

II. Unterklasse *Octocorallia*

Ein Schlüssel zur Bestimmung der 3 hierher gehörenden Anthozoen-Ordnungen findet sich auf S. III. e 2 und 3.

6. Ordnung: *Aleyonaria*.

Charakteristik Die *Alcyonaria* oder Lederkorallen sind auf dem Untergrunde festgewachsene, selten mit kegelförmig zugespitztem Ende lose im Boden steckende Oktokorallien von vasenartiger, klumpenförmiger, pilz- oder kegelförmiger Wuchsform, nur ausnahmsweise strauch- oder baumartig verzweigt. Das Skelett der meisten *Alcyonaria* ist ein aus isolierten Skleriten bestehendes Stückelskelett aus kohlen- oder phosphorsaurem Kalk. Manche Arten entbehren der Skleriten. Bei anderen treten die langen, spitzen Polypenskleriten zur Bildung eines Stützbündels zusammen, das das distale Ende des Polypen weit überragt. Auch können die Skleriten der Polypenwandung zu einem festen Röhrenskelett aus Kalzit verschmelzen (*Tubiporidae*). Das massige Skelett der *Helioporidae* besteht aus Aragonitlamellen. Dadurch, daß nicht nur Längsrippen (Pseudosepten) ins Innere der Gastralhöhle vorspringen, sondern auch transversale Scheidewände auftreten, zeigt das Helioporidenskelett eine weitgehende Ähnlichkeit mit dem Skelett der Steinkorallen (Konvergenzerscheinung). Hornähnliche Substanzen treten in Form eines vom Ektoderm abgeschiedenen Exoskeletts oder als mesoglöales Endoskelett (hornartige Umkleidung der Skleriten, Hornfasernetze) auf; doch kommt es niemals zur Ausbildung eines inneren Achsenskeletts. Oft ist der proximale Teil des Mauerblattes in einen derben Kelch umgewandelt, in den sich der zarte distale Teil des Polypen zurückziehen kann. Von der Regel, daß alle Oktokorallien gefiederte Tentakel besitzen, macht eine Art eine Ausnahme. Terminale Nesselbatterien (Akrosphären) sind unter den Alcyonarien nicht selten. Die Längsmuskulatur ist bei manchen Formen rudimentär. Die Gastralräume der Polypen sind meist lang und röhrenförmig. Die beiden dorsalen Mesenterialfilamente sind wesentlich länger als alle übrigen und allein mit Flimmerwülsten ausgerüstet. Bisweilen fehlen den ventralen und lateralen Mesenterien Filamente. Ein Dimorphismus der Polypen (Differenzierung in Siphonozooide und Autozooide) kommt bei zwei Familien (*Alcyoniidae*, *Xeniidae*) vor. Die Solenia liegen entweder in basalen, bandartigen Fortsetzungen des Polypenkörpers (Stolonen), die auch zu Stolonenplatten verschmelzen können, oder es kommt zur Ausbildung eines kräftigen Zönenchyms, aus dem nur die distalen Teile der Polypen (Anthokodien) hervorragen. Geschlechtsverteilung monözisch oder diözisch. Zahlreiche Lederkorallen sind mit Zooxanthellen vergesellschaftet.

Die Ordnung der Alzyonarien ist weltweit verbreitet; doch liegt ihr Hauptentwicklungsgebiet zweifellos im indoaustralischen Warmwassergebiet, wo alle Familien vertreten sind. 90% aller Arten sind auf das Litoral beschränkt, und nur knapp 2% überschreiten die 1000 m-Isobathe. Das Hochseeabysal (Tiefen unter 3000 m) hat nur eine einzige Art besiedelt. Im Brackwasser kommen keine Lederkorallen vor; sie fehlen daher auch der Ostsee. Die erwachsenen Tiere gehören dem Benthal, ihre Larven dem Plankton an.

Systematik

Während die Abgrenzung der Pennatularien niemals ernstliche Schwierigkeiten bereitet hat, bestehen über die zweckmäßigste Einteilung der übrigen Oktokorallien erhebliche Meinungsverschiedenheiten. Wir sind hier dem von KÜKENTHAL (1925) begründeten System gefolgt, in dem neben den Seefedern nur die beiden Ordnungen der *Alcyonaria* und *Gorgonaria* unterschieden werden. Dieses Vorgehen wird von einem Teil der englischen Korallenforscher abgelehnt. HICKSON (1930) wies darauf hin, daß KÜKENTHALS Diagnosen eigentlich nur ein einziges differentialdiagnostisches Merkmal enthalten: das Auftreten oder Fehlen eines hornartigen Achsenskeletts. Bevor er sich entschließen könnte, diesem Einteilungsprinzip zu folgen, müßte — so meint HICKSON — der Nachweis erbracht werden, daß 1) ein hornartiges Achsenskelett bei allen Gorgonarien vorkommt, allen Alzyonarien dagegen fehlt, daß 2) die Hornsubstanz der Gorgonarien sich morphologisch und chemisch von den hornartigen Bildungen unterscheidet, die bei Alcyonarien beschrieben worden sind, und daß 3) bei Anwendung dieses klassifikatorischen Prinzips Gattungen im System nicht voneinander getrennt werden, die wir auf Grund anderer Merkmale als miteinander verwandt betrachten müssen. HICKSON (1930) selbst unterscheidet an Stelle der Alzyonarien und Gorgonarien die 5 Ordnungen: *Stolonifera*, *Telestacea*, *Alcyonacea*, *Coenothecalia* und *Gorgonacea*. Es handelt sich bei seinem System also im wesentlichen um eine Aufteilung der Ordnung *Alcyonaria* in 4 verschiedene Ordnungen. Daß die *Helioporidae* mit ihrem steinkorallenähnlichen Skelett eine Sonderstellung unter allen Oktokorallien einnehmen, geht schon mit Deutlichkeit aus unserer Charakteristik hervor und wird auch von keinem Anthozoenforscher bestritten. Die Einführung des Begriffes *Coenothecalia* würde also keinem Widerspruch begegnen. Anders steht es mit einer Abtrennung der *Stolonifera* von den durch Ausbildung eines Zönenchyms gekennzeichneten *Alcyonacea*, die durch mannigfache Übergänge verbunden erscheinen. Da aber alle in der Nordsee heimischen Alzyonarien zu den *Alcyonacea* im Sinne HICKSONS gehören, so erscheint eine Entscheidung dieser systematischen Streitfrage für das vorliegende Werk nicht dringlich. Dagegen bedarf ein zweiter Punkt noch einer kurzen Erörterung. Indem wir die Oktokorallien (S. III. e 2) als „Anthozoenkolonien“ bezeichnen, bekennen wir uns zu der von KÜKENTHAL und HICKSON vertretenen Anschauung, daß die sogenannten Protalzyonarien, die als Einzeltiere beschrieben worden sind, nur Jugendformen koloniebildender Lederkorallen darstellen. Ganz sicher ist diese Deutung freilich nicht.

Bestimmungsschlüssel der Familien.

1. Polypen annähernd gleichmäßig über die Oberfläche der Kolonie verteilt; Grundform der Skleriten ist der Gürtelstab und die Gürtel-spindel *Alcyoniidae* (s. unten).
2. Polypen in Bündeln vereinigt; Grundform der Skleriten ist die be-dornete Spindel *Nephtyidae* (s. S. III. e 226).

1. Familie *Alcyoniidae*.

Schlüssel der Gattungen.

