide umschlossen in dem bei allen Bryozoen als Atrium

bezeichneten präoralen Raum (Fig. 1, 7, 12, at). In diesem Zustand sind die Atrialsphincteren kontrahiert und der Polypidsack geradegestreckt von seinem distal von jenen Sphincteren gelegenen Insertionspunkt bis zu der Stelle, wo acht kreisförmig angeordnete Ligamenta fixatoria sacculi (Fig. 12, lg) ihn an der Cystidwand befestigen. Gestreckt sind jetzt auch die Musc. extensores vestibuli. Der Evaginationsvorgang beginnt mit der Erschlaffung der Atrialsphincteren, was zur Verkürzung des besprochenen oberen, elastischen Teils des Polypidsackes führt; dann kontrahieren sich die Extensoren des Vestibulums. Geöffnet werden also das Vestibulum und die vom Atrialsphincter beherrschte, dem Diaphragma der Cheilostomen und Ctenostomen homologe Übergangsstelle vom Vestibulum zum Atrium. Die das Vestibulum umgrenzende Membran und der Oberteil der Wand des Polypidsackes werden der Cystidwand genähert. Die distal befindliche Cölomflüssigkeit wird hierdurch proximalwärts gepreßt und drückt das Polypid heraus. Anders als bei Cheilostomen und Ctenostomen ragt die evaginierte Tentakelkrone der Cyclostomen nur soweit aus dem Orificium hervor, daß Orificium und Mundöffnung annähernd in einem Niveau liegen, da die Retraktoren hier kürzer sind. Sphincteren und Extensoren des Vestibulums bestehen aus glatter, die Retraktoren aus quergestreifter Muskulatur*), dementsprechend geht die Evagination allmählich, die Invagination schnell vonstatten. Kräftiger Zug der Retraktoren preßt durch das hineingleitende Polypid einen Teil der Cölomflüssigkeit distalwärts, wo deren Druck die Ränder der Vestibularmembran aneinander preßt und das Orificium schließt.

2. Sonstige Muskelbewegung. Bei einigen Ctenostomen können die Zooecien bewegt werden. Es sind das Formen, die mit oder ohne verschmälerte Stielpartie einem wurzelartigen, dem Substrat angeschmiegenen Geflecht, dem Stolo (Fig. 27, s), ansitzen. Bald ist der Stolo (*Mimosella* [Fig. 68], *Zoobotryon*, *Farrella* [Fig. 27]), bald die Stielpartie (*Hippuraria*, *Triticella* [Fig. 72]) das feste Widerlager, gegen das sich das Zooecium bewegt. Muskulatur, die vom Stiel, beziehungsweise vom Stolo in das Zooecium übertritt, bewirkt die Bewegung. Einige Triticellen, besonders aber Mimosellen haben an der Verbindung zwischen Zooecium und Stiel, beziehungsweise Stolo ein Gelenk, bestehend aus einer Vertiefung an der Zooecienbasis, in die ein Zapfen des Stiels bzw. Stolos paßt. Die in Klumpen zusammenstehenden *Mimosella*-Zooecien falten sich noch invaginiert auseinander, evaginieren dann und schwingen vor- und rückwärts. Werden sie, etwa durch Berührung, gereizt, so invaginieren sie und klappen dann, wie *Mimosa* ihre Fiedern, die Zooecien gegeneinander (HINCKS 1851). Bei *Mimosella* und *Farrella* tritt im Stolo Transversalmuskulatur auf, die der Parietalmuskulatur der Zooecien (Fig. 1, 7, p) homolog ist; ihre

*) FOLKE BORG (1923) behauptet, daß die Retraktoren der Cyclostomen quergestreift seien; bei Ctenostomen (*Farrella repens*) und Cheilostomen (*Membranipora pilosa*) habe ich sie glatt gefunden; gleichwohl erfolgt, z. B. bei *Farrella* die Evagination schnell, die Invagination bei *Farrella* und *Membranipora* blitzschnell.

Über Untersuchungen an Bryozoenmuskeln im polarisierten Licht wird in einer Arbeit über Süßwasserbryozoen demnächst berichtet werden.

Kontraktion versteift den Stolo zu einem festen Widerlager gegenüber den ansitzenden beweglichen Zoocien. Ähnliche Stielversteifung zur Abschwächung der Wasserbewegung wird durch die Parietalmuskeln der Stiele, besonders der distalen Segmente, bei *Stirpariella* (MARCUS 1925), *Valkeria* und *Hypophorella* erzielt. Ein hoher Grad von Beweglichkeit kommt dem aus Muskelplatten bestehenden Stiel von *Ascorhiza* (vgl. S. VII. c 51) zu. Nach BOSWELL sollen die Aperturdornen von *Brettia tubaeformis* (Fig. 58) beweglich sein (HINCKS 1880).

Ernährung

1. Nahrungsaufnahme und Verdauung. Während des Ausstülpungsvorganges bilden die Tentakel ein zylindrisches Bündel, das sich zum trichterförmigen Kelch entfaltet, sobald Geradestreckung der beiden Schenkel des Verdauungstrakts und Streckung der Retraktoren die Evagination beendet (Fig. 1). Die kreisförmige Anordnung der Tentakel soll bei *Valkeria*, *Mimosella* und *Victorella* dadurch unterbrochen werden, daß von den 8 vorhandenen 2,

anscheinend an der Analseite (HINCKS), seitlich herausragen (Fig. 73). Die Tentakel stehen auf einem ringförmigen Wulst, dem Tentakelträger (Lophophor); sie sind hohl, proximal offen und durch einen im Lophophor verlaufenden Ringkanal verbunden. Mit Hilfe von Längsmuskeln, die ihr Lumen umkleiden, beugen sich die einzelnen Tentakel unabhängig voneinander nach außen und innen in den verschiedensten Ebenen. Ihre Bewegungen sind schnell und energisch, sie können sich auch einrollen. Ihre Zahl beträgt im Mindestfalle 8 (s. o., ferner *Amathia*, manche *Bowerbankia* u. a.), im Höchsthalle 28 bis 30 (*Pherusa*, *Flustrella*), als Durchschnitt kann man 14 bis 18 angeben. Stärke

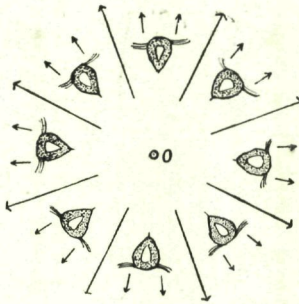


Fig. 13. Schematischer Querschnitt durch die Tentakelkrone einer Gymnolaemenart (nach BORG). Die Pfeile geben die Stromrichtung des Wassers an, wie sie durch den Cilienschlag bewirkt wird. o Orificium.

und Länge scheinen mit Breite und Höhe des Cystids ungefähr korreliert zu sein. Den Cilienschlag und den hierdurch erzeugten Wasserstrom veranschaulicht die für Cyclostomen sicher, inzwischen von mir auch für Ctenostomen und Cheilostomen als gültig festgestellte Fig. 13. Die Cilien schlagen nach außen, wodurch das Wasser aus dem Intertentakularraum herausgetrieben wird. Da von oben Wasser nachdringt, wird so ein stets frischer, gegen die Mundöffnung gerichteter Strom erzeugt. Die große Beweglichkeit der einzelnen Tentakel und ihrer Gesamtheit, Drehung und Schrägstellung des Lophophors, die Fähigkeit der Cilien, für einen Augenblick ihre Schlagrichtung zu ändern, das alles modifiziert dieses Schema und ermöglicht Fortstoßen ungeeigneter und Zurückhalten geeigneter Partikel. Diese entstammen wohl hauptsächlich dem Nannoplankton. HENTSCHEL (1921) fand bei *Membrani-*

pora tuberculata, der Sargassoform, als Nahrung Diatomeen, Kokkolithophoriden, Peridineen und Nesselkapseln von *Physalia*; NITSCHÉ teilt außerdem noch Radiolariengerüste und Spongiennadeln mit. EHLERS fand nur pflanzliche Nahrung, Algensporen und große Diatomeen. Über die Korrelation der Bodenbesiedelungsdichte der Bryozoen mit der Volksdichte des Planktons liegen exakte Angaben noch nicht vor. NORDGAARD bringt die kräftigen Bryozoenstöcke des Nordpolarmeeres (vgl. S. VII. c 6) mit dem Planktonreichtum dieses Gebiets in Verbindung. Die Nahrung wird von den derben, borstenartigen Pharyncilien (Fig. 1, ph) eingestrudelt, der Mund (Fig. 1, os) — wohl besonders beim Schluckakt — oft geschlossen, und dann die im Pharynx angesammelte Nahrung mittels glatter Ringmuskulatur peristaltisch nach abwärts gedrückt. Der Pharynx wirkt dabei als Saugpumpe; gelegentlich (BORG), nicht bei jedem Schluckakt (CALVET), werden die Tentakel zurückgezogen. Der dickwandige, ebenfalls mit glatten Ringmuskeln umkleidete Ösophagus (Fig. 1, oe) hat mechanische Funktion; denn innerhalb des Pharynx noch heile Foraminiferen oder Diatomeen sieht man in diesem Abschnitt mit zerdrücktem Skelett. Eine Verengung, die Cardialfalte (Fig. 1, c), führt den Nahrungsbrei aus dem Ösophagus in den Magen (Fig. 1, st) über. Nur bei einigen Ctenostomen (z. B. *Bowerbankia*) vollentwickelt, findet sich zwischen Ösophagus und Magen ein besonderer Kau- oder Vormagen (Kropf, „gizzard“*), Fig. 69 b, vm), dem eine abgesetzte Cardialpartie am Magen mancher Cheilostomen (*Bugula*, *Cellepora* u. a.) entspricht. Der Kaufmagen wirkt mechanisch mittels seiner bedeutend verdickten, mächtig muskulösen Wände, die nach innen zu spitze Hervorragungen, die Gastralzähne, tragen. Die chemische Verdauung findet im Magen, besonders in dessen Blindsack (Coecum, Fig. 9, coe) statt, wo die Sekrete der Magenellen sich anhäufen. Ein, wie CALVET behauptete, dauernd invaginierter Zustand des Polypids während der Verdauung im Magen ist nicht die Regel; alle normalen Bryozoen fressen und verdauen vielmehr beinahe dauernd gleichzeitig. Über den Chemismus der Verdauung ist wenig bekannt, die den Magen auskleidenden Zellen werden oft (WATERS u. a.) als Leber- oder pankreatische Zellen bezeichnet. ROAF (1909) fand bei *Alcyonidium* und *Cellaria* ein pepsinartiges Enzym, bei *Alcyonidium* außerdem ein Fibrinferment, bei *Cellaria* ein Stärke spaltendes Enzym. Das Coecum ist verschieden deutlich, am schärfsten vielleicht bei *Bicellariella* abgesetzt. Kräftige Kontraktionen des Coecums treiben die Speisereste in die Pylorusregion (Fig. 1, py), wo kräftige Cilien sie ziemlich schnell, bald von rechts nach links, bald anders herum rotieren lassen und sie zu spindelförmigen Klümpchen formen. Weitere Magenperistaltik drückt diese ins Rectum (Fig. 1, r), wo sie mit Hilfe eines schleimigen Sekrets der rectalen Endothelzellen zu größeren Klümpchen zusammengeballt werden. Defäziert wird in der Regel nur während des evaginierten Zustandes, andere Befunde (zuletzt bei MARCUS, 1922) dürften als Erscheinungen sub mortem zu beurteilen sein.

*) Da die Bryozoenliteratur überwiegend in englischer Sprache erschienen ist, werden im folgenden mehrfach die Ausdrücke der Originalarbeiten mit angeführt.

2. Zirkulation und Respiration. Die Resorption der gelösten Nährstoffe erfolgt durch das Magenwandepithel hindurch. Die Zirkulation wird, da Zirkulationsorgane fehlen, von der leicht grünlichen Leibeshöhlenflüssigkeit (Hämolymphe) unterhalten, in der zahlreiche Amöbocyten (Fig. 1, m) flottieren. Die Hämolymphe besteht nur aus Meerwasser mit minimaler Eiweißbeimengung (SILBERMANN). Die Peristaltik des Verdauungstraktes, Muskelbewegung bei Ein- und Ausstülpung und Tentakelbewegung bewirken ein Fluktuieren der Leibeshöhlenflüssigkeit durch die Leibeshöhle und ihre Compartimente, Ringkanal und Tentakellumina. Durch das Zoocium hin und durch die Rosettenplatten (Fig. 1, rp) zu den Nachbarzoocien, sowohl zu den sich selber ernährenden, wie auch zu den auf Ernährung durch die gewöhnlichen Zoocien angewiesenen zieht das bereits

erwähnte „Funikulargewebe“. Früher irrtümlich für ein Kolonialnervensystem gehalten, ist dieses mesenchymatische Gewebe wesentlich bei der intrazooarialen, d. h. innerhalb des Stockes erfolgenden Umlauf der gelösten Nährstoffe beteiligt. Bei *Flustra papyracea* fand HARMER Kohlehydratkörnchen als Reservenernährung in der Cöomflüssigkeit; von aufgenommener Nahrung möchte auch bei *Flustra* und *Lepralia* festgestelltes Chlorophyll (MAC MUNN 1890) herrühren (vgl. auch Symbiose, S. VII. c 72). Die Atmung ist eine Hautatmung, die vorzugsweise an den Tentakeln und in der Umgebung des Ringkanals stattfindet; wichtig als Respirationsorgan ist auch das Kamptoderm (VIGELIUS, FREESE). Respiratorisch wirksam mögen ferner die Porenkanäle (Fig. 14) sein, die bei fast allen stark verkalkten Cheilostomen und Cyclostomen die Ektocyste durchsetzen, von Endocyste ausgekleidet und von Cöomflüssigkeit erfüllt sind. Da bei den meisten Cheilostomen eine mehr oder minder zarte Haut, die Epithek, das Ektoskelett bedeckt, so stellen die Porenkanäle zwar



Fig. 14.
Schema der Porenkanäle als Verbindungen zwischen den Zoocien und zwischen Zoocien und Außenwelt.

keine direkte Kommunikation mit dem Wasser dar, sind aber für osmotischen Gasaustausch vielfach geeignet. Sie sind von lockeren Merodermelementen erfüllt; bei den Cyclostomen liegt nach CALVET (1900) am Grunde eines jeden Porenkanals eine respiratorisch tätige Phagocyte.

3. Exkretion. Bezüglich der Exkretionsvorgänge ist noch manches unbekannt, anderes wäre nachzuprüfen.*) Bei wenigen Cheilostomen und Ctenostomen ist das Intertentakularorgan (vgl. S. VII. c 31, Fig. 17) als bewimperter Ausleitungsapparat festgestellt worden. Daß er Exkretstoffe ausleitet, wird von HINCKS (1880) angegeben, von SCHULZ (1901) bestritten. Da es, wo überhaupt vorhanden, nur in fertilen Zoocien gefunden wurde, dürfte es lediglich Geschlechtsprodukte ausleiten, doch erlaubt seine seltene Erwähnung in der Literatur noch keine

*) Über die Exkretion und einige andere hier noch offengebliebene Fragen werden demnächst (Zool. Jahrb., Syst. 52, 1, 1926) Untersuchungen des Verfassers mitgeteilt werden, die nach Abschluß der vorliegenden Darstellung ausgeführt worden sind.

abschließende Beurteilung. Experimente mit Farblösungen (HARMER) ergaben, daß Exkrete in den erwähnten Amöbocyten (Phagocyten, Leukocyten) gespeichert werden. Diese frei beweglichen, an beliebigen Stellen aus dem parietalen Mesoderm sich lösenden Zellen häufen auch in polypidlosen Zoocien Exkrete an, die — wie etwa die Farbstoffe — durch die Leibeswand hindurch diffundieren. Außer den Amöbocyten sind die Wandzellen des Darmtrakts, besonders im Coecum, aber auch Magenendothel und Rectalauskleidung, ferner der den Darmkanal im Cölom verfestigende Funiculus (Fig. 1, f) und das „Funikulargewebe“ Exkretspeicher. Anhäufungen von Körnchen im „Funikulargewebe“ sah WATERS (1909, 1914) bei *Membranipora savartii* besonders deutlich. Was aus den angehäuften Abbauprodukten des Stoffwechsels wird, ist nicht ganz klar. Ein Teil von dem, was in den Phagocyten und im „Funikulargewebe“ lag, wird bei der Degeneration (vgl. S. VII c 48) an den „braunen Körper“ abgegeben; auch der Darm selber degeneriert periodisch und wird mitsamt der in seinem Endothel angehäuften Exkrete aus dem Stoffwechsel ausgeschaltet. Aber eine völlige Elimination der Exkrete ist die „braune Körper“-Bildung nicht; denn von den Phagocyten werden auch die Exkrete in anscheinend unlöslichen Würstchen geballt im Zoecium abgelagert. HARMER, CALVET und SILBERMANN geben von verschiedenen Spezies an, daß Exkretkörnchen aus Endothelzellen des Verdauungstraktes, besonders des Coecums und Rectums ausgeschieden und mit den Fäzes durch den Anus entleert werden; auch EHLERS spricht bei *Hypophorella expansa* von Darmexkretion. Diese Darmexkretion tritt besonders wirksam dort ein, wo die kontinuierliche Lebenstätigkeit für die Ausbildung der Embryonen erforderlich ist (*Lichenopora*, HARMER). CALVET behauptet, daß die Phagocyten auch ins Tentakellumen wandern, dort ihre Exkretpartikel sezernieren und die Tentakelektodermzellen dann die Exkrete aufnehmen. Diese Ektodermzellen sollen platzend sich der Exkretkörnchen entledigen, was noch der Bestätigung bedarf*). Hier müssen ferner die morphologisch genau beschriebenen (WATERS 1892, 1909 u. a. a. O.), in ihrer Funktion aber unbekannten, von ihrem Entdecker WATERS als Exkretionsorgane angesprochenen oralen Drüsen erwähnt werden (Fig. 15). Diese treten, meist an der Tentakelscheide ansitzend, einzeln oder paarweise in der Diaphragma- und Opercularregion bei stark verkalkten, meist ascopophoren Cheilostomen auf (*Schizoporella*, *Lepralia*, *Porella*, *Smittina*, *Retepora*, *Cellepora* u. a.). Nach Spezies, Zoocienalter und vielleicht auch Funktionszustand sind sie sehr verschieden gestaltet, mit einem in das Vestibulum oder Atrium mündenden Ausführgang, teilweise mit besonderem Reservoir versehen und

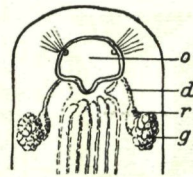


Fig. 15. Orale Drüse eines Cheilostomenzoociums. d sogenannter Ausführgang; g Drüse; o Operculum; r sogenanntes Reservoir der Drüse.

*) Für spätere Untersuchungen sei auf HARMER (Quart. J. Micr. Sci., 41, p. 113ff.) und WATERS (1904, p. 65) verwiesen, wo CALVETs Angabe möglicherweise stützende Beobachtungen mitgeteilt sind.

finden sich manchmal anscheinend nur bei fertilen Zooecien (WATERS 1909, p. 151). Bei *Membranipora armata* kommt eine ähnliche Drüse vor, die in eigenem, dem Zooecium anliegendem Cystid, mit kleinen Poren als Öffnungen nach außen, gelegen ist (WATERS 1914). Als Organe ganz unbekannter Bedeutung sind schließlich noch mächtige klumpige Bildungen in den Zooecien von *Adeonella* (WATERS 1912) zu erwähnen.

Sinnesleben

1. **Lichtsinn.** Besondere Photorezeptoren der Zooecien sind nicht nachgewiesen: ISSELS Befund (1912) von *Membranipora pilosa*, deren Kolonien auf der Oberseite von *Posidonia*-Blättern viel weniger weit aufwärts wuchsen, als auf der Unterseite, könnte als Wachstumshemmung durch Licht zu deuten sein, ebenso vielleicht das hauptsächliche Vorkommen inkrustierender Cheilostomen an Substraten, die vor direkter Besonnung geschützt sind. Wenn die in der Synascidie *Polyzoa gordiana* lebende *Watersiana paessleri* ihre Stolonien in geringer Tiefe des Zellulosemantels hält und die Zooecien nach der Oberfläche der Wirts-Kolonie treibt, so braucht das nicht, wie CALVET annimmt, eine Orientierung nach dem Licht, also positiver Phototropismus zu sein, sondern ist wahrscheinlich positiver Oxygenotropismus (vgl. S. VII. c 30). Manche Larven (Fig. 22 D) haben zinnoberrote Pigmentflecken mit Wimperplättchen, die — bisher ohne experimentelle Begründung — als Lichtsinnesorgane angesprochen werden. Nach NITSCHKE wäre die *Bugula*-Larve bei der Festsetzung positiv phototaktisch, VIGELIUS hat das aber nicht gesehen. *Cyphonautes* und die *Alcyonidium*-Larve scheinen nach KUPELWIESER und ZSCHIESCHE bei der Festsetzung indifferent gegen Licht zu sein; beiden Larventypen fehlen die roten Flecken. Sie fehlen freilich auch bei *Bowerbankia*-Larven, deren positive Phototaxis TAYLOR (1899) benutzt hat, um die Festsetzung auf einem für die Beobachtung günstigen Substrat zu erzielen. Auch HASPERS Befunde (1912) lassen positive Phototaxis der *Bowerbankia*-Larven erkennen. Fördernde, beziehungsweise hemmende photodynamische Wirkung erweist CALVETs Beobachtung, daß die *Scrupocellaria*-Larven etwa um 10 Uhr vormittags, die von *Lepralia pallasiana* von 12 bis 4 Uhr nachts ausschwärmen.

2. **Geotropismus, Stato-akustischer Sinn.** Ob ZSCHIESCHES Mitteilung (1909), daß die *Alcyonidium*-Larve sich nicht an Substraten festsetzt, die mit Kork schwimmend an der Wasseroberfläche gehalten wurden, sondern sich nur am Boden des Aquariums ansiedelt, sicher positive Geotaxis ergibt, steht noch dahin. Nach HASPER (1912) schwimmt die *Bowerbankia*-Larve zunächst in der oberflächlichen Wasserschicht, um später bei der Festsetzung an den Aquarienboden zu sinken. Studien an Phylactolaemen- und Ctenostomenlarven erlauben mir die an anderer Stelle ausführlich zu begründende Erklärung in der Weise, daß ich die Bryozoenlarven als negativ geotaktisch bezeichne. Diese Eigenschaft mag die Larvenverbreitung durch die Wasserbewegung begünstigen. Findet die Larve in den oberen Wasserschichten kein geeignetes Substrat, so sinkt sie ermüdet unter. Wird sie in mittleren Wasserschichten nicht durch ein geeignetes Substrat

thigmotaktisch festgehalten, so gelangt sie schließlich an den Boden des Meeres oder Behälters. Während die Larve bei der Schwimmbewegung in noch unbekannter Weise statisch orientiert sein muß, verhält sie sich bei der Festsetzung horizontalen oder vertikalen Substraten gegenüber indifferent. Bei den Kolonien bleiben starke Geräusche innerhalb und außerhalb des Wassers ohne Effekt.

3. Mechanischer Sinn. In den distalen Tentakelpartien befindliche Cilien, die etwas länger und dicker sind (SILBERMANN), als die den Nahrungsstrom erzeugenden, sind als Tastborsten bezeichnet worden. Es liegen indessen keine Feststellungen darüber vor, ob diese „Tastborsten“ tatsächlich Tangorezeptoren sind, ob nur sie es sind usw. Das Fortstoßen zu großer Nahrungspartikel seitens der Tentakel läßt annehmen, daß Sinneszellen der Tentakel oder des Pharynx den von dem betreffenden Teilchen auf sie ausgeübten Berührungsreiz perzipieren. Die zweifellos vorhandene Perzeption von Berührungsreizen seitens des Cystids ist noch nicht geprüft.*) Beobachtungen, daß auf ein Zoecium ausgeübter Berührungsreiz als Effekt die Invagination mehrerer Zoecien der gleichen Kolonie hätte, wurden mit der Fortpflanzung der durch die Invagination des gereizten Polypids hervorgerufenen Fluktuation der Leibeshöhlenflüssigkeit erklärt. Nach meinen noch unpublizierten Untersuchungen an Phylactolaemen, Ctenostomen und Cheilostomen sind indessen diese Beobachtungen unrichtig. Als Thigmotropismus wäre das Anschmiegen sehr vieler Bryozoen an das Substrat zu bezeichnen, namentlich da, wo auch die neugebildeten Knospen mit ihrer Basalseite eng der Unterlage anliegen (*Schizoporella hyalina*, viele *Membranipora*-Spezies u. a.), oder wo ein die aufrecht stehenden Zoecienteile verbindender Stolo (wie etwa bei *Aetea*) eng dem Substrat angeschmiegt mit dessen gesamten Unebenheiten genau mitgeht. Basale Kalkzapfen, die bei Formen ohne Stolo (*Membranipora crassimarginata*, *Tubulipora milneana* u. a.) auftreten, und das Zoarium am Substrat verfestigen (Fig. 31, kz), oder Wurzelfasern (Fig. 27, w; vgl. Polymorphismus; S. VII. c 51) sind oft durch den Berührungsreiz hervorgerufene (BUCHNER) polypidlose Zoecien. Ähnliche Bildungen kommen auch bei aufrecht verzweigten Formen (z. B. *Retepora*) an Stellen vor, wo verschiedenen Zweigen angehörige Zoecienlagen zusammenstoßen. Thigmotaktisch orientiert sich die festsetzungsreife Larve, die mit dem „birnförmigen Organ“ (vgl. S. VII. c 36, 39 und Fig. 20 VI, b) die Substrate abtastet, bis das bei der Festsetzung bevorzugte, möglichst glatte gefunden ist; doch möchte, insofern oft bestimmte Spezies bestimmte Substrate bevorzugen, auch Chemoperzeption mitsprechen. Ein vielleicht als negativer Thigmotropismus zu deutendes Verhalten wird später erwähnt (S. VII. c 75). HALLEZ setzte *Bugula*-Stöcke 20 Tage lang 100 Umdrehungen pro min aus und erhielt anstatt der sonst nur in den proximalen Partien auftretenden Wurzelfaserbüschel, solche auf der Basalseite längs der ganzen Kolonie. Er bezeichnet diese Erscheinung als Rheotropismus; meines Erachtens handelt es sich um eine durch das Bedürfnis nach Verfestigung hervorgerufene Kenozoecienbildung. Ob

*) Vgl. Anmerkung auf Seite VII c 26.

die Wasserbewegung oder der Lagewechsel dabei auslösend wirken, ist unsicher.

4. Chemischer Sinn. Dem Wasser beigefügte Duftstoffe bleiben ohne Effekt auf die Zooecien. *Hypophorella expansa* lebt auf den Röhren von Chätopteriden und Terebelliden, gerät aber bei Verdickung der Röhre durch fortgesetzte Sekretion der Polychäten in die Röhrenwandung hinein, und ihre Zooecien wachsen dann in das Lumen der Röhre, wo die evaginierten Polypide aus der Wand herausragen. Diese Wachstumsorientierung ist als Oxygenotropismus zu bezeichnen.

5. Nervensystem. Vom Nervensystem ist das an der Anal-(Dorsal-)seite des Vorderdarmes gelegene Cerebralganglion bekannt und von peripheren Nerven Schlundring, Tentakel-, Darm- und Tentakelscheidennerven (*Zoobotryon*, GERWERZHAGEN 1913). Das Ganglion enthält 8 bis 10 Ganglienzellen, die alle 1 oder 2 Neurite und mehrere dendritische Fortsätze abgeben. Die sicher vorhandenen motorischen und sensorischen Bahnen in den Tentakeln sind noch nicht nachgewiesen. Darm- und Tentakelscheidennerven sind paarig. Im Vergleich mit den Entoprocten (HARMER 1885, RETZIUS 1905) und den Phylactolaemen (*Cristatella*, GERWERZHAGEN 1913) erscheint das Nervensystem der Gymnolaemen noch recht untersuchungsbedürftig.*)

Geschlechtliche Fortpflanzung

Bei der Fortpflanzung der Bryozoen ist zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher zu unterscheiden. Die Träger der ersten, die Keimzellen, Eier und Spermien, finden sich meist im gleichen Zooecium (Fig. 1, ov, t). Gonochoristisch sollen sein: *Flustra membranaceo-truncata* (VIGELIUS), einzelne Zooecien von *Membranipora zostericola* (REPIACHOFF), *Lepralia martyi* (JCLLET), *Cylindroecium dilatatum* (CALVET) und die Kolonien mancher *Crisia*-Arten (z. B. *eburnea*, ROBERTSON). Nur die letzte Angabe dürfte richtig sein. JULLIENS Behauptung (1888), daß *Schizoporella hyalina* gonochoristisch sei und kleine ♂-Zooecien neben großen ♀-Zooecien habe, scheint mir unbestätigt geblieben zu sein.

1. Keimzellen. Die mesodermale Lage der Keimzellen im einzelnen ist inkonstant, oft liegen die Hoden am Funiculus oder neben dessen Ursprungsstelle an der Leibeswand, aber auch jederseits an den Lateralwänden (WATERS 1914 für *Scrupocellaria*, *Cribrilina* u. a.; MARCUS 1922 für *Myrizoium oclusum*), oder auch das Polypid rund umhüllend und das Cystid ganz erfüllend (*Adeonellopsis*, WATERS). Was JULLIEN (1888) für den medianen Hoden einer *Cribrilina* hielt, dürfte die orale Drüse (vgl. S. VII. c 27) sein. Die von MARY PALK (1911) beschriebenen, wurstförmigen, lateral gelegenen Gebilde könnten Exkretanhäufungen, wahrscheinlich aber Hoden sein. Die besonders von RETZIUS (1904, 1906, 1909) untersuchten Spermien sind recht kompliziert gebaut; bei *Membranipora pilosa* sind sie zu Spermatozeugmen vereinigt (KRISTINE BONNEVIE). Die Ovarien liegen oft am parietalen Mesoderm der Basal- oder auch Lateralwand in der distalen Zooecienhälfte

*) Vgl. Anmerkung auf Seite VII c. 26.

(Fig. 1, 27, ov), später lösen sie sich oft im ganzen los; ihre Lage und die Zahl der reifen Eier bedarf als systematisch bedeutsam (WATERS 1904, 1914) für die einzelnen Arten der jetzt z. T. noch lückenhaften Feststellung. Das reife Ei ist mit wenigen Ausnahmen (CALVET, KRISTINE BONNEVIE) kugelig und mißt durchschnittlich etwa 80 μ . Bei *Alcyonidium* und *Flustrella* ist ein Dotterkern gefunden worden (R. M. PACE 1906).

Proterandrie ist nicht die Regel; in den vielen beobachteten Fällen (CALVET) handelt es sich nur um vor der Oogenese einsetzende, aber bis zu deren Abschluß noch fortdauernde Spermiogenese. Die Grenze zwischen proterandrischem Hermaphroditismus und Gonochorismus verwischt sich bei *Alcyonidium duplex*: hier degeneriert das zunächst vorhandene, Spermien produzierende Polypid, und während dieser Degeneration wächst im gleichen Cystid ein zweites Polypid mit Ovar heran (PROUHO). Bei Cheilostomen und Ctenostomen mit Eifurchung im Mutterzooecium oder in besonderem Brutraum (vgl. S. VII. c 33, 54) gelangt fast immer nur ein Ei gleichzeitig zur Entwicklung. Ausnahmen sind die *Thalamoporella*-Arten, wo 2 bis 3 Larven in einem unvollständig zweigeteiltem Ooecium heranwachsen (WATERS), *Flustrella hispida* und *Pherusa tubulosa*, bei denen sich im Mutterzooecium 4 bis 5 Larven gleichzeitig entwickeln (PROUHO). Bei den oviparen Formen (*Membranipora pilosa*, mehrere Ctenostomen) werden 3 bis 17 Eier unmittelbar hintereinander abgelegt, bei vielen Cyclostomen entstehen aus einem sich furchenden Ei an 100 und mehr Larven (vgl. S. VII. c 36, 37).

2. Befruchtung. Über die Befruchtung ist noch kein klares Bild zu gewinnen. Bei den Cheilostomen *Membranipora membranacea* (HINCKS) und *pilosa* (FARRE u. a.) und mehreren Alcyonidien (FARRE, PROUHO u. a.) findet sich im geschlechtsreifen Zustand eine Kommunikation zwischen Cölomhöhle und Außenwelt in Form des Intertentakularorgans (Fig. 17, i), eines die Tentakelscheide an der Neural-(Dorsal-)seite durchsetzenden bewimperten Kanals. HINCKS hat Spermien diesen Kanal durchwandern sehen, was bei den betreffenden Formen reziproke Befruchtung im Cölom vermuten ließe, doch geben KRISTINE BONNEVIE und PROUHO für *Membranipora pilosa* ausdrücklich Selbstbefruchtung an. Für einige der oben genannten, angeblich gonochoristischen Formen und von JOLIET für die hermaphroditischen *Valkeria cuscuta*, *Bowerbankia imbricata*, *Mimosella verticillata* (= *Lagenella nutans*) wird reziproke Befruchtung behauptet. Bevor aber kein allgemeineres Vorkommen des Intertentakularorgans bei fertilen Zooecien nachgewiesen ist, muß für die überaus große Mehrzahl der Bryozoen Autogamie innerhalb des Cöloms angenommen werden, wie sie von PROUHO u. a. auch mehrfach von Cheilostomen und Ctenostomen berichtet wurde. Bei *Bugula avicularia* stößt bei Invagination das Polypid ständig gegen das Ei (GERWERZ-HAGEN) und befreit dieses hierdurch von den Follikelzellen. Am freien Ei vollzieht sich die autogame Befruchtung. Ein Durchdringen der Spermien durch die Tentakelscheide ist ohne ausreichende Begründung behauptet worden. Schwer verständlich bleibt freilich bei Autogamie die Massenproduktion von Spermien

für meist nur ein befruchtungsbedürftiges, im gleichen Cölom befindliches, also sicher erreichbares Ei (JOLIET). Allerdings verteilt sich die Spermiogenese auf längere Zeit, beginnt, wie erwähnt, oft vor der Oogenese und dauert bis zu deren Abschluß noch fort. Außerdem kommt bei *Membranipora pilosa* normaler Weise polysperme Befruchtung vor, wobei die neben dem einen mit dem Vorkern verschmelzenden Spermium mit eindringenden Spermien von Bedeutung für die Kernplasmarelation sind (K. BONNEVIE 1907).