- a. Polypen ohne Dimorphismus; Kanalsystem sehr unregelmäßig, nicht deutlich in ein peripheres und ein zentrales System geschieden
Alcyonium (s. unten).
- b. Polypen mit ausgesprochenem Dimorphismus; Autozooide viel größer als die warzenartigen Siphonozooide; auch die kleinsten Autozooide weisen schon Tentakelanlagen auf, während die Siphonozooide stets tentakellos sind; Autozooide vollkommen retraktil
Anthomastus (s. S. III. e 226).

1. Gattung *Alcyonium* Linné.

Die Gattung *Alcyonium* umfaßt entweder membranös ausgebreitete Überzüge auf einer festen Unterlage, oder massige, in ihrem distalen Teile lappig geteilte Stöcke, oder walzenförmige, unverzweigte Kolonien. Nach der verschiedenen Wuchsform unterscheidet man 3 Untergattungen (*Erythropodium*, *Eualcyonium* und *Metalcyonium*), von denen die letztere in unserem Gebiete nicht vertreten ist.

Schlüssel der Untergattungen.

- a) *Alcyonium*-Arten, deren membranös ausgebreitete Kolonien einen Überzug auf aller-hand Fremdkörpern bilden *Erythropodium*.
- b) Aufrecht wachsende *Alcyonium*-Arten mit lappen- oder fingerförmiger Verzweigung
Eualcyonium.

Untergattung *Erythropodium* (Ehrenberg).

in der Nordsee mit nur einer Art:

A. norvegicum (Koren & Danielssen). — Rinde der Kolonie hellrosa, selte-ner dunkel orange, Polypen farblos oder weißlich (gelegentlich kommen fast farblose Kolonien mit tiefblauen Polypen vor). Auf abgestorbenen Lophohelien, Wurmröhren,



Fig. 147.
Skleriten aus der Rindenschicht
der Kolonie
A von *A. norvegicum*,
B von *A. digitatum*
in 150facher Vergrößerung.
Nach H. Broch (1911).

Rankenfüßern, lebenden Asziden oder Holzstücken wachsend. Skleriten der Rinde bis 200 μ lang, walzen- bis spindelförmig, mit großen, rauhen Warzen, die meist wirtel-förmig angeordnet sind (Fig. 147 A); Skleriten des Polypenköpfchens etwa 300 μ , die-jenigen der Tentakelbasis bis 200 μ lang, in den Pinnulae finden sich kleinere, keulen-oder nadelförmige, mit wenigen, aber kräftigen Dornen versehene Skleriten.

Dunkel gefärbte Kolonien von *A. norvegicum* lassen sich von jugendlichen Stöcken von *A. digitatum*, die auch krustenförmig wachsen (vgl. S. III. e 000), oft erst nach Untersuchung der Skleriten unterscheiden (Broch 1911). Die Skleritenbewehrung ist bei *A. norvegicum* viel kräftiger als bei *A. digitatum*; auch sind die beiden Arten durch die Gestalt ihrer Rindenskleriten sowie erhebliche Unterschiede in der Länge der Skleriten sicher zu trennen. Übrigens sind auch die Polypen von *A. norvegicum* stets größer als diejenigen von *A. digitatum* (Fig. 148 A).

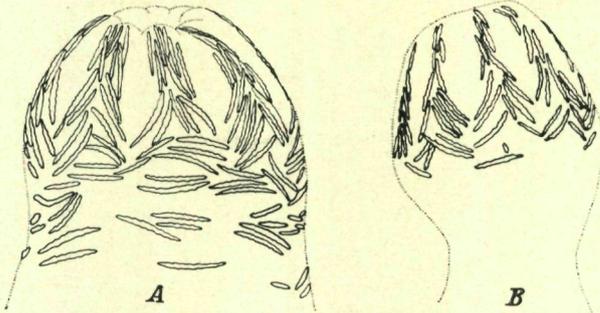


Fig. 148. Anordnung der Skleriten am Polypenköpfchen; A von *A. norvegicum*, B von *A. digitatum* in 30facher Vergrößerung. — Nach H. BROCH (1911).

Untergattung *Eualcyonium* Broch.

Schlüssel der Arten.

1. Kolonie weiß, hellgelb oder orangefarben, niemals blutrot oder scharlachrot gefärbt; Wuchs klumpen- oder handförmig. Wenn fingerartige Zweige auftreten, so sind sie am distalen Ende deutlich abgerundet, niemals zugespitzt; Skleriten weiß oder gelb, niemals rot; in der Rindenschicht treten handförmige Skleriten auf. *A. digitatum*.

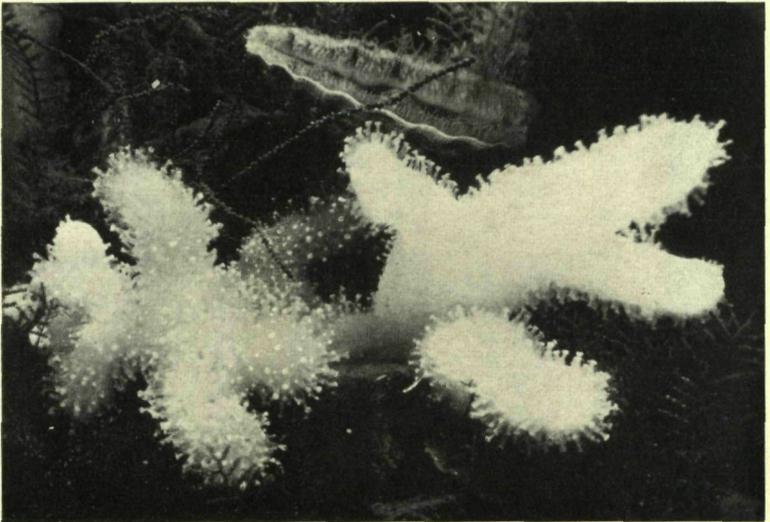


Fig. 149. Handförmige Kolonie von *Alcyonium digitatum* an ihrem natürlichen Standorte (*Stenogorgia*-Assoziation) im Gullmar-Fjord (W-Küste Schwedens).
Nach T. GISLEN (1930).

2. Kolonie blutrot oder scharlachrot, niemals weiß, hellgelb oder orangefarben; Wuchs niemals klumpenförmig, sondern stets handähnlich, mit fingerartigen, am distalen Ende zugespitzten Zweigen; Skleriten rot, niemals weiß oder gelb; in der Rindenschicht keine hantelförmigen Skleriten *A. glomeratum*.

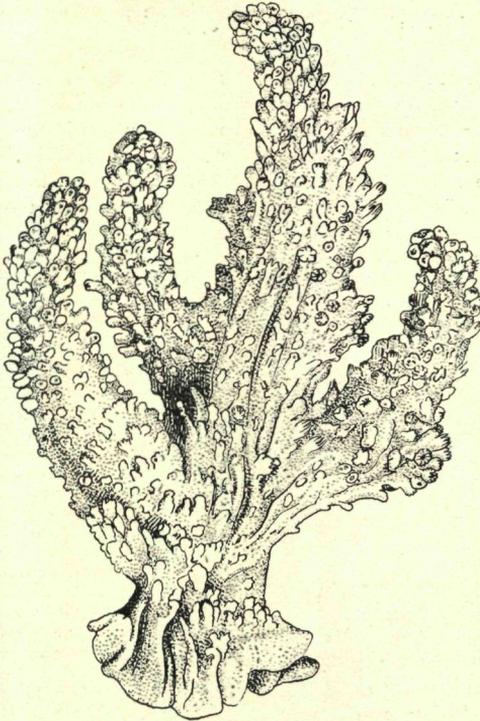


Fig. 150. *Alcyonium glomeratum*, typische Wuchsform. — Nach S. J. Hickson (1895).

1. *A. digitatum* L. (Fig. 149). — Auf Felsen, Steinen, Molluskenschalen, Wurmrohren, seltener auf Tang; massige oder handförmige, mit 5 bis 8 stumpfen Loben ausgestattete Kolonien bildend; Polypen hyalin; Skleriten der Rinde bis 120 μ lang, mit glattem Mittelstück, an jedem Ende mit 3 \pm kräftig entwickelten, rauhen, oft geteilten Warzen (Fig. 147 B); Skleriten des Polypenköpfchens (Fig. 148 B) etwa 350 μ , die der Tentakelbasis bis 150 μ lang; Pinnulae skleritenfrei.

Neben dem gewöhnlichen in zoologischen Lehrbüchern häufig als Korkpolyp bezeichneten *A. digitatum*, das an seinen stets weißen Skleriten leicht kenntlich ist, kommt noch eine Varietät mit farbigen Skleriten vor: var. *flava* Pax. — Skleriten gelb gefärbt.

2. *A. glomeratum* (Han.) (Fig. 150). — Handförmige, mit tief eingeschnittenen distal zugespitzten Loben ausgestattete Kolonie, deren polypenfreier Stiel

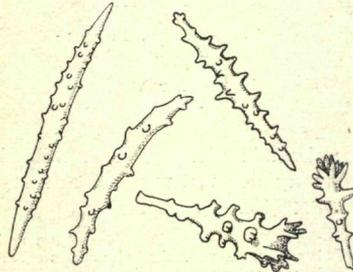


Fig. 151.
Skleriten von *Alcyonium glomeratum*
in 180facher Vergrößerung.
Nach S. J. Hickson (1895).

verhältnismäßig kurz ist; Skleriten nadel- oder spindelförmig, zum Teil keulenähnlich (Fig. 151). Hantelartige Formen fehlen. — *A. glomeratum* ist in der Nordsee bisher nicht nachgewiesen worden. Da sie aber bei Plymouth vorkommt und ihre Verbreitung im Englischen Kanal noch nicht bekannt ist, wurde sie in die Bestimmungstabelle aufgenommen. Dagegen ist das Vorkommen von *A. palmatum* (Pall.), das G. v. KOCH (Mith. Zool. Stat. Neapel, 9, p. 652; 1891) gleichfalls für Plymouth angibt, unberücksichtigt geblieben. In diesem Falle handelt es sich offenbar um einen der nördlichsten Vorposten der mediterranen Fauna, der der Nordsee fremd ist.

2. Gattung *Anthomastus* Verrill.

Die Gattung *Anthomastus* umfaßt pilzförmige oder einem umgekehrten Kegel gleichende Kolonien von weißer, rötlich-gelber oder purpurroter Farbe; Kolonie in einen sterilen Stamm und eine flache, polypentragende Scheibe gegliedert; mitunter entspringt der Stamm aus einer membranös verbreiterten Basis, die Stolonen entsenden kann; Autozooiden stets mit Tentakeln ausgestattet und vollkommen retraktile; Siphonozooide tentakellos; Gonaden nur in den Siphonozoiden entwickelt. — In den nördlichen Randgebieten der Nordsee eine einzige Art:

A. grandiflorus Verrill. — Kolonie kirschrot bis purpurrot gefärbt; Autozooid eine Länge von 36 mm und eine Breite bis zu 9 mm erreichend. Auf weichen Böden, aber auch auf Steinen, Korallen und Wurmröhren.

2. Familie *Nephythidae*.

Hierher nur die

Gattung *Eunephythya* Verrill.

Sie umfaßt blumenkohlähnlich verzweigte Kolonien, deren Polypen einzeln oder in Bündeln stehen; Polypen ohne Kelch und Stützbündel; die



Fig. 152.
Anordnung der Skleriten im Polypenköpfchen von *Eunephythya fruticosa* in 20facher Vergrößerung. Nach H. Broch (1912).

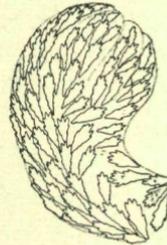


Fig. 153.
Anordnung der Skleriten im Polypenköpfchen von *Eunephythya glomerata* in 20fach. Vergrößerung. Nach H. Broch (1912).

Kanalwände niemals dicht mit Skleriten angefüllt; bezüglich der Abgrenzung der Gattung sei auf MOLANDER (1915) und vor allem auf BROCH (1928) verwiesen.

Schlüssel der Arten.

1. Polypen walzenförmig, einzeln stehend, retraktile; Skleriten in den Polypen symmetrisch angeordnet (Fig. 152) *E. fruticosa*.
- Polypen keulenförmig, in Bündeln stehend, nicht retraktile; Skleriten in den Polypen asymmetrisch angeordnet (Fig. 153) 2.
2. Polypen der Polypen Stachelkeulen (Fig. 154); Rinde in den distalen Teilen der Kolonie mit Skleriten vom Doppelstern-Typus *E. glomerata*.

— Skleriten der Polypen bedornete Spindeln (Fig. 155). Rinde in den distalen Teilen der Kolonie frei oder fast frei von Skleriten, in den proximalen Teilen Doppelsterne
E. florida.

1. *E. fruticosa* (M. Sars). — Auf Sand und Schlamm, der mit Steinen, Geröll oder Muschelschalen durchsetzt ist; dichotomisch verzweigte Kolonien von roter, rötlich-grauer oder grauer Färbung bildend; Länge der Polypen bis 5 mm; im Polypenköpfchen 8 Doppelreihen von Skleriten (Fig. 152), deren Länge 120 bis 250 μ beträgt.

2. *E. glomerata* Verrill. — Auf Sand- und Schlammgrund, der mit Steinen durchsetzt ist; Kolonie (in konserviertem Zustande) schwarz oder dunkelgrau, meist mit einem Stich ins Bräunliche; Länge der Polypen bis 4 mm; „Stachelkeulen“ in den Polypen 380 μ lang.

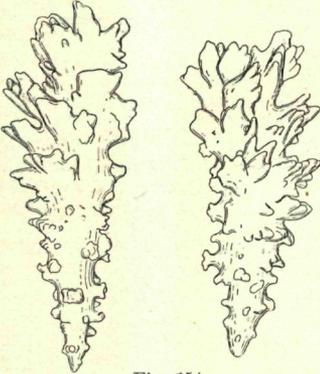


Fig. 154.
Skleriten der Polypen von
Eunepthya glomerata
in 150facher Vergrößerung.
Nach H. BROCH (1928).

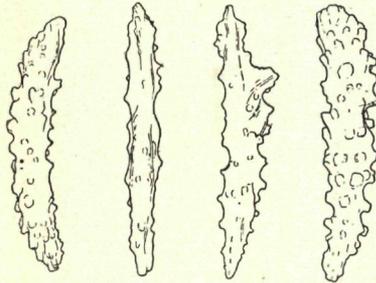


Fig. 155.
Skleriten der Polypen von *Eunepthya florida*
in 200facher Vergrößerung.
Nach H. BROCH (1928).

3. *E. florida* (Rathke). — Auf Sand und Schlamm mit Steinen; Kolonie (in konserviertem Zustande) meist weißlich-gelb, Polypen braun, doch kommen auch violette, rote und graue Stücke vor; Länge der Polypen bis 2.5 mm; „bedornete Spindeln“ in den Polypen 120 bis 250 μ lang.