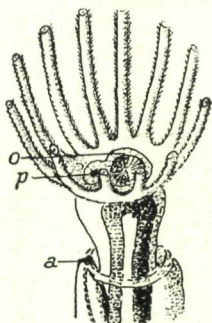


Fig. 16. Eiablage-Porus von *Farrella repens* (Bened.).
a Anus; o Orificium; p Eiablage-Porus.

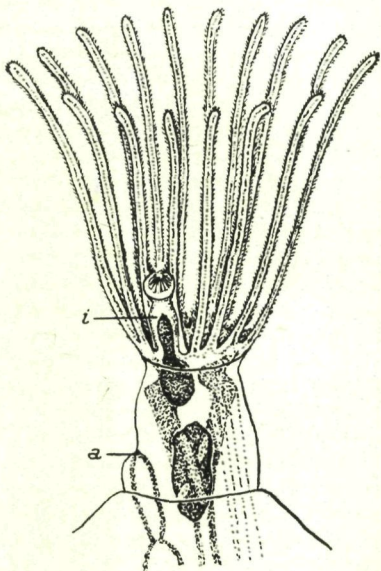


Fig. 17. Intertentakularorgan von *Membranipora pilosa* (L.). a Anus; i Intertentakularorgan mit einem eben eintretenden Ei; darunter ein zum Intertentakularorgan aufsteigendes Ei.

3. Eiablage, innere Bruträume. Nach der Befruchtung wird das Ei ausnahmsweise durch einen Cölomporus (Fig. 16, p) frei, so bei *Farrella repens* (VAN BENEDEN) und *Hypophorella expansa*, wo PROUHO den Porus zwischen Tentakelbasis und Ganglion gefunden hat; SCHIMKEWITSCH nennt derartige Genitalporen der Ectoprocten wohl nicht mit Recht Metanephridien. Bei *Membranipora pilosa*, *M. reticulum*, *Alcyonidium albidum*, *A. duplex* und *A. cellarioides* wird das Ei bei evaginiertem Polypid durch das Intertentakularorgan (Fig. 17, i) abgelegt; bei *A. duplex* sind es 4 bis 5 Eier, die mittels der in einen dünnen Stiel ausgezogenen Eihülle in der Umgebung des Diaphragmas des Mutterzooeciums fixiert werden. Meist durchläuft das Ei seine Entwicklung im Mutterzooecium oder einem besonderen Brutraum. Im Mutterzooecium wird bald das Cölom zum Brutraum, in dem der Embryo frei (*Cylindroecium*) oder von einem membranösen Sack umhüllt liegt (*Beania*, *Diplodidymia*, *Adeonella*); die Embryonalentwicklung bringt dann häufig das Polypid zum Absterben; es bleibt indessen auch aktiv, so bei *Cylindroecium* und, wenn auch verkleinert, bei *Tubucellaria* (WATERS

1907). Auch nur ein Teil des Cöloms kann zum Brutraum werden und ist dann durch ein mehr oder minder vollständiges Diaphragma vom übrigen Cölom abgetrennt (endozoeciales Ooecium). Bei *Diplo-didymia* durchläuft das Ei seine Entwicklung in einem frei ins Cölom hängenden, häutigen Sack (WATERS 1914). Auch das Atrium kann als Brutraum dienen (*Pherusa*, *Flustrella*), durch Dehiscenz der Tentakelscheidenwand (Atrialmembran) gelangt das Ei in das Atrium und verursacht oft Degeneration des Polypids (*Alcyonidium mytili*, *Pherusa*, *Amathia* u. a.), läßt aber manchmal auch das Polypid lebensfähig (*Lepralia pallasiana*). Bei *Flustrella hispida* gelangen 4 bis 5 Eier in das Atrium, werden also von der Tentakelscheide umwachsen. Es ist eine nach Degeneration des alten Polypids regenerierte Knospe, von der die Eier hier aufgenommen werden. Diese Knospe wächst zu einem vollständigen, lebensfähigen Polypid aus, entwickelt sich also nicht wie bei *Valkeria cuscuta* nur teilweise (JOLIET). Wenn freilich die Embryonen groß geworden sind, bringen sie auch bei *Flustrella* das Polypid zur Rückbildung, indem sie fast das ganze Cölom beanspruchen und nur für einen Rest schleimiger Substanz Platz lassen (R. M. PACE). Es steht noch dahin, ob die Eientwicklung in gewöhnlichen Zooecien (Autozooecien) mancher Cheilostomen (z. B. *Euthyris*, *Adeonidae*), diese vorübergehend zu großen, sogenannten Gonozooecien (Fig. 18, go) umwandelt, und diese Gonozooecien nach der Larvenbildungsperiode wieder zu Autozooecien werden, oder ob die Eientwicklung nur in solchen, von der Knospung her besonders großen Zooecien vor sich gehen kann.

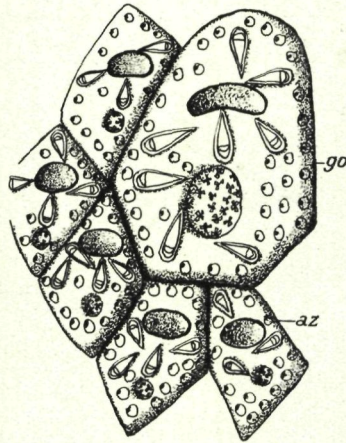


Fig. 18. Gonozooecium von *Adeonellopsis foliacea* (P. H. MacG.) (nach LEVINSEN).
az Autozooecium; go Gonozooecium.

4. Äußere Bruträume. Während bei Ctenostomen nur selten den äußeren Bruträumen ähnliche Vorwölbungen des Cystids auftreten (*Cylindrooecium*), finden sich solche äußeren Bruträume (Ooecien, Ovicellen) bei vielen Cheilostomen und Cyclostomen. Den Cheilostomenzooecien sitzen die Ooecien distal-medial oder distal-lateral als annähernd kugelige, bei den stark verkalkten Formen oft reich skulpturierte Kappen oder Helme an (hyperstomiale Ooecien) (Fig. 115, 119, 145, 165 und viele andere); in einigen seltenen Fällen (WATERS 1904, p. 76) sitzt das Ooecium auch proximal vom Orificium. Den Cyclostomenzooecien liegen die Ooecien frontal als bauchig geschwollene Beutel (Fig. 28, ov) auf, ohne nennenswerte Skulpturunterschiede den Zooecien gegenüber. Allgemein als abgeänderte Zooecien (Heterozooecien, vgl. S. VII. c 52) bezeichnet, sind die Ooecien beider Ordnungen in Entstehung

und Bau recht verschieden. Das der Cyclostomen ist nichts anderes als ein fertiles Zoocodium; bei Formen wie *Lichenopora* ist das fertige Oocodium eine Gesamtheit zahlreicher Zoocodien. Für alle Typen der sehr verschiedenartig gestalteten Cheilostomenoocodien, die besonders LEVINSEN (1909) studiert hat, ist die Zoocodiennatur nicht nachweisbar. Bei den Cyclostomen findet eine Ernährung des Embryos durch das degenerative Polypid des Oocodiums (Embryophor) statt, bei den Cheilostomen ist das Oocodium nur Aufbewahrungsraum für die sich entwickelnde Larve, und falls eine Embryonalernährung überhaupt stattfindet (*Vittaticella*, WATERS 1914), geht sie durch bindegewebige Stränge vom proximal zum Oocodium gelegenen Zoocodium aus. Dieses Zoocodium (Fig. 63, 64, 129, 150, 161) ist oft abweichend von den übrigen, meist breiter,

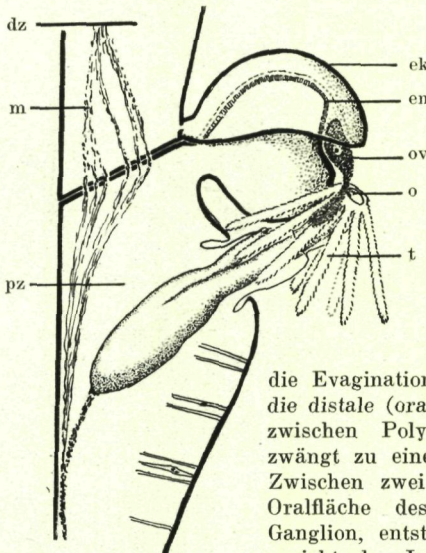


Fig. 19. Überführung des Eies aus dem Zoocodium in das Oocodium bei *Bugula avicularia* (L.), (nach GERWERZHAGEN, verändert). dz distales Zoocodium; ek Ekto-Oocodium; en Endo-Oocodium; m lockeres Mesodermgewebe; o Orificium; ov Ei; pz proximales Zoocodium; t die umgeklappte Tentakel.

gestaltet, was mit seinem Fertilwerden und dann der Beanspruchung bei Überführung des Eies in das Zoocodium zusammenhängen möchte. Diese Überführung ist bisher nur von zwei Formen (*Bugula avicularia*, GERWERZHAGEN 1913, *Membranipora zostericola*, M. W. PALTSCHIKOWA - OSTROUMOWA 1925) gesehen worden. Bei *Bugula* gelangt das befruchtete Ei durch

die Evaginationsbewegungen des Polypids in die distale (orale) Cölompartie und wird dort zwischen Polypid und Cystidwand eingezwängt zu einer flachen Scheibe deformiert. Zwischen zwei dorsalen Tentakeln, auf der Oralfläche des Polypids, also über dem Ganglion, entsteht eine kleine Öffnung (entspricht der Lage und Funktion des Porus

von *Farrella* u. a. Ctenostomen), durch die das Ei durchgepreßt wird. Die zur Überführung in das Oocodium notwendige Evagination und die erheb-

liche Deformation, die das Ei bei der „Geburt“ erfährt, zeigt Fig. 19. Da die Dorsalseite des Gymnolaemenpolypids der Zweigspitze zugekehrt ist, und das Polypid gerade bis zum basalen Oocodienansatz ausgestülpt werden kann, vermag das Ei sich zwischen Endo- und Ekto-Oocodium einzuschieben. Die Tentakel werden nach hinten umgelegt. So gelangt das Ei auf demselben Weg in das Oocodium, auf dem die Larve es verläßt. Ob Muskelkontraktion des Endo-Oocodiums das Ei einsaugt, ist nicht beobachtet; vielmehr weitet sich der Brut-

raum anscheinend erst allmählich dem Raumbedürfnis des eingetretenen Eies entsprechend. Die Geburt wäre demnach das Werk der Cystid- und Tentakelscheidenmuskulatur; erleichtert wird sie durch die Formveränderlichkeit des Eies. Fehlgeburten sind relativ häufig. Nach der Geburt bringt das Polypid allmählich seine Tentakel in die normale Stellung, invaginiert langsam und verharrt geraume Zeit in Ruhe. Später nimmt es seine normalen Lebensfunktionen wieder unverändert auf. Ist das Polypid eines Zooeciums mit befruchtetem Ei degeneriert, so findet der Transport des Eies in das Ooecium erst statt, sobald das Regenerat hierzu imstande ist. Normalerweise be-

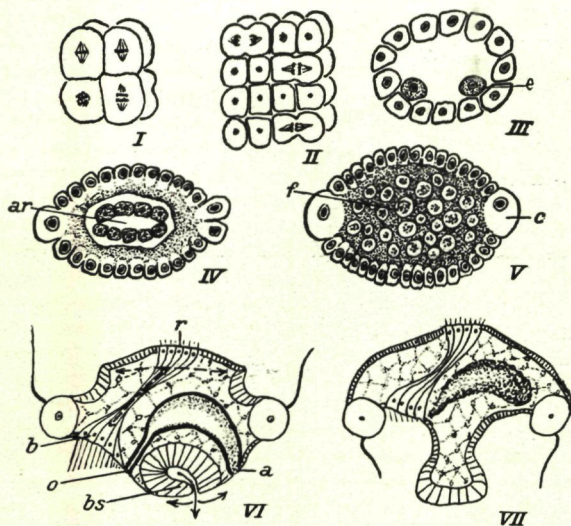


Fig. 20. Schema der Entwicklung von Ctenostomen und Cheilostomen (nach VIGELIUS und DELAGE-HEROUARD, verändert).

I) 8-Zellenstadium. II) 32-Zellenstadium. III) Querschnitt durch die Gastrula mit den eingewanderten Entodermzellen. IV) Differenzierung des ektodermalen Wimpergürtels, der Corona, und des vorübergehend auftretenden Archenterons. V) Ausbildung des Füllgewebes. VI) Querschnitt einer Cheilostomen- oder Ctenostomenlarve mit durchgängigen Darm; die Pfeile geben die Ausstülpungsrichtung der Basalplattenanlage an. VII) Querschnitt der durch Ausstülpung der Basalplattenanlage festgesetzten Larve; der Darm degeneriert.

a Anus; ar Archenteron; b birnformiges Organ; bs Basalplattenanlage; c Coronazelle; e Entodermzelle; f Füllgewebe; o Mund; r retraktiles Scheitelorgan.

ginnt — auch bei solcher Verzögerung — die Furchung erst, wenn das Ei im Ooecium liegt. Bei *Membranipora zostericola* schieben sich die zusammengefalteten Tentakel in das Ooecium, und das Ei wird durch ein Intertentakularorgan abgelegt. In Fällen, wo der Weg zwischen dem Orificium und dem Ooecium weit und auch vom Operculum nicht gesichert ist (*Reteporidae*, Fig. 38 u. a.), bedarf dieser wohl ähnlich vorstellbare Modus äußerer Überführung noch der Beobachtung. Es könnte vielleicht manchmal (z. B. bei *Schizoporella hyalina*) das Ei auch durch

eine innere Kommunikation zwischen Oocieninnerem und mütterlichem Cölom seinen Weg nehmen, brauchte dann also die Tentakelscheide des Mutterzoocieciums nicht zu durchbrechen. Bei dem hier abgebildeten, freien, hyperstomialen Cheilostomen-Ooecientyp (Fig. 32) sind zwei vom distalen und proximalen Zoociecium gebildete, ineinander steckende Blasen (Fig. 19, 32, ek, en) vorhanden (Ekto- und Endo-Ooecium), zwischen denen der Embryo sitzt. Ein doppeltes, median unvollständig getrenntes Ooecium mit 1 bis 2 Embryonen in jedem Compartment hat *Thalamoporella* (WATERS), *Idmonea radians* ein aus 4 bis 6 Abteilungen mit je einer Larve zusammengesetztes Ooecium. Bei *Membranipora zostericola* kommen bis zu 2 Embryonen gleichzeitig in einem Ooecium zur Entwicklung.

5. Embryonalentwicklung, Larvenanatomie. Die Furchung (Fig. 20) verläuft meist nach dem total-adäqualen Typus (Ausnahme *Flustrella hispida*, R. M. PACE 1909) und zeigt im 16- und 32-Zellenstadium (Fig. 20 II) die eigentümliche Blastomerenanordnung in 2 bzw. 4 Paaren paralleler Viererreihen, die Schachbrettkonfiguration (wie Pyrosomen, Teleostier, Amphibien). Eine adäquale (bei *Flustrella* inäquale) Cöloblastula wird bei Cheilostomen und Ctenostomen durch polare Einwucherung von 4 Entodermzellen zur Gastrula (Fig. 20 III), und das primäre Entoderm gruppiert sich bei diesen Ordnungen um ein Archenteron (Fig. 20 IV, ar), das durch Ausbildung von Stomodaeum und Proctodaeum bei manchen Formen Anschluß nach außen gewinnt. Das wenige über die Entstehung des Mesoderms bei den Gymnolaemen Bekannte zeigt dessen innige Beziehung zum Entoderm und vegetativen Pol. Derivate des primären Entoderms erfüllen als mesenchymatisches Füllgewebe (Fig. 20 V, f) den Raum zwischen Ektoderm und Darm, die primäre Leibeshöhle der Larve. Von Differenzierungen des larvalen Ektoderms sind hervorzuheben: die quere Wimperzone (Corona, Fig. 20 V, c), durch die eine aborale, neurale von einer oralen, oft eingestülpten Larvenhälfte (*Cyphonautes*, die Larve von *Membranipora*) geschieden wird. Aboral liegt das retraktile Scheitelorgan (Fig. 20 VI, r), vielleicht ein Sinnesorgan, das durch Nerven und Muskelfasern mit dem birnförmigen Organ (Fig. 20 VI, b) verbunden ist. Das birnförmige Organ liegt auf der Oralhälfte der Larve, präoral. Postoral, aber präanal, findet sich die eingestülpte Basalplattenanlage (Fig. 20 VI, bs), der unrichtiger Weise sogenannte „Saugnapf“. *Cyphonautes*, die *Flustrella*- und *Hypophorella*-Larve haben eine chitinige, dorsal zusammenhängende, zweiklappige Schale, deren beide ventral vorn und hinten klaffende Hälften durch einen etwa in ihrer Mitte gelegenen Musc. adductor verbunden sind*).

Bei den Cyclostomen wird, wie erwähnt, das Ei im Ooecium vom Embryophor ernährt und wächst infolgedessen während der Furchung mächtig aus. Es treten am Morulastadium, dem sogenannten „primären Embryo“ (Fig. 21, p¹), Einkerbungen und Ausbuchtungen auf, die schließlich zur Abschnürung der betreffenden Teile führen.

*) Für eine Bestimmungstabelle der Larven sind die Lücken in unserer Kenntnis noch zu groß; orientierende Abbildungen finden sich besonders bei BARROIS (1877), ferner bei HINCKS (1880), PROUHO (1890, 1892), CALVET (1900) u. a.

Dieses sind die „sekundären Embryonen“, die noch „tertiäre Embryonen“ durch Teilung liefern können (*Tubulipora*, *Lichenopora*). Das ganze Ooecium ist schließlich von Embryonen erfüllt; bei *Diastopora* sind es über 100, die sich der verschiedenen Zeit ihrer Entstehung entsprechend auf differenten Entwicklungsstufen befinden. Erst bei oder meist nach erfolgter Abschnürung vom primären Embryo bildet sich die adäquate Cöloblastula und aus ihr, anscheinend auch durch polare Einwucherung, die noch genau zu erforschende Gastrula (Fig. 21, sg²). Eine Gruppierung der primären Entodermzellen zur Bildung eines Urdarms findet nicht statt. Das Gleiche ist vielfach auch bei Cheilostomen und Ctenostomen der Fall (*Bugula*, *Lepralia*, *Amathia*, *Valkeria*). Statt aber, wie bei diesen Ordnungen ein Füllgewebe zu bilden, legen sich bei den Cyclostomen die Derivate der primären Entodermzellen (Fig. 21, sm³) in epithelialer Anordnung dem Ektoderm an (Fig. 21, sp⁴). Sie präsentieren sich damit als Mesoderm, und der von diesem umgrenzte Hohlraum der Cyclostomenlarve ist, trotz des Mangels einer Darmhöhle, eine echte sekundäre Leibeshöhle, ein Cölom. Diese Entstehung des Mesoderms unter Übergehung des Entoderms fällt unter die von SCHIMKEWITSCH als Methorisis bezeichnete Erscheinung. Trotz Homologie in den genannten ektodermalen Larvenorganen bestehen also bei den Gymnolaemenlarven wichtige Unterschiede: die Cyclostomenlarven haben ein parietales Mesoderm, und zwischen dem geschilderten *Cyphonautes*-Typ, wo das Archenteron zum Mesodaeum der Larve wird, und den darmlosen Ctenostomen- und Cheilostomenlarven steht der *Alcyonidium*-Typ mit blindgeschlossenem Darm. Das gibt unter Hinzunahme der

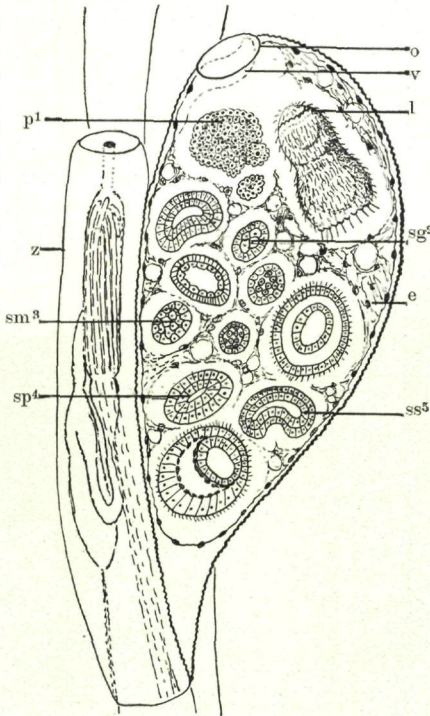


Fig. 21. Längsschnitt durch ein Cyclostomen-oöcium (kombiniert aus CALVET, HARMER, METSCHNIKOFF und ALICE ROBERTSON). Die Indices bezeichnen die Altersfolge der Embryonalstadien. e Embryophor; l Larve, mit dem oralen Pol nach oben gezeichnet; o Oöciostom; p¹ primärer Embryo; sg² sekundärer Embryo auf dem Stadium der Gastrula, 4 Endodermzellen eingewandert; sm³ sekundärer Embryo mit vermehrten Entodermzellen; sp⁴ sekundärer Embryo mit parietalem Mesoderm und von diesem umkleidetem Deuterocoel; ss⁵ sekundärer Embryo mit Saugnapfeinstülpung; v Verschlussfalte des Oöciostoms; z dem Oöcium benachbartes Zooecium.

haben ein parietales Mesoderm, und zwischen dem geschilderten *Cyphonautes*-Typ, wo das Archenteron zum Mesodaeum der Larve wird, und den darmlosen Ctenostomen- und Cheilostomenlarven steht der *Alcyonidium*-Typ mit blindgeschlossenem Darm. Das gibt unter Hinzunahme der

Phylactolaemen eine für die Phylogenesis der Bryozoen wichtige Reihe (MARCUS 1924).

6. Freileben der Larve. Bei Cheilostomen und Ctenostomen bildet das Cölon sich erst bei der Festsetzung aus, vor deren Schilderung aber das Freileben der Larve zu besprechen ist. Die Larve wird in bewimpertem, aktiv beweglichem Zustand frei (Fig. 22). Bei *Membranipora zostericola* schlüpft sie etwa 48 Stunden nach ins Ooecium erfolgter Eiablage aus (PALTSCHIKOWA-OSTROUMOWA 1925), bei *Farrella repens* etwa 52 bis 60 Stunden nach ins freie Wasser erfolgter Eiablage (MARCUS 1926). Erfolgte die Entwicklung im Mutterzoocium, so schlüpft die Larve durch das sich öffnende Orificium aus. Lag das Ei nicht bereits im Atrium, so bahnt sich die Larve jetzt den Weg durch die Tentakelscheide hindurch. Bei *Bowerbankia* befördert

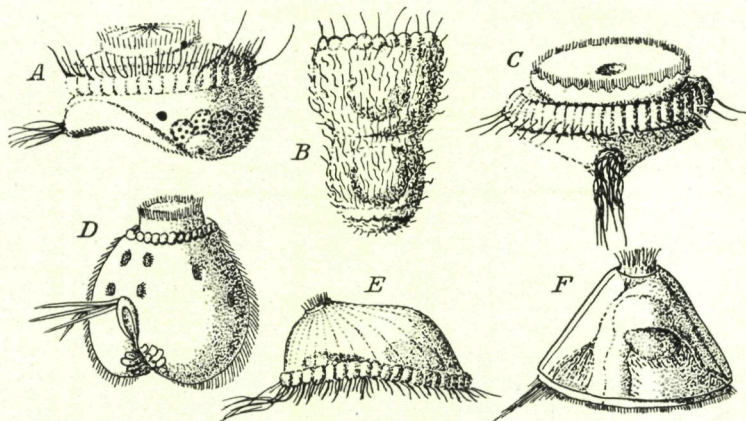


Fig. 22. Habitusbilder einiger Bryozoenlarven (nach BARROIS und LEVINSEN). A *Microporella ciliata* (Pall.); B *Tubulipora* spec.; C *Alcyonidium mytili* Dalyell, frontal; D *Bugula flabellata* (J. V. Thomps.); E *Eucratea chelata* (L.); F *Membranipora pilosa* (L.).

Polypidevagination die fertige Larve ins Freie (TAYLOR 1891). In vielen Fällen freilich degeneriert das Polypid infolge des durch die heranwachsende Larve verursachten Raummangels, und dabei ist das Orificium geschlossen. Die Larve stößt dann aktiv das Operculum auf, bzw. bahnt sich den Weg zwischen dem Collare hindurch. Wärme beschleunigt das Ausschlüpfen bei *Alcyonidium* (ZSCHIESCHE). Ein besonderes, distal vom Operculum mündendes Rohr, von beweglicher Kalkplatte verschlossen, dient bei *Sarsiflustra* dem Austritt der Larve. Aus den Cheilostomenooecien des geschilderten hyperstomialen Typus preßt sich die Larve unter Mithilfe der beide Ooecienhälften trennenden Muskulatur heraus; zuweilen gelingt das nur teilweise, und die festgeklemmte Larve metamorphosiert da, wo sie sitzt (CALVET). An den Cyclostomenooecien befinden sich besondere Öffnungen (Ooeciostome, Fig. 21, o; Fig. 84) für die ausschwärmenden

Larven, die aktiv eine innere Klappe (Fig. 21, v) wegdrängen. Von der Zahl freiwerdender Larven in einer Kolonie gibt eine Beobachtung DALYELLS eine Vorstellung: er sah von einer *Flustra foliacea*-Kolonie innerhalb von 3 Stunden wenigstens zehntausend Larven ausschlüpfen. Die Larve mit durchgängigem Darmtraktus (*Cyphonautes*) schwärmt etwa 2 Monate lang pelagisch, vorzugsweise in Nähe der Küste oder des treibenden Substrates der Kolonie (*Sargassum*). Die durch Wimperschlag bewirkte Schwimmbewegung erfolgt bei *Cyphonautes* mit nach vorn gerichtetem Scheitelorgan (wie bei *Pedicellina*), die Schalen werden möglichst horizontal gestellt; die *Alcyonidium*-Larve schwimmt mit dem birnförmigen Organ voran. Zuweilen dreht sich die Larve, besonders in der Nähe fester Körper (Aquarienwand), um die eigene Achse, so die von *Mucronella coccinea* manchmal $\frac{1}{2}$ St. lang. Larven mit funktionsunfähigem, blindgeschlossenem oder solche ohne Darm schwärmen etwa 12 bis 24 Stunden, *Bowerbankia* kaum so lange (TAYLOR). Sie setzen sich auch im Meere oft in solcher Menge an das gleiche Substrat, daß nur wenige von ihnen Kolonien bilden können (HARMER 1900). Meist nach vorheriger Ausstülpung der Basalplattenanlage (Saugnapf, Vestibulum, sac interne) setzt sich die Larve fest, doch spielt auch das birnförmige Organ (das „Nervendrüsengorgan“ SEELIGERS und seiner Schüler) eine wichtige Rolle. *Cyphonautes* kriecht, dieses Organ voran, auf der Unterlage herum, auch bei *Alcyonidium* suchen die Wimpern dieses Organs tastend die zur Festsetzung geeignetste Stelle aus. Diese Form befindet sich im allerersten Festsetzungsstadium mit noch eingestülpter Basalplattenanlage und nur mittels des Drüsensekrets des birnförmigen Organs festgeheftet. *Cyphonautes* steht vor Ausstülpung der Basalplatte auf den Schalenrändern, kippt dabei gelegentlich um und geht, dann nicht mehr zur Festsetzung fähig, zugrunde. Die Mechanik der Basalplattenausstülpung veranschaulicht das beigegefügte Schema (Fig. 20 VI): die Larvenmuskulatur kontrahiert sich (in der unterbrochen gezeichneten Pfeilrichtung) und drückt die Basalplatte (in der ausgezeichneten Pfeilrichtung) heraus, sie membrandünn am Substrat ausrollend. Das Festhalten ist lediglich auf Adhäsion (Fig. 20 VII), nicht auf Saugwirkung zurückzuführen, weshalb besonders glatte Flächen zur Festsetzung bevorzugt werden.

7. Metamorphose. Im Gegensatz zu den Phylactolaemen, bildet die Gymnolaemenlarve bei der Festsetzung nur ein erstes Polypid aus, doch kommen Ausnahmen mit 2 und 3 Polypiden vor. Wenn nämlich bei einer Form, deren Eier im Mutterzoöcium sich furchen, wie etwa bei *Alcyonidium mytili*, das Mutterpolypid degeneriert, so sind zuweilen die ausschwärmenden Larven durch die klebrige Masse des Degenerats eng verbunden, und bei ihrer gemeinsamen Metamorphose koaleszieren die Cystide, so daß ein erstes Zooecium mit mehreren Polypiden zustande kommt. Der Bildung des Primärpolypids geht eine bereits am ersten Festsetzungstage beginnende Histiolyse des Darmes und eines Teils des Füllgewebes voraus (Fig. 20 VII). Der Rest des Füllgewebes nimmt die Form eines dem Larvenektoderm sich anlegenden Endothels an. Es wird damit zum parietalen Mesoderm. Die durch Ausstülpung der Basalplatte inzwischen vergrößerte Leibeshöhle der nunmehr fest-

gesetzten Larve (Primärzooecium, Ancestrula, Oozoid) wird zur sekundären Leibeshöhle, zum Cölom. Bei den Cyclostomen ist, wie oben (S. VII. c 37) beschrieben, schon die Leibeshöhle der Larve ein definitives Cölom. Im übrigen verläuft die Metamorphose bei den Gymnolaemenordnungen übereinstimmend: das Larvenektoderm bildet sich zum Ektoderm des Primärzooeciums um, indem die Bewimperung (provisorisches Larvenorgan) verloren geht und eine Cuticula, die Ektocyste (vgl. S. VII. c 7) abgeschieden wird; die Apertur grenzt sich frontal ab. Nachdem während oder auch teilweise vor (*Flustrella*) der Festsetzung das Larvenpolypid degenerierte, regenerieren Ectoderm und der zum Mesoderm gewordene Rest des Füllgewebes, das Ancestrulapolypid von der Scheitelplatte, also dem Aboral- oder Neuralfeld aus. Bei *Membranipora membranacea* und *villosa* liefert die Larve zwei Cystide mit je einem Polypid. Während sich bei den Cyclostomen die Metamorphose nur auf die ektodermalen Organe des Cystids und das Polypid erstreckt, wird sie bei

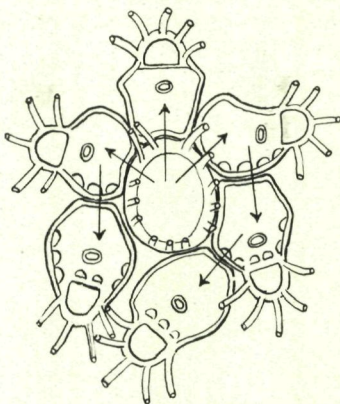


Fig. 23. „Tata“-Form der Ancestrula von *Microporella malusti* (Aud.). Die Pfeile geben die Genealogie der Knospen an.



Fig. 24. Knospung von *Lichenopora verrucaria* (Fabr.) als Differenzierung der Zooecien von einer indifferenten Basalplatte. Ausgezeichnet das Anfangsstadium; punktiert das Stadium fortgeschrittenen Wachstums.

Cheilostomen und Ctenostomen durch Degeneration des Larvenpolypids eingeleitet und umfaßt ektodermale Cystidorgane, Polypid und Cölom. Sie dauert, z. B. bei *Alcyonidium* nach JOLIET von der Festsetzung am 18. V. 5 p. m. bis zur ersten Evagination des Ancestrulapolypids am 23. V. 9³⁰ a. m.; auch ZSCHIESCHE gibt

5 Tage als Dauer für die Metamorphose an. Die Ancestrula unterscheidet sich meist erheblich von den späteren Zooecien; so behält das Primärzooecium der Cyclostomen (Fig. 28, Pz) zeitlebens in seiner proximalen Partie die Scheibenform („primary disc“), die bei der Festsetzung der Larve zustande gekommen ist. Die in Fig. 23 abgebildete, zuerst von *Membranipora* beschriebene „Tata“-Form findet sich bei vielen Cheilostomengattungen wieder, was phylogenetisch verwertet wird (HARMER 1902). Die für viele Arten noch festzustellenden Ancestrulae sind neuerdings auch für die Systematik wichtig geworden (WATERS 1924, 1925).

Ungeschlechtliche Fortpflanzung

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Bryozoen ist eine Knospung. Indem sie bei den Gymnolaemen als äußere Knospung zur Stockbildung (Cormogenie) führt, zeigt

sie das Wesen der Fortpflanzung „als Wachstum über das individuelle Maß hinaus“ (K. E. v. BAER) besonders deutlich.