Untersuchungsmethoden

Die Tatsache, daß *Alcyonium* sich in O_2 -armem Meerwasser stark ausdehnt, benutzte KÜKENTHAL (Aus der Natur, 5, p. 324; 1909) zur Fixierung der Tiere in ausgestrecktem Zustande. Er brachte die zu konservierende Kolonie in Seewasser, das er längere Zeit erhitzt, dann filtriert und wieder abgekühlt hatte. Nach 24 Std. war der gewünschte Erfolg eingetreten. Nun wurden die Tiere mit $MgSO_4$ betäubt und in heißer Sublimatlösung oder in Formol fixiert. GARBINI (Manuale Tecn. microsc., IV. ediz., p. 255; Milano 1899) fixiert die Polypen ausgestreckt durch Übergießen mit Äther, BRAUN (Zool. Anz., 9, p. 458; 1886) durch Übergießen mit einem kochenden Gemisch von Sublimatlösung und Osmiumsäure. EDITH PRATT (1905) empfiehlt zur Fixierung von *Alcyonium* heißen 7%-igen Formaldehyd, KASSIANOW (1908) ein Gemisch von Essigsäure und Osmiumsäure, ANNIE MATTHEWS (1916) Schaudinns Sublimatgemisch, Eisessig oder Bouinches Gemisch. Besonders das letztere liefert ausgezeichnete Ergebnisse. HICKSON (1895) macht darauf aufmerksam, daß Polypen, die mit Chromessigsäure fixiert und dann in Alkohol überführt wurden, undurchsichtig werden. Die zur Untersuchung der Skleriten notwendige Korrosion der Mesogloea geschieht am einfachsten durch Einlegen in Eau de Javelle (Kaliumhypochlorit) oder Eau de Labarra-

que (Natriumhypochlorit). Zum Studium der Skleritenentwicklung eignet sich besonders Material, das in einer 1%igen Lösung von Osmiumsäure in Seewasser fixiert wurde (WOODLAND 1905).

Eidonomie 1. Körpergröße und Gewicht. — Die Größe der Kolonien schwankt bei den Alzyonarien der Nordsee innerhalb recht weiter Grenzen. Während die Stöcke von *Alcyonium digitatum* eine Höhe von 20 cm und eine Breite von 15 cm erreichen, bildet *Alcyonium norvegicum* nur 3 cm hohe, polsterförmige Überzüge auf Fremdkörpern. Ebenso verschieden ist die Länge der einzelnen Polypen: *Alcyonium digitatum* 0.5, *Anthomastus grandiflorus* 3.6 cm. Über die Körpergewichte der Lederkorallen liegen nur wenige Beobachtungen vor. GISLÉN (1930) fand im Gullmarfjord (W-Küste Schwedens) Kolonien von *Alcyonium digitatum* mit einem Gewicht von 1175 g.

2. Färbung. — Unter den Lederkorallen sind rötliche Farbentöne durchaus vorherrschend, daneben treten bei ihnen Gelb und Weiß als Körperfarben auf. Manche Arten zeichnen sich durch eine erstaunliche Veränderlichkeit ihrer Färbung aus. So kommt nach BROCH (1911) *Eunephthya florida* an der norwegischen Küste nicht nur in weißen, grauen und braunen, sondern auch in gelb, rot oder violett gefärbten Stücken vor. Zum Teil wird die Färbung der Alzyonarien durch die Anwesenheit von Karotinen bedingt. Insbesondere steht nach LÖNNBERG (Arkiv f. Zool., 23. A., 15, p. 71; 1931) der Farbstoff von *Alcyonium digitatum* dem echten Karotin ziemlich nahe. Die in den Geweben der Alzyonarien auftretenden karotinoiden Farbstoffe zeichnen sich durch große Unbeständigkeit aus. Wie sie bei Aquarientieren oft schon nach kurzer Zeit verblassen und sich beim Absterben der Kolonien verändern, so werden sie auch durch die Anwendung von Fixierungsmitteln zerstört. Im Gegensatz hierzu erweisen sich die an die Kalksubstanz der Skleriten gebundenen Farbstoffe als außerordentlich beständig. Dies gilt z. B. ebenso für das dunkle Rot des *Anthomastus grandiflorus* wie das satte Gelb einer als var. *flava* bezeichneten Farbenvarietät von *Alcyonium digitatum*. In beiden Fällen beruht die Färbung der Kolonie auf einer entsprechenden Färbung der Skleriten und bleibt auch an konservierten Exemplaren erhalten. Worauf das Vorkommen farbiger Skleriten zurückzuführen ist, bedarf noch der Feststellung. Sehr beachtenswert ist die scheinbare Regellosigkeit ihres Auftretens. Während *Anthomastus grandiflorus* im allgemeinen durch den Besitz roter Skleriten gekennzeichnet ist, kommen bei dieser Art in einer kleinen Minderzahl der Fälle farblose Kalkkörper vor. Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei *Alcyonium digitatum*, wo farblose Skleriten die Regel bilden, aber gelegentlich gelb gefärbte Skelettelemente beobachtet werden.

3. Äußere Körperform. — Die Gattung *Alcyonium* wurde schon im Jahre 1623 von ALDROVANDI als „*Manus marina*, Meerhandt“ beschrieben, und der Vergleich mit einer Hand liegt auch manchen volkstümlichen Bezeichnungen zugrunde, die noch heute an den Küsten der Nordsee gebraucht werden (Tote Mannshand, dode Manns-Hand,

Handen un Foden, dead men's fingers, Doomansduim, daumannsfingre, dødninghånd). In England kommen daneben die Bezeichnungen dead men's toes und cow's paps vor. Nach GOSSE (A year at the shore; London 1865, p. 74) wird *Alcyonium digitatum* auch Mermaid's glove genannt. „But I think“, so schreibt GOSSE, „this latter is a book name“. In der Tat sind die finger- oder lappenförmigen Fortsätze vieler *Alcyonium*-Stöcke außerordentlich bemerkenswert und legen den Vergleich mit den Fingern einer Hand, den Zehen eines Fußes oder den Zitzen eines

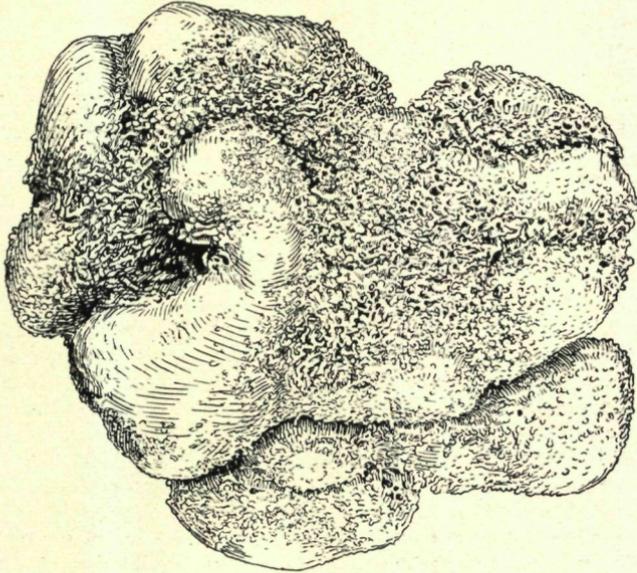


Fig. 156. Klumpenförmige Kolonie von *Alcyonium digitatum* in etwa $\frac{1}{2}$ natürlicher Größe. — Nach F. Pax (1928).

Kuheuters nahe. Die in zoologischen Lehrbüchern bisweilen verwendeten Namen „Korkpolyp“ oder „Lederkoralle“ knüpfen an die weiche Beschaffenheit von *Alcyonium digitatum* an. Sehr wesentlich hängt die Wuchsform vom Alter des Stockes ab. Anfänglich polsterförmige Überzüge auf der Unterlage bildend, nimmt *Alcyonium digitatum* später eine kegelförmige Gestalt an. Die fingerförmigen Fortsätze sind erst an ausgewachsenen Kolonien zu beobachten. Aber auch der Standort scheint bei der Ausgestaltung der äußeren Körperform eine Rolle zu spielen. So fand PAX an der norwegischen Küste S von Bergen fast ausschließlich klumpenförmige Kolonien (Fig. 156) von *Alcyonium digitatum*. Auf Felsen wachsende Kolonien dieser Art sollen eine reichere Verzweigung aufweisen als Stöcke, die sich auf Wurmrohren angesiedelt haben. Im Gegensatz zu dieser Variabilität des Wachses zeichnet sich die äußere Körperform anderer *Alcyonium*-Arten durch eine bemerkenswerte Konstanz aus. So scheint aufrechter Wuchs mit lappen- oder

fingerförmiger Verzweigung für *Alcyonium glomeratum* (Fig. 150), flacher Polsterwuchs für *Alcyonium norvegicum* bezeichnend zu sein. Pilzförmige Gestalten herrschen bei *Anthomastus grandiflorus* vor, und zwar finden wir bei dieser Art alle möglichen Übergänge von kugelförmigen, an einen Bovist erinnernden Kolonien bis zu ausgesprochen hutpilzähnlichen Gebilden. Die Gattung *Eunephtya* umfaßt, wie schon (S. III. e 226) erwähnt wurde, blumenkohlähnlich verzweigte Stöcke.

Bei vielen Alzyonarienstöcken kann man eine der Verankerung der Kolonie dienende Basis, einen polypenfreien Stiel (Syndet) und eine polypentragende Krone (Apodet) unterscheiden¹⁾. Die Form des basalen Teiles hängt von der Beschaffenheit des Substrats ab. Schon bei *Alcyonium digitatum* kann man beobachten, daß auf Wurmröhren sitzende Kolonien sich durch eine breite Basis auszeichnen, während auf Felsen oder Steinen wachsende Stöcke meist eine schmale Anheftungsfläche aufweisen. Noch deutlicher tritt diese Abhängigkeit vom Untergrunde bei *Anthomastus grandiflorus* hervor. Diese Lederkoralle kommt sowohl auf harten als auch weichen Unterlagen vor. Während sie auf Steinen, Korallen oder Wurmröhren ihren Fußteil stark ausbreitet, entwickelt sie auf Schlammböden wurzelartige Ausläufer, die der Befestigung im Substrat dienen. Auch kann der Basalteil der Kolonie eine blasige Auftreibung bilden, die einen Schlickklumpen umschließt (JUNGERSEN 1927). Die Verankerung in dem weichen Boden geschieht hier also in der gleichen Weise wie bei manchen Aktiniarien (S. III. e 124), nur daß es sich bei *Anthomastus* um die Befestigung eines Tierstockes, bei den Seeanemonen um die Fixierung eines einzelnen Polypen handelt. Schon dieses Beispiel zeigt uns, daß — im Gegensatz zu den Angaben mancher Lehrbücher — keineswegs alle Alzyonarien auf dem Untergrunde festgewachsen sind, sondern daß eine immerhin bemerkenswerte Anzahl mit dem basalen Ende lose im Boden steckt.

Während bei manchen Alzyonarien die Polypen nur durch basale Ausläufer miteinander verbunden sind, gehen in anderen Fällen derartige Stolonen nicht nur von der Polypenbasis, sondern lateral in verschiedener Höhe von dem Polypenkörper aus. Dadurch, daß die Stolonen schichtweise miteinander verschmelzen, kommt es zur Entwicklung von Stolonenplatten. Schließlich kann eine gemeinsame Leibmasse (Zönenchym) die Polypen umhüllen, deren oberster Teil als Anthokodie im Zustande der Expansion die Oberfläche der Kolonie überragt (Fig. 156).

Das Mauerblatt der Polypen weist eine sehr verschiedene Beschaffenheit auf. Bisweilen ist es zart und durchscheinend, mitunter aber auch derb und undurchsichtig. Nicht selten kommt es bei den Alzyonarien zu einer Differenzierung des Mauerblattes in einen derben proximalen und einen zartwandigen distalen Teil. In diesem Falle spricht man von einem Kelch, in den sich der distale Teil des Polypen zurückziehen kann. Dem Kelch selbst kommt gleichfalls die Fähigkeit der Kontrak-

¹⁾ Manche Autoren ersetzen das Wort Apodet durch Capitulum, verwenden also einen Fachausdruck, unter dem man bisher einen bestimmten Körperabschnitt eines Korallenindividuums verstand (S. III. e 45 u. 125), zur Kennzeichnung eines Teiles einer Korallenkolonie.

tion zu; er bildet bei manchen Arten im Zustande stärkster Kontraktion einen achtstrahligen Deckel über dem eingezogenen Polypen. In anderen Fällen bildet er nur eine ringförmige Falte an der Basis der Anthokodie, so z. B. bei *Alcyonium digitatum*. Bezüglich der systematischen Bedeutung des Kelches sei auf MOLANDER (1918) verwiesen. Bei vielen Nephthyiden kommt es dadurch zu einer Gliederung der Anthokodie, daß der distale Teil nicht als gradlinige Fortsetzung des proximalen Abschnittes erscheint, sondern mit diesem einen Winkel bildet. Man spricht dann von Polypenköpfchen und Polypenstiel.

Die 8 randständigen *Tentakel* sind isakmäisch und mit lateralen Fiedern (Pinnulae) besetzt, deren Zahl für die einzelnen Arten im allgemeinen charakteristisch ist. Bisweilen treten zu den lateralen Pinnulae noch Fiedern auf der oralen Seite der Tentakel. Bisher ist nur eine Alzyonarien-Art bekannt geworden, die ungefederte Tentakel besitzt. Alle Tentakel sind retraktil. Bei gewissen Species können sich die Tentakel aber nicht nur verkürzen, sondern auch einstülpen, so daß dann im Gastralraum des Polypen das Ektoderm des Tentakels nach innen, sein Entoderm nach außen zu liegen kommt.

Die Beziehungen zwischen Tentakeln und Radialkammern des Gastralraumes gestalten sich bei den Alzyonarien (wie bei allen Okto-korallien) insofern sehr einfach, als den 8 Tentakeln die gleiche Zahl von Radialkammern entspricht.

Bei manchen Alzyonarien tritt ein *Dimorphismus der Polypen* auf, der sich in der Ausbildung von Autozooiden und Siphonozoiden äußert. Während die Autozooid Tentakel tragen, eine rudimentäre Schlundrinne aufweisen, aber Mesenterialfilamente und Gonaden entwickeln, entbehren die Siphonozooide der Tentakel und haben eine besonders kräftig entwickelte Schlundrinne; dagegen fehlen ihnen die lateralen und ventralen Mesenterialfilamente sowie Gonaden. Eine Ausnahme von dieser Regel macht die Gattung *Anthomastus* (S. III. e 226), bei der die Autozooid steril und die Siphonozooide fertil sind. Nach CYLKOWSKI (1911) ist der Dimorphismus unter den Alzyonarien in seiner Verbreitung auf die *Alcyoniidae* und *Xeniidae* beschränkt, tritt aber innerhalb dieser Familien keineswegs konstant auf. So finden wir z. B. unter den Alcyoniiden sowohl Gattungen ohne Dimorphismus (*Alcyonium*) als auch solche mit Dimorphismus (*Anthomastus*), und bei den Xeniden innerhalb einer Gattung monomorphe und dimorphe Arten. Angeblich sollen sich bei einer und derselben *Xenia*-Art sogar Stöcke ohne Differenzierung der Polypen und ausgesprochen dimorphe Kolonien finden. KÜKENTHALS Angabe (1904), daß bei *Xenia* Übergänge zwischen Autozooiden und Siphonozooiden vorkommen, konnte, worauf HICKSON (1931) besonders aufmerksam macht, von keinem späteren Beobachter bestätigt werden.