1. Zoöciale Knospung. Anders als bei den Phylactolaemen eilt bei den Gymnolaemen das Cystid in der Knospung voran. Vom Cystid des Mutterzoöciums her, und zwar von wucherungsfähigem Gewebe in dessen Apical-(Distal-)region geht eine Zellproliferation der Endocyste (Entoderm und Mesoderm) aus, oft noch bevor die Distalwand des Mutterzoöciums selber fertig ist. Auf das Mutterzoöcium bezogen, liegt die Knospe bei den Gymnolaemen in der Regel aboral, bei den Phylactolaemen oral; indessen berichtet ZSCHIESCHE (1909) von oral gelegenen Stelmatopoden-, HERWIG (1913) von anal-(aboral-) gelegenen Lophopodenknospen. Bei Cyclostomen vom *Lichenopora*-Typ differenziert sich eine indifferente Basalplatte zu jungen Zoöcien, die basal, unterhalb von den alten hervorwachsen (Fig. 24). Die Cystidknospe ist zunächst eine handschuhfingerförmige Ausstülpung; von den für ein Zoöcium charakteristischen Differenzierungen werden die Basal- und Lateralwände vor

Distal- und Frontalwand, und am spätesten die Orificialregion gebildet. Von diesem Schema gibt es mannigfache Modifikationen: bei *Membranipora membranacea*, *Schizoporella* und vielen anderen inkrustierenden Cheilostomen entstehen die Lateralwände für mehrere Zoöcien gleichzeitig, und die Querwände bilden sich sukzessive von der ursprünglichen Knospungszone distalwärts fortschreitend. Bei *Chorizopora brogniartii*, *Beania magellanica* (Fig. 25) und *Lepralia clivosa* coaleszieren mehrere Knospenauswüchse zur Bildung eines Zoöciums (WATERS). Wenn die Cystidknospe als bauchig aufgetriebenes Zweigende bei den frei-aufrechten, oder bei inkrustierenden Formen in der terminalen Wachstumszone deutlich abgesetzt ist, wird das Polypid angelegt*). Es liegt meist in der proximalen Hälfte der Cystidknospe, oft an der Basalwand, aber auch an der Proximalwand oder an einer lateralen, immer in der Nähe einer Rosettenplatte, durch die hindurch nährendes mesodermales Gewebe („Funikulargewebe“) des Mutterzoöciums an die Polypidknospe heran-

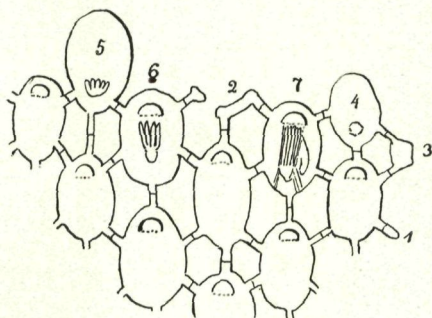


Fig. 25. Knospung durch Koaleszieren von Zoöcienauswüchsen bei *Beania magellanica* (Bsk.) (nach WATERS, verändert). Die Zahlen bezeichnen die verschiedenen jungen Knospungsstadien: 1–3: Bildung des Cystids; 4: fertiges Cystid mit Polypidanlage; 5–6: Polypidbildung; 7: fertiges Zoöcium.

eines Zoöciums (WATERS). Wenn die Cystidknospe als bauchig aufgetriebenes Zweigende bei den frei-aufrechten, oder bei inkrustierenden Formen in der terminalen Wachstumszone deutlich abgesetzt ist, wird das Polypid angelegt*). Es liegt meist in der proximalen Hälfte der Cystidknospe, oft an der Basalwand, aber auch an der Proximalwand oder an einer lateralen, immer in der Nähe einer Rosettenplatte, durch die hindurch nährendes mesodermales Gewebe („Funikulargewebe“) des Mutterzoöciums an die Polypidknospe heran-

*) Nach AGATZ' Terminologie wäre der Knospungsvorgang aufzulösen in eine Teilung, bei der dem „Mutterzoöcium“ ein Teil des Cystids und das Polypid verbleibt, das „Tochterzoöcium“ nur einen Teil des Cystids erhält. Die Polypidbildung im „Tochterzoöcium“ wäre dann eine Regeneration, die als primäre gegenüber der periodisch in den Zoöcien auftretenden sekundären unterschieden wird. Ich nehme diese Ausdrucksweise nicht an.

tritt. Die Polypidknospe (Fig. 26) ist zu bezeichnen als eine Wucherung der Endocyste, dieses bildungsfähigen Wandgewebes. Sie tritt auf in Form einer Ektodermverdickung, der Mesodermzellen zerstreut oder als Epithel anliegen (Fig. 26, 1). Nach dem Cystidlumen zu gerichtetes Wachstum führt zu einer Ektodermeinsenkung und Loslösung der Polypidanlage von der Cystidwand. Das eingesenkte Ektoderm wird röhrenförmig und damit zur Anlage des Atriums; an der Atrialwand, der Tentakelscheide, sprossen die Tentakel (Fig. 26, 2). Vom Atrium weiter ins Cystidinnere hinein wächst das Rectum. Weiteres U-förmiges Wachstum bildet den übrigen Verdauungstraktus (Fig. 26, 3) und den Mund schließlich da, wo der Darm (in dieser Partie Ösophagus) die Tentakelscheide wieder erreicht (Fig. 26, 4). Die Bildung des Primärpolypids der Ancestrula verläuft von der Scheitelplatte der Larve aus ebenso. Gewöhnlich wird von einem Zoocium im regelmäßigen Verlauf der Cormogenie eine Knospe gebildet, an Bifurkationsstellen der Zoocienreihen sind es zwei, manchmal drei, die fast gleichzeitig oder nacheinander von einem Zoocium aus entstehen. Die Ancestrula der inkrustierenden Cheilostomen (Fig. 23) bildet in der Regel zwei laterale Knospen und oft etwas später eine distale, die alle drei mitsamt den von ihnen proximal von der Ancestrula gebildeten Zoocien häufig einen von den übrigen Zoocien des Stockes abweichenden ancestruloiden Bau besitzen*).

Wenngleich Theoretisches in dieser Darstellung in der Regel beiseite bleibt, müssen zwei Probleme hier doch, und zwar im engen Anschluß an HEIDER, kurz erörtert werden, da das eine vielleicht bei Betrachtung des Knospungsschemas, das andere sicher bei Benutzung der Knospungsliteratur den Leser beschäftigen wird. Wir sahen bei der Knospung den gesamten Darmtraktus aus dem Ektoderm entstehen, also auch Teile wie das Mesenteron, das wir bei Protostomiern als entodermal gebildet zu sehen gewöhnt sind. Dies bliebe mit dem über die Keimblätter Bekannten unvereinbar, wenn wir nicht auf das ursprüngliche Gebiet der Keimblätterlehre zurückgingen. Das Keimblatt, als ein abgegrenztes Zellaggregat, gibt bei normaler Eientwicklung einer bestimmten Körperschicht den Ursprung, und nur dieser Ablauf, der die prospektive Bedeutung des Keimblattes enthüllt, ist bei den verschiedenen Tierstämmen vergleichbar und ergibt Homologien. Was bei Knospung und Regeneration aus einem Keimblatt alles werden kann, seine prospektive Potenz, darf nicht als Einwand (BRAEM) gegen die Keimblätterlehre geltend gemacht werden, denn diese äußert sich nur über die Tatsachen normaler Eientwicklung (HEIDER 1897). Es treten, z. B. bei Wirbeltierregeneration, Spezifikationen der Keimblätter ebenso ein, wie bei der Bryozoenknospung und -regeneration Potenzen in ihnen erhalten bleiben, die weit über das hinausgehen, was sie bei normaler Eientwicklung zu leisten haben. Hier bei der Knospung, ist der Ausgangspunkt der Entwicklung ein ganz anderer als beim Ei, und die dort zu findenden Prinzipien der ersten Anlagensonderung, Furchung, Gastrulation usw. fehlen hier. Das führt zum zweiten Problem. SEELIGER und seine Schüler bezeichnen die als erste Knospenanlage bemerkbare Ektodermeinstülpung als Invagination einer Gastrula. Abgesehen davon, daß bei der Gastrulation nicht ein Ektoderm sich einstülpt, sondern ein Blastoderm, liegt eine Rückdifferenzierung des Ektoderms zum Blastulastadium (RÖMER) gerade im Hinblick auf die anschließenden Vorgänge hier keinesfalls vor. Es ist ja Mesoderm

*) Wenn FRIEDL (1925) von Ancestrulae spricht, die „durch Knospung 5 bis 8 Zoocien um sich herum bildeten“, so unterscheidet er dabei nicht zwischen den ersten meist 3) von der Ancestrula geknospten Zoocien und den von diesen 3 neuknospenden, oft gleichfalls 3 Zoocien, die sich freilich mit jenen 3 in der erwachsenen Kolonie wie ein „Kranz von Tochterzoocien“, um die Ancestrula herum präsentieren (vgl. hierüber WATERS 1924, 1925).

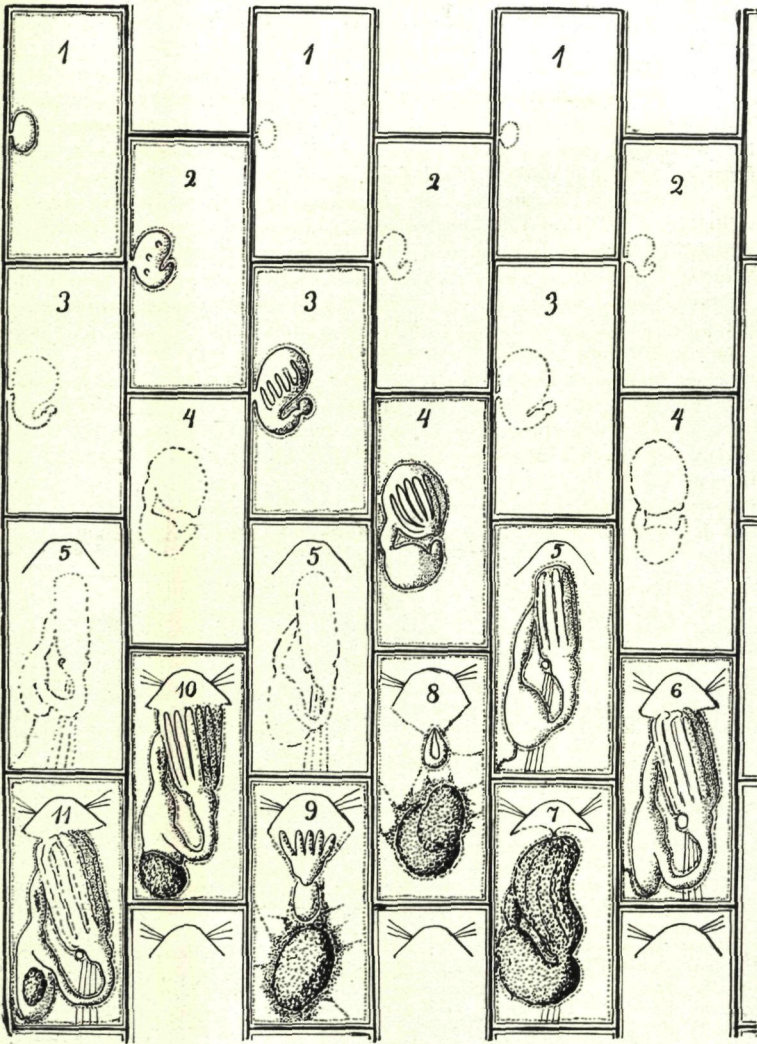


Fig. 26. Schema der Knospung und Degeneration bei Cheilostomen.

1: Ektodermverdickung mit angelegtem Mesoderm. 2: Anlage der Tentakel im Atrium, Bildung von After und Darm. 3: Fortschreitende Ausbildung der Tentakel und des Verdauungstraktes. 4: Beginnende Loslösung der Knospe von der Zooecienwand, Bildung des Oesophagus. 5: Fast fertige Knospe, noch nicht evaginationsfähig. 6: Normales, evaginationsfähiges Polypid. 7: Beginnende Degeneration des Polypids. 8: Zerfall des Polypids (braune Körper-Bildung), Anlage der regenerativen Knospe. 9: Brauner Körper von Phagocyten umgeben, auf ihn zu wachsende Knospe. 10: Aufnahme des braunen Körpers in das Coecum der Knospe. 11: Evaginationsfähiges Regenerat mit dem braunen Körper im Coecum.

um die „Blastula“ herum vorhanden, und bei der „Gastrulation“ wird nicht das zu erwartende Entoderm gebildet, sondern vom Atrium aus zunächst das Proctodaeum, von dem aus das Mesenteron, das „Knospentoderm“ erst nachträglich wächst. Embryonale Gastrulation und Ektodermeinsenkung bei der Knospung sind weder analoge noch homologe Vorgänge.

2. Stoloniale Knospung. Bei allen drei Gymnolaemenordnungen kommt neben der geschilderten zoecialen Knospung, bei der die Knospe in enger Verbindung mit dem Mutterzoecium bleibt, auch die Stolonenknospung vor (Fig. 27). Stolonen sind stielartige Ausläufer, die aus orificienlosen Zooecien fast ohne Polypid (Kenozoocien) zusammengesetzt sind; ihre Knospungsverhältnisse werden bei Schilderung des Polymorphismus (vgl. VII. c 51) besprochen. Bei *Zoobotryon* (ZIRPOLO) und *Bowerbankia* (JOLIET) ist beobachtet worden, daß sich

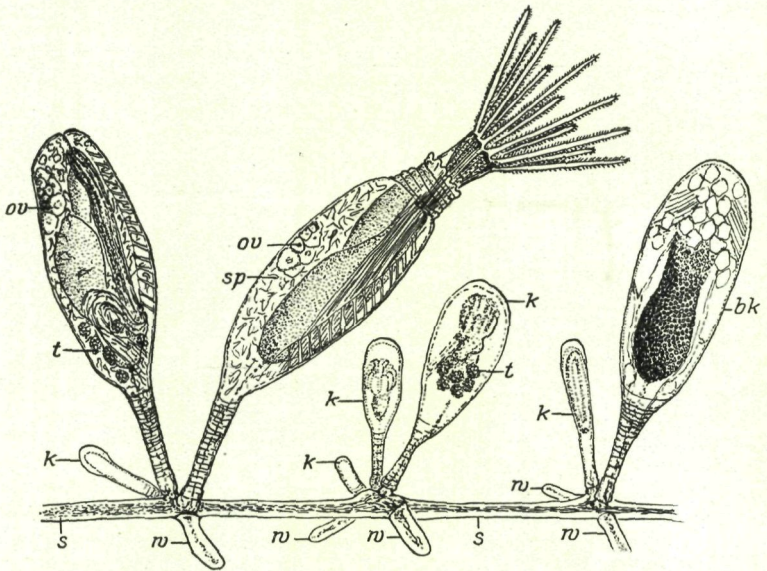


Fig. 27. Koloniestück von *Farrella repens* (Bened.) als Beispiel stolonialer Knospung. bk Zooecium mit brauner Körper-Bildung; k Knospe; ov Ovar; s Stolo; sp freie Spermien; t Hoden; w Wurzelfaden.

Stolonen mit auf ihnen sitzenden Zooecienknospen von der Kolonie lösen, abtrennen und sich anderswo festhakend neuen Kolonien den Ursprung geben. Bei der Brackwasserform *Victorella pavidula* bleiben solche an Stolonen im Herbst entstandenen Knospen auf frühem Entwicklungsstadium stehen. Eine feste cuticulare Chitinabscheidung umhüllt als Kapsel diese Winterknospen (Hibernacula), die den Winter überdauern. Im Frühjahr platzt die Kapsel, und ein zunächst aus dem Cystid und der Polypidanlage bestehendes, bald aber vollständiges Zooecium wächst hervor, aus dem ein neuer Stock durch zoeciale und stoloniale Knospung entsteht.

3. Aberrante Koloniebildung; Knospungsformel.

Während die Bildung der einschichtigen Kolonien zweckmäßig bei Besprechung des Jahreszyklus (vgl. S. VII. c 65) behandelt wird, soll der Aufbau mehrschichtiger Kolonien der Knospung angeschlossen werden. Mehrschichtige Kolonien sind solche, bei denen über der ursprünglichen ersten Zooecienlage frontal neuere Zooecienschichten aufliegen. Bald befinden sich die Zooecien der frontalen (oberen) Lage genau symmetrisch über der basalen (unteren) (*Meliceritidae* WATERS 1891, *Schizoporella unicornis* id. 1909, *Sch. porelliformis* id. 1918), so daß man meinen könnte, jedes basale Zooecium habe eine normale Frontalknospe geliefert, bald zeigen die Zooeciengrenzen der Frontallage keinerlei Beziehungen zu denen der Basallage (*Schizoporella viridis* WATERS 1918, *Puellina innominata* v. *hincksii* id. 1923). Die größtenteils noch genauer zu erforschenden Ursachen dieser Mehrschichtigkeit sind mannigfaltige. Wohl nur selten setzt sich eine Larve auf der alten Kolonie fest, und, von der Ancestrula ausgehend, knospt eine neue Kolonie auf der dann als Substrat dienenden alten (*Bugula ditrupae*, FRIEDL 1925, fig. 9). Manchmal ist das ganze Substrat von der flächenhaft ausgebreiteten Kolonie erfüllt, und die thigmotropisch orientierten Knospen legen sich in der Knospungszone der Kolonie, mangels anderen Substrates über ihre Mutterzooecien. In anderen Fällen sind es lebende, aber hinsichtlich der Polypide degenerierte Zooecien aus dem Zentrum einer inkrustierenden Kolonie, die, statt in sonst üblicher Weise ihre Polypide zu regenerieren, Knospen treiben, die nach der einzigen noch freien Fläche, der frontalen, auswachsen, und die Mutterzooecien überlagern (FRIEDL, l. c., fig. 6). Auffallend und bisher unerklärt ist der ancestruloide Habitus des ersten Zooeciums einer solchen Regenerationslage (Pseudoancestrula, CANU und BASSLER 1923, p. 20). Andererseits gibt es auch Formen, wie die Celleporiden, bei denen frontale Knospen die Regel sind, und der koloniale Knospungsrhythmus, in seinem Ablauf noch ganz unerforscht, zur Bildung einer vielschichtigen, scheinbar regellos gehäuften Kolonie führt, deren einzelne Lagen teilweise ineinander übergehen. Schließlich kommen auch noch vereinzelt bei inkrustierenden Cheilostomen frontal aufliegende, oft abweichend gestaltete Zooecien vor; aus den zerstreut in der Literatur genannten Fällen (HINCKS 1880, p. 252, WATERS 1923, p. 560) ist eine Gesetzmäßigkeit noch nicht zu erkennen. Bei *Lichenopora* und *Diastopora*, Cyclostomenformen, bei denen man die Kolonie als Individuum höherer Ordnung auffassen möchte (HARMER), wächst die rings die Zooecien umgebende indifferente Knospungszone zu Tochterkolonien aus, die mit der Mutterkolonie in Verbindung bleiben (Fig. 86). Ebenso bildet *Domopora* eine verzweigte oder massive Gesamtkolonie, bei der die einzelnen Zweige oder die übereinander liegenden Schichten von Teilkolonien gebildet werden (Fig. 82). Alle diese Erscheinungen, die nebeneinander sitzenden Teilkolonien von *Lichenopora*, die dem Rande der Mutterkolonie aufsitzenden von *Diastopora* und ähnliches (PERGENS, Bull. Soc. Géol. Belge 3, p. 319 ff.) sind morphologisch vom Wuchs einer *Tubulipora* oder *Entalophora* ableitbar, bedürfen jedoch noch der deskriptiven und kausalen Erforschung.

hender 1_1), distal anschließt eine Ovizelle (Ov; BORG schreibt Gz, Gonozooecium), darauf folgen 3 Zooecien (3_1), von denen das zweite, vom proximalen aus gerechnet, rechts einen Dorn trägt (s_2). Die noch nicht differenzierte terminale Knospungszone wird mit x bezeichnet. Es sind auch Fälle möglich, wo das Internodium aus einem Zooecium besteht, von dem dichotomisch nach rechts und links neue Zweige ausgehen, was die Formel ausdrücken würde als ($1, 1r, 1_1$).

Degeneration und Regeneration

1. Totale Regeneration.

Am besten der ungeschlechtlichen Fortpflanzung anzuschließen sind die Degenerations- und Regenerationserscheinungen. Wenn man z. B. zu Frühjahrsanfang polypidlose, verrottet aussehende Koloniestümpfe einer *Crisia* betrachtet, so sieht man hier und da junge, rein weiße Zweige hervorsprossen (HARMER); das ist eine auf der Grenze zwischen Knospung und Regeneration stehende Erscheinung, die auch bei Formen mit unverkalktem Cystid, wie *Zoobotryon*, regelmäßig auftritt. An das Abwerfen der Köpfechen der Pedicellinen erinnert das Abfallen und Neuknospen der *Triticella*-Zooecien. Es wäre dieses letzte als totale Regeneration zu bezeichnen, bei der Cystid und Polypid regeneriert werden, nachdem sie vorher, etwa durch äußere Einflüsse beschädigt und zugrunde gegangen waren. Totale Regeneration zeigt auch *Bowerbankia*, während der nahe verwandten *Vesicularia*, bei deren Arten die Zooecien sogar besonders leicht abfallen, die Regenerationsfähigkeit anscheinend fehlt (HARMER). Wo bei anderen Ctenostomen, wie *Valkeria* oder der erwähnten *Triticella* die Zooecien von einem Stiel aus entspringen, geht die Regeneration von diesem aus. Dieser Stiel (Stolo) besteht aus Gliedern (vgl. Polymorphismus, S. VII. c 54), die von den gewöhnlichen Zooecien, den Geschlechts- und Nährtieren (Autozooecien) aus ernährt werden. Das Bildungsmaterial für die regenerative Knospe stammt also bei der Regeneration vom Stolo aus von den Autozooecien der Kolonie. In gleicher Weise wird von den Autozooecien aus regeneriert, wenn bei inkrustierenden Cheilostomen eins der hier meist dicht aneinander geschlossenen Autozooecien abstirbt, wobei dann das kalkige Skelett stehen bleibt. Meist wird vom proximalen Zooecium aus das verloren gegangene innerhalb jenes Skeletts regeneriert. Dieser Vorgang ist nicht völlig mit der Knospung zu homologisieren, wenn er auch morphologisch dieser gleicht. Das jetzt das Regenerat liefernde Zooecium ist alt und hat seine normale Knospungsperiode, während deren es in der Knospungszone des Zooariums lag, hinter sich. Es zeigt sich aber, daß die Fähigkeit, Knospen zu bilden, dem Zooecium während seiner ganzen Lebensdauer verbleibt. Bei der totalen Regeneration ist die Knospung nach außen gerichtet, bei der noch zu schildernden Regeneration des eigenen Polypids nach innen. Geht die Regeneration nicht vom proximalen, sondern von einem anderen, an das abgestorbene angrenzenden Zooecium aus, so liegt das Regenerat anders im Zoarium orientiert, als es bei normaler Knospung im Verlauf der Cormogenie lag. Die weitgehende Plastizität der Bryozoenknospen bringt es mit sich, daß an Stelle eines ausgefallenen Autozooeciums ein abweichend gebautes Zooecium, etwa ein Avicular oder,

wenn Platz ist, das umgekehrte auftritt, oder es kann von einem Avicular aus ein Autozooecium regeneriert werden (vgl. Polymorphismus, S. VII. c 56 ff). Bei Platzmangel, z. B. wenn das Regenerat durch ein völlig unversehrt stehen gebliebenes Skelett in seiner Entwicklung gehemmt ist, wird ein polypidloses Schaltzooecium, ein Kenozooecium, gebildet. Der kausalen Erforschung dieser Vorgänge eröffnet sich ein noch weites Feld. Totale Regeneration tritt auch bei fertilen Zweigen von Cyclostomen-Kolonien auf, die nach der Ooecienbildung vielfach zu wachsen aufhören, und nach dem Freiwerden der Larven oft degenerieren und abfallen (HARMER 1891). Da alle Zooecien eines Zoariums durch Poren oder Rosettenplatten miteinander verbunden sind, kann durch das Zugrundegehen eines jeden Zooeciums die Gesamtkolonie gefährdet werden; denn das abgestorbene Zooecium stellt eine Einfallspforte für alle möglichen verderblichen Einflüsse dar, und gegen diese sichert sich der Stock durch die totale Regeneration (BUCHNER). Auch bei den Regenerationerscheinungen an abgeschnittenen *Zoobotryon*-Zweigen wird sofort der durch den Schnitt verloren gegangene Turgor wiederhergestellt, indem die Schnittwunde sich schließt (ZIRPOLO).

2. Partielle Regeneration. Noch nicht völlig klar ist die Bedeutung der partiellen Degeneration und Regeneration (Fig. 26). In jeder Gymnolaemenkolonie, am besten studiert bei den Cheilostomen, werden periodisch die Polypide rückgebildet, und zwar können große Teile des Zoariums gleichzeitig, oder auch nur einzelne Zooecien von der Rückbildung betroffen sein. In den Fällen, wo es sich um eine solche Polypiddegeneration während der Eireifung (VAN BENEDEEN, PERGENS) handelt, könnte man vielleicht einen Funktionswechsel des Zooeciums sehen, das vom Nährtier zum Bruttier wird. Räumliche Behinderung veranlaßt vielleicht die Degeneration des Polypids kurz vor dem Freiwerden der Larven solcher Formen, bei denen die Embryonalentwicklung endozooecial verläuft. Es bleiben aber die allermeisten Fälle übrig, wo ohne jede Beziehung zu den Fortpflanzungsvorgängen das Polypid degeneriert. Ohne Voreingenommenheit anderen Anschauungen gegenüber, sei dieser viel untersuchte Vorgang im Folgenden nach eigenen Präparaten geschildert, die zu OSTROUMOFFS, PROUHOS und HARMERS Darstellungen passen. Die dem parietalen Mesoderm entstammenden Amöbocyten sind Phagocyten, die Abbauprodukte des Stoffwechsels aufnehmen, sich mit Exkretkörnchen beladen. Außer diesen Phagocyten sind auch noch andere Gewebe des Polypids exkretspeichernd, so namentlich Pylorus- und Cöcum-Abschnitt des Verdauungstrakts. Die für ältere Zooecien so sehr charakteristische orangefarbene bis bräunliche Farbe der Magenwand rührt von dieser Exkretanhäufung her; ursprünglich ist der Magen wie das junge Polypid gefärbt, oft also hyalin oder elfenbeinfarbig. Mit wachsender Anhäufung von Exkreten verliert der Darm seine Fähigkeit, Nährstoffe zu resorbieren; er wird unter Funktionswechsel zur Speicherniere. Die Darmzellen desaggregieren, Funiculus, Tentakelscheide samt Tentakeln, Ganglion, kurz das ganze Polypid bricht zusammen, degeneriert (Fig. 26. 7). Die den Verschuß des Zooeciums bewirkende Diaphragma- und Tentakelscheidenmuskulatur bleibt zunächst intakt; sie hält das Zooecium

während der Degenerations- und Regenerationsperiode verschlossen; nur das Collare der Ctenostomen ragt, wie auch oft beim nicht-degenerierten, aber invaginierten Polypid aus dem Orificium hervor. Bei diesen unverkalkten Formen sind die degenerierten Zooecien oft durch verkürztes, geschrumpftes Cystid kenntlich (*Valkeria*), was durch die Histiolyse der sonst formgebenden Parietalmuskeln bedingt ist. HINCKS gibt an, daß die Bewegungsmuskulatur der *Mimosella*-Zooecien nicht der allgemeinen Degeneration verfällt. Während das degenerierte Polypid als unregelmäßig geformter Körper, als „brauner Körper“ (brown body) im Cölom liegt (Fig. 26, 8), sammeln sich in Haufen die Phagocyten um ihn und extrahieren anscheinend sein noch brauchbares Material, das sie in sich aufhäufen; der braune Körper wird deutlich kleiner. An der Cölomwand, die nicht degeneriert, sproßt meist von den beiden Ecken des Operculums aus die später median verwachsene Knospenanlage (Fig. 26, 8). Ihr bilateraler Ursprung deutet sich in den zuweilen vorkommenden Doppelbildungen an; es können dann zwei teilweise verwachsene oder auch vollständig von einander getrennte Polypide in einem Cystid liegen (HADDON 1883, OSTROUMOFF 1886). Nach 3 tägiger Einwirkung von Indigokarmin sah HARMER bei *Flustra* besonders häufig solche Doppelpolypide auftreten, und WATERS (1914) fand bei *Membranipora armata* aus freiem Meer in großer Anzahl, manchmal in 20 bis 30 Zooecien, solche Doppelbildungen. Normalerweise verwachsen die beiden Hälften der Knospenanlage, und die Knospe rückt an einem vom braunen Körper ausgehenden, besonders dicken Strang funikularen Gewebes in die Nähe des braunen Körpers (Fig. 26, 9). Wenn die Knospe, wie bei *Flustra* abnormerweise an einer der Lateralwände des Cystids entsteht und nicht mit einem der Mesenchymstränge in Verbindung kommt, so verfehlt sie zuweilen auch den braunen Körper (GERWERZHAGEN). Es kann das Regenerat auch in der Nähe des braunen Körpers angelegt werden (*Bugula neritina*) und ist bei *Membranipora membranacea* (AGATZ) an gar keine bestimmte Ausgangsstelle gebunden. Das Wachstum des Regenerats erfolgt jedenfalls meist in engem Konnex mit den um den braunen Körper versammelten Phagocyten, ob und in welcher Weise diese das junge Polypid unterstützen, muß noch untersucht werden. Bei vielen Ctenostomen und Cyclostomen bleibt der braune Körper im Zooecium von einer strukturellen Membran umschlossen liegen, so daß man etwa bei *Crisia* häufig 2 oder 3 in einem lebenskräftigen Zooecium sieht, die erst beim Absterben des Zooeciums zerfallen. Gleiches kommt auch bei Cheilostomen vor, so bei *Scrupocellaria*, *Cellaria* und *Bugula*; bei der letzten findet man braune Körper weit distal im Zooecium liegend. Bei *Membranipora membranacea* (AGATZ) und *Flustra* (HARMER, GERWERZHAGEN u. a.) wird dagegen der braune Körper vom Coecum der regenerativen Knospe umwachsen (Fig. 26, 10) bzw. von der Knospe aufgezehrt. Im Coecum zerfällt er, die Trümmer werden von den Flimmern des Pylorus gepackt und rotieren in diesem Abschnitt, bis nach etwa 24 Stunden die Weiterleitung in das Rectum beginnt. (Fig. 26, 11). Diese Aufnahme des braunen Körpers kennzeichnet den Augenblick des Beginns selbständiger Darmfunktion des jungen Poly-

pids, sowohl hinsichtlich der Flimmerung im Pylorusabschnitt, wie auch der durch die Muscularis bewirkten Peristaltik. Nachdem im Verlauf von 50 bis 100 Stunden (GERWERZHAGEN) der ganze braune Körper in den Enddarm gelangt ist, verbleibt er hier, bis das junge Polypid evaginations- und damit defäkationsfähig geworden ist. Wenn das junge Polypid schon fast fertig ist, werden die inzwischen rückgebildeten alten Muskeln des Operculums und Diaphragmas durch neue ersetzt.*) HARMER gibt folgende chronologische Übersicht der De- und Regenerationsvorgänge:

Tage nach der letzten Evagination

- | | |
|----|---|
| 2 | Brauner Körper teilweise gebildet, die Teile des Polypids noch leicht zu erkennen. |
| 5 | Tentakel noch zu erkennen; Anlage der regenerativen Knospe. |
| 8 | Brauner Körper vollständig gebildet; Regenerat auf halbem Wege zum braunen Körper. |
| 11 | Spitze des Coecums hat den braunen Körper erreicht. |
| 16 | Brauner Körper zur Hälfte vom Coecum umwachsen, im Begriff auseinander zu bröckeln. |
| 21 | Brauner Körper in mehrere Bruchstücke zerbröckelt, diese alle im Verdauungstraktus des jungen Polypids liegend. |
| 35 | Brauner Körper fast ganz verdaut und defäziert (ist manchmal nach 68 Tagen noch nicht vollständig erfolgt). |

Versuche mit Farbstoffen, die bei anderen Tieren durch Exkretionsorgane abgeschieden werden, haben deren Ablagerung in der Wand des Verdauungstraktus erwiesen. Da nun das Polypid periodisch degeneriert

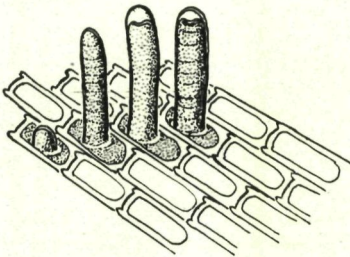


Fig. 29. Turmzoocien von *Membranipora membranacea* (L.) (nach HINCKS).

und aus dem Stoffwechsel des Zooeciums ausgeschaltet wird, sei es durch Verdauung und Defäkation von Seiten des regenerierten Polypids, sei es als membranös umhüllter, im Zooecium verbleibender brauner Körper, so kann die „braune Körper“-Bildung wohl mit HARMER als Exkretionsvorgang bezeichnet werden. Außerdem aber möchte ich sie auch als einen Vorgang bezeichnen, der dem Bryozoen-einzeltier erlaubt, ungünstige Lebensverhältnisse zu überdauern. In diesem Sinne ist er der Statoblastenbildung der Phylactolaemen durchaus analog.

Anhangsweise den De- und Regenerationserscheinungen beigelegt seien zwei Erscheinungen. Bei manchen *Crisia*-Arten, deren Zooecien in der Mündungszone röhrenförmig verlängert sind, geht diese Partie zu Beginn des Herbstes verloren, und das Zooecium wird durch Bildung eines kalkigen Deckels vor dem Eindringen von Fremdkörpern geschützt. Im Frühjahr regeneriert das alte Cystid sein Polypid, die Orificalpartie wächst wieder zu einer Röhre aus und absorbiert dabei den Deckel (HARMER, BORG). Unbekannt in ihrer Bedeutung sind bei *Membranipora membranacea* zu allen Jahreszeiten vorkommende, gelb-

*) Vgl. Anmerkung auf Seite VII c. 26.

lich-gallertige, etwa 3 mm hohe, zylinderische Türme, die sich von polypidlosen Zooecien (Turmzooecien) aus regellos im Zoarium erheben (Fig. 29). NITSCHKE hält die Türme für nach vorausgegangener Polypiddegeneration regenerierte, in Bau und Funktion entartete Polypide des zugehörigen Zooeciums. Untersuchungen wären jedoch auch vielleicht daraufhin anzustellen, ob die Türme nicht etwa auf Grund passagerer Kontaktreize, etwa aufliegender Fremdkörper, gebildete Wurzelfäden sind, deren Wachstum nach Aufhören des Reizes stillstand.