Anatomie 1. *Histologisches*. — Das Ektoderm stellt entweder ein einschichtiges Epithel flacher oder höherer Zellen dar, oder es trägt synzytialen Charakter, eine Erscheinung, die wir bereits bei den Steinkorallen (S. III. e 63) kennen lernten. Neben Stützzellen, Drüsenzellen und Knidoblasten treten im Ektoderm interstitielle Zellen von

rundlichem Umriß auf, die das Ausgangsmaterial der später in die Mesogloea einwandernden Skleroblasten bilden. Gegen die Mesogloea ist das Ektoderm insofern nicht scharf abgegrenzt, als protoplasmatische Stränge aus dem Ektoderm in die Mesogloea hinüberziehen oder ganze Zellgruppen, die ursprünglich dem Verbands des Epithels angehörten, in sie verlagert werden. Merkwürdig widerspruchsvoll sind die Angaben des Schrifttums über den Flimmerbesatz des Ektoderms. „I have examined the ectoderm“, schreibt HICKSON (1895), „very carefully, to determine whether it is ciliated or not; but neither in the living animal nor in my best preparations can I find any trace of cilia on any of the cells, either on the general surface of the body, the extensible portion of the bodywall, the tentacles, or the oral disc.“ Im Gegensatz hierzu betont KÜKENTHAL (1925), daß das Ektoderm der Alzyonarien „außen wohl stets einen Flimmerbesatz aufweist“. Neuere entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen führten zu der Auffassung, daß das Wimperkleid der freischwimmenden Larve beim Übergang zur sessilen Lebensweise eine Rückbildung erfahre (vgl. hierzu S. III. e 245). Die Alzyonarien scheinen also in bezug auf die Reduktion ihres Zilienbesatzes den Grobtierfressern unter den Seeanemonen (S. III. e 158) zu gleichen.

Im Gegensatz zu dem Verhalten des Ektoderms ist das Entoderm durch eine Basalmembran scharf gegen die Mesogloea abgesetzt. Nach KÜKENTHAL (1925) bildet bei den Alzyonarien auch das Entoderm meist ein Syncytium; bisweilen besteht es aber aus kubischen oder zylindrischen, stark vakuolisierten Zellen (vgl. hierzu S. III. e 245). Neben Körnerdrüsen und Schleimdrüsen können im Entoderm auch Geißelzellen auftreten.

Die Mesogloea stellt eine gallertartige Grundmasse von oft brillanter Struktur dar, die sowohl vom Ektoderm wie vom Entoderm einwandernde Zellen aufnimmt. Während über die ektodermale Herkunft der Skleroblasten kein Zweifel herrscht, ist die Entstehung der gallertartigen Grundsubstanz strittig. KÜKENTHAL (1925) leitet sie von der Basalmembran des Ektoderms ab, nach ANNIE MATTHEWS (1916) ist sie ein Ausscheidungsprodukt des Entoderms (vgl. S. III. e 246).

2. Nesselzellen. — Im allgemeinen sind die Nematozysten der Alzyonarien außerordentlich klein. Ihre Länge schwankt zwischen 3 und 15 μ . Wenn man sich vergegenwärtigt, daß unter den Seeanemonen Nesselkapseln von 250 μ Länge vorkommen (S. III. e 133), erscheinen die Nematozysten der Lederkorallen in der Tat zwergenhaft. Alle bei *Alcyonium digitatum* beobachteten Nesselkapseln erweisen sich als unbewehrte (atrich) Haploneme. Basal (basitriche) oder ganz bewehrte (holotriche) Haploneme fehlen (S. III. e 135). Insofern hat HICKSON (1895, p. 365) durchaus recht, wenn er schreibt: „The nematocysts of *Alcyonium* are ... all of one kind.“ Jedoch lassen sich bei *Alcyonium digitatum* eiförmige Atriche von 5 bis 7,5 μ Länge und birnförmige Atriche von 12 μ Länge unterscheiden (Fig. 157). Nach KÜKENTHAL (Handb. Zool., 1, p. 693; 1925) treten in den Tentakeln der Alzyonarien gelegentlich dünnwandige Nesselkapseln auf. Auch MOSER (Tabulae

Biolog., 6, p. 155; 1930) schreibt den Lederkorallen Spirozysten zu, während nach WEILL (1934) der Mangel an Spirozysten ein allen Oktokorallien gemeinsames Merkmal bildet. Stets ist die Mundscheibe ärmer an Nesselzellen als die Tentakel (PRATT 1905, p. 336), an denen es häufig zur Ausbildung terminaler Nesselbatterien (Akrosphären) kommt. Eine Akrosphäre von *Alcyonium digitatum* enthält einige hundert Nesselkapseln (PRATT 1905, p. 330). Besonders bemerkenswert ist die Kleinheit und die geringe Zahl der in den Mesenterialfilamenten vorhandenen Nesselkapseln. „In the minuteness and rarity of the nettle capsules“, schreibt WILSON (1884), „the mesenterial filaments of the *Alcyonaria* differ from those of the Actinians, and it seems possible that in the former group they are to be regarded as rudimentary organs.“

Nach KÜKENTHAL (1925) kommen Nesselkapseln in den dorsalen Filamenten stets, in den übrigen nur gelegentlich vor.

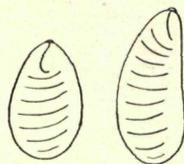


Fig. 157.
Eiförmige und birnenförmige Atrieae von *Alcyonium digitatum*.
Nach R. WEILL (1934).

3. Skelett. — Das Skelett der meisten Alcyonarien ist ein aus isolierten Skleriten bestehendes Stückelskelett aus kohlen- oder phosphorsaurem Kalk. Während das Kalziumkarbonat bei den Madreporarien (S. III. e 61) in Form von Aragonit und bei den Gorgonarien ausnahmslos als Kalzit auftritt, zeigen die Alcyonarien in dieser Hinsicht kein einheitliches Verhalten. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle bestehen ihre Skleriten aus Kalzit. Eine Ausnahme macht die (in der Nordsee nicht vertretene) Familie der *Helioporidae*, deren Skelett von Aragonitlamellen gebildet wird. Erstaunlich ist die chemische Mannigfaltigkeit der Skelettsubstanzen in der Familie der *Alcyoniidae*, wo Kalzit, Aragonit und Kalziumphosphat nebeneinander vorzukommen scheinen. So fand ENDERS (1932) bei *Alcyonium digitatum* Aragonit, während BÜTSCHLI (1910) für *A. palmatum* Kalzit angibt. Auch SCHMIDT (Bausteine d. Tierkörpers in polarisiertem Lichte; Bonn 1924, p. 117), der *A. palmatum* untersucht hat, betont, daß sich der Beweis für die Kalkspatnatur der Skleriten mit Hilfe der MEIGENSchen Reaktion (s. S. III. e 61) leicht erbringen lasse. Die von ihm vorgenommene optische Untersuchung der Skleriten hat gezeigt, daß sich unter den Alcyonarien 2 Typen von verschiedener mikrokristallinischer Beschaffenheit unterscheiden lassen: Der 1. Typus besteht aus nadelartigen, im wesentlichen parallel zur Skleritenachse angeordneten Kalzitkristallen, der 2. Typus zeigt eine sphärische Anordnung seiner Bauelemente. Übrigens kommen insofern Übergänge zwischen diesen beiden Typen vor, als die Skleriten von *Alcyonium*, die dem 1. Typus angehören, doch schon Andeutungen sphäritischen Baues zeigen. Wahrscheinlich sind die als Warzenspindeln ausgebildeten Skleriten der Alcyonarien Vertreter eines 3. Typus, der bisher mit Sicherheit aber nur bei Gorgonarien nachgewiesen worden ist.

Die Länge der Skleriten schwankt beträchtlich; die kleinsten sind kaum 10 μ , die größten 1 cm lang. Einige Xeniden entbehren der Skleriten. Wo sie vorkommen, erweisen sich Form und Länge als für die einzelnen Arten und Gattungen charakteristisch

und somit als wichtige klassifikatorische Merkmale. Bei den (in der Nordsee nicht heimischen) Xeniden sind alle Skleriten scheiben- oder biskuitförmig. In anderen Familien herrschen bedornete Spindeln vor. Durch gesetzliche Verwachsung von Skleriten kommen Zwillinge und Vierlinge zustande. „Da jedes Teilstück einem Aggregat von nur einigermaßen parallel ausgerichteten Mikrokristallen entspricht, ist es klar, daß diese Benennungen nicht den strengen Sinn haben können wie in der Kristallographie“ (SCHMIDT, a. a. O., 1924, p. 119). Nach ihrem Vorkommen unterscheidet KÜKENTHAL (1925) Polypenskleriten und Zönenchymuskleriten. Im Polypenkörper sind die Skleriten meist in 8 nach oben konvergierenden, intermesenterial stehenden Doppelreihen angeordnet, die oft auf einem transversalen Skleritenringe ruhen. Doch kennen wir auch Beispiele einer asymmetrischen Verteilung der Sklerite. Durch besondere Größe zeichnen sich bei einem Teile der Nephythiden die Skleriten der dorsalen Polypenseite aus. Sie treten vielfach zur Bildung eines Stützbündels zusammen, welches das ventralwärts geneigte Polypenköpfchen weit überragt. Treten in den Tentakeln Skleriten auf, so sind sie kleiner als die gleichen Skelettelemente des Polypenkörpers. Im Vergleich zu den Polypenskleriten zeichnen sich die Zönenchymuskleriten durch eine größere Mannigfaltigkeit der Gestalt aus. Oft zeigen die in der peripheren Rindenschicht enthaltenen Skleriten ein anderes Aussehen als die in den zentralen Teilen des Zönenchymus enthaltenen Kalkkörper. Bei den Tubiporidae verschmelzen die Skleriten der Polypenwandung zu einem festen Röhrenskelett. Partielle Skleritenverschmelzungen kommen vereinzelt auch bei anderen Alzyonarien vor. An dem Skelett der Helioporiden ist nicht nur das Auftreten von Längsrippen (Pseudosepten), die in das Innere der Gastralhöhle vorspringen, sondern auch die Entwicklung transversaler Scheidewände bemerkenswert. Dadurch gewinnt das Helioporidenskelett eine weitgehende Ähnlichkeit mit dem Skelett der Steinkorallen, eine Tatsache, die zweifellos eine Konvergenzerscheinung darstellt. Hornähnliche Substanzen treten bei Alzyonarien in Form eines vom Ektoderm abgeschiedenen Exoskeletts oder als mesogläales Endoskelett (hornartige Umkleidung der Skleriten, Hornfasernetze) auf. Innere Achsenskelette aus hornartigen Substanzen kommen bei den Lederkorallen nicht vor.

3. Muskulatur. — Im Vergleich zu den muskelstarken Seeanemonen ist die Muskulatur der Alzyonarien schwach entwickelt. Die entodermale Ringmuskulatur des Mauerblattes wirkt als Protractor der Anthokodien oder (bei starker Kontraktion der Längsmuskeln) als Constrictor der ganzen Kolonie. Die auf der ventralen Seite der Mesenterien gelegenen Retraktoren (Fig. 158) sind in der Achtzahl vorhanden; auf der dorsalen Seite der Mesenterien sind transversale Muskeln entwickelt. Die Anordnung der Muskeln auf der Mundscheibe der Polypen zeigt Fig. 164.

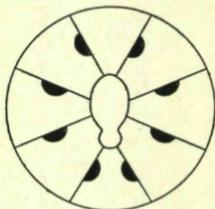


Fig. 158.
Querschnitt durch einen
Alzyonarienpolypen in
Schlundrohrhöhe.
Nach F. Pax (1928).

4. Nervensystem, Sinnesorgane. — *Alcyonium* besitzt ein flächenartig entwickeltes Nervensystem, an dessen Aufbau das Ektoderm stärker beteiligt ist als das Entoderm. Multipolare und bipolare Ganglienzellen konnten im Ektoderm mit Sicherheit nachgewiesen werden. Am kräftigsten ist die subepithelial gelegene Nervenschicht des Ektoderms dort ausgebildet, wo auch die entodermale Muskulatur ihre stärkste Entwicklung zeigt: auf der oralen Seite der Tentakel und längs der Insertionsstellen der Mesenterien in Mundscheibe und Schlundrohr. Im Mauerblatt scheint die entodermale Nervenschicht zu fehlen. Die Polypen von *Alcyonium* besitzen auch ein entodermales Nervensystem, das aber nur aus einem dünnen, nicht eigentlich schichtartig entwickelten Plexus besteht. HICKSON (1895) hat auch ein mesogläales Nervensystem von *Alcyonium* beschrieben. KASSIANOW (1908) berichtet dagegen, daß er in der Mesogloea keine Ganglienzellen gefunden habe. Er meint, daß die großen verzweigten Zellen, die dort vorkommen, kaum

etwas mit dem Nervensystem zu tun haben dürften. Die Frage nach dem Vorhandensein eines kolonialen Nervensystems ist im Schrifttum sehr verschieden beantwortet worden. EDITH PRATT (1905) hat beobachtet, daß „a stimulus affecting one polyp may be transmitted with gradually diminishing effect to its neighbours“, und schließt daraus auf das Vorhandensein einer nervösen Verbindung zwischen den einzelnen Tieren der Kolonie. KASSIANOW (1908) hat gegenteilige Erfahrungen gemacht: Bei mechanischer Reizung kontrahierte sich nur der unmittelbar von dem Reiz getroffene Polyp, während alle übrigen Polypen ausgestreckt blieben. Nur wenn der ganze Stock einen leisen Stoß erhielt, schlossen sofort alle Polypen ihre Tentakelkrone. KASSIANOW ist daher der Ansicht, „daß ein nervöser Zusammenhang zwischen den Einzelpolypen in der Tat und im Einklang mit den histologischen Befunden entweder gar nicht existiert, oder daß er ein äußerst geringfügiger und mangelhafter ist“. Die Oktokorallien scheinen sich in dieser Hinsicht nicht gleich zu verhalten. Während bei den Gorgonarien keine Übermittlung mechanischer oder optischer Reize von einem Tier der Kolonie zum anderen stattfindet, veranlaßt bei den Pennatularen ein mechanischer Reiz nicht nur das unmittelbar getroffene Tier zur Kontraktion, sondern auch die benachbarten Tiere, bisweilen sogar sämtliche Polypen der Kolonie.