Polymorphismus

Wie im Vorstehenden schon mehrfach gestreift wurde, treten die Bryozoenindividuen (Bryozooide) in verschiedener Gestalt auf. Den Geschlechts- und Nährtieren, den Zooecien oder Autozooecien, stehen die Hetero- und die Kenozooecien gegenüber. Als Heterozooecien werden die Ooecien oder Ovicellen oder Gonozooecien, die Avicularien und die Vibracularien bezeichnet. Kenozooecien nennt man die Stielglieder oder Internodien der Stolonen, die Schalt- und die Randstücke, die Wurzelfäden oder Rhizozoide und dergl. Beide Gruppen, die Hetero- wie die Kenozooecien, zeigen den Autozooecien gegenüber abweichenden Cystidbau und Polypidrückbildung, die ihnen die Eigenernährung unmöglich macht. Verschiedener Grad der Polypidrückbildung und verschieden gerichtete Modifikation des Autozooecien-cystids unterscheiden beide Gruppen. Die Kenozooecien haben kein Orificium, also keine Kommunikation mit der Außenwelt, die Heterozooecien mindestens das Homologon eines Orificiums.

1. **Kenozooecien.** Das Polypid der bei allen 3 Gymnolaemenordnungen auftretenden Kenozooecien besteht meist nur aus Mesenchymsträngen; hinzu kommen manchmal (*Stirpariella*, *Mimosella* u. a.) noch den Parietalmuskeln der Autozooecien homologe Muskeln, deren Funktion bereits besprochen war (vgl. S. VII. c 23, 24). Bei alten Kenozooecien, namentlich bei Wurzelfäden, verliert das Cystid oft die Endocyste und besteht dann nur noch aus der chitinenen oder verkalkten Ektocyste, dem cuticularen Skelett. Andererseits bleibt oft auch den Kenozooecien apikal wucherungsfähiges Gewebe erhalten, dann bilden sie von den Autozooecien ernährte Knospen (vgl. Fig. 27). Das können Autozooecien sein (*Farcimia*, *Chlidonia* WATERS 1914, pg. 489; *Stirpariella* MARCUS 1925, *Farrella* u. a. stoloniale Ctenostomenknospungen), oder Avicularien (vgl. S. VII. c 57) oder Wurzelfäden, also wiederum Kenozooecien (*Stirpariella* u. a.). Entweder werden die Kenozooecien in der bei der Knospung geschilderten Weise direkt als Cystidausstülpungen des Mutterzooeciums angelegt (Fig. 38 A, 48, k), oder sie entspringen von einem zunächst vom Autozooecium gebildeten Kenozooecium („radicle chamber“, Fig. 31, wk), oder es wandeln sich erwachsene Autozooecien unter Rudimentation des Polypids und Längsstreckung des Cystids zu Kenozooecien um, wobei aus zwei Autozooecien ein Kenozooecium werden kann (Fig. 30). Als Myoecien von ALICE ROBERTSON (1902) bezeichnet, stellen die den Stiel von *Ascorhiza occidentalis* zusammensetzenden Muskelplatten gleichfalls Kenozooecien dar, die umgewandelte Autozooecien sind. Das Polypid wird hier bis auf kleine Reste in Muskelfasern umgewandelt,

die den Stiel beweglich machen. Die Entstehung der festen Bausteine, wie sie die Kenozoocien sind, dürfte namentlich durch Berührungsreize ausgelöst sein. So sah BUCHNER bei den aufrechte, gefensterter Trichter bildenden Reteporiden, daß ein Zusammenstoßen zweier Trichterfalten oder ein an der Basalseite der Kolonie festgeklebtes Steinchen die Bildung von Kenozoocien verursachte. Auf diese Weise kommen

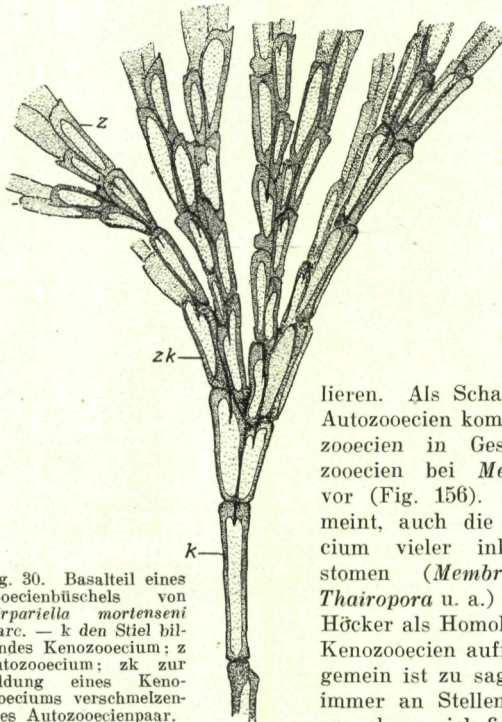


Fig. 30. Basalteil eines Zoecienbüschels von *Stirpariella mortenseni* Marc. — k den Stiel bildendes Kenozoocium; z Autozoocium; zk zur Bildung eines Kenozoociums verschmelzendes Autozoocienpaar.

neben der primären, aus Kenozoocien bestehenden Basal- (besser Proximal-) platte, mit der die Reteporiden festsetzen (Fig. 38 A), kleine sekundäre Proximalplatten an der Basalwand der Kolonie zustande. Das sind dann intrazoariale Verfestigungen oder Mittel, Fremdkörper zu iso-

lieren. Als Schaltstücke zwischen den Autozoocien kommen regelmäßig Kenozoocien in Gestalt abortiver Autozoocien bei *Membranipora lacroixii* vor (Fig. 156). KIRKPATRICK (1922) meint, auch die jederseits vom Orificium vieler inkrustierender Cheilostomen (*Membranipora tuberculata*, *Thairopora* u. a.) stehenden Buckel oder Höcker als Homologa derartiger Schalt-Kenozoocien auffassen zu sollen. Allgemein ist zu sagen, daß Kenozoocien immer an Stellen mechanischer Beanspruchung sich finden, sei es am Rande

der Kolonie (*Flustridae*, Fig. 48), sei es als Verfestigung der Kolonie in sich, wie sie die Transversalverbindungen von *Canda arachnoides* darstellen, oder als biegsame Verbindungen, wie die mannigfaltigen Gliedstücke der Cellularinen (Fig. 3, 102, HARMER 1923) solche in höchster mechanischer Vollendung zeigen, oder als Anheftungsmittel der Kolonie am Substrat (Proximalplatte, Stolo, Wurzelfaden). Verschiedene Typen der Befestigung des Zoariums am Substrat stellen die Figuren 31 A, B dar, bei anderen, namentlich inkrustierenden Formen, übernehmen oft Kalkzapfen (Fig. 31 C) die gleiche Funktion.

2. Heterozoocien. A) Oocien. Von den Heterozoocien waren die bei Cheilostomen und Cyclostomen sich findenden Oocien schon erwähnt (vgl. S. VII. c 33) und der Bau eines Typus der Cheilostomenoocien (Fig. 32) war geschildert worden; auch war gesagt, daß die

Cyclostomen-Ooecien echte Bryozooide, also Individuen, sind. Bei ihnen zeigt sich die Plastizität der Bryozooide besonders deutlich. Es kann ein Ei, daß von einer indifferenten Cyclostomen-Knospenanlage aufgenommen worden ist, nach den ersten Furchungsstadien noch zugrunde gehen, und statt seiner wird dann ein Polypid von der damit zum Autozooecium werdenden Knospe ausgebildet. Oder umgekehrt können die Eifurchungen innerhalb der Knospe fortschreiten und die Polypidanlage nicht

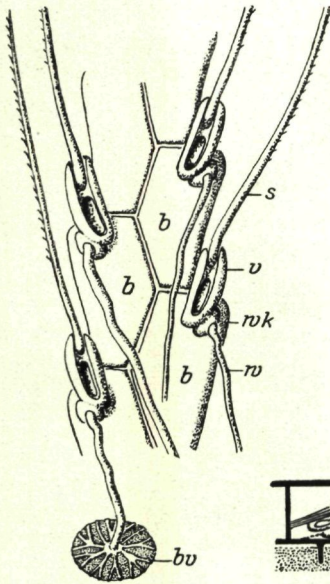


Fig. 31 A.

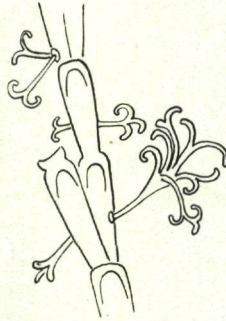


Fig. 31 B.

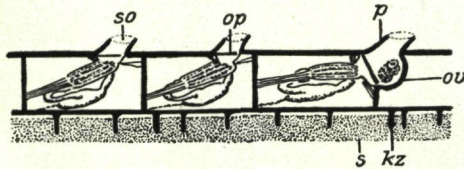


Fig. 31 C.

Fig. 31 A—C. Verfestigungsweisen der Bryozoenkolonien am Substrat.

A. Kenozooecien und Vibracularen einer Scrupocellariide. b Basalwand der Autozooecien; bv basale Haftplatte eines Wurzelfadens; s gefiederte Vibracularborste (Seta); v Vibraculkammer; w Wurzelfaden; wk Ursprungskammer des Wurzelfadens.

B. *Bugula gracilis* var. *uncinata* Hcks.: mit rankenartigen, der Verfestigung des Zoariums dienenden Kenozooecien (nach OSBURN).

C. Schema der Kolonieverfestigung durch basale Kalkzapfen. kz in das Substrat sich einschmiegende Kalkzapfen; op Operculum, das primäre Orificium verschließend; ov Ei im Ooecium; s Substrat der Kolonie; so sekundäres Orificium.

weiterkommen lassen. Diese degeneriert dann zum follikelartigen Embryophor, und das Cystid der Knospe bekommt die beutelartig aufgetriebene Ooecienform. Wodurch Ei- oder Polypidentwicklung und damit die prospektive Bedeutung der Knospenanlage bedingt wird, bleibt noch zu erforschen; derzeit kann nur das labile Verhalten der Ooecienanlage des einen, etwa durch *Crisia* (Fig. 28, Ov) vertretenen, Cyclostomentypus deskriptiv mitgeteilt werden. Bei der als kurzgestielte Scheibe wachsenden *Lichenopora verrucaria* ist dagegen die erste vom Primärzooecium gebildete Knospe, die lange vor der Reife der Geschlechts-

produkte angelegt wird, prädestiniert als Ooecium, ihre prospektive Bedeutung liegt fest. Während die weiteren Autozooecien vom Primärzooecium aus knospen und selber knospend neue Autozooecien hervorbringen, wächst auch das Ooecium, indem es sich zwischen den Zooecien ausbreitet, ihre Interstitialräume verdrängt oder in sich aufnimmt. Dieses letzte geschieht durch Auflösung der Zooecienwände an den Stellen,

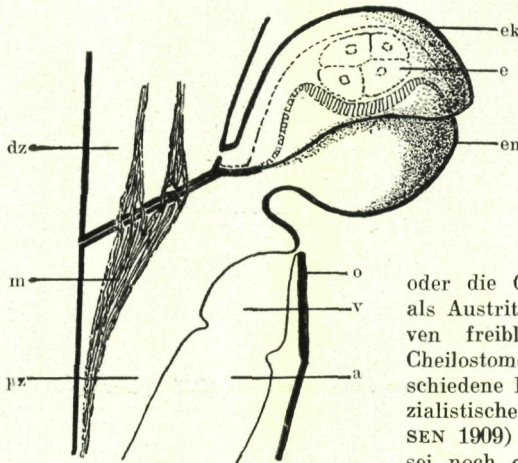


Fig. 32. Schema eines Cheilostomen-oocociums, hyperstomialer Typus (nach CALVET, vereinfacht).

a Atrium; dz distales Zooecium; e Embryo; ek Ekto-Ooecium; en Endo-Ooecium; m lockeres Mesodermgewebe; o Operculum; pz proximales Zooecium; v Vestibulum.

wo sie in das anwachsende Ooecium hineingeraten. Die große Ovicelle grenzt ausgewachsen an die meisten zentralen Autozooecien der Kolonie. Über sie wächst als Dach eine Kalklamelle, innerhalb deren das

oder die Ooeciostome (Fig. 84) als Austrittsöffnung für die Larven freibleibt. Bezüglich der Cheilostomen-Ooecien, deren verschiedene Bautypen nur bei spezialistischer Vertiefung (LEVINSEN 1909) verständlich werden, sei noch erwähnt, daß sie zuweilen (*Bicellariella*, *Membranipora flemingii*, *Thalamoporella*, *Microporella* u. a.) ein durch besondere Muskulatur auf- und zuklappbares Operculum besitzen.

Daß nicht alle Cheilostomen-Ooecien Individuen sind, zeigt Fig. 31 C (ov), wo das Ooecium eine Auftreibung im Peristom des rechten Zooeciums, also ein Brutsack desselben ist. Andererseits gibt es Formen, wie *Alysidium* (Fig. 33), bei denen zwei polypidlose Zooecien ohne Orificium, zwei Kenozooecien (k) also, gemeinsam ein Ooecium (o) bilden. O'DONOGHUE beschreibt (1924) ein von ihm „Synecium“ genanntes Ooecium von kompliziertem Bau. Falls alle seine Komponenten sich als Homologa von Zooecien erweisen sollten, würden bei *Catenicula corbulifera* sechs umgebildete Individuen, Kenozooecien, zur Bildung eines Ooeciums zusammentreten.

B) Avicularien. a) Bau und Lage. Echte Heterozooecien sind alle Avicularien und Vibracularien, die beide nur bei Cheilostomen vorkommen. An Größe die Zooecien erreichende, oft aber auch erheblich übertreffende und in der Kolonie den Platz eines Zooeciums einnehmende Avicularien heißen vikarierende („vicarious“) oder selbständige („independent“) Avicularien (Fig. 92, 124, 125, 139, 150, 168); kleine, den Zooecien an- und aufsitzende sind die abhängigen („dependent“; Fig. 95, 111, 112, 119, 125, 157 u. a.). Die letzten sind freilich bezüglich ihrer

Bewegung den Zooecien gegenüber genau so selbständig wie die ersten und wie diese abhängig von den Autozooecien hinsichtlich ihrer Ernährung. Ob das Zooecium etwa gerade degeneriert ist, ist für das anstoßende Avicular bedeutungslos; denn die intrazooariale Kommunikation aller Zooecien ermöglicht eine Ernährung des Aviculars auch von entfernteren Zooecien her. Es können sogar alle Polypide eines Zoariums als braune Körper ausgebildet und doch die Avicularien des betreffenden Zoariums lebensfähig sein. Die Position der Avicularien variiert auf Frontal- wie Basalseite un-
gemein, doch scheint die Orificialpartie bevorzugt zu sein, wo sogar innerhalb des Zooeciums Avicularien auftreten können (WATERS 1904, pg. 56; LEVINSSEN 1909, pg. 139). Der Knospungsmodus zeigt für die Avicularien den für die Zooecien geschilderten Verlauf. Die

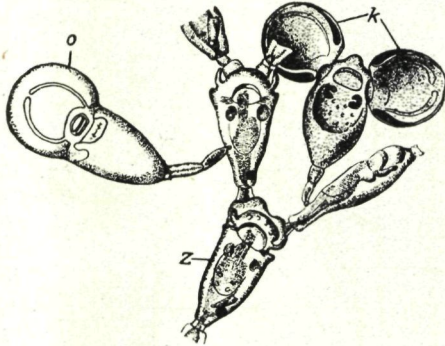


Fig. 33. Ooecien von *Alysidium parasiticum* Bsk. (die Ooecien nach LEVINSSEN).
k die beiden das Ooecium bildenden Kenozoecien geöffnet; o Ooecium geschlossen; z Autozooecium.

Die ektodermale Einsenkung läßt ein modifiziertes, rudimentäres Polypid, den beborsteten „Fühlknopf“ (Fig. 35, f), aus sich hervorgehen. Dieses Organ besteht aus mit Cilien versehenen Zellen, die als Sinneszellen angesprochen werden, und einem epithelial umkleideten Körper. Besonders wenn das Avicular sich weit aufklappt, ragen die

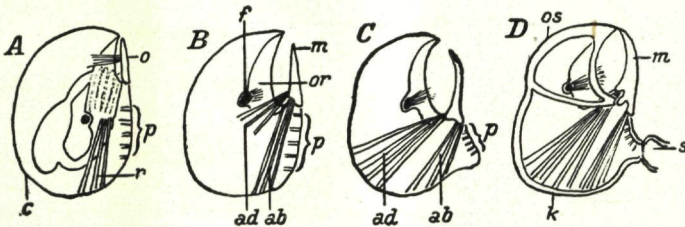


Fig. 34. Hypothetisches Schema des Übergangs vom Autozooecium zum Avicular (nach DELAGE & HÉROUARD). ab Abductor-muskel der Mandibel; ad Adductor-muskel der Mandibel; c Cystid des Zooeciums; f „Fühlknopf“ des Aviculars; k Avicularkammer; m Mandibel des Aviculars; o Operculum mit Schließmuskel; or dem Orificium des Zooeciums homologer Teil des Aviculars; os Oberschnabel des Aviculars; p Parietalmuskeln des Zooeciums und Aviculars; r Retractor des Polypids; s Stiel des Aviculars.

Cilien ins umgebende Wasser hinein; nach CALVET ist der „Fühlknopf“ durch Retraktoren zurückziehbar. Vielleicht fehlt er vielen selbständigen Avicularien und bedarf noch der Untersuchung, die mir mit HERWIGS Arbeit (1915) freilich keineswegs gefördert erscheint. Wenn der „Fühlknopf“ mit Vorbehalt als dem Darm und Tentakelkranz der

Zooecien homolog bezeichnet werden darf, so stellen Kopf- und Oberschnabel das Cystid des Aviculars (Aviculararkammer) dar (vgl. hierzu Fig. 34). Statt des Operculums und ihm homolog findet sich beim Avicular der Unterschnabel, die oft um eine kalkige Achse („cross-bar“) bewegliche Mandibel. Diese Querachse fehlt den Avicularien der *Anasca* und einzelner *Ascophora*. Die Innenfläche des Oberschnabels würde dem Orificium entsprechen, aus dem der nicht retrahierte „Fühlknopf“ wie ein Polypid herausragt. Die Opercular- und wohl auch Diaphragmamuskulatur des Zooeciums tritt an der Avicularmandibel mächtig

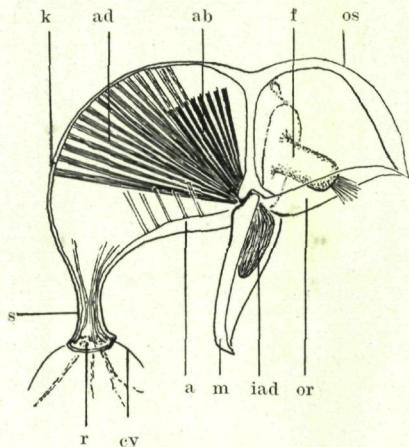


Fig. 35. Schema eines geöffneten Aviculars vom *Bugula*-Typus (nach CALVET, verändert). a der Zooecienapertur homologe Area des Aviculars mit den Parietalmuskeln; cy Cystid des Nachbarzooeciums; iad Insertion des Adduktormuskels der Mandibel (homolog dem Ocluser des Operculums); r Rosettenplatte als Verbindung zwischen Zooecium und Avicularkammer; sonstige Bezeichnungen wie in Fig. 34.

entwickelt auf und füllt oft das gesamte Cystid; nach DELAGE-HÉROUARDS Schema sind auch die Retraktoren des Polypids im Avicular vorhanden. Es sind dort jedenfalls stets doppelte Abduktoren oder Mandibelloffner (Fig. 35, ab) und einfache oder doppelte Adduktoren (Fig. 35, ad) oder Schließer (Okklusoren) vorhanden. Den Parietalmuskeln des Zooeciums homologe, die Mandibelloffnung durch Kontraktion der Wand des Aviculars hinter der Mandibel (Fig. 35, a) unterstützende Muskeln sind von *Beania magellanica* (WATERS 1896, 1904) und anderen beschrieben worden. Der Öffnungswinkel der Mandibel gegen den Oberschnabel beträgt manchmal über 180° . Von einer zu erwartenden besonderen

Innervierung der Avicularmuskeln ist nichts bekannt. Unbekannt ist auch die Funktion der bei manchen Avicularien (*Schizoporella*, *Retepora* u. a.) dauernd, bei manchen (*Porella*) vorübergehend auftretenden drüsenähnlichen Gebilde (Fig. 36); vielleicht entsprechen sie den physiologisch gleichfalls unerforschten oralen Drüsen vieler *Cheilostomata ascophora*.

Auch die Avicularien zeigen wieder die Plastizität im Polymorphismus der Bryozoen. So stellen sie sich bei Flustriden und Cellariiden (Fig. 91) als äußerlich nur wenig vom Autozooecientypus modifiziert dar, bei Flustriden kommen auch endozooeciale Ooecien im Cystid der funktionsfähigen Avicularien vor (Fig. 37, ao). Diese Ooecien sind Knospen der Avicularien, die freilich das Nährmaterial für die Knospenbildung von den Autozooecien beziehen; das Ei des betreffenden Ooeciums entstammt dem zugehörigen proximalen Autozooecium. Auch

Wurzelfäden, also Kenozoöecien, können von Avicularien entspringen (*Amastigia*). Bei *Retepora* bilden Avicularien als Knospen neue Avicularien (BUCHNER). Das Dickenwachstum dieser Formen ist einmal darauf zurückzuführen, daß die Autozoöecien basalwärts Kenozoöecien (Fig. 38 A) bilden, und von diesen dann die an der Basalseite der Kolonie auftretenden Avicularien (Fig. 38 A, b) knospen. Die Ernährung dieser Avicularien geht wie sonst von den Autozoöecien aus, erfolgt also durch die Kenozoöecien hindurch. Es kann nun auch die Kenozoöecienbildung hier ausfallen, und die ursprüngliche Kenozoöecienanlage geht sogleich zur Bildung von Avicularien über, von denen aus dann wieder von den Autozoöecien ernährt, weitere Avicularien knospen, so das Zoarium basal verstärkend. Lebenstätig sind nur die außen, an der Basalwand der Kolonie sitzenden Avicularien (Fig. 38, b); die übrigen sind erstickt wie die tieferen Zoöecienlagen in einer mehrschichtigen Kolonie. Den obengenannten, kaum von Autozoöecien unterscheidbaren primitiven Avicularien gegenüber, stellen die bei *Bugula* und ihren Verwandten (Fig. 35, 95) ausgebildeten einen hoch-

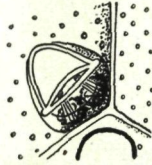


Fig. 36.
Avicular mit paariger
Drüse von *Schizoporella
nivea* Bsk.

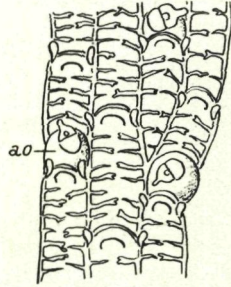


Fig. 37. Oöecien in der
Aviculararkammer (ao) bei
Flustra denticulata Bsk.
(nach BUSK).

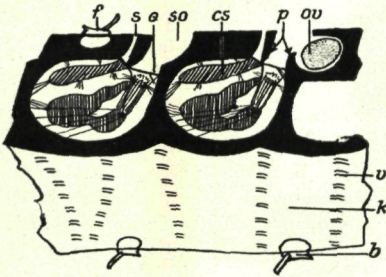


Fig. 38 A.

Fig. 38 A. Schematischer Längsschnitt durch ein Stück einer Kolonie von *Retepora* (nach WATERS, verändert). b basales Avicular; cs Compensationssack; f frontales Avicular; k aus Kenozoöecien bestehende Basalplatte; o primäres Orificium; ov Ei im Oöecium; p Peristom; s Spiramen; so sekundäres Orificium, durch Ausbildung eines Peristoms zustande gekommen; v Vibices, Grenzen der Kenozoöecien.

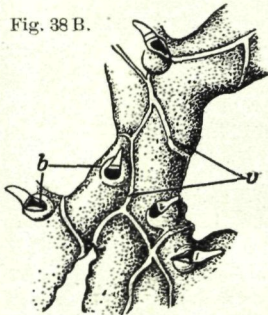


Fig. 38 B.

Fig. 38 B. Habitusbild der Basalseite einer *Retepora*-Kolonie. Bezeichnungen wie in Fig. 38 A.

entwickelten Typus dar. Das Cystid ist hier in einen vogelkopffartigen und einen Halsteil differenziert; der letzte ist beweglich mit dem benachbarten Autozoöecium verbunden, während sonst die Avicularkammer

fest zwischen den Autozoocien liegt (Fig. 48, 138, 157) oder dem Muttercystid als erkerartiger Vorsprung lateral oder frontal starr ansitzt (Fig. 103—107, 112, 125).

b) Bewegung der Avicularien. Die Bewegung der gestielten Avicularkammer ist als ein Schwingen, abwechselnd in medialer und lateraler Richtung etwa um 120° zu bezeichnen (Fig. 25). In 45 bis 60 sec schwingt das Avicular etwa 10 mal hin und her. In dieser Zeit schnappt die Mandibel etwa einmal zu, wofür die Reizursachen noch zu ermitteln sind. Direkter Berührungsreiz der sogenannten „Tastborsten“ des „Fühlknopfes“ ist weder als Auslösung eines jeden Zschnappens nötig, noch wird die Mandibel, trotz eines solchen, immer geschlossen. Bei *Scrupocellaria* erfolgt das Öffnen der Mandibel in gleichmäßig schneller Bewegung (NORDGAARD), während die Schließbewegung in zwei Phasen verläuft, und zwar zuerst langsam, dann

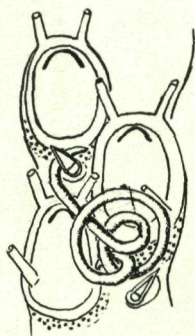


Fig. 39. Avicular von *Membranipora aurita* Hcks., einen Nematoden festhaltend (nach LEVINSEN).

der letzte Teil des Schließens mit einem Ruck, wie beim Niederziehen des Operculums auf das Orificium. Ist ein Fremdkörper, etwa ein Polychät oder Amphipode, von einem oder mehreren Avicularien ergriffen worden, so bleiben die betreffenden Avicularien fest geschlossen, unbeweglich und halten noch 2 Tage später den Wurm oder Krebs eingeklemmt. Wie große Tiere auch von kleinen Avicularien bewältigt werden, zeigt Fig. 39, und die Kraft der Avicularien verdeutlicht HARMERS Mitteilung, daß eine *Bugula*-Kolonie an einem von ihren Avicularien festgehaltenen Haar aus dem Wasser gehoben werden konnte.

c) Funktion der Avicularien. Bezüglich der Avicularfunktion fehlen noch experimentelle Untersuchungen. Als Beutefänger kommen sie offenbar nicht in Betracht; denn wo sie auch in großer Zahl vorhanden sind, würden in ihren Fängen zerfallende, gelegentlich erbeutete Organismen für das ununterbrochen sehr große Nahrungsbedürfnis der Kolonie nicht ausreichen; auch ist es durchaus fraglich, ob alle Meeresbryozoen Detritus fressen. Mancherlei spricht dafür, daß die Avicularien Wehrtiere sind (HINCKS, HARMER). Zwar vermögen sie nicht, den Stock gegen Bryozoenfresser (vgl. S. VII. c 76) erfolgreich zu verteidigen; aber lästige Besucher, wie kleine Polychäten oder Crustaceen vermögen sie wohl zu verjagen und vor allem die Besiedelung der Kolonie durch Schwämme, inkrustierende Bryozoen oder Synascidien zu verhindern, wenn die Larven dieser Formen eine Festsetzung auf der Bryozoenkolonie versuchen. Eine solche erfolgreiche Abwehr von *Scrupocellaria*-Larven seitens einer *Bugula* teilte BRÜCKER (1912) mit. Derartige Überwachung kann dem Zoarium verhängnisvoll werden, wie mir das von Schwämmen erstickte *Membranipora*-Kolonien zeigten oder von *Alcyonidium* inkrustierte und infolgedessen degenerierte *Euthyris*-Zoarien (HARMER). Bei lebendigen, avicularientragenden

Bryozoen wird man solche flächenhafte Besiedelung an der Frontalseite, namentlich in der besonders avicularbewehrten Orificial- und Vannapartie kaum finden, höchstens bei Formen mit so wenig differenzierten Avicularien wie *Flustra*, auf der oft *Membranipora* und *Microporella* angesiedelt sind. Kleine Epizoen, wie *Folliculina* und andere Ciliaten, gestielte Rotatorien, Hydroiden, *Loxosoma*, *Scrupocellaria*, *Crisia* u. a. leben auf kalkigen Bryozoen; sie finden teils ihrer Kleinheit wegen zwischen den Avicularien Platz, teils mögen die Larven den Avicularien entgangen sein, und die in vertikaler Richtung aufstrebenden Formen behelligen die Substratkolonie nicht und kommen nicht ins Bereich ihrer Wehrtiere. Arten mit sonst kleinen Avicularien weisen oft mächtig große an solchen Stellen auf, wo Bifurkation des im übrigen einreihig gewachsenen Zoariums die breiteste Substratfläche bildet (Fig. 50). Abgestorbene Bryozoenkolonien sind, im Gegensatz zu lebendigen, eine beliebte Unterlage flächenhaft wachsender Tierformen. In der Abwehr gegen Epizoen mögen die Opercula wohl auch mithelfen; sie haben manchmal, wie die Mandibeln auch zuweilen, mächtige Haken und Zahnreihen. Bei *Steganoporella*, die sehr große, als Substrat gut geeignete, ebene Zoarien bildet, fehlen echte Avicularien; es treten aber dimorphe Autozoocien auf, und beide Typen werden fertil. Der Dimorphismus kann also nicht die Folge der Geschlechtsgvorgänge sein. HARMER hält die größeren, die B-Zoocien, für Zoocien mit Avicularfunktion, wozu ihr Operculum sie befähigt (Fig. 40). Es liegt nahe, in derartigen Zoocien den Übergang vom Autozoocium zum primitiven, autozoocienähnlichen Aviculartypus zu sehen. Arten der gleichen Gattung, bei denen nur die kleineren A-Zoocien vorkommen, haben besonders verstärkte Opercula. Wo bei *Steganoporella*-Kolonien Opercula teilweise fehlten, fanden sich Überzüge von inkrustierenden Bryozoen. Die großen, die Fenster umsäumenden Avicularien vieler Reteporiden möchten vielleicht die Annäherung von der Basalseite der Kolonie her, durch die Maschen versperren. Andererseits sind Avicularien gerade in dieser Familie oft auch Ausfüllungen zwickelförmiger Lücken, die z. B. bei radiär divergierender Knospungsrichtung zwischen zwei Autozoocien entstehen (BUCHNER). Oder es verschmelzen zwei anfangs getrennte Zoocienreihen durch ein dazwischen neugebildetes, so die Kolonie verfestigendes Avicular, bei dem sich also funktionell die Grenze von Kenozoocium und Heterozoocium verwischt. Die Basalavicularien der Reteporiden dürften heute physiologisch bedeutungslos sein und auf eine Phylogenesis der Reteporiden von zweischichtigen, also mit Autozoocien auch an der heutigen Basalseite versehenen Formen hinweisen. Unbekannt ist die Funktion der oben erwähnten, innerhalb der Zoocien sitzenden Avicularien.

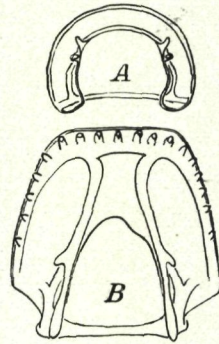


Fig. 40. Operculum eines A- und eines B-Zoociums von *Steganoporella* (nach HARMER).

d) Avicularien als Artmerkmale. Es finden sich bei den Bryozoen viele Beispiele, wo sicher eng zusammengehörige Spezies (*Retepora munita*-Gruppe, *Bugula neritina*, *B. minima* usw.) nur durch das Fehlen, bzw. Vorhandensein oder die verschiedenartige Ausbildung der Heterozooecien, zumal der Avicularien, sich unterscheiden. In diesen Fällen können wir uns, theoretisch wenigstens, das Auftreten oder Fehlen verschiedener Aviculartypen in verschiedener zoarialer Lage als verschiedene Kombinationen mehrerer Allelomorphenpaare erklären (HARMER); wir würden also etwa sagen, die vikarisierenden Avicularien

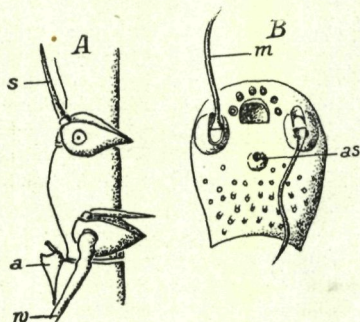


Fig. 41.

Übergang zwischen
Vibracular und Avicular.

A. Basalansicht von *Scrupocellaria scabra* (Bened.) (nach HINCKS), mit mandibelähnlicher Seta.

B. Frontalansicht von *Microporella flabelligera* Lev. (nach LEVINSSEN), mit setaähnlicher Mandibel.

a Avicular der *Scrupocellaria*; as Ascoporus der *Microporella*; m Mandibel der *Microporella*; s Vibracularborste (Seta) der *Scrupocellaria*; w Wurzelfaser, an der Vibracularkammer der *Scrupocellaria* entspringend.

seien bei den Schizoporellen ein rezessiver Charakter. Was wir bisher als „Art“ und Avicularmerkmale unterschiedene „Varietät“ einer Ausbeute — vielleicht vom gleichen Fundort und Fangdatum — unterschieden, das wären dann die hinsichtlich der Avicularcharaktere homozygoten und heterozygoten Kolonien einer Generation. Diese Erklärung versagt, wo differente Aviculartypen innerhalb ein- und derselben Kolonie vorkommen, ohne daß sie etwa durch bestimmte Anordnung auf besondere Funktion schließen lassen (Fig. 110, 123, 125, 140). Die Annahme einer bei der Blastogenie in analoger Weise wie bei der Gametogenie auftretenden Merkmalspaltung ist eine Hypothese ohne

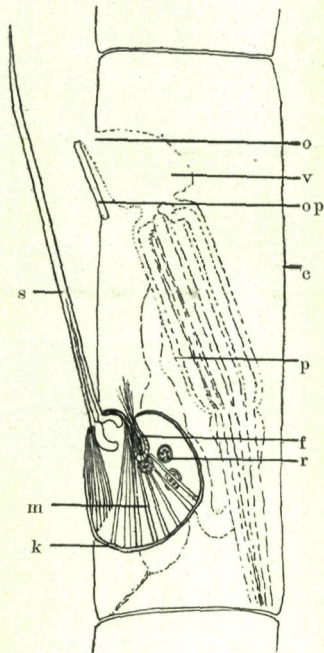


Fig. 42. Schema des Baues eines Vibraculars (teilweise nach CALVET). — c Cystid des Nachbarzooeciums; f „Fühlknopf“ des Vibraculars; k Kammer (Cystid) des Vibraculars; m Muskulatur des Vibraculars; o Orificium des Nachbarzooeciums; op Operculum des Nachbarzooeciums; p Polypid des Nachbarzooeciums; r Rosettenplatten zwischen Vibracularkammer und Nachbarzooecium; s Vibracularborste (Seta); v Vestibulum des Nachbarzooeciums.

zytologische Grundlage, ist keine Erklärung; — nur experimentelle Untersuchung der Knospungsbedingungen der Heterozooecien, speziell der Avicularien, wird hier weiter helfen.

C) Vibracularien. Verlängerung der Avicularmandibel führt über zum Typ des Vibraculars (Fig. 123). Fig. 41 zeigt, daß eine Grenze zwischen Avicularien und Vibracularien nicht zu ziehen ist. Extreme Reduktion der Frontalwand, von der nur die Orificialpartie stehen bleibt, kennzeichnet die Vibracularkammer (Fig. 42). Die Einpflanzung der Seta (Fig. 42, s) ist eine andere als die der Mandibel (WATERS 1904); sie ist asymmetrisch und mit Höckern zum Ansatz der komplizierten Muskulatur versehen. Aus dem breiten, aus dem Querstab oder aus 2 Zähnen bestehenden Scharniergelenk, um das die Mandibel operculumartig sich dreht, wird eine kugelige Einpflanzung der proximal nie geradrandigen Seta. Diese ist oft ein- oder beiderseitig gefiedert (Fig. 31 A, 100), kann mehr als zehnmal so lang werden wie das Autozooecium der betreffenden Art, ist bald in sich starr, borstenförmig, bald labil, peitschenschnurartig und durch Muskulatur in allen Richtungen beweglich. Als Polypid des Vibraculars wird ein dem „Fühlknopf“ des Aviculars homologes Gebilde gedeutet (Fig. 42, f), das von einer vielleicht der Tentakelscheide homologen Hülle umkleidet ist (SALENSKY); es bedarf der genauen Untersuchung. Auch den Aviculardrüsen entsprechende Bildungen sind beschrieben worden (*Cupularia*, WATERS). Die Stellungen der Setae sind selbst bei nahe verwandten Arten weder in der Ruhelage noch in der Bewegung gleich; so dreht sich bei *Scrupocellaria scruposa* die Seta um 90° , bei *S. reptans* um 270° (NORDGAARD). Während die Setae einer Kolonie gewöhnlich unabhängig von einander ihre Bewegungen ausführen, schlagen sie, nach HINCKS, bei *Caberea* nach verschiedenen langen Ruheintervallen synchron. Hier sind es mächtige, meist einseitig gefiederte Borsten, die in der Ruhelage auf der Basalseite der Kolonie liegen, wo auch ihre Kammern (Fig. 100 B) stehen; von dort aus fahren alle gleichzeitig frontal über die Autozooecien; über eine Innervierung ist noch nichts bekannt. Den höchsten Grad der Vervollkommenung erreichen wohl die Vibracularien der *Selenariadae*, deren Setae sich in einem äußeren Ring der Vibracularkammer drehen. Bei ihrer enormen Größe könnte ihre Bewegung wohl zu einer Ortsveränderung der nicht fest an einem Substrat haftenden *Selenaria*-Zoarien führen (HARMER), und sie vermögen wohl auch ein Umkippen der Kolonie zu verhindern; aber, daß sie als Ruder verwendet werden (BUSK), hat bisher niemand beobachtet. Über die Bedeutung der Vibracularien kann nur das Gleiche vermutet werden wie bei den Avicularien. HARMER sah eine inkrustierende Cheilostomenart als einreihiges Zoarium im medianen Zwischenraum zwischen den Vibracularkammern einer *Caberea*, also basal, wachsen; von dort aus in den Aktionsbereich der Setae weiter zu knospen, war ihnen augenscheinlich nicht gelungen. Die Setae fegen außerdem etwaige, die Orificien versperrende Sandkörnchen oder Steinchen herunter. Interessant ist HARMERS Beobachtung einer zarten Cheilostomenform (*Eucratea*), die auf der Seta einer *Selenaria* angesiedelt war. Sehr häufig entspringen Kenozooecien, besonders

Wurzelfäden, von den Vibracularkammern (*Scrupocellariidae* Fig. 31 A, 41 A). Auch für die Vibracularen gilt das Gleiche wie für die übrigen Erscheinungen des Polymorphismus der Bryozoen: die deskriptive Morphologie ist nur sehr lückenhaft, die kausale fast gar nicht erforscht.

Variabilität

Während sonst im Tierreich bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung die Variabilität der Deszendenten meist gering ist, trifft man bei fast jeder Bryozoenart eine sehr erhebliche Variationsbreite. Das kommt auch in HINCKS' klassischer Monographie in dem jeder Speziesdiagnose angefügten, „Range of Variation“ überschriebenen Absatz, zum Ausdruck. Diese Variabilität bezieht sich nicht nur auf Skulptur, Morphologie und Größe des Cystids, auf die Länge und Breite des Orificiums und die entsprechenden Abmessungen des Cheilostomen-Operculums, sondern auch auf die Tentakelzahl, das Auftreten oraler

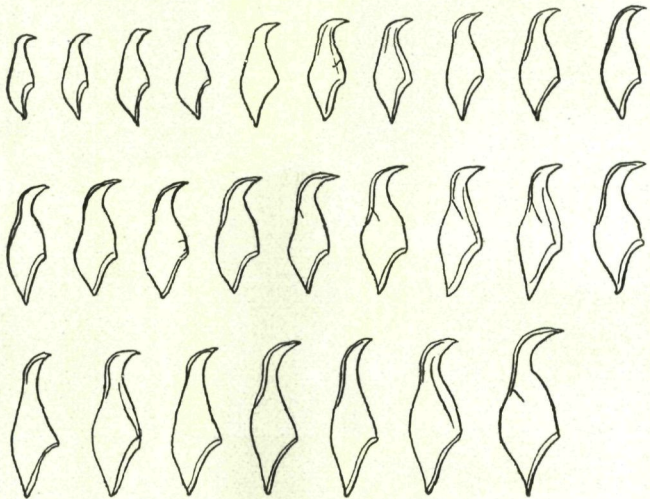


Fig. 43. Variabilität der Avicularkammern innerhalb einer Kolonie von *Bugula bicornis* Bsk. (nach KLUGE).

Drüsen und anderer Polypidcharaktere innerhalb ein- und desselben Zoariums. Über die Variabilität der Avicularien (Fig. 43) war schon (vgl. S. VII. c 54, 60) gesprochen worden. Die Ursachen der Variabilität sind nur zum kleinsten Teil bekannt.

1. Alter. Der Größenunterschied alter und junger Zooecien ist bereits erwähnt worden (vgl. S. VII. c 6). Bei vielen ascophoren Cheilostomen sind die jungen Zooecien gewölbt, und die Grenzlinien der Zooecien gegeneinander sind tief eingeschnittene Furchen; zunehmende Kalkabsonderung ebnet die Oberfläche älterer Zooecien immer mehr, weitere Verdickung der Ektocyste engt das Cölom ein, das Orificium wird, sein proximaler Sinus zuerst, allmählich zum Verschwinden gebracht, bis schließlich das senile Zooecium zu einer massiven oder höchstens ein kleines polypidloses Lumen besitzen-

den Kalktafel entartet ist (Fig. 44). Man kann hier wohl von einer Umwandlung des Autozoociums zu einem Kenozoocium sprechen, bis freilich alles unter lamellenartigen Kalkdecken begraben und eine Zooeciengrenze weder oberflächlich noch auf dem Schliff zu erkennen ist. In einer äußerst lesenswerten Arbeit hat LANG (1916) zu dem ontogenetischen „Sich-zu-Tode-Verkalken“ des Bryozooids die Parallele in der Stammesgeschichte der Bryozoen gezogen. Eine bei Cheilostomen zu beobachtende Alterserscheinung ist die fortschreitende Chitinisierung des frontalen Teils der Vestibularwand, die Ausbildung des „opercular arch“ (LEVINSEN). Bei Isolierung des Operculums hängt dieser Teil des Vestibulums am proximalen Opercularteil fest und weist wohl auch gelegentlich Wachstumslinien auf. Die anfangs dünnwandigen, porösen Cyclostomen-zooecien zeigen mit zunehmendem Alter eine Auflösung der Poren in mehrere feinere; die Zooeciengrenzen verschwinden, und die bisher hervorragenden Orificienränder senken sich trichterartig ein. Oft tritt dann auch ein kappenartiger Kalkverschluß des Zooeciums auf (Fig. 87), eine Erscheinung, die vielleicht als Sicherung der Kolonie gegen die Möglichkeit schädlicher Invasion durch das tote Zooecium in die Kolonie hinein aufzufassen ist.

2. Umwelt. Die Größe der arktischen Stücke auch boreal vorkommender Arten war schon erwähnt worden (vgl. S. VII. c 6, 25); NORDGAARD gibt, wie gesagt, den sommerlichen Plankton-, speziell Diatomeen-Reichtum als mögliche Erklärung für die kräftige Entwicklung der arktischen Bryozoen an; bei *Scrupocellaria scabra* fand er die nordischen Stücke stets mit besonders breitem Scutum. Mit Recht macht ferner WATERS darauf aufmerksam, daß in südafrikanischen Gewässern massiver und solider Wuchs auch bei sonst zierlichen Gattungen vorherrschen, ohne daß man bisher die Ursache hierfür nennen könnte.

Caberea boryi, die für gewöhnlich im bewegten Wasser mit den aus chitinenen Kenozoocien bestehenden, biegsamen Gliedstücken wächst, bildet diese nach CALVET im Stillwasser nicht aus; die ganze Kolonie stellt dann ein zierliches, starres Büschel von aufwärts strebenden Ästen dar. Variabilität in Abhängigkeit von der Jahreszeit bei *Scrupocellaria reptans* beschreibt FRIEDL (1925), und zwar betreffen die Unterschiede den die Apertur dieser Art deckenden, verzweigten Dorn, den Fornix oder das Scutum (Fig. 105—107). Dieses Scutum ist bei der Sommergeneration typisch hirschgeweihähnlich ausgebildet und geht immer mehr zurück, je später gegründet die Kolonien sind. FRIEDL

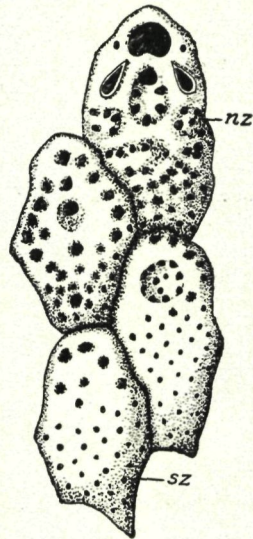


Fig. 44. Zooecien von *Adeonella glypta* Marc. mit fortschreitender Altersverkalkung.
nz normales Zooecium mit Orificium und Ascoporus;
sz seniles Zooecium ohne Orificium und Ascoporus.

schreibt übrigens, 2 oder 3 Fornixtypen kämen innerhalb desselben Zoariums vor, und das kann ich bestätigen. Da mir aber die Abnahme in distaler Kolonierichtung keinerlei Kontinuität erkennen läßt, vielmehr große und kleine Fornices regellos wechseln, müßte die Ursache dieser Variabilität auch noch in anderem als in der Jahreszeit liegen. Saisonvariabilität bei *Bowerbankia imbricata* gibt JOLIET (1877) an; er unterscheidet eine dichter gewachsene Frühjahrsform von einer Sommerform mit lockerem Wuchs. Diese kommt dadurch zustande, daß von der Frühjahrsform Zweigstücke mit Zooecien sich loslösen, analog dem oben (vgl. S. VII. c 44) von *Zoobotryon* Mitgeteilten. Nach dem verschiedenen Zustand des Wachstums, des Auftretens und Abfallens der Ooecien-tragenden Zweige und den herbstlichen Rückbildungserscheinungen variiert das Aussehen der *Crisia*-Kolonien erheblich (HARMER 1891). Bestimmend für die Form des Zoariums kann auch das Substrat sein, auf dem die Larve sich festgesetzt hat. So wächst *Membranipora pilosa* gewöhnlich auf Tangen bald in einheitlichen Krusten, bald in einzelnen divergierenden, oft nur aus einer einzigen Zooecienfolge bestehenden Reihen. Besiedelt die Art die dünnen Äste einer *Corallina* und hat sie deren Astspitzen erreicht, so wächst sie in zarten Verzweigungen weiter, die annähernd den Durchmesser der *Corallina*-Äste beibehalten (HARMER). Wodurch freilich die breitblättrigen Zoarien dieser Art oder die mit wirtelförmiger Anordnung der aufrechten Verzweigungen bildenden Zooecien (f. *verticillata*) zustande kommen, ist unbekannt. Unerklärt ist auch die Verschiedenheit in der Tentakelzahl je nach dem Substrat, die SILBERMANN (1906) für *Alcyonidium mytili* angibt. Überhaupt ist gerade diese Kausalität der Variabilität der Zooecien und auch Zoarien noch ganz unerforscht: eine *Scruparia*-Kolonie wächst einreihig (Fig. 108), die andere zweireihig (Fig. 63), die dritte wechselt zwischen beidem; die Internodien der einen *Scrupocellaria*-Kolonie enthalten 4, die der anderen der gleichen Species 9 Zooecien, bei der dritten wechselt die Zahl von einem Internodium zum andern; die Bedornung, die Scuta, all das variiert ungemein. Bei den Spezies, die früher in der Gattung *Mucronella* zusammengefaßt wurden, ist die Variabilität vielleicht am größten, hier wird man kaum 2 wirklich gleichaussehende Zooecien in einem Zoarium finden. Unerforscht hinsichtlich der bewirkenden Ursachen ist der Wachstumsmodus der Kolonien solcher Genera wie *Thalamoporella*, die in einschichtigen oder in zweischichtigen aufgerichteten Blättern wächst, in zylindrischen, durch Gliedstücke biegsam miteinander verbundenen Verzweigungen oder als dem Substrat anhaftende Kruste. Unbekannt sind auch die Ursachen für die Auflösung des Zoariums einzelner Species und Genera, die zu Gattungen oder Familien mit ausgesprochen engem Konnex der Zooecien gehören. In dieser Hinsicht isoliert steht das Genus *Beania* (Fig. 25, 55) innerhalb der *Bicelliariellidae* (Fig. 98, 99) oder *Membranipora dumerilii* mit einer Membran zwischen und über den auseinanderstehenden Zooecien innerhalb der Gattung *Membranipora*. Bei *Membranipora*-Arten, wie *M. tuberculata* Bosc (= *fehuelcha* d'Orb.) und *M. membranacea* (L.) finden sich Durchbrechun-

gen der Lateralwände, die nachträglich nicht ganz regelmäßig verwachsen. KLUGE (1914, p. 664) hält diese Bildungen für Artikulationsstellen, die dem Zoarium gestatten, sich der Bewegung des Substrats, einer *Laminaria* oder eines *Sargassum*, im Wellenschlag entsprechend zu biegen. Ich möchte freilich nach früheren Befunden (1922) nicht eine in Anpassung an das Substrat zustande gekommene Modifikation der gewöhnlichen Wandstruktur der betreffenden Arten annehmen, sondern deute diese Knickungen mit WATERS (1898, p. 476) als durch äußere Einwirkungen entstandene Bildungen. Sie fehlen nämlich oft besonders vielen Zooecien der Knospungszone auch bei solchen Kolonien, deren alte Zooecien sie zum Teil aufweisen. Als unter dem Einfluß der Umwelt entstandene Variation hat dagegen zweifellos die Aufzaltung von *Membranipora membranacea*-Kolonien im Brackwasser, die Bildung der forma *erecta* Loppens zu gelten.

Der Variabilität im einzelnen gegenüber steht die Formbeständigkeit der Gattungen und auch der Arten in ihren Grundzügen. Durchblättert man CANUS und BASSLERS moderne, große Monographien, so wird man im Quartär fast alle überhaupt fossilisierbaren recenten Bryozoenspecies wiederfinden, aber auch schon im Miocän und Oligocän sind viele heute lebende Species anzutreffen. Die recenten Gattungen der Cheilostomen reichen meist bis ins Alttertiär, teilweise auch in die Kreide, die der recenten Cyclostomen meist bis in die Kreide, zum Teil auch in den Jura zurück. Das älteste bekannte Bryozoon ist *Heteronema priscum* Bassler, eine Ctenostomenart aus dem unteren Silur (unteres Ordovician) Estlands.

Jahreszyklus Von der etwa zu Anfang Juni festgesetzten Ancestrula wird, z. B. bei *Schizoporella sanguinea* (FRIEDL 1925), zu-

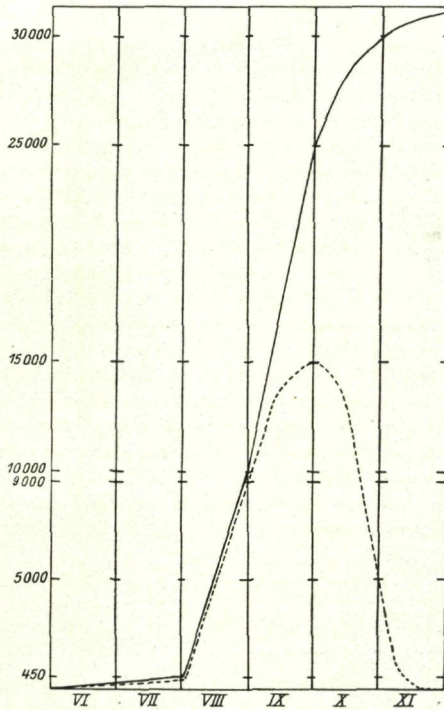


Fig. 45. Wachstum einer im Juni gegründeten *Schizoporella sanguinea* (Norm.)-Kolonie, in zwei Kurven dargestellt (nach FRIEDL, verändert). Die ausgezogene Kurve gibt die jeweilige Zooecienzahl der Kolonie an. Die punktierte Kurve gibt den Zooecienzuwachs von Monat zu Monat an. Vertikal sind die Zooecienzahlen aufgetragen, horizontal die Monate.

nächst eine aus 5 Zooecien bestehende erste „Generation“ gebildet, von denen 3 Zooecien Knospen der Ancestrula sind, die beiden anderen von 2 Ancestrulaknospen stammen. Die zweite „Generation“, die in annähernd konzentrischem Kreis um die erste angeordnet ist, bringt die Kolonie auf etwa 25 Zooecien. Diese Zahl ist etwa nach 1 Monat von der Festsetzung der Larve an erreicht. Im zweiten Monat wird das Wachstumstempo schneller, es bilden sich 8 bis 9 „Generationen“, und die Zahl von 450—500 Zooecien wird erreicht. Im dritten Monat wird ungefähr die fünfzigste „Generation“, im vierten die achtzigste, im fünften die neunzigste „Generation“ erreicht, was einer Gesamtzahl von 10-, 25- und 30-Tausend Zooecien entspricht. Auf Grund der Zooeciengröße und der auf Versuchsbrettern erreichten Flächenausdehnung hat FRIEDL eine Wachstumstabelle berechnet und in einer Kurve die Intensität des Wachstums dargestellt (Fig. 45). Diese zeigt einen Wachstumsstillstand im Oktober, der nicht nur durch das kälter werdende Wasser, sondern auch durch die im September beginnende geschlechtliche Fortpflanzung bedingt ist. Die im Herbst ausschwärmenden Larven gründen noch im Oktober eine junge Kolonie, die im November aufhört und im März—April des nächsten Jahres wieder zu wachsen beginnt. Diese Herbstgeneration liefert dann Ende Mai—Juni wieder Larven, welche die Sommergeneration gründen. Diese den Ausgangspunkt unserer Darstellung bildende Sommerkolonie stirbt von November an in großen Partien ab (FRIEDL); doch sind oft einige Zooecien imstande, durch Regeneration im nächsten Frühjahr eine neue Zooecienlage über der alten zu entwickeln. Die Zooecienzahlen der zu den verschiedenen Zeitpunkten gegründeten Kolonien stellt folgende Tabelle dar:

Gründungszeit der Kolonie		Zooecienzahl					
		Ende VI	Ende VII	Ende VIII	Ende IX	Ende X	Ende XI
Sommergeneration	Anfang Juni	20	500	10 000	25 000	30 000	30 000
	Mitte Juni	5	100	2 000	15 000	18 000	18 000
	Anfang Juli		20	500	10 000	12 000	12 000
	Mitte Juli		5	100	2 000	10 000	10 000
	Anfang August			20	500	5 000	5 000
Herbstgeneration	Anfang September				20	500	2 000
	Mitte September				5	100	500
	Anfang Oktober					20	100
	Mitte Oktober					5	20
	Anfang November						5

Die Kolonieentwicklung in den verschiedenen Jahreszeiten geben die Kurven (Fig. 46 a—c) wieder. Unbeschadet ihres großen Wertes stellen FRIEDLS an Versuchsbrettern aus dem Hafen von Rovigno gewonnene Resultate nicht das allgemein maßgebende Schema des Jahreszyklus der Bryozoen dar; besonders variiert der Zeitpunkt des Auftretens der Larven. STEUER gibt *Cyphonautes* als in der Adria besonders häufig im Frühjahr, bisweilen mit einem Nebenmaximum im Herbst an, ebenso CORI. STIASNY nennt Mai, August, November,

ISSEL Ende September bis Anfang Januar, AURIVILLIUS Februar und Oktober bis Dezember; auch GRAEFFE spricht von Larven im Winter. Nimmt man zu diesen Mittelmeerangaben die Nordseefunde von BROWNE (1905), der von Anfang August bis Ende Dezember, und die von ROPER (1913), der in allen Monaten *Cyphonautes* im Plankton fand, so ergibt sich für diese langlebigen Larven jedenfalls ein viel komplizierteres Bild der Koloniegründung in den einzelnen Monaten. APSTEIN fand im November 1100 *Cyphonautes*-Individuen in 1 cbm Ostseewasser. Die Geschlechtsperiode von *Membranipora* dauert nach KRISTINE BONNEVIE nahezu 8 Monate. FRIEDLs Annahme von zwei

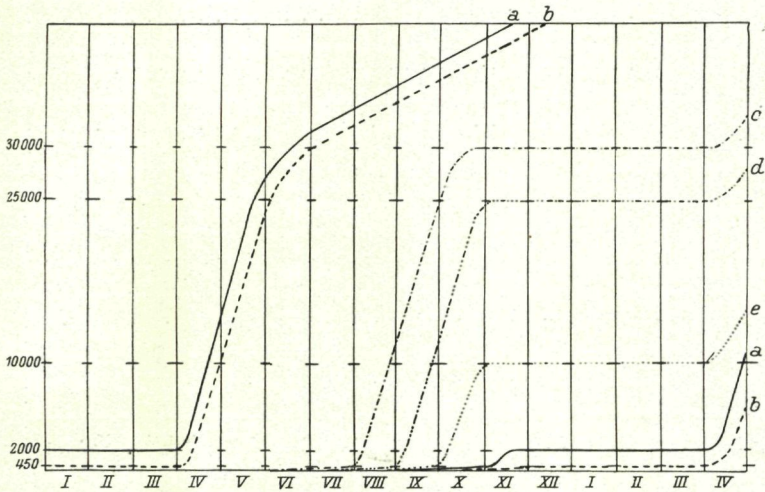


Fig. 46. Koloniewachstum von *Schizoporella sanguinea* (Norm.) in den verschiedenen Jahreszeiten (nach FRIEDL). Die Kurven geben für jeden Monat die erreichte Zooecienzahl an. Vertikal sind die Zooecienzahlen aufgetragen; horizontal die Monate.

Kurve a: überwinterte Herbstgeneration einer im IX gegründeten Kolonie.

Kurve b: überwinterte Herbstgeneration einer im X gegründeten Kolonie.

Kurve c: Sommergeneration einer Anfang VI gegründeten Kolonie.

Kurve d: Sommergeneration einer Anfang VII gegründeten Kolonie.

Kurve e: Sommergeneration einer Ende VII gegründeten Kolonie.

Schwärmpereoden der Bryozoenlarven in der Adria, eine im Frühjahr, eine im Herbst, auf die Nordsee, selbst für die kurzlebigen Larven, zu übertragen, scheint mir verfrüht. Im nachfolgenden ist eine Tabelle zusammengestellt, die freilich bei vielen Arten nur insoweit für den Eintritt der geschlechtlichen Fortpflanzung zu verwerten ist, als sie das erste Auftreten der Oocien angibt. Diese werden bei den Cyclostomen nicht immer abgeworfen (vgl. S. VII. c 48) und stehen vollends bei den Cheilostomen ohne jede Rückbildung noch lange über die Periode der Embryonalentwicklung hinaus leer da. Zu untersuchen wäre für die Nordseeformen auch noch, wieviele Arten den Winter überdauern. Wachstumsstillstand und teilweise Degeneration der Kolonie können

Speziesname	Monatsbezeichnung												Bemerkungen
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<i>Bugula aricularia</i>										X L			Neapel
" "	X L	X L											" , Aquarienbeobachtung
<i>Bugula purpurotincta</i>			X	X		X O	X O	X O	X O	X O			Plymouth, Northumberland
<i>Bugula calathus</i>							X	X	X	X	X	X	Neapel, Larven und Eier
<i>Bugula turbinata</i>		X	X	X	X								" , Larven und Eier
<i>Bugula murryana</i>						X O							" , Larven und Eier
<i>Bugula flabellata</i>							X O	X O E	X O	X O			Northumberland
													Helgoland
<i>Bugula plumosa</i>							X O		X O				Büsum (Holstein)
<i>Bicellariella ciliata</i>			X O										Northumberland, Helgoland
									Herbst L				Plymouth
<i>Beania simplex</i>					X								Helgoland
<i>Gemellaria loricata</i>										X O			Neapel, Larven und Eier
<i>Flustra foliacea</i>					X O					X O			Northumberland
<i>Flustra carbacea</i>			X	X		X							Neapel, " Larven und Eier
<i>Flustra truncata</i>							X L						Neapel
<i>Flustra securifrons</i>					X O	X O			X O	X O			Northumberland
<i>Scrupocellaria reptans</i>					X O	X O	X O	X O	X O	X O			"
<i>Scrupocellaria scruposa</i>									X O	X O			"
<i>Menipea ternata</i>						X O	X O	X O	X O	X O			"
<i>Membranipora pilosa</i>	X	X L	X L	X L	X	X	X	X	X	X	X M	X	Neapel
" "						X	X	X	X	X			Dröbak
<i>Membranipora dumerilii</i>						X O	X O		X O				Büsum (Holstein)
<i>Membranipora aurita</i>					X E	X O	X O		X O				Northumberland
<i>Membranipora imbellis</i>						X O	X O						"
<i>Membranipora flemingii</i>					X O	X O		X O					"
<i>Membranipora unicornis</i>					X L	X O		X O		X O			"
<i>Membranipora lineata</i>											X O		"
<i>Membraniporella nitida</i>										X O			"
<i>Cribrilina punctata</i>				X O	X O			X O				X O	"
<i>Cribrilina figularis</i>						X							Neapel, Larven und Eier
<i>Hippothoa hyalina</i>				X O									Plymouth
<i>Hippothoa divaricata</i>						X O	X O		X O	X O			Northumberland
													"

leicht zu der Annahme verführen, die Kolonie sei abgestorben, bis Regenerationsvorgänge im Frühjahr das Fortleben des Zoariums erweisen (vgl. S. VII. c 47). Im Aquarium wurde *Alcyonidium mytili* fast das ganze Jahr über gezüchtet; GRAEFFE (1905) gibt an, daß bei Triest nur einzelne *Bugula*- und *Amathia*-Arten im Winter zurückgingen, alle anderen Formen aber mehrjährig seien, was ich auch für die Mehrzahl der Nordseebryozoen vermute.

Aquarienhaltung

Im Aquarium sind nach BERNDT u. a. *Bugula* (Fig. 2 f, 94, 95), *Membranipora* (Fig. 2 h, 154—157), *Retepora* (Fig. 2 e, 111), *Crisia* (Fig. 2 c, 28) und *Alcyonidium* (Fig. 2 k, 60) gehalten worden. Weniger haltbar sollen *Myriozoum* und *Flustra* (Fig. 2 a, 92, 93) sein (BERNDT). Spezialangaben über Durchlüftung, Fütterung und ähnliches fehlen fast ganz; v. LENDENFELD empfiehlt, das Seewasser für die Bryozoen durch Knochenkohle zu filtrieren. Formen mit spongiösen, wasserhaltigen Kolonien lassen sich in feuchtes Fließpapier einschlagen und gegen Verdunstung möglichst geschützt, lebend verschicken, beim Transport in Seewasser ist dessen vorherige Sättigung mit Sauerstoff empfehlenswert. Zur Fütterung verwendet HASPER (1912) *Pleurococcus*- und *Nitzschia*-Kulturen. Für Züchtungsversuche ist es zweckmäßig, die fertile Kolonie in ein relativ kleines, gut durchlüftetes Behältnis zu setzen, die freigewordenen Larven herauszupipettieren und diesen in einem zweiten Gefäß Festsetzungsmöglichkeit zu bieten. Als geeignete Substrate werden mit Photoxylin oder Paraffin (besser als Kollodium) überzogene Glasplatten angegeben. HASPER (1912) hält *Bugula*- (Fig. 22 D) und *Bowerbankia*-, also kurzlebige Larven in Eierschalen, an denen sie sich später festsetzen. Bei Fixierung mit Sublimatessig läßt sich alsbald die Eierschalenhaut abheben und Larven und Primärzoecien sind leicht zu schneiden. Wenn Sauerstoffmangel oder zu große Wärme das Festsetzen der Larven verzögert, so ist zu kühlen und zu durchlüften, am Meere etwa in der von HARMER angegebenen Weise, daß man die fertile Kolonie mit den Larven in einem Gefäß, das mit feinem Musselin überbunden ist, in ein tiefes Wasserloch (tide-pool), Priel oder dergleichen hängt. Von Formen mit längere Zeit freilebenden Larven, wie etwa *Membranipora*, wird man nach A. SCHNEIDER kaum Kolonien aus den im Aquarium geschlüpfen Larven erzielen, müßte vielmehr festsetzungsreife Larven einbringen. Siedeln die *Cyphonautes* sich nicht nach etwa sechsständigem Aufenthalt im Aquarium an, so gehen sie, trotzdem sie oft noch einige Tage am Leben bleiben, unfestgesetzt zugrunde. Für physiologische Untersuchungen empfehlen sich die transparenten Cheilostomen- und Ctenostomengenera; für das Studium der totalen Regeneration sind bisher vorzugsweise die inkrustierenden Cheilostomata verwendet worden; anatomisch und systematisch am schwierigsten sind die Cyclostomata. Im Aquarium des Leipziger Zoologischen Gartens siedelten sich einige Zeit nach Bezug von Seewasser aus dem Atlantik an den Steinwänden der Schaubecken *Bugula* in großer Menge an (nach Mitteilung von G. GRIMPE).

Schutzeinrichtungen

Die Farben der Bryozoen sind, wie erwähnt, ohne Schutzbedeutung, dagegen werden manche Bildungen der Oberfläche als Schutzmittel gegen Epizoen aufgefaßt. So werden die Zoocenien der kalkigen, inkrustierenden Arten oft von einer membranösen Außenlage, der Epithek, überzogen (Fig. 47), und es wird angenommen, daß diese labile Oberfläche die Festsetzung von Epizoen erschwert. Der gleiche Effekt wird durch unebene Skulpturierung (Fig. 165) und durch Dornen (Fig. 48) erreicht. Hierin sieht man heute mit HARMER die Bedeutung der oft zahlreichen und mächtigen Stacheln, nicht in einer Vergrößerung der respiratorisch wirksamen Oberfläche (OSTROUMOFF). Freilich sind die Dornen in der Umgebung des Ori-



Fig. 47. Epithek als Schutz an der Frontal- seite einer Kolonie von *Euthyris oblecta* Hcks.

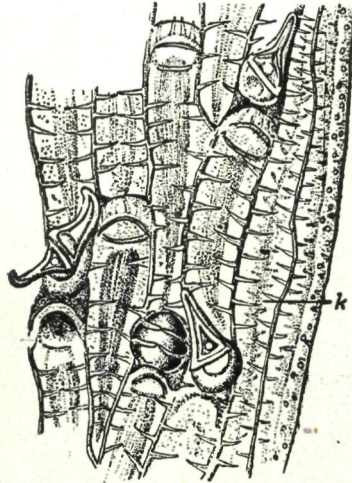


Fig. 48. Bedornung als Schutz an der Frontalseite einer Kolonie von *Spiralaria (Flustra) spinuligera* Hcks. k Keno- zoocenien am Rande der Kolonie.

ficiums auch noch hinsichtlich ihres Zusammenhangs mit den oralen Drüsen zu untersuchen (WATERS 1904, p. 85). Die zackigen Vorsprünge an den Orificien vieler Cyclostomen, besonders starke Wölbung der Frontalwand avicularloser Cheilostomen (*Schizoporella ceciliai*, Fig. 142, *Mucronella peachii*, Fig. 163, u. a.), der frontal oft das ganze Orificium deckende, an seinem Proximalrand sitzende Höcker (Mucro) bei *Mucronella*, *Smittina*, *Retepora*, *Cellepora* u. a. (Fig. 112, 113, 117, 121, 162), das Scutum (Fornix), das schildförmig oder breit-verzweigt die Apertur vieler Scrupocellariiden (Fig. 102, 105—07, 110), deckt, all das sind Schutzeinrichtungen gegen Besiedelung. Besonders die Orificalpartie mit ihrer lebenswichtigen Evaginationspforte und auch der Ascoporus werden geschützt; so findet sich oft an dem Mucro ein Avicular, wie das in exzessiver Ausbildung Fig. 49 zeigt. Bei *Chaperia*, wo das Orificium besonders groß ist, stehen in der gesamten Umgebung zahlreiche, oft elchschaufelartig verzweigte Dornen und dazwischen Avicularien auf hohen Stielen (Fig. 51). Als Schutzeinrich-

tungen des Orificiums selber sind das Operculum der Cheilostomen (Fig. 7 A, op), die cuticulare Verschußmembran des Cyclostomen-orificiums (Fig. 7 B, tm) und das Collare der Ctenostomen (Fig. 7 C, cv) zu nennen. Wenn das letzte auch eigentlich einen Diaphragma-verschluß darstellt, so reicht es doch auch bei invaginiertem Polypid über das Orificium heraus oder bis unmittelbar an dieses heran.

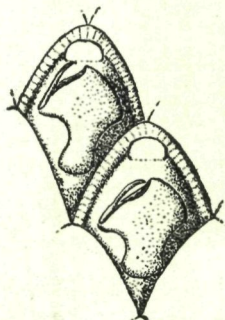


Fig. 49. Kalksockel mit Avicular als Schutz des Orificiums von *Membranipora imbricata* (Bsk.).

Leuchten

Als leuchtend werden mitgeteilt: *Scrupocellaria reptans*, *Membranipora membranacea*, *Membranipora pilosa*, *Valkeria uva*, sowie eine *Bugula*, die in einer submarinen Grotte von St. Paul gefunden wurde. Über die Ursache des Leuchtens ist zur Zeit nichts bekannt; GADEAU DE KERVILLE (1893) denkt an photogene Bakterien.

Symbiose

Bei *Zoobotryon verticillatum* (= *pellucidum*) sind von BRANDT (1883, p. 222) Zooxanthellen in Magenwand und Endocyste, neuerdings (ZIRPOLO 1923) auch solche zwischen dem Magenendothel von *Bicellariella ciliata* beschrieben worden.

Geruch

Der Geruch von *Flustra foliacea* ist von manchen mit dem von Blumen, von anderen mit Fischgeruch verglichen worden; vielleicht hat lebendes und totes Material zu so heterogener Bezeichnung der Duftqualität Anlaß gegeben.

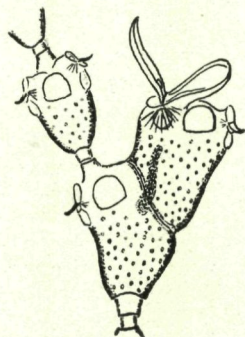


Fig. 50. Riesenavicular bei *Catenicella elegans* Bsk. als Schutz der durch ihre Breite besonders gefährdeten Verzweigungsstelle.

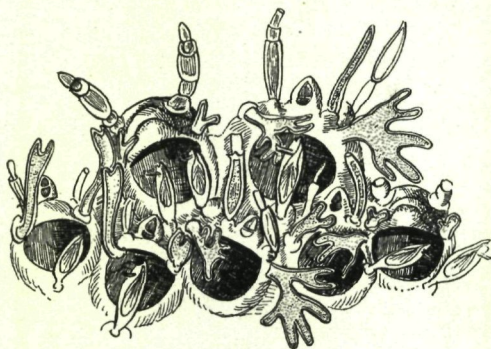


Fig. 51. Gestielte Avicularien und breit verzweigte Kalkdornen als Schutz der großen Orificien von *Chaperia multifida* (Bsk.).

Biozönosen

Von der Kleinen Fischerbank teilt ORTMANN das massenhafte Vorkommen der als „weed“ bezeichneten Lebensgemeinschaft von *Flustra foliacea*, *F. carbacea* und *Caberea ellisii* mit; ähnliche Vergesellschaftungen kalkiger Bryozoen sind aus der

Arktis, namentlich von Spitzbergen, bekannt, und in der südwestlichen Sundastraße bilden *Retiflustra schönau* und *Stirpariella mortenseni* ausgedehnte Bryozoenrasen. Während Korallenriffe im allgemeinen relativ arm an Bryozoen sind, was für rezente wie fossile Arten (WOLLEMAN und KLOOS 1899) gilt und an der Behinderung des Bryozoenwachstums durch die Polypen liegen mag (vgl. Zool. Anz. 53, p. 208), so finden sich andererseits Reteopen bei Rovigno auf den *Arca*-Bänken (GRAEFFE 1905); FULTON (1891) und MÖBIUS (1892) nennen eine Reihe gemeiner Nordseeformen als ständige Mitbewohner der Austernbänke (vgl. S. VII. c 77). In den *Zostera*- oder *Posidonia*-Wiesen treten viele Bryozoen regelmäßig auf, sie gehören den Tanggemeinschaften an, die sich an und auf Fucaceen (*Flustrella* u. a.) und Laminarien (*Hippothoa*, *Membranipora*, *Cribrilina* u. a.) versammeln, auf dem *Sargassum* lebt *Membranipora tuberculata* gemeinsam mit Hydroiden, *Spirorbis*, Foraminiferen, und in indomalayischen Ausbeuten sind die Biozönosen zwischen vielen inkrustierenden Bryozoen und *Lithothamnium* häufig.

Bryozoen als Epöken.

Bryozoen sind auf einer so großen Zahl von marinen Tierarten gefunden worden, daß eine auch nur einigermaßen vollständige Aufzählung unmöglich erscheint. Aus der Reihe der Cnidaria seien zunächst die Hydroiden genannt, die ein regelmäßig besiedeltes Substrat für Scrupocellariiden, Bicellarielliden, Cellariiden, Crisiiden und viele andere liefern. *Buskia* bevorzugt zur Ansiedlung *Lafoea*, HARMER beschreibt die Umsiedelung einer *Syncoryne* durch *Retepora*, in deren Zoarium die gesamte Hydrorhiza lag. In ähnlicher Weise hatte eine *Cellepora* um die Hydrorhiza einer *Clava* kalkige, das Wurzelgeflecht bergende Röhren gebildet (WATERS 1914). Auch Aktinien werden von Celleporiden besiedelt (Abh. Senckenberg. Ges. 35, p. 440) und sitzen in blind geschlossener oder auch mit dem zentralen Hohlraum der Bryozoenäste verbundener Alveole zwischen den Zooecien; ob diese Lebensgemeinschaft als Symbiose (im engeren Sinne) aufzufassen ist, wie sie seit HASWELL (1883) in der Literatur bezeichnet wird, steht noch dahin. *Bugula neritina* auf einer Gorgoniide, *Chaperia* auf einer Antipathide, *Farrella* im Berliner Institutsaquarium auf *Tubularia larynx*, sind weitere Beispiele für das Vorkommen von Bryozoen auf Cnidariern. Unter den Anneliden sind *Chaetopterus valencini* und *Lanice (Terebella) conchilega* als Formen zu erwähnen, bei denen Bryozoen als Epöken angetroffen worden sind, und zwar handelt es sich um *Hypophorella expansa*, deren Zooecien in das Lumen der Wurmröhren, besonders in den nicht aus dem Sande hervorstehenden Teilen, hineinragen. Auf der Außenseite von *Thelepus*- und *Chaetopterus*-Röhren kommen auch *Scrupocellaria* und andere Bryozoen vor. Häufig ist das Vorkommen von Bryozoen auf Crustaceen, wie das von RICHARD (1899) für zahlreiche Formen erwähnt wird. Für *Triticella* kommen Krebse vorwiegend als Substrat in Betracht, *Sacculina*, *Calocaris*, *Gonoplax*, *Portunus*, *Squilla* und andere werden oft genannt. Carapax, Antennen, Maxillen, Scheren und Pereiopoden sind beliebte Festsetzungsstellen. *Hippuraria elongata* lebt in der Kiemenhöhle von Krebsen und auf dem Carapax von *Pinnixia*, die selber in den

Röhren von *Chaetopterus* wohnt (OSBURN 1914). Auf Stomatopoden kommt das eigenartige *Platypolyzoon* vor (ANNANDALE 1912), *Beania*, *Cellaria*, *Farrella* finden sich, wenn auch nicht ausschließlich, gleichfalls auf Krebsen, *Hyas* verwendet nach AURIVILLIUS (1889) auch Flustren zur Maskierung und bei zwei Paguriden wird die Regelmäßigkeit der Bryozoenbesiedelung als Mutualismus, als wechselseitiges Nutzverhältnis gedeutet. Der Bryozoenbewuchs soll für den Krebs einen Schutz, dessen Beweglichkeit für die Bryozoen die Möglichkeit reichlicher Ernährung schaffen. Das ist für das flach inkrustierende *Conopeum* (*Membranipora*) *commensale* auf den Gehäusen (*Turritella*, *Natica*, *Nassa*, *Terebra* u. a.) des westafrikanischen Paguriden *Petrochirus granulimanus* von KIRKPATRICK und METZELAAR (1922) überzeugend dargestellt worden, während das folgende Beispiel wenig einleuchtend erscheint. Das Auftreten der schweren, verzweigten *Cellepora senegambienensis* auf einem gleichfalls westafrikanischen *Eupagurus* und einem *Diogenes* scheint nach v. MARTENS' Befunden (1877) die Krebse zum Auszug aus ihren Wohnungen zu veranlassen, da ihnen der Bewuchs zu schwer wird; die leeren Schneckenschalen, nach der Entfernung des Krebses ihres Haltes beraubt, werden an den Strand gespült. STECHOW (1921) dagegen und mit ihm BALSS (1924) vermuten in der Bryozoenbesiedelung einen „Balancebewuchs“, was im Hinblick auf das häufig auch auf festen Substraten zu beobachtende verzweigte Wachstum der Celleporiden unbegründet ist (vgl. Abh. Senckenb. Ges. 35, p. 440, Anm.). Bei BOUVIER und MILNE EDWARDS (1891 u. a. a. O.) werden mehrere Fälle gelegentlicher Bryozoenansiedelung auf Schneckenschalen, in denen Paguriden wohnen, erwähnt, auch *Eupagurus bernhardus* ist im seichten Wasser oft statt mit *Hydractinia echinata* mit *Alcyonidium gelatinosum* anzutreffen. Bei Mollusken spielen naturgemäß die Gehäuse und Schalen der Gastropoden und Lamellibranchier als Bryozoensubstrate eine große Rolle, so sind *Patella*, *Buccinum*, *Fusus*, *Pectunculus*, *Cyprina*, *Pinna*, *Ostrea*, *Modiola* und viele andere sehr häufig genannte Fundstätten für Bryozoen aller Art. Auf Placophoren fand ich im Auckland-Material MORTENSENS viele inkrustierende Spezies, WATERS (1909) berichtet vom Vorkommen der *Bugula neritina* auf *Méleagrina margaritifera*, und GIARD (1890) fand *Membranipora* und *Alcyonidium* auf der Haut der Naticide *Lamellaria perspicua*. Auch die Innenseite toter Muschelschalen ist ein beliebter Ansiedelungsplatz für inkrustierende Bryozoen. Auf *Trochus*, *Turritella*, *Natica*, *Nassa*, *Trophon* und anderen Conchylien kommt *Lepralia edax* vor. Diese Art rechtfertigt ihren Namen insofern, als sie die Schnecken- oder auch Muschelschale „wegfrißt“, das heißt in einer noch nicht untersuchten Weise den Kalk der Konchylienschale, vielleicht zum Aufbau der eigenen Zooecien, resorbiert. *Lepralia edax* wäre demnach wohl als parasitischer Epöke zu bezeichnen, ihr eigenes Zoarium ersetzt freilich mit seiner soliden Kalkschicht die verdrängte Schale (HINCKS 1880). In Molluskenschalen oberflächlich minierend lebt die noch anatomischer Erforschung bedürftige *Terebripora*, und *Spathipora* wahrscheinlich bei den Ctenostomen (CANU und BASSLER 1920, p. 842) einzuordnende Gattungen, von den schon jurassische Spezies bekannt

sind. Auf Bryozoen kommen als Epöken andere Bryozoen vielfach vor; so bilden besonders die mit feinen Wurzelfasern versehenen Formen, wie *Cellaria* und andere, die sich auch auf sandigem Grunde anzusiedeln vermögen, beliebte Substrate für inkrustierende wie auch aufrecht verzweigte Arten (vgl. S. VII. c 10). *Scruparia clavata*, Scrupocellarien, Crisien, *Alcyonidium* und *Farrella* sind neben vielen anderen häufige Epöken auf anderen Bryozoen. Die Notwendigkeit bei der Bearbeitung von Ausbeuten das gesammelte Material auf die andere Species bewohnenden Epöken hin genau zu prüfen, betonte HARMER (1915), und ich fand in einer Kollektion von der S. Sebastian Bay 17 Species auf dichten Büschen von *Menipea flabellum*. Ein reines Museum für Bryozoen nennt HARMER (1900) die *Lepralia foliacea*, deren breitblättrige, kalkige Zoarien ausgedehnte Festsetzungsflächen bieten; die recht kleinen Avicularien der *Lepralia* scheinen den Bryozoenbewuchs kaum einschränken zu können. Zwischen einem massigen Zoarium von *Entalophora intricaria* fand WATERS (1922) *Idmonea parasitica*. Auch auf Tunicaten leben Bryozoen als Epöken, so ist der Mantel der in den Berliner Universitätskursen verwendeten *Ciona intestinalis* regelmäßig mit *Bowerbankia imbricata* bewachsen. Die in *Polyzoa gordiana* lebende *Watersiana paessleri* war bereits erwähnt worden (vgl. S. VII. c 28); die Bryozoen müßten hier als Synöken der Stolidobranchiaten bezeichnet werden.

Epöken und Paröken auf und bei Bryozoen

Wie beim vorigen Abschnitt ist es auch bezüglich der zwischen den Bryozoenrasen und auf den Kolonien lebenden Meerestiere unmöglich, den Stoff hier erschöpfend mitzuteilen. Eine Chätoporacee, *Epicladia flustrae* (ENGLER 1892), kennzeichnet die Stätte ihres Vorkommens: *Flustra foliacea*; Kalkalgen leben allgemein auf Bryozoen, und Spongien siedeln sich auf und um die Stöcke herum an. Das kann für die Bryozoen verhängnisvoll werden, sobald das Schwammgewebe die Orificien überzieht (vgl. S. VII. c 58); HARMER sah, wie eine *Tubulipora*-Kolonie durch Verlängerung der Peristome der Einbettung in einen Schwamm zu entgehen suchte, eine Erscheinung, die vielleicht als negativer Thigmotropismus der Orificialpartie des Zooeciums oder der Tentakel zu bezeichnen wäre. Von der Nahrungskonkurrenz abgesehen wenig bedeutsam für die Bryozoen dürfte die Umsiedelung und Besiedelung ihrer Kolonien durch Hydroiden sein, unter denen *Clava*, *Syn-coryne*, *Eudendrium*, *Clytia*, *Obelia* und andere besonders häufig sind. Aus der Gruppe der Protozoen seien Foraminiferen, Ciliaten (*Folliculina* u. a.) und Suctorien (*Podocyathus*, HICKSON) als Epöken der Bryozoen genannt. Polycladen leben vielfach auf und zwischen Bryozoenkolonien, besonders die Gattung *Leptoplana*, von der HALLEZ (1893) eine, wie er meint, auf *Schizoporella linearis* parasitierende Spezies als *Leptoplana schizoporellae* beschrieb. Nematoden findet man besonders im Innern abgestorbener Zooecien, und zwar sind es meist *Enoplidae*, *Chaetosomatidae* oder *Desmoscolecidae*. Rotatorien und Entoprokten kommen auf Bryozoen vor; die Arten der Gattung *Loxosoma* müssen sogar als vorzugsweise auf Bryozoen, freilich

auch in Ceraospongien, auf Polychäten und Opisthobranchiern (z. B. *Tethys*), lebend bezeichnet werden; HARMER (1915) fand sie regelmäßig bei indomalayischen Reteporen. Als Raumparasitismus zu bezeichnen wäre das Vorkommen von *Loxosoma troglodytes* im Compensationssack (vgl. S. VII. c 20) von *Lepralia celleporoides*, einer Form mit besonders großem Ascoporus (HARMER 1915). Eine Anzahl aus mediterranen Bryozoenrasen gesammelte Nemertinen zählt JOUBIN (1890) auf. Auch für Polychäten bieten die korallenartig verzweigten oder ineinander gefalteten Bryozoenzoarien von *Lepralia foliacea*, *Adeonella*, *Retepora* und anderen gern benutzte Verstecke, was mir bei tropisch-australischem Material aus der Sharksbay besonders auffiel. Auch Crustaceen und Ophiuren (in europäischen Meeren besonders *Ophiothrix*) findet man zwischen den Ästen der Bryozoenstöcke, Cirripeden sitzen auf den älteren, breiteren Zweigen, *Hippolyte* paßt sich in ihrer Farbe den Bryozoenrassen an (GAMBLE & KEEBLE 1900), und TROUESSART (1894) zählt eine Reihe auf Bryozoen lebender, wie er angibt, parasitischer *Halacariden*-Genera auf. Von Mollusken ist *Lithodomus* als in dicken Celleporidenkrusten bohrend zu nennen, Ascidien, besonders der Familien der *Didemnidae*, *Polyclinidae*, *Diazonidae* und *Botryllidae* überziehen abgestorbene, zuweilen auch lebende Bryozoenkolonien. An *Cellepora*-Ästen sind *Myxine*-Eier angeheftet gefunden worden.

Feinde

Über die gewiß zahlreichen bryozoenfressenden Tiere ist wenig bekannt. Als Feinde nachgewiesen sind Turbellarien (Tricladen und Polycladen), von polychäten Anneliden die *Syllididae* (MALAQUIN 1892), von Prosobranchiern die Gattung *Dolium*, ferner nudibranchiate Opisthobranchier, Echiniden (SEMON) und Holothuriern (LUDWIG). In abgestorbenen Kolonieteilen findet man oft Ciliaten und Nematoden. Eine Anzahl nordamerikanischer Fische, die Labriden *Tautoglabrus adpersus*, *Tautoga onitis*, ferner *Menticirrhus saxatilis*, *Spheroides maculatus* und den Hai *Mustelus canis* hat OSBURN (Science, 1921) mit Bryozoen und Entoprokten im Magen angetroffen; es waren *Bugula turrita*, *Lepralia pallasiana*, *Schizoporella unicornis*, *Smittina trispinosa* var. *nitida* und *Barentsia major* (Entopr.), die zum Teil in erheblicher Menge gefressen worden waren. Cheilostomen als Nahrung des Spariden *Oblata melanura* gibt STEUER (1905) an. *Thalassochelys caretta* frißt nach STEUERS Untersuchung ihrer Faeces (1905) Flustren. Aus dem Mageninhalt auf den Pribilof-Inseln erlegter Eiderenten (*Somateria spectabilis* und var. *nigra*) bestimmte OSBURN (l. c.) *Menipea pribilof*, *Myrizoum subgracile*, *Cellepora surcularis* und eine *Crisia*-Art; er nimmt an, daß die *Menipea* und *Crisia* auf anderen Nahrungskörpern gewachsen waren und zufällig mitgefressen wurden, und daß die kugelig-knotigen *Myrizoum*- und *Cellepora*-Bruchstücke an Stelle von Kieselsteinen aufgenommen wurden; die Weichkörper der Bryozoen waren sämtlich verdaut.

Wirtschaftliche Bedeutung

Soweit eine wirtschaftliche Bedeutung der Bryozoen überhaupt in Frage kommt, können sie nur

als nützlich bezeichnet werden. Die schwach chitinenen Cheilostomen und die Ctenostomen mögen noch weit mehr, als im vorigen Abschnitt erwähnt, als Fischnahrung dienen, die Massenhaftigkeit der ausschwärmenden Larven (vgl. S. VII. c 39) mag besonders den Jungfischen zugute kommen, und von den auf Austernbänken lebenden Bryozoen-Arten (vgl. S. VII. c 73) gibt MÖBIUS ausdrücklich an, daß ihre Larven für die Austern als Nahrungsquelle bedeutsam seien.

Bryozoen als Gesteinsbildner

Aus dem Unter- und Ober-silur, dem Subcarbon, dem Perm, dem Mittleren und Oberen Dogger, dem Neocom, dem Urgo-Aptien, dem Cenoman, dem Oberen Turon, Senon und Danien, dem Obereocän und dem gesamten Oligocän, dem Miocän und Pliocän sind Bryozoenriffe bekannt (STEINMANN-DÖDERLEIN 1890). Wie heute die Korallenriffe selbst bryozoenarm sind, so kommen auch, wie oben (S. VII. c 73) erwähnt, größere Vergesellschaftungen fossiler Bryozoen und Korallen in denselben Schichten nicht vor. Dagegen treten andere Tierreste und anorganische Sedimente mit in den von Bryozoen gebildeten Gesteinen auf. Das entspricht den an rezentem Material gemachten Beobachtungen. VERRILL (1907) sah Bryozoen an der Bildung des Muschelsandes der Bermudas-Inseln beteiligt, LOMAS (1904) schildert, wie die Zusammenballung von Sand und Foraminiferenschalen durch die Kalkabscheidung der Bryozoen das als Substrat der Bryozoenkolonie dienende Gestein vergrößert. Es gerät Sand in die kalkigen Krusten mehrschichtiger Cheilostomenzoarien oder alter Cyclostomenkolonien; so kann wohl mit der Zeit ein durch kohlen-sauren Kalk verkitteter Sandstein gebildet werden, zumal die Kalkabscheidung auch bei alten Zooecien noch fort dauert (LANG 1916). Da die Bryozoen kohlen-saures Magnesium enthalten, spricht WALTHER (1894) von ihrer Dolomitisierung. Die Gesteinsbildung durch Bryozoen wird besonders anschaulich, wenn man von der Unmasse kalkiger Bryozoen hört, wie sie namentlich in arktischen Gewässern, etwa bei Spitzbergen (KÜKENTHAL und andere) vorkommt. Dort werden am Meeresgrunde förmliche Lager gebildet, und das Grundnetz bringt aus 50 Faden Tiefe in dem Inhalt von mehreren Zentnern fast ausschließlich kalkige Bryozoen und kaum eigentlichen Grund herauf.

Bestimmungstabelle

Die nachfolgende, auf den von HARMER (1900) geschaffenen Grundlagen ausgebaute Bestimmungstabelle verwendet die Nomenklatur von HINCKS „British marine Polyzoa“ (1880), um dem Anfänger das Bryozoenstudium an Hand dieser einzig-artigen Monographie der Nordseebryozoen zu erleichtern (vgl. S. VII. c 6, Anmerk.). Ausdrücklich sei bemerkt, das über die bei HINCKS aufgeführten Gattungen und Arten hinaus die Tabelle nicht brauchbar ist; atlantische Arten schlechthin oder gar mediterrane werden nur aus-nahmsweise mit ihr feststellbar sein; daran ist namentlich bei der Determination von Material aus Häfen, von Schiffen oder von Treibholz zu denken. Die aus der Variabilität der Spezies sich ergebenden Schwierigkeiten bei der Determination von Bryozoen sind sehr groß. Eine definitive Feststellung des Speziesnamens oder auch nur der Gat-

tung wird daher dem Anfänger auf Grund der Tabelle und ihrer Abbildungen nicht immer möglich erscheinen. In Zweifelsfällen empfiehlt es sich, die ausführlichen Diagnosen bei HINCKS (1880) nachzulesen.

- 1 (2) Eins der folgenden Merkmale: Orificium von einem mindestens am Rande gegen die Apertur deutlich abgesetzten Operculum verschlossen; oft helmförmige Ooecien über den Orificien einzelner Zooecien oder distal-lateral an ihnen; oft Avicularien oder Vibracularien vorhanden

Cheilostomata (S. VII. c 85).

- 2 Keins der vorigen Merkmale: Operculum manchmal als hyaline Falte erkennbar; falls Ooecien vorhanden, diese als bauchig geschwollene Beutel den Zooecien aufliegend oder zwischen den Zooecien und mehrere von ihnen überdeckend oder an einem besonderen Zooecium, das proximal-frontal oder proximal-basal von einem ooeccienlosen Zooecium entspringt.

- 3 (6) Zooecien kalkig, cylinderisch.

- 4 (5) Verkalkung durchgängig; Zooecien oft porös; oft zu erheblichem Teil ihrer Länge vereinigt und dann mit einem freien, cylinderischen Teil endend, oder nur eben mit den Orificien aus einheitlicher Basalverkalkung herausgehend; oft auch die ganze Kolonie von einheitlicher Kalklamina umgeben

Cyclostomata (S. VII. c 83).

- 5 Zooecien nicht durchgängig verkalkt, sondern mit membranöser Apertur; jedes Zooecium von einem hochgereckten oder dem Substrat angeschmiegt Stielgeflecht ausgehend *Aetea* Lmx. [Cheilost. (Fig. 52)]*).

- 6 Zooecien nicht oder nur schwach verkalkt; wenn schwach verkalkt, dann nicht cylinderisch.

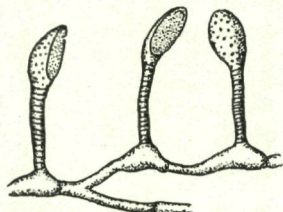


Fig. 52.

Aetea anguina (L.)

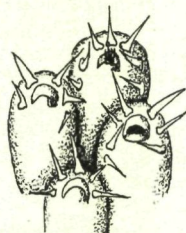


Fig. 53.

Flustrella hispida (Fabr.)

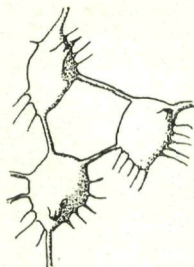


Fig. 54.

Arachnidium fibrosum Hcks.

- 7 (20) Zooecien mit orificialen oder lateralen Stacheln oder Borsten.

- 8 (9) Kolonie eine gallertige Kruste

Flustrella hispida (Fabr.) [Ctenost.] (Fig. 53).

- 9 Kolonie sparrig verzweigt oder aus Stielen mit ansitzenden Zooecien bestehend.

- 10 (17) Zooecien durch röhrenförmige Fäden oder ein Stielgeflecht verbunden.

- 11 (12) Zooecien polygonal, mit röhrenförmig hervorragender, vom übrigen Zooecium abgesetzter Orificialpartie *Arachnidium fibrosum* Hcks. [Ctenost.] (Fig. 54).

- 12 Zooecien nicht polygonal, ohne röhrenförmig abgesetzte Orificialpartie.

- 13 (16) Zooecien proximal durch Fäden oder Stielgeflecht verbunden, nicht diesem frontal aufliegend.

- 14 (15) Zooecien bootförmig; die lateral bedornete Apertur die ganze Frontalwand einnehmend *Beania mirabilis* Johnst. [Cheilost.] (Fig. 55).

- 15 Zooecien mutterkornförmig; keine Apertur vorhanden; Zooecien ringsum mit vereinzelt Chitinborsten *Avenella fusca* Dalyell [Ctenost.] (Fig. 56).

- 16 Dem Stielgeflecht frontal aufliegende, flaschenförmige Zooecien *Buskia nitens* Alder [Ctenost.] (Fig. 57).

*) Die Figuren zu der Bestimmungstabelle sind meist der Monographie von HINCKS, außerdem den Werken von HARMER, LEVINSSEN, OSBURN, ROBERTSON, SMITT, WATERS u. a. entnommen; die gewählten Vergrößerungen sollen Einzelheiten verdeutlichen und sind untereinander ohne Beziehung zur natürlichen GröÙe.

- 17 Zoocien unmittelbar (distal-lateral) voneinander entspringend
Brettia Dyster [Cheilost.].
- 18 (19) Zoocien trompetenförmig, mit einem knotigen Gliedstück voneinander entspringend *Brettia tubaeformis* Hcks. (Fig. 58).
- 19 Zoocien annähernd cylinderisch, ohne knotiges Gliedstück voneinander entspringend *Brettia pellucida* Dyster (Fig. 59).
- 20 Zoocien ohne Stacheln oder Borsten.
- 21 (24) Zoocien zu einer gallertigen, dichten, mit Schlamm inkrustierten, undurchsichtigen Kolonie vereinigt.

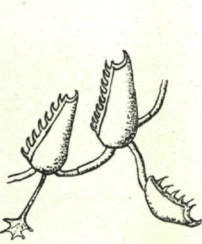


Fig. 55.
Beania mirabilis Johnst.,
 mit Wurzelfaser.



Fig. 56.
Avenella fusca Dalyell



Fig. 57.
Buskia nitens Alder

- 22 (23) Kolonie im ganzen inkrustierend oder dicke, aufrechte, weiche Lappen bildend; Zoocien nicht frei hervortretend
Alcyonidium Lmx. [Ctenost.] (Fig. 2 k, Fig. 60).
- 23 Kolonie aufrecht, deutlich verzweigt, dunkel und dicht, tangartig; Zoocien mit langer, röhrenförmig frei hervorragender Orificialpartie
Anguinea palmata Bened. [Ctenost.] (Fig. 61).
- 24 Zoocien deutlich einzeln stehend.
- 25 (32) Zoocien voneinander entspringend; oder, wenn ein Stolo vorhanden ist, sind die Zoocien füllhornförmig und auf modifizierten Zoocien kommen Oocien vor.

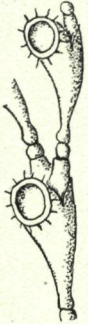


Fig. 58.
Brettia tubaeformis Hcks.



Fig. 59.
Brettia pellucida Dyster

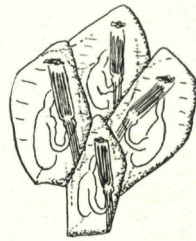


Fig. 60.
Alcyonidium polyoum (Hass.)

- 26 (31) Zoarium aus ein- oder zweireihigen Zoocienfolgen und Verzweigungen bestehend; jedes Zoocium nur mit zwei, bei zweireihigem Wuchs mit drei anderen Zoocien in Verbindung.
- 27 (30) Zoocien ohne ein knotenförmiges Gelenk voneinander entspringend.
- 28 (29) Zweige der Kolonie stets einreihig, distal oder lateral voneinander entspringend, alle mit den Frontalwänden der Zoocien nach derselben Seite gerichtet *Huxleya fragilis* Dyster [Cheilost.] (Fig. 62)

- 29 Zweige der Kolonie ein- und zweireihig, dorsal voneinander entspringend,
mit den Frontalwänden der Zoocoen abwechselnd nach entgegengesetzten
Seiten gerichtet. . . *Scruparia clavata* Hcks. [Cheilost.] (Fig. 63, Fig. 108).
- 30 Zoocoen fullhornförmig, mit einem knotenförmigen Gelenk voneinander oder
einer kriechenden Basis entspringend; zuweilen auf einem modifizierten
Zoocoen ein Oocoen *Eucratea chelata* (L.) [Cheilost.] (Fig. 64, Fig. 126).
- 31 Zoarium aus einem irregulären Netzwerk bestehend; jedes Zoocoen kann mit
4 bis 5 oder mehr anderen Zoocoen verbunden sein
Arachnidium Hcks. [Ctenost.] (Fig. 65).



Fig. 61.
Anguinella palmata Bened

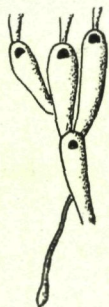


Fig. 62.
Huxleya fragilis
 Dyster. mit Wurzelfa



Fig. 63.
Scruparia clavata Hcks.,
Jugendliche Wuchsform mit Ooecium.

- 32 Zoocien von einer stielartigen Achse entspringend. *Ctenostomata*.
33 (44) Achse frei aufrecht, vom Substrat hochgerichtet, gewöhnlich verzweigt.
34 (35) Zoocien mit fadenförmigen, an Länge sie weit überragenden, in Wirteln
angeordneten Stielen an der Achse befestigt
Hippuraria egertoni Hcks. (nec Busk, vgl. S. VII. c 81, Anmerk.) (Fig. 66).
35 Zoocien unmittelbar der Achse ansitzend.
36 (41) Zoocien in länglichen, traubenförmigen, in Abständen auftretenden Büscheln
angeordnet.

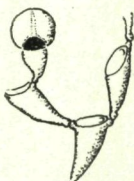


Fig. 64.
Eucratea chelata (L.),
aufrechte Wuchsform
mit Ooecium.

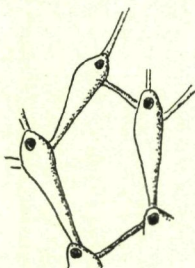


Fig. 65.
Arachnidium clavatum Heks.

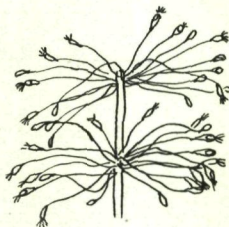


Fig. 66.
Hippuraria egertoni Hcks.

- | | |
|---------|--|
| 37 (40) | Zoocien regelmäßig, zweireihig angeordnet, ohne Vormagen. |
| 38 (39) | Zoocientrauben sehr regelmäßig unmittelbar proximal von einer Verzweigung auftretend; die Zoocien mit breiter Basis, unbeweglich, ohne Basalmuskeln der Achse ansitzend <i>Amathia lentigera</i> (L.) (Fig. 2 g, Fig. 67). |
| 39 | Zoocientrauben wie die Fiedern eines <i>Robinia</i> -Blattes angeordnet; die Zoocien mit verjüngter Basis, beweglich, mit paarigen Basalmuskeln der Achse ansitzend <i>Mimosella gracilis</i> Hcks. (Fig. 68). |

- 40 Zooecien ein-, zwei- oder mehrreihig, unregelmäßig innerhalb der Büschel, mit Vormagen (Fig. 69 B)
Bowerbankia Farre (aufrechte Arten) (Fig. 69 A).
- 41 Zooecien nicht in Büscheln an der Achse stehend oder die Büschel jedenfalls unregelmäßig, oft ohne klare Abstände.
- 42 (43) Hauptstamm im Zickzack verlaufend; Zooecien mit Vormagen, an oft spitz-dornig endenden Seitenzweigen sitzend. *Vesicularia spinosa* (L.) (Fig. 70).
- 43 Hauptstamm gegliedert, aber keine deutliche Zickzack-Linie bildend; Zooecien ohne Vormagen, am Hauptstamm wie auch an den nicht spitz-dornig endenden Seitenzweigen sitzend. *Valkeria uva* f. *cuscuta* (L.) (Fig. 71).

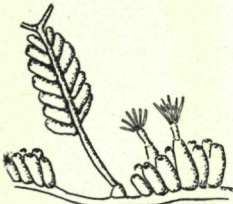


Fig. 67.
Amathia lendigera (L.)

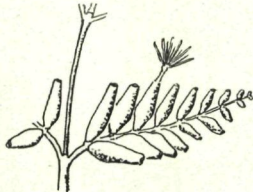


Fig. 68.
Mimosella gracilis Hcks.

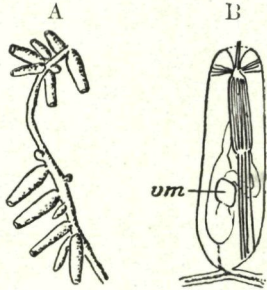


Fig. 69.
A *Bowerbankia imbricata*
(Adams), aufrechte Wuchsform.
B *Bowerbankia*-Zooecium
mit Vormagen (vm)

- 44 Achse kriechend, dem Substrat angeschmiegt.
- 45 (52) Zooecien proximal in einen deutlichen Stiel verlängert.
- 46 (49) Zooecien frontal abgeflacht, an dieser Seite mit membranöser Apertur, auf dem Stiel beweglich.
- 47 (48) Zooecien in unregelmäßiger Verteilung am Stolo, die Stiele etwa 1 mm lang
Triticella Dalyell (vorzugsweise auf Crustaceen) (Fig. 72).



Fig. 70.
Vesicularia spinosa (L.)



Fig. 71.
Valkeria uva f. *cuscuta* (L.)



Fig. 72.
Triticella pedicellata (Alder)

- 48 Zooecien in zusammenstehenden Büscheln am Stolo, die Stiele etwa 3 mm lang *Hippuraria egertoni* Hcks. nec Bsk. *) (Fig. 66).
- 49 Zooecien cylindrisch, ohne Apertur, nicht auf dem Stiel beweglich.

*) HINCKS' *Hippuraria egertoni* ist mit der von BUSK beschriebenen nicht identisch und bleibt einstweilen Species dubia (HARMER 1915, p. 83), BUSKs *Hippuraria egertoni* ist mit *Triticella boeckii* G. O. Sars identisch (HARMER 1915, p. 90), und das Genus *Hippuraria* anscheinend nicht als solches berechtigt (WATERS 1910, p. 241 Anm.).

- 50 (51) Zooecien glashell-durchsichtig, mit zweilippigem Orificium; Tentakelzahl 10 bis 16 (meist 12); wenn evaginiert, die Tentakel einen Kreis bildend; Stiel-länge variabel (var. *elongata* mit einem Stiel, der so lang oder länger als das Zooecium ist) *Farrella repens* (Farre) (Fig. 27).
- 51 Zooecien mit dichter, die Durchsichtigkeit trübenden Ektocyste, ohne Lippen, mit dem gewöhnlichen Ctenostomenorificium; von den 8 Tentakeln bei der Evagination stets zwei in ihrer Distalhälfte aus dem Kelch der übrigen lateralwärts abgekrümmt *Valkeria tremula* Hcks. (Fig. 73).
- 52 Zooecien ungestielt, höchstens zuweilen proximal verjüngt.
- 53 (58) Zooecien glashell-durchsichtig.

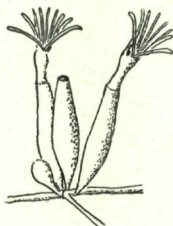


Fig. 73.
Valkeria tremula Hcks.,
mit den beiden auswärts
gekrümmten Tentakeln

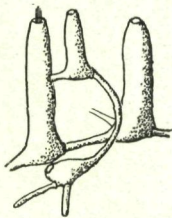


Fig. 74.
Victorella pavida Kent



Fig. 75.
Valkeria uva (L.),
auf *Corallina* kriechend.

- 54 (55) Anschwellungen, von denen die Zooecien entspringen, in Abständen am Stiel
Victorella pavida Kent (bisher nur in Brackwasser gefunden) (Fig. 74).
- 55 Keine Anschwellungen am Stiel.
- 56 (57) Zooecien ohne Vormagen, etwa 0,5 mm groß, in kleinen Gruppen (zu etwa 8 Zooecien) angeordnet; von den konstant 8 Tentakeln zwei bei der Evagination stets in ihrer Distalhälfte aus dem Kelch der übrigen lateralwärts abgekrümmt *Valkeria uva* (L.) (Fig. 75).



Fig. 76.
Bowerbankia caudata
(Hcks.), als Typ einer
kriechenden *Bower-*
bankia

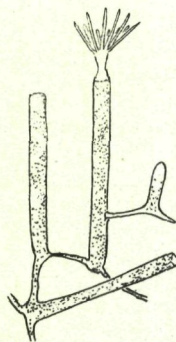


Fig. 77.
Cyliandroecium dilatatum
(Hcks.)

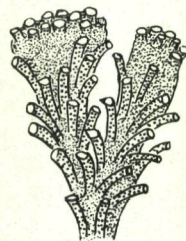


Fig. 78.
Entalophora clavata
(Bsk.)

- 57 Zooecien mit Vormagen (Fig. 69 B), etwa 0,8—1 mm groß, in großen Gruppen (zu 20 und mehr Zooecien) angeordnet oder auch ganz unregelmäßig oder fast kontinuierlich, am Stamm stehend; die 8 bis 10 Tentakeln den üblichen Kelch mit kreisförmigem Rand bei der Evagination bildend
Bowerbankia Farre (kriechende Arten) (Fig. 76).
- 58 Zooecien braun, mit dichter, die Durchsicht stark trübender oder gänzlich ausschließender Ektocyste *Cyliandroecium* Hcks. (Fig. 77).

Cyclostomata

- 1 (12) Zoarium frei-aufrecht.
 2 (3) Zweige durch chitine Gelenkknoten gegliedert *Crisia* Lmx. (Fig. 2 c, Fig. 28).
 3 Zweige ungegliedert.
 4 (11) Orificien im Verlauf und an den Spitzen der Zweige; wenn an den Zweigspitzen, dann nicht auf erhöhten, radiär gestellten Rippen.
 5 (6) Orificien rings um die Zweige angeordnet *Entalophora clavata* (Bsk.) (Fig. 78).
 6 Orificien auf eine Seite der Zweige beschränkt.

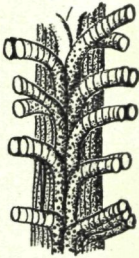


Fig. 79.
Idmonea atlantica Forb.

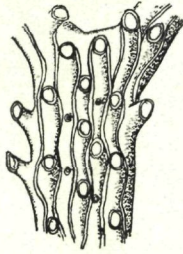


Fig. 80 A.
Hornera lichenoides (L.),
 Frontalseite der Kolonie.

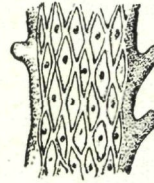


Fig. 80 B.
Hornera lichenoides (L.),
 Basalseite der Kolonie.

- 7 (8) Zooecien in Transversalreihen zur Zweigachse stehend; die Peristome der medianen lateralwärts gekrümmt und die in einer Querreihe stehenden jederseits orgelpfeifenartig miteinander verbunden, die medianen Peristome jederseits die längsten *Idmonea atlantica* Forb. (Fig. 79).
 8 Zooecien in Longitudinalreihen zur Zweigachse stehend; die Peristome der medianen nicht lateralwärts gekrümmt, höchstens die der lateralen; keinerlei Verbindung der medianen und lateralen Peristome untereinander, keine nach der lateralen oder medianen Position konstanten Größenbeziehungen *Hornera* Lmx.



Fig. 81 A.
Hornera violacea Sars,
 Frontalseite der Kolonie.

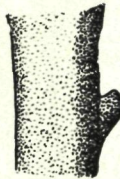


Fig. 81 B.
Hornera violacea Sars,
 Basalseite der Kolonie.



Fig. 82.
Domopora stellata (Goldfuß),
 Spitzen der Teilkolonien.

- 9 (10) Vorderseite der Kolonie mit bandförmigen, glatten, interzooecialen Leisten, Basalseite mit wellenförmig verlaufenden Leisten und kleinen Poren in den Furchen dazwischen; Zooecien glatt, Farbe gelblich-weiß *Hornera lichenoides* (L.) (Fig. 80).
 10 Vorderseite der Kolonie ohne interzooeciale Leisten, Basalseite granuliert; Zooecien punktiert; Farbe, wenn frisch, mit violetterm Anflug *Hornera violacea* Sars (Fig. 81).
 11 Zooecien und Orificien nur an den Zweigspitzen auf erhöhten, radiär gestellten Rippen *Domopora stellata* (Goldfuß) (Fig. 82).
 12 Zoarium an das Substrat geschmiegt, höchstens einzelne kurze Sprossen aufgerichtet.

- 13 (20) Zoarium kreis-, scheiben- oder kelchförmig.
 14 (17) Zooecien durch kalkige Zwischenräume getrennt, die große, schwer von Orificien unterscheidbare Poren tragen.
 15 (16) Zoarium aus einer oder mehreren zentral erhöhten, also konvexen Scheiben bestehend, jede Scheibe mit zentralwärts aufsteigenden Radiärrippen, von denen jede aus vielen Zooecien besteht

Domopora truncata (Jameson) (Fig. 83).

- 16 Zoarium aus einer oder mehreren zentral vertieften, also konkaven Scheiben bestehend; die Zooecien nicht auf Radiärrippen, sondern aus einer die Gesamtkolonie umgebenden Kalklamina entstehend; zentral gewöhnlich keine Zooecien, sondern das oder die Oecioostome

Lichenopora Defrance (Fig. 2 i, Fig. 24, Fig. 84).



Fig. 83.
Domopora truncata
(Jameson),
Einzelkolonie

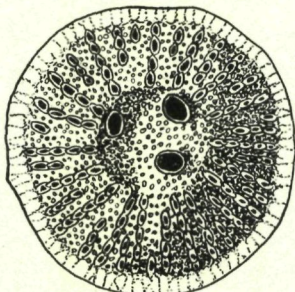


Fig. 84.
Lichenopora radiata (Aud.),
Kolonie mit medianen Oecioostomen.



Fig. 85.
Tubulipora flabellaris
(Fabr.), junge Kolonie.

- 17 Zooecien mit nur kleinen und höchstens fein porösen Zwischenräumen untereinander.
 18 (19) Zoarium fächerförmig, im Alter scheibenförmig; Zooecien mit röhrenförmig verlängerten, oft in der Horizontalebene gekrümmten Peristomen; keine Orificalverschlüsse *Tubulipora flabellaris* (Fabr.) (Fig. 85).
 19 Zoarium kreisförmig oder breit gelappt; Zooecien ohne röhrenförmig verlängerte Peristome, die Zooecien oft in einer Vertikalebene leicht geschwungen; häufig einzelne Zooecien mit Kalkdeckeln auf den Orificien

Diastopora Lmx. (Fig. 86, Fig. 87).



Fig. 86.
Diastopora patina (Lm.)
Kolonie mit Tochterkolonien.



Fig. 87.
Diastopora sarniensis
Norm., proximal ein gedeckeltes Zooecium.

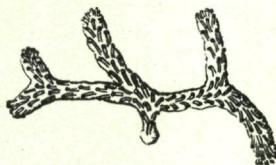


Fig. 88.
Stomatopora major (Johnst.),
junge Kolonie.

- 20 Zoarium in einzelne Äste oder tief eingeschnürte Lappen mit kleiner Mitte aufgelöst.
 21 (22) Zoarium aus schmalen, bandförmigen Verästelungen oder Büscheln bestehend, zuweilen kurze, aufrechte Sprossen abgebend; Zooecien meist sehr tief in die Zweige eingesenkt, nur distal frei, in einer oder wenigen kaum von der Zweigrichtung divergierenden Reihen angeordnet
Stomatopora Bronn (Fig. 88).
 22 Zoarium fächerförmig oder aus breiten, tief eingeschnürten Lappen bestehend, keine aufrechten Sprossen abgebend; Zooecien kaum in die Zweige eingesenkt in zahlreichen oder in deutlich von der Zweigmitte lateralwärts divergierenden Reihen angeordnet.

- 23 (24) Zooecien zu einem erheblichen Teil ihrer Länge orgelpfeifenartig in zwei von der Medianlinie des Zweiges divergierenden Transversalreihen verbunden; die medianen Zooecien die größten

Idmonea serpens (L.) (Fig. 89).

- 24 Keine derartige Verbindung der Zooecien; keine klaren Transversalreihen; keine Medianlinie der Zweige ausgeprägt; keine konstanten Größenunterschiede der Zooecien nach ihrer Position auf dem Zweig

Tubulipora Lm. (Fig. 90).

Cheilosomata

- 1 (92) Kolonie frei aufrecht.

- 2 (57) Kolonie als Ganzes oder die Zweige gegeneinander biegsam.

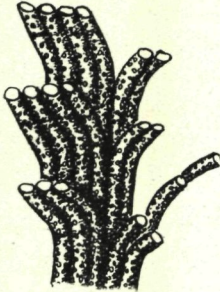


Fig. 89.

Idmonea serpens (L.)

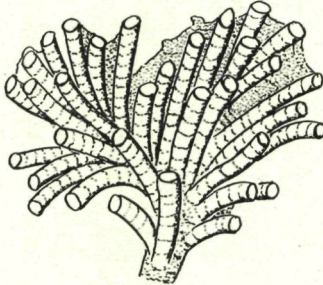


Fig. 90.

Tubulipora fimbria Lm.

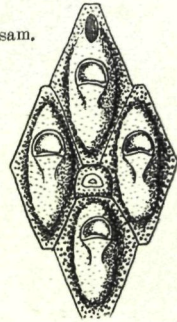


Fig. 91.

Cellaria fistulosa (L.), über dem proximalen Medianzooecium ein Avicular, über dem distalen ein Oecium.

- 3 (4) Zweige stark verkalkt, cylinderisch, in sich selbst unbeweglich, durch chitinige Gliedstücke gegeneinander beweglich; Orificien allseitig rund um die Zweige angeordnet. . . *Cellaria* Lmx. [sensu HINCKS] (Fig. 2 d, Fig. 91).
- 4 Zweige schwach verkalkt, in sich beweglich, mit und ohne Gliedstücke; Orificien nicht allseitig rund um die Zweige angeordnet.
- 5 (12) Zweige blätterartig, dorso-frontal deutlich abgeflacht.

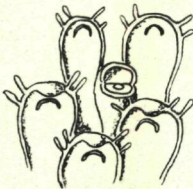


Fig. 92.

Flustra foliacea (L.), die drei Proximalzooecien mit Oecien, median ein aufgeklapptes Avicular.

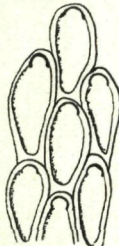


Fig. 93.

Flustra carbacea Ell. Sol.

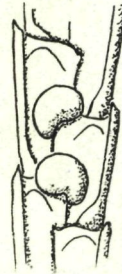


Fig. 94.

Bugula neritina (L.), mit Oecien.

- 6 (9) Zoarium breitblättrig; Zooecien stets zu mehr als zu zweit nebeneinander stehend; Avicularien ungestielt, unbeweglich, nicht vogelkopftartig.
- 7 (8) Zooecien in zwei mit der Basalseite aneinander stoßenden Lagen angeordnet
- Flustra* L. (Fig. 2 a, Fig. 92).
- 8 Zooecien in einer Lage nebeneinander angeordnet
- Flustra carbacea* Ell. Sol. (Fig. 93).
- 9 Zoarium schmalblättrig; Zooecien zu zweit nebeneinander, dann oft, und wenn zu mehr als zu zweit nebeneinander, immer mit gestielten, beweglichen, vogelkopftartigen Avicularien.

- 10 (11) Zooecien zu zweit nebeneinander, ohne Avicularien, Farbe rotbraun
Bugula neritina (L.) (zuweilen eingeschleppt) (Fig. 94).
 11 Zooecien zu zweit oder mehreren nebeneinander, mit den beschriebenen (9)
 Avicularien, Farbe nicht rotbraun
Bugula Oken (Fig. 2 f, Fig. 19, Fig. 31 B, Fig. 94, Fig. 95).
 12 Zweige nicht blätterartig, ohne deutliche Abflachung.

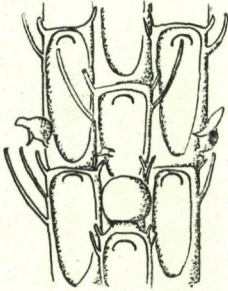


Fig. 95.
Bugula flabellata (J. V.
 Thomps.), median-proximal
 ein Ooecium.



Fig. 96.
Notamia bursaria (L.)



Fig. 97.
Gemellaria loricata (L.)

- 13 (16) Zooecien paarweise nebeneinander, proximal und distal auf gleicher Höhe
 stehend, auch mit den Basalseiten vereinigt.
 14 (15) Zweige gekräuselt, besonders nach den Enden zu; Zooecien in lateral ver-
 einigten Paaren; zwischen den Paaren gestielte Avicularien
Notamia bursaria (L.) (Fig. 96).

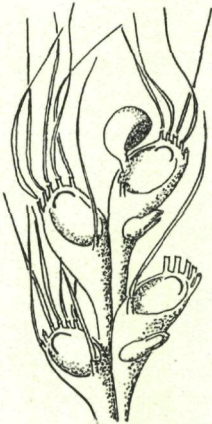


Fig. 98.
Bicelliariella ciliata (L.)
 distal ein Ooecium.

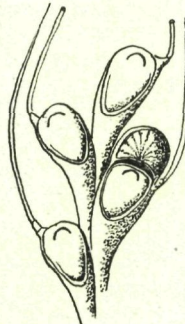


Fig. 99.
Bicelliariella alderi (Bsk.),
 mit Ooecium.

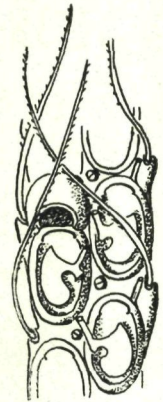


Fig. 100 A.
Caberea boryi
 (Aud.), Frontal-
 ansicht mit Ooecium.

- 15 Zweige bis ans Ende gerade; Zooecien in basal vereinigten Paaren; keine
 Avicularien *Gemellaria loricata* (L.) (Fig. 97).
 16 Zooecien zu mehreren nebeneinander stehend oder, wenn zu zweit, nicht
 paarweise, proximal und distal auf gleicher Höhe stehend, sondern alter-
 nierend, „auf Luke“ stehend.
 17 (38) Avicularien oder Vibracularien deutlich hervortretend.

18 (23) Avicularien gestielt, vogelkopartig.

19 (22) Zooecien aus einer proximalen, röhrenförmigen und einer scharf dagegen abgesetzten, trichterförmigen Distalpartie bestehend; Distalrand der Apertur gekrümmt; das Zooecium fast ohne Latero-Distalecken; geschwungene Dornen von weit über Zooecienlänge

Bicellariella Lev. (nom. nov. pro *Bicellaria* Blainv.).



Fig. 100 B.
Caberea boryi
(Aud.), Basal-
ansicht mit den
Vibracularkammern.

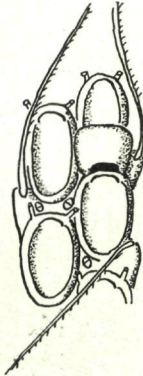


Fig. 101.
Caberea ellisia (Flem.),
mit Oecium.

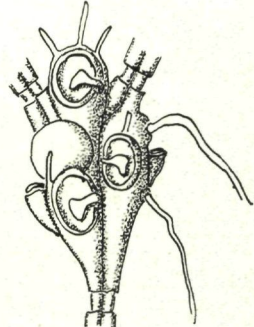


Fig. 102.
Menipea ternata (Ell. Sol.),
mit Oecium und Wurzel-
fasern.

20 (21) Bedornung aus 4 bis 7 distalen Marginaldornen, einem frontalen, zentralen, subaperturalen und ein bis zwei basalen bestehend

Bicellariella ciliata (L.) (Fig. 98).

21 Bedornung aus ein bis zwei Dornen an der latero-distalen Außenecke bestehend
Bicellariella alderi (Bsk.) (Fig. 99).

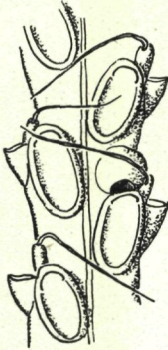


Fig. 103.
Scrupocellaria elliptica
Reuss,
mit Oecium.

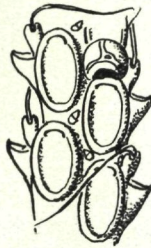


Fig. 104.
Scrupocellaria scruposa (L.),
mit Oecium.



Fig. 105.
Scrupocellaria scabra
(Bened.), mit Oecium.

22 Zooecien einheitlich, allmählich aus dem zuweilen (*phumosa*, *purpureotincta*) verjüngten proximalen in den distalen Teil übergehend; Distalrand der Apertur gerade; das Zooecium mit rechtwinkligen Latero-Distalecken; gerade Dornen, niemals von Zooecienlänge

Bugula Oken (Fig. 2 f, Fig. 19, Fig. 31 B, Fig. 94, Fig. 95).

- 23 Avicularien nicht vogelkopffartig, sondern entweder lateral, erkerartig, fest den Zooecien ansitzend oder frontal sitzend, knopfförmig, oft sehr klein.
 24 (27) Basalseite der Zooecien fast völlig von den Vibracularkammern bedeckt
Caberea Lmx.
 25 (26) Apertur mit einem Scutum (Fornix) . . . *Caberea boryi* (Aud.) (Fig. 100).
 26 Apertur ohne ein Scutum (Fornix) . . . *Caberea ellisii* (Flem.) (Fig. 101).
 27 Basalseite der Zooecien mit lateralen Vibracularkammern, wo solche überhaupt vorhanden, aber im übrigen völlig frei.

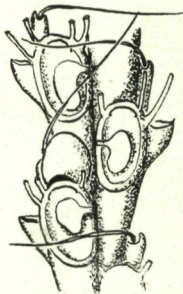


Fig. 106.
Scrupocellaria scrupea
Bsk., mit Ooecium.



Fig. 107.
Scrupocellaria
reptans (L.),
mit Ooecium.



Fig. 108.
Scruparia clavata Hcks.,
uniseriale Wuchsform.

- 28 (29) Zooecien zu dritt zusammenstehend
Menipea ternata (Ell. Sol.) (Fig. 3, Fig. 102).
 29 Zooecien zweireihig, alternierend zusammenstehend . *Scrupocellaria* Bened.
 30 (33) Apertur ohne ein Scutum (Fornix).
 31 (32) Zooecien unbedornt *Scrupocellaria elliptica* Reuss (Fig. 103).
 32 Zooecien bedornt *Scrupocellaria scruposa* (L.) (Fig. 104).
 33 Apertur mit einem Scutum (Fornix).
 34 (37) Rand des Scutum einheitlich.

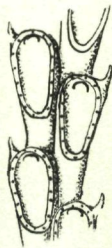


Fig. 109.
Cellularia
peachii Bsk.

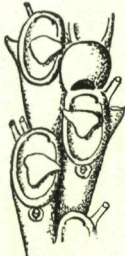


Fig. 110.
Menipea jeffreysii
Norm., mit Ooecium.



Fig. 111.
Retepora beaniana
W. King, mit Ooecien.

- 35 (36) Scutum spatelförmig, mit fächerförmiger Zeichnung
Scrupocellaria scabra (Bened.) (Fig. 41 A, Fig. 105).
 36 Scutum nierenförmig, ohne Zeichnung
Scrupocellaria scrupea Bsk. (Fig. 106).
 37 Rand des Scutum in elchschaufelartige Verzweigungen ausgezogen
Scrupocellaria reptans (L.) (Fig. 107).
 38 Avicularien klein oder fehlend, Vibracularen fehlen.
 39 (48) Randdornen fehlen oder ein ganz kurzer vorhanden.
 40 (45) Zoarium aus einreihigen Zooecienfolgen bestehend.
 41 (42) Zooecien füllhornförmig, mit einem knotenförmigen Gelenk voneinander oder einer kriechenden Basis entspringend . *Eucratea chelata* (L.) (Fig. 126).

- 42 Zooecien nicht füllhornförmig, ohne ein knotenförmiges Gelenk voneinander entspringend.
- 43 (44) Zweige der Kolonie distal oder lateral voneinander entspringend, alle mit den Frontalwänden der Zooecien nach derselben Seite gerichtet
Huxleya fragilis Dyster (Fig. 62).
- 44 Zweige der Kolonie dorsal voneinander entspringend, mit den Frontalwänden der Zooecien in den abwechselnden Zweigen abwechselnd nach entgegengesetzten Seiten gerichtet *Scruparia clavata* Hcks. (Fig. 108).
- 45 Zoarium aus zweireihigen Zooecienfolgen bestehend.
- 46 (47) Zooecien lateral vereinigt, meist ein ganz kurzer Dorn an der latero-distalen Außenecke; Apertur zwei Drittel der Frontalseite des Zooeciums einnehmend; Frontalwände der Zooecien aller Zweige nach der gleichen Seite gerichtet
Cellularia peachii Bsk. (Fig. 109).
- 47 Zooecien basal (dorsal) vereinigt, kein Dorn vorhanden; Apertur kaum ein Fünftel der Frontalseite des Zooeciums einnehmend; Frontalwände der Zooecien aufeinander folgender Zweige abwechselnd nach entgegengesetzten Seiten gerichtet *Scruparia clavata* Hcks. (Fig. 63).
- 48 Ein langer oder mehrere lange oder kurze Marginaldornen vorhanden.
- 49 (52) Zoarium aus einreihigen Zooecienfolgen bestehend *Brettia* Dyster.
- 50 (51) Zooecien trompetenförmig; mit einem knotigen Gliedstück voneinander entspringend *Brettia tubaeformis* Hcks. (Fig. 58).



Fig. 112 A.
Mucronella pavonella (Alder),
Habitus der auf-
rechten Kolonie.

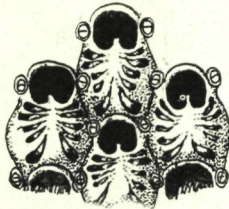


Fig. 112 B.
Mucronella pavonella
(Alder), Zooecien.



Fig. 113.
Palmicellaria skenei
(Ell. Sol.), proxi-
mal links ein
Ooecium.

- 51 Zooecien annähernd cylindrisch, ohne knotiges Gliedstück voneinander entspringend *Brettia pellucida* Dyster (Fig. 59).
- 52 Zoarium aus zweireihigen Zooecienfolgen bestehend.
- 53 (56) Apertur ohne Scutum . *Bicellariella* Lev. (nom. nov. pro. *Bicellaria* Blainv.).
- 54 (55) Bedornung aus 4 bis 7 distalen Marginaldornen, einem frontalen, zentralen, subaperturalen und ein bis zwei basalen bestehend
Bicellariella ciliata (L.) (Fig. 98).
- 55 Bedornung aus ein bis zwei Dornen an der latero-distalen Außenecke bestehend *Bicellariella alderi* (Bsk.) (Fig. 99).
- 56 Apertur mit Scutum *Menipea jeffreysii* Norm. (Fig. 110).
- 57 Kolonie weder als Ganzes, noch die Zweige gegeneinander biegsam, sondern starr-verkalkt.
- 58 (59) Kolonie ein dichtes Netzwerk schmalen, anastomosierender Zweige; Orificien nur auf einer Seite der Zweige
Retepora Imperato (Fig. 2 e, Fig. 38 B, Fig. 111).
- 59 Kolonie kein Netzwerk.
- 60 (67) Kolonie aus breiten, oft brüchig-spröden, wellig geschwungenen Platten bestehend.
- 61 (62) Zooecien mit großen Poren (Areolae) um den Rand herum, von denen aus Radiärrippen nach der rauhen, aber unpunktierten Mitte zu verlaufen; jederseits vom Orificium ein Avicular; ein rechteckiger, distalwärts gerichteter Zahn median am proximalen Orificialrand
Mucronella pavonella (Alder) (Kolonie auch inkrustierend) (Fig. 112).
- 62 Zooecien ohne marginale Areolae und ohne Radiärrippen; wenn jederseits vom Orificium ein Avicular vorhanden ist (*Schizoporella sanguinea*), so ist kein medianer Zahn, sondern ein medianer Sinus am proximalen Orificialrand vorhanden.
- 63 (64) Zooecien mit mächtigem suborificialem Muero
Palmicellaria skenei (Ell. Sol.) var. *foliacea* Hcks. (Fig. 113).

- 64 Zoocenien ohne suborificialen Muero.
 65 (66) Zoarium gewöhnlich zweischichtig, das heißt zwei Zoocenienlagen mit den Basalseiten verbunden; Orificium hufeisenförmig, zuweilen (var. *bidentata* M. Edw.) mit latero-proximalen Erweiterungen, mit geradem Proximalrand und einem medianen Avicular an diesem
Lepralia foliacea (Eil. Sol.) (Fig. 114).
 66 Zoarium stets einschichtig; Orificium mit einem medianen Sinus und kleinen Einkerbungen jederseits von diesem, also latero-proximal; ein Avicular jederseits lateral vom Orificium, nahezu latero-distal, aber auch andere über die Frontalwand zerstreut
Schizoporella sanguinea (Norm.) (Kolonie auch inkrustierend) (Fig. 115).



Fig. 114.
Lepralia foliacea
(Eil. Sol.)

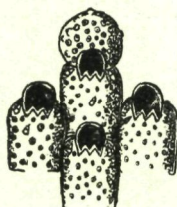


Fig. 115.
Schizoporella sanguinea
(Norm.), mit Ooecium.

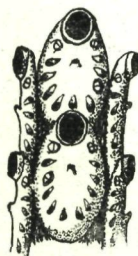


Fig. 116.
Porina borealis
(Bsk.),
mit Spiramen.

- 67 Kolonie aus cylinderischen oder keulenförmigen oder breit-blättrigen Zweigen bestehend.
 68 (73) Zweige zart, cylinderisch.
 69 (72) Zweige aus vier Zoocenienreihen bestehend.
 70 (71) Orificium kreisförmig; das Zooecium mit Marginalporen und einem sub-orificialen Medianporus; kleine Avicularien jederseits proximal vom Orificium und gelegentlich im Verlauf der Marginalporen
Porina borealis (Bsk.) (heute *Tessaradoma gracile* M. Sars) (Fig. 116).



Fig. 117.
Palmicellaria elegans
Alder

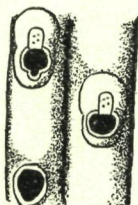


Fig. 118.
Escharoides quincuncialis (Norm.),
mit Ooecien.



Fig. 119.
Schizoporella unicornis (Johnst.),
mit Ooecium und wechselnder Avicularzahl.

- 71 Orificium von einem Peristom umgeben, das in einen starken proximalen Medianmuero verlängert ist; das Zooecium ohne marginale Poren und ohne Medianporus; ein medianes Avicular distal am Muero
Palmicellaria elegans Alder (Fig. 117).
 72 Zweige aus mehr als vier Zoocenienreihen bestehend
Escharoides quincuncialis (Norm.) (Fig. 118).
 73 Zweige oder Lappen plump, sehr oft nicht cylinderisch.
 74 (89) Zoocenien in regelmäßigen Reihen stehend, ihre Längsachse parallel zur Kolonieoberfläche.

- 75 (82) Orificium proximal mit einem Mediansinus oder einem proximal unterbrochenen Peristom, das proximal auch Sinus-artig verlängert sein kann, dort dann gewöhnlich ein kleines Avicular einschließend.
- 76 (77) Orificium mit proximalem Mediansinus *Schizoporella* Hcks. (zahlreiche inkrustierende Spezies wachsen auch ganz oder teilweise frei-aufrecht) (Fig. 115, Fig. 119, Fig. 130, Fig. 138, Fig. 140, Fig. 142, Fig. 162, Fig. 167).
- 77 Peristom proximal unterbrochen oder Sinus-artig verlängert.
- 78 (79) Peristom proximal unterbrochen, das Avicular asymmetrisch, lateral von der peristomialen Kerbe liegend *Escharoides rosacea* (Bsk.) (Fig. 120).



Fig. 120.
Escharoides rosacea
(Bsk.)

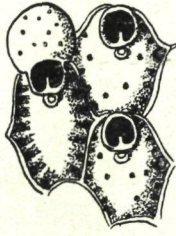


Fig. 121.
Smittina landsborovii
(Johnst.), mit Ooecien.



Fig. 122.
Porella compressa
(Sowerby),
mit Ooecien.

- 79 Peristom proximal Sinus-artig verlängert, das Avicular median innerhalb dieser peristomialen Erweiterung liegend.
- 80 (81) Median-proximal ein distalwärts gerichteter, rechteckiger Orificialzahn; auch alte Zooecien dünnwandig. *Smittina* Norman (nom. nov. pro *Smittina* Hincks) (zahlreiche inkrustierende Spezies wachsen auch ganz oder teilweise frei-aufrecht) (Fig. 121, Fig. 143).
- 81 Kein Orificialzahn; alte Zooecien, dickwandig *Porella* Gray (hierher inkrustierende und frei-aufrechte Spezies) (Fig. 122, Fig. 135).
- 82 Orificium weder mit einem medianen Sinus, noch mit unterbrochenem oder verlängertem Peristom.

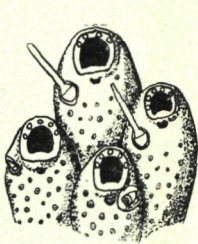


Fig. 123.
Diporula verrucosa
(Peach), mit vibraculo-
löser Avicularmandibel.

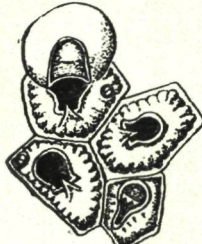


Fig. 124.
Lepralia edax (Bsk.),
mit Ooecium und
selbständigem Avicular.

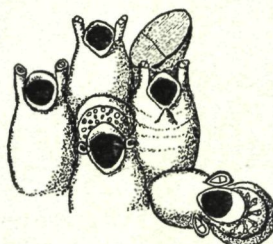


Fig. 125.
Cellepora costazii (Aud.),
mit Ooecien und
selbständigem Avicular.

- 83 (84) Ein rechteckiger, distalwärts gerichteter, median-proximaler Orificialzahn; jederseits lateral vom Orificium ein Avicular. *Mucronella pavonella* (Alder) (Kolonie auch inkrustierend) (Fig. 112).
- 84 Kein Orificialzahn; keine symmetrisch jederseits vom Orificium gelegenen Avicularien.
- 85 (86) Ein Mucro suborificial entwickelt. *Palmicellaria* Alder (Fig. 113, Fig. 117).
- 86 Kein Mucro vorhanden.
- 87 (88) Orificium mit mehreren, gewöhnlich fünf Dornen am Distalrand oder — wenn abgebrochen — deren Ansatzstellen; suborificial-median ein halbmondförmiger Porus; in der Distalhälfte des Zooeciums ein Avicular oft mit Vibracularborsten-artiger, schräg latero-distalwärts weisender Mandibel *Diporula verrucosa* (Peach) (Fig. 123).

- 88 Orificium unbedornt; kein ausgezeichneter Medianporus; median-proximal vom Orificium ein Avicular mit kleiner, gerundeter, proximalwärts weisender Mandibel *Lepralia foliacea* var. *fascialis* (Pall.) (Fig. 114).
- 89 Zooecien unregelmäßig gehäuft, ihre Längsachsen oft senkrecht zur Kolonieoberfläche.
- 90 (91) Orificium deutlich hufeisenförmig; Avicularien irregulär verstreut, aber nie in Verbindung mit dem medianen, suborificialen Mucro
Lepralia edax (Bsk.) (Fig. 124).
- 91 Orificium nicht hufeisenförmig, teilweise verdeckt von einem asymmetrisch, proximal vom Orificium sitzenden Rostrum oder zwei jederseits lateral vom Orificium sitzenden Rostren; die Rostra stets in Verbindung mit einem Avicular *Cellepora* Fabr. (Fig. 125, Fig. 168).

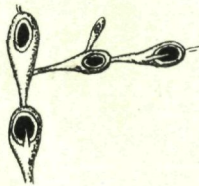


Fig. 126.
Eucratea chelata (L.),
var. *repens* Hcks.

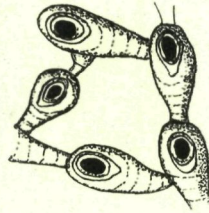


Fig. 127.
Membranipora catenularia
(James.)



Fig. 128.
Phylactella labrosa (Bsk.),
mit Ooecium.

- 92 Kolonie nicht frei-aufrecht, sondern das Substrat überlagernd und einhüllend oder ihm als Kruste angeschmiegt.
- 93 (94) Zooecien ungeordnete, aus mehreren Lagen bestehende Klumpen bildend; hierher *Lepralia edax* und die Gattung *Cellepora*; [für deren Unterschiede vgl. 90 (91)].
- 94 Kolonie, jedenfalls im Hauptteil ihrer Ausdehnung aus einer einzigen Lage bestehend, die als anhaftende Kruste dem Substrat angeschmiegt ist.
- 95 (104) Zooecien in einzelnen Reihen oder in weiten Abständen stehend.

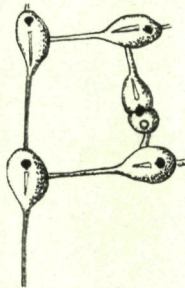


Fig. 129.
Hippothoa divaricata
Lmx., mit Ooecium.



Fig. 130.
Schizoporella alderi
(Bsk.),
mit Ooecium.

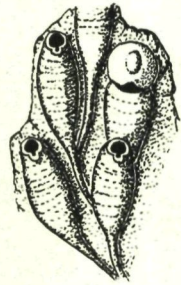


Fig. 131.
Hippothoa expansa
Dawson,
mit Ooecium.

- 96 (99) Zooecien mit deutlicher Apertur proximal vom Orificium.
- 97 (98) Einzelne Zooecien der Kolonie mit röhrenförmigen Fortsätzen proximal von der Apertur *Eucratea chelata* (L.) var. *repens* Hcks. (Fig. 126).
- 98 Keine solchen Fortsätze proximal von der Apertur
Membranipora Biainv. (Fig. 127).
- 99 Zooecien ohne Apertur.
- 100 (101) Zooecien mit proximal mächtig, in der Regel median bezahntem, kragenartig erweitertem Peristom *Phylactella* Hcks. (Fig. 128).

- 101 Zooecien ohne proximal verbreitertes Peristom, vielmehr mit orificialem Mediansinus.
 102 (103) Zooecien proximalwärts scharf verjüngt *Hippothoa* Lmx. (Fig. 21, Fig. 129).
 103 Zooecien proximalwärts nicht oder (*hyalina*) nur mäßig verjüngt *Schizoporella* Hcks. (Fig. 130).
 104 Zooecien zusammenhängende Ausbreitungen bildend.
 105 (108) Zooecien teilweise durch eine dünne, undifferenzierte Kalkkruste getrennt.

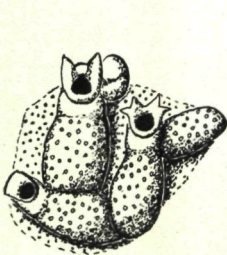


Fig. 132.
Lagenipora socialis Hcks.,
 das distale Zooecium mit
 Oecium, das linke mit
 Zooecienknospe.

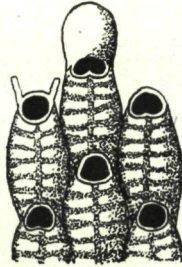


Fig. 133.
Membraniporella nitida
 (Johnst.),
 mit Oecium.

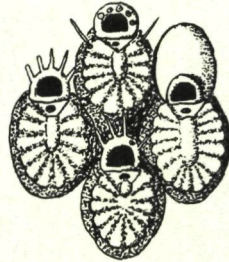


Fig. 134.
Cribrilina radiata (Moll),
 mit Oecium.

- 106 (107) Zooecien birnförmig; Orificium mit proximalem Mediansinus; keine Zacken oder Dornen *Hippothoa expansa* Dawson (Fig. 131).
 107 Zooecien flaschenförmig; Orificium kreisförmig, ohne proximalen Mediansinus; der Distalrand oft mit dornenartigen Kalkzacken
Lagenipora socialis Hcks. (Fig. 132).
 108 Zooecien nicht durch eine Kalkkruste voneinander getrennt, sondern dicht zusammenstehend.



Fig. 135.
Porella concinna
 (Bsk.),
 mit Oecium.

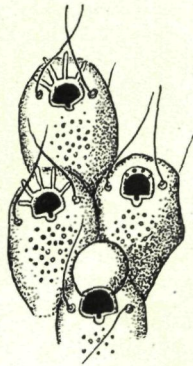


Fig. 136.
Mastigophora dutertrei
 (Aud.), mit Oecium
 und frontalen Vibracu-
 larien.

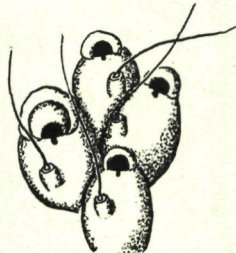


Fig. 137.
Mastigophora hyndmanni
 (Johnst.), mit Oecium und
 frontalen Vibracularen.

- 109 (112) Zooecien frontal mit radiären oder transversalen Rippen und Furchen.
 110 (111) Furchen zwischen den Rippen ohne Poren; eine längs der ganzen Frontalwand verlaufende Naht, alle Transversalrippen und Furchen an diese Mediannaht anstoßend *Membraniporella* Smitt (Fig. 133).
 111 Furchen zwischen den Rippen einreihig porös, die Poren oft sehr klein (Glühpräparat!); mediane Kiele und Leisten kommen vor (z. B. *annulata*

- Fabr.), aber keine völlig durchgängig die gesamte Frontalwand entlang ziehende Mediannäht *Cribrilina* Gray (Fig. 134).
- 112 Frontalwand der Zooecien nicht aus radiären oder transversalen Rippen und Furchen bestehend.
- 113 (176) Zooecien in regelmäßigen Reihen, oder wenn unregelmäßig (*Celleporella*, vgl. 142) doch so angeordnet, daß die Zooecienlängsachse höchstens am distalen Zooecienende sich aus der Kolonieoberfläche heraushebt.
- 114 (115) Peristomentwicklung alter Zooecien mit der Verkalkung der Frontalwand Schritt haltend, sodaß das sekundäre Orificium nicht über die am meisten hervortretenden Zooecienteile hervorragt; primäres Orificium ganz vom distal erweiterten sekundären verdeckt; das letzte stets ein Avicular einschließend *Porella* Gray (Fig. 135).

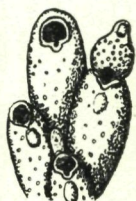


Fig. 138.
Schizoporella venusta
(Norm.),
mit Ooecium,
ooecialem und inter-
zooecialem Avicular.

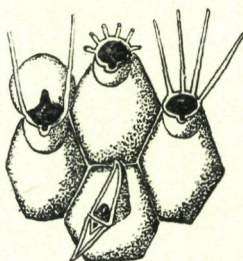


Fig. 139.
Schizotheca fissa (Bsk.),
mit Ooecium und
selbständigem Avicular.

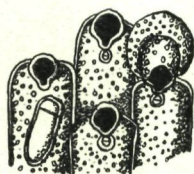


Fig. 140.
Schizoporella auriculata
(Hass.), mit Ooecium
und großem, spatelför-
migem Avicular.

- 115 Peristomentwicklung, wo vorhanden, nicht zur völligen Verdeckung des primären Orificiums führend, dies höchstens durch peristomiale Mucrobildung (*Rhynchozoon*) undeutlich.
- 116 (133) Primäres Orificium mit Mediansinus oder mit einem Peristom, das proximal verlängert oder unterbrochen manchmal einer Sinusbildung ähnelt.
- 117 (132) Primäres Orificium mit Mediansinus oder Peristom des geschilderten Typus, aber ohne Medianzahn.



Fig. 141.
Schizotheca divisa
(Norm.),
mit Ooecien.

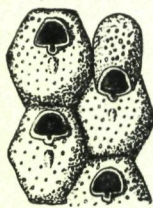


Fig. 142.
Schizoporella cecilia
(Aud.),
mit Ooecium.

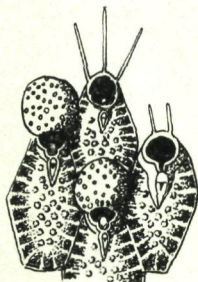


Fig. 143.
Smittina reticulata
(J. MacG.), mit Ooecium.

- 118 (121) Zooecien mit latero-frontalen Vibracularen *Mastigophora* Hecks.
- 119 (120) Zwei jederseits vom Orificium gelegene Vibracularen
Mastigophora dutertrei (Aud.) (Fig. 136).
- 120 Ein proximal vom Orificium gelegenes Vibracularen
Mastigophora hyndmanni (Johnst.) (Fig. 137).
- 121 Vibracularen fehlen, wenn auch Avicularien mit Vibraculaborsten-artigen Mandibeln (*Schizoporella*) vorkommen können.
- 122 (129) Avicularien sind vorhanden.

- 123 (126) Avicularien interzooeacial gelegen.
- 124 (125) Zooecien punktiert, ohne Dornen, ohne Peristom; Ooecien punktiert, distal mit einem Avicular versehen; sonstige, winzig kleine Avicularien in den Distalhälften rechteckiger, interzooeacialer Bezirke, die erheblich kleiner sind als die Zooecien *Schizoporella venusta* (Norm.) (Fig. 138).
- 125 Zooecien glatt, mehrere (bis 6) lange, schlanke Orificialdornen; ein röhrenförmiges, median tief gekerbtes Peristom; Ooecien glatt oder leicht geraut, proximal mit keilförmigem Medianspalt, ohne Avicular; mächtige Avicularien mit dreispitziger Mandibel in den Distalhälften rautenförmiger, interzooeacialer Bezirke, die so groß sind wie die Zooecien *Schizotheca fissa* (Bsk.) (Fig. 139).
- 126 Avicularien suprazooeacial gelegen.
- 127 (128) Avicularmandibel spitzdreieckig *Schizoporella* Hcks. (*unicornis-linaris* Gruppe) (Fig. 115, Fig. 119, Fig. 130, Fig. 167).
- 128 Avicularmandibel rund, elliptisch, kreis- oder spatelförmig *Schizoporella* Hcks. (*biaperta-auriculata* Gruppe) (Fig. 140).
- 129 Keine Avicularien vorhanden.
- 130 (131) Orificialdornen von mehr als doppelter Zooecienlänge; ein röhrenförmiges, median schwach gekerbtes Peristom; Ooecium mit Medianschlitz, der weder zum distalen noch zum proximalen Rand reicht *Schizotheca divisa* (Norm.) (Fig. 141).

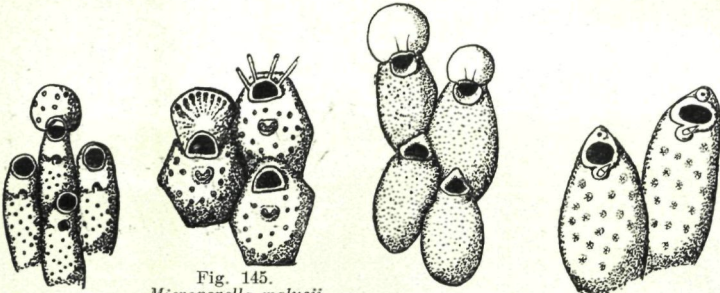


Fig. 145.
Microporella malusii
(Aud.),
mit Ooecium und
halbmondförmigem
Ascoporus.

Fig. 146.
Mucronella micro-
stoma (Norm.), mit
Oocien.

Fig. 147.
Anarthropora monodon
(Bsk.)

- | | |
|-----------|---|
| 131 | Alte Zooecien stets ohne Dornen; Peristom höchstens schwach entwickelt; nie das Ooecium mit einem Medianschlitz <i>Schizoporella</i> Hcks. (<i>cecili-hyalina</i> Gruppe) (Fig. 142, Fig. 161). |
| 132 | Primäres Orificium mit einem Peristom und einem deutlich hervortretenden proximalen Medianzahn . . . <i>Smittina</i> Norman (nom. nov. pro <i>Smittia</i> Hcks. (Fig. 121, Fig. 143)). |
| 133 | Primäres Orificium weder mit einem Sinus noch einem proximal unterbrochenen oder Sinus-artig verlängerten Peristom. |
| 134 (137) | Zooecien mit einem Medianporus (<i>Ascoporus</i>). |
| 135 (136) | Orificialpartie deutlich röhrenförmig verlängert
<i>Porina tubulosa</i> (Norm.) (Fig. 144). |
| 136 | Orificialpartie keineswegs röhrenförmig verlängert
<i>Microporella</i> Hcks. (Fig. 6 b, Fig. 23, Fig. 145). |
| 137 | Zooecien ohne Medianporus (<i>Ascoporus</i>). |
| 138 (143) | Orificialpartie röhrenförmig verlängert. |
| 139 (142) | Zooecien wenn auch nicht immer in regelmäßigen Reihen, so doch nie in der ganzen Kolonie regellose Haufen bildend. |
| 140 (141) | Zooecien granuliert, ohne Avicularien oder Poren
<i>Mucronella microstoma</i> (Norm.) (Fig. 146). |
| 141 | Zooecien mit sternförmigen Poren; ein winziges Avicular oder auch bloß ein ausgezeichnete Porus distal und proximal vom Orificium mancher Zooecien <i>Anarthropora monodon</i> (Bsk.) (Fig. 147). |
| 142 | Zooecien unregelmäßig gehäuft <i>Celleporella</i> Gray (Fig. 148). |
| 143 | Zooecien ohne Peristom oder mit einem das Orificium teilweise kragenförmig umgebenden Peristom, aber nicht die gesamte Orificialpartie röhrenförmig verlängert. |

- 144 (157) Frontalwand der Zooecien mit einer von einem erhöhten Rand umschlossenen „Area“.
- 145 (154) Zooecien mit völlig verkalkter Area.
- 146 (149) Avicularien oder Vibracularien ein Autozooecium ersetzend oder doch jedenfalls interzooecial.
- 147 (148) Vibracularien vorhanden, Avicularien fehlend; Orificium halbkreisförmig mit geradem Proximalrand; jederseits in der Area suborificial, ein schmaler, gekrümmter Schlitz *Setosella vulnerata* (Bsk.) (Fig. 149).
- 148 Vibracularien fehlen, mächtige Avicularien vorhanden; Orificium fast kreisförmig mit gebogenem Proximalrand und jederseits latero-proximal einem kleinen Zahn; jederseits in der Area suborificial ein eiförmiges Loch in einer Nische
Thalamoporella [bei HINCKS *Steganoporella* Smittii (Hcks.)] rozieri (Aud.) (Fig. 150).

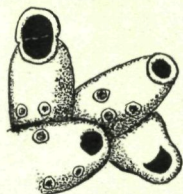


Fig. 148.
Celleporella lepralioides
 Norm.

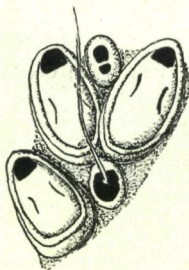


Fig. 149.
Setosella vulnerata
 (Bsk.),
 mit den Opsiulae und
 interzooecialen Vibracu-
 larien.

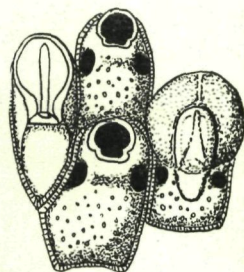


Fig. 150.
Thalamoporella rozieri
 (Aud.),
 mit Opsiulae, Ooeecium und
 selbständigem Avicular.

- 149 Avicularien oder Vibracularien fehlend oder, wenn vorhanden, suprazooecial.
- 150 (151) Orificium bedornt; manche Zooecien lateral mit einer vibraculoiden Chitinborste; subopercular eine quere Chitinplatte
Megapora ringens (Bsk.) (Fig. 151).
- 151 Orificium unbedornt; keine vibraculoiden Chitinborsten; keine suboperculare quere Chitinplatte *Micropora* Gray.

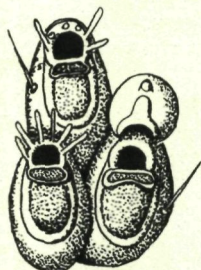


Fig. 151.
Megapora ringens
 (Bsk.), mit Ooeecium

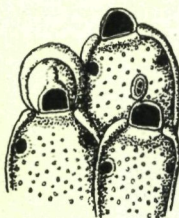


Fig. 152.
Micropora coriacea
 (Esper), mit Ooeecium.

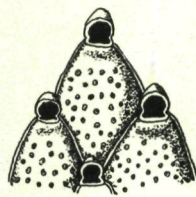


Fig. 153.
Micropora (Lepralia)
complanata (Norm.)

- 152 (158) Orificium halbkreisförmig, nicht in den Proximalecken ausgezogen, sein Distalrand ohne spitz zulaufende kappenförmige Verdickung; latero-proximal jederseits vom Orificium manchmal ein Foramen; supraorificial bei manchen Zooecien ein Avicular *Micropora coriacea* (Esper) (Fig. 152).
- 153 Halbkreisform des Orificiums durch latero-proximale Erweiterungen verwischt, hufeisenförmig geworden; distal vom Orificium der Rand mit einer kappenförmigen, median stumpf-kegelförmigen Verdickung; keine Avicularien, keine Foramina . *Micropora* (besser *Lepralia*) *complanata* (Norm.) (Fig. 153).

- 154 Zoöcien mit teilweise oder völlig membranöser Area.
 155 (156) Zoöcien mit völlig membranöser Area
Membranipora membranacea (Fig. 29, Fig. 154), *lacroixii* (Fig. 156), *pilosa* (Fig. 155) [*Electra*]-Gruppe).
 156 Zoöcien mit nur das Orificium einschließender membranöser, oft verschiedentlich gelappter, im übrigen von einer dünnen Kalkplatte ausgefüllter Area
Membranipora (flemingii, rosselii) [*Amphiblestrum*]-Gruppe) (Fig. 157).
 157 Frontalwand der Zoöcien ohne eine von einem erhöhten Rand umschlossene Area.
 158 (161) Peristom vorhanden, Mucro fehlt.
 159 (160) Peristom mächtig als Kragen lateral und proximal vom Orificium ausgebildet, distal fehlend *Phylactella* Hcks. (Fig. 158).
 160 Peristom mäßig, gleichmäßig an allen Seiten des Orificiums oder gelegentlich (*polita* Norm.) proximal schwächer entwickelt
Lepralia Johnst. (Fig. 114, Fig. 124, Fig. 159, Fig. 166).

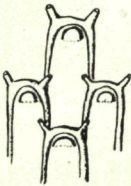


Fig. 154.
Membranipora membranacea (L.)

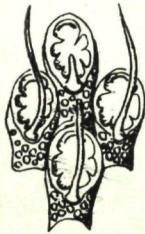


Fig. 155.
Membranipora pilosa (L.)



Fig. 156.
Membranipora lacroixii (Aud.),
[= *reticulum* (L.)],
mit Schalt-Keno-
zoöcien.



Fig. 157.
Membranipora flemingii (Bsk.), mit Oöcium.

- 161 Peristom fehlt, oder wenn mit Peristom, dann mit Mucro.
 162 (163) Distal vom Orificium oöcienloser Zoöcien und distal auf dem hyperstomial über gewöhnlichen Zoöcien liegenden Oöcium ein Avicular
Chorizopora brogniartii (Aud.) (Fig. 160).
 163 Kein Avicular distal vom Orificium oöcienloser Zoöcien, kein Avicular distal dem Oöcium aufsitzend.



Fig. 158.
Phylactella collaris (Norm.), mit Oöcium.

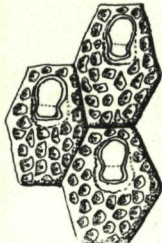


Fig. 159.
Lepralia pallasiana (Moll)



Fig. 160.
Chorizopora brogniartii (Aud.), mit Oöcium.



Fig. 161.
Schizoporella hyalina (L.), mit Oöcium.

- 164 (165) Zoöcien auffallend langgestreckt, die Wände dünn, glänzend und ohne Poren; Oöcien auf abweichend gestalteten Zoöcien in einer über der Kolonie erhöhten Ebene, den übrigen Zoöcien also aufliegend
Schizoporella hyalina (L.) (Fig. 161).
 165 Zoöcien ohne besondere Längsstreckung, die Wände, jedenfalls der alten Zoöcien, massiv, granuliert oder porös; Oöcien auf gewöhnlichen Zoöcien und in einer Ebene mit der Gesamtkolonie liegend.
 166 (169) Ein median-proximaler Orificalzahn vorhanden.

- 167 (168) Orificien alter Zooecien weitgehend verdeckt vom Mucro und von derben lateralen Peristomialzähnen; der bei alten Zooecien gleichfalls vom Mucro verdeckte, kräftige Orificalzahn stark nach einer Seite gekrümmt.
Rhynchozoon Hcks. (nom. nov. pro *Rhynchopora* Hcks.) *bispinosum* (Johnst.) (Fig. 162).
- 168 Orificien auch alter Zooecien uneingeschränkt bei den Formen ohne oder mit nur schwach entwickeltem Mucro; bei Formen mit starkem, das Orificium verdeckendem Mucro fehlen laterale Peristomialzähne; der Orificalzahn ist gerade, liegt symmetrisch in der Mitte
Mucronella Hcks. (Fig. 112, Fig. 146, Fig. 163).
- 169 Kein median-proximaler Orificalzahn vorhanden.

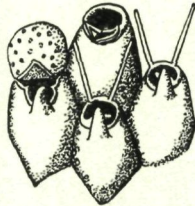


Fig. 162.
Rhynchozoon bispinosum
 (Johnst.),
 mit Ooecium.



Fig. 163.
Mucronella peachii
 (Johnst.), proximal
 mit dem Ooecium ein
 altes Zooecium mit
 sekundärer Kalk-
 überlagerung.



Fig. 164.
Cribrilina punctata
 (Hass.),
 mit Ooecium.

- 170 (175) Orificium ohne medianen Sinus im Proximalrand.
- 171 (174) Orificium kreisförmig oder breiter als lang, stets mit proximalem Medianmucro.
- 172 (173) Orificium erheblich breiter als lang; jederseits lateral vom Orificium ein erhöht liegendes Avicular
Cribrilina punctata (Hass.) (Fig. 164) (eine nach dieser Tabelle bei 109/111 nicht bestimmbarer Skulpturform von *C. punctata*).
- 173 Orificium kreisförmig oder quadratisch; ein Avicular median, an der Innenseite des Mucro; die Frontalwand mit marginaler Areolation
Umbonula verrucosa (Esper) (Fig. 165).

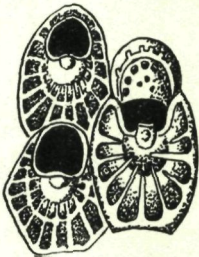


Fig. 165.
Umbonula verrucosa
 (Esper),
 mit Ooecium.



Fig. 166.
Lepralia pertusa
 (Esper),
 mit Ooecium.



Fig. 167.
Schizoporella linearis
 (Hass.),
 mit Ooecium.

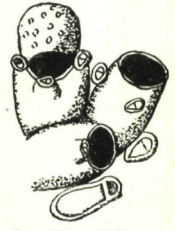


Fig. 168.
Cellepora avicularis
 Hcks., mit Ooecium
 und selbständigem
 Avicular.

- 174 Orificium deutlich lateral eingezogen und dadurch hufeisenförmig, oder wenn nahezu kreisförmig (*pertusa*, *polita*) dann nicht mit median-proximalem Umbo oder marginaler Areolation der Frontalwand
Lepralia Johnst. (Fig. 114, Fig. 124, Fig. 159, Fig. 166).
- 175 Orificium mit medianem Sinus im Proximalrand *Schizoporella* Hcks. (Fig. 115, Fig. 119, Fig. 130, Fig. 138, Fig. 140, Fig. 142, Fig. 162, Fig. 167).
- 176 Zooecien unregelmäßig gehäuft, durcheinander stehend; die Längsachse bei vielen Zooecien senkrecht auf der Kolonieoberfläche stehend
Cellepora Fabr. (Fig. 125, Fig. 168).

Literatur

I. Einführung:

HARMER, S. F., *Polyzoa*; in: The Cambridge Natural History, **2**, p. 465 bis 533. London 1901.

II. Anatomie und Entwicklungsgeschichte:

BORG, F., On the structure of Cyclostomatous *Bryozoa*; in: Ark. Zool., **15**, **11**, p. 1—17. Stockholm 1923.

CALVET, L., Contributions à l'histoire naturelle des Bryozoaires Ectoproctes marins; in: Trav. Inst. zool. Montpellier (n. s.) Mém. **8**, p. 1—488, 1900.

DELAGE & HÉROUARD, Bryozoaires; in: Traité de Zoologie Concrète, **5**, p. 47—155, Lit. p. 342. Paris 1897.

HARMER, S. F., On the nature of the excretory processes in marine *Polyzoa*; in: Quart J. micr. Sc. (n. s.), **33**, p. 123—167, 1892.

—, On the occurrence of embryonic fission in Cyclostomatous *Polyzoa*; in: Qu. J. micr. Sc. (n. s.), **34**, p. 199—241, 1893.

—, On the development of *Lichenopora verrucaria* Fabr.; in: Qu. J. micr. Sc. (n. s.), **39**, p. 71—144, 1896.

—, On the development of *Tubulipora* etc.; in: Qu. J. micr. Sc. (n. s.), **41**, p. 73—157, 1898.

—, On the morphology of the *Cheilostomata*; in: Qu. J. micr. Sc. (n. s.), **46**, II, p. 263—350, 1902.

HEIDER, K., Bryozoen; in: KORSCHOLT & HEIDER, Lehrb. d. vgl. Entwicklungsgeschichte, Spec. Theil **3**, p. 1187—1232; Allgem. Theil, Lfg. **3**, p. 632—694, Lit. p. 892. Jena 1893, 1909.

LEVINSEN, G. M. R., Morphological and systematic studies on the Cheilostomatous *Bryozoa*. 431 p. Kopenhagen 1909.

MARCUS, E., Zur vergleichenden Embryologie der Bryozoen; in: Mitt. zool. Mus. Berlin, **11**, Heft 1. 1924.

PACE, R. M., On the early stages in the development of *Flustrella hispida* (Fabr.) etc.; in: Qu. J. micr. Sc. (n. s.) **50**, p. 435—478. 1906.

PROUHO, H., Contribution à l'histoire des Bryozoaires; in: Arch. zool. exp. gén. (2) **10**, p. 557—656. 1892.

III. Systematik: a) allgemeine:

BUSK, G., Report on the Polyzoa; in: Rep. „Challenger“, Zool.; I: **10**, 30; II: **17**, 1. 1884; 1886. Hierzu: WATERS, A. W., Supplementary Rep. on the *Polyzoa*; in: Rep. Scient. Res. „Challenger“-Zool., **31**, 79. 1899.

HARMER, S. F., The *Polyzoa*, I; in: Siboga Exp. **28** a. 1915.

HINCKS, TH., Contributions towards a general history of the marine *Polyzoa*; in: Ann. Mag. Nat. Hist. 1880 bis 1893.

WATERS, A. W., On the *Bryozoa* (*Polyzoa*) of the Bay of Naples; in: Ann. Mag. Nat. Hist. (5) **3**, 1879, p. 28—43, 114—126, 192—202, 267—281.

—, Observations on *Membraniporidae*. Journ. Linn. Soc. Zool. **26**, 1898, p. 654—693.

—, *Bryozoa* from Franz Josef Land etc.; in: Journ. Linn. Soc. Zool. **28**, p. 43—105; **29**, p. 161—184.

—, Résultats Voyage Belgica. Zool. *Bryozoa*, 114 p. Antwerpen 1904.

—, Reports on the Marine Biology of the Sudanese Red Sea XII; in: Journ. Linn. Soc. **31**, p. 123—181; p. 231—252.

WATERS, A. W., Marine Fauna of Brit. East Africa and Zanzibar; in: Proc. Zool. Soc. London 1913, p. 458—537; 1914, p. 831—858.

b) Nord- und Ostsee:

HINCKS, TH., A history of the British marine *Polyzoa*. London 1880.

LEVINSEN, G. M. R., Mosdyr; in: Zoologica Danica (Danske Dyr), 9. Kopenhagen 1894.

IV. Synonymie:

JELLY, E. C., A synonymic catalogue of the recent marine *Bryozoa* etc. London 1889; fortgeführt in den Arbeiten von A. W. WATERS 1909, 1913, 1914, 1918 usw.

V. Geographische Verbreitung:

MARCUS, E., Über die Verbreitung der Meeresbryozoen; in: Zool. Anz., 53, 9/10, p. 205—221. 1921.

NORDGAARD, O., Die Bryozoen des westlichen Norwegens; in A. APPEL-LÖF: Meeresfauna von Bergen. Bergen 1906.

— —, Bryozoaires de la Campagne arctique de 1907 (Duc d'Orléans), 8. Brüssel 1912.

— —, *Bryozoa* from the arctic regions; in: Tromsø Mus. Aarsheft., 40, 1 (1917). Trondhjem 1918.

VI. Süßwasserbryozoen:

ANNANDALE, N., *Bryozoa*; in: Fauna of British India. p. 161—251. Calcutta, London 1911.

BRAEM, F., Untersuchungen über die Bryozoen des süßen Wassers; in: Bibl. Zoologica 6, 134 p. Cassel 1890.

— —, Die geschlechtliche Entwicklung von *Plumatella fungosa*; in: Bibl. Zoologica 23, 98 p. Cassel 1897.

— —, Die geschlechtliche Entwicklung von *Fredericella sultana* etc.; in: Zoologica 52, 37 p. Stuttgart 1908.

— —, Die Keimung der Statoblasten von *Pectinatella* und *Cristatella*; in: Zoologica 67. Stuttgart 1912.

— —, Die Knospung von *Paludicella*; in: Arch. Hydrob. Planktonk., 9, 1913—14. Stuttgart 1914.

BUDDENBROCK, W. VON, Beiträge zur Entwicklung der Statoblasten der Bryozoen; in: Zeitschr. wiss. Zool., 96, p. 477—524. 1910.

KRAEPELIN, K., Die deutschen Süßwasserbryozoen, 1; 2. Hamburg 1887; 1892.

MARCUS, E., *Bryozoa*; in: P. SCHULZE, Biologie der Tiere Deutschlands, 47. Berlin 1925.

VII. Bibliographien:

NICKLES, J. M. & BASSLER, R. S., A synopsis of American fossil *Bryozoa* including bibliography and synonymy; in: Bull. U. S. geolog. survey, 173. Washington 1900.

CANU, F. & BASSLER, R. S., Bibliography of literature on *Bryozoa* since 1899; in: Smithson. Instit. U. S. Nat. Mus., Bull. 125, p. 209—243. Washington 1923.

Beide Bibliographien zusammen enthalten fast alle Literaturnachweise für Bryozoenliteratur; wesentliche Lücken finden sich nur in den Jahren von 1914 ab.