Sinnesorgane fehlen den Lederkorallen; dagegen sind spindelförmige Sinnesnervenzellen, deren distales Ende die Oberfläche des Epithels überragt, im Ektoderm der Tentakel, der Mundscheibe und des Schlundrohrs von *Alcyonium* nachgewiesen worden.

5. M u n d ö f f n u n g, S c h l u n d r o h r. — Die Mundöffnung ist bei den Lederkorallen elliptisch bis spaltförmig. Sie führt in ein Schlundrohr (Stomodaeum), dessen Wandung glatt oder längs gefurcht und mit einer einzigen ventral gelegenen Schlundrinne (Siphonoglyphe) ausgestattet ist. In dem Besitz einer einzigen Schlundrinne stimmen also die *Alcyonaria* mit den *Ceriantharia* und *Zoantharia* überein. Während aber die Siphonoglyphe der *Ceriantharia* dorsal liegt, besitzen Zoantharien und Alcyonarien eine ventral gelegene Schlundrinne, die mit dem Sulcus der Aktiniarien (S. III. e 138) zu homologisieren ist. Die Länge des Schlundrohrs ist bei den einzelnen Arten sehr verschieden. Wo bei den Lederkorallen Dimorphismus auftritt, wird die Schlundrinne der Autozooid rudimentär (S. III. e 231).

6. M e s e n t e r i e n, G a s t r a l r a u m. — Wie alle Oktokorallien zeichnen sich die Lederkorallen durch den Besitz von 8 Mesenterien aus, die ausnahmslos vollständig sind und ihre Längsmuskeln auf der ventralen Seite tragen (Fig. 158). Diese Anordnung der Mesenterien bedingt zusammen mit der Abplattung des Schlundrohrs und dem Auftreten einer unpaaren Schlundrinne die bilaterale Symmetrie des Alcyonarienpolypen. In Bau und Anordnung ihrer Mesenterien gleichen also die Lederkorallen vollkommen dem *Edwardsia*-Stadium der Aktiniarien (S. III. e 181) und sind daher als auf verhältnismäßig primitiver Entwicklungsstufe stehengebliebene Anthozoen zu betrachten. Da das Schlundrohr frei in den Gastralraum herabhängt, ohne das proximale

Ende des Polypen zu erreichen, wechselt das Querschnittsbild mit der Schnitthöhe. Fig. 159 stellt einen Querschnitt durch das Zönenchym

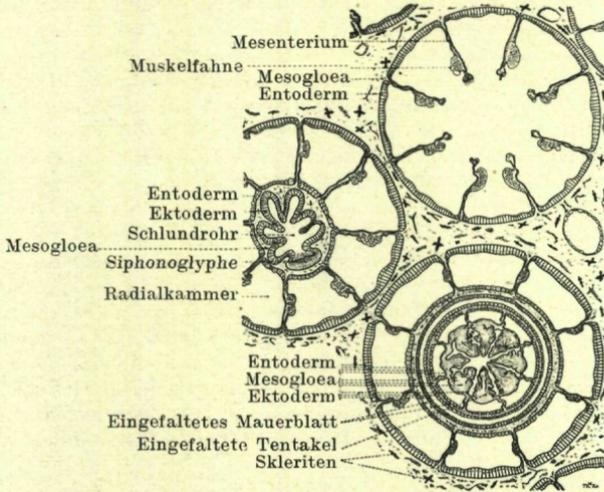


Fig. 159. Querschnitt durch das Zönenchym und drei Polypen von *Alcyonium digitatum*. Nach W. KÜENTHAL (1912).

von *Alcyonium digitatum* dar, auf dem 3 Polypen in verschiedener Höhe und in verschiedenen Stadien der Kontraktion getroffen worden sind.

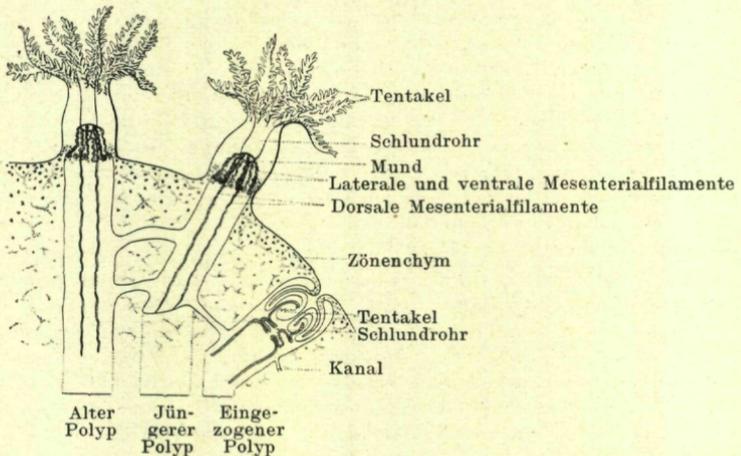


Fig. 160. Längsschnitt durch *Alcyonium digitatum*. — Nach W. KÜENTHAL (1912).

Die Mesenterialfilamente der Alzyonarien zeigen genetisch und morphologisch kein einheitliches Verhalten. Sind die beiden dorsalen, durch

beträchtliche Lage ausgezeichneten Filamente (Fig. 160) ektodermaler Herkunft und mit wohl entwickelten Flimmerstreifen ausgerüstet, so gehen die übrigen wesentlich kürzeren Mesenterialfilamente aus dem Entoderm hervor und tragen keine Flimmerstreifen. Bei den (in der Nordsee nicht heimischen) *Xeniidae* und einigen *Simularia*-Arten weisen überhaupt nur die dorsalen Mesenterien Filamente auf. Bezüglich der biologischen Bedeutung dieser Rückbildung des Verdauungsapparates vgl. S. III. e 232.

Im Gegensatz zu dem Verhalten der Gorgonarien sind die von Entoderm ausgekleideten Gastralräume der Alzyonarien meist lang und röhrenförmig. Nur die membranös entwickelten Kolonien haben kurze, becherförmige Gastralräume wie die Hornkorallen. Bei den durch den Besitz eines kräftigen Zönenchyms ausgezeichneten Kolonien bildet die Gesamtheit der Gastralräume ein kompliziertes Röhrenwerk, das sich bei manchen Formen in ein peripheres und ein zentral gelegenes System gliedert. Bei anderen Arten, wie dem *Alcyonium digitatum* der Nordsee, ist eine solche Scheidung nicht möglich. Die Gastralräume der primären Polypen reichen bei *A. digitatum* von der Oberfläche bis zur Basis, während die sekundären Polypen, die während des späteren Wachstums der Kolonie als Ausstülpungen entodermaler Kanäle entstanden sind, in verschiedener Höhe enden (Fig. 161).

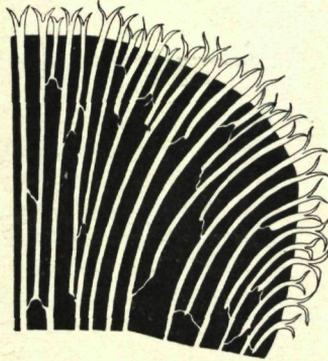


Fig. 161.
Schnitt durch einen Teil einer Kolonie von *Alcyonium digitatum*. Die sekundären Polypen reichen nicht so tief ins Innere wie die primären. (Periphere Kanäle und Skleriten sind in der Zeichnung fortgelassen).
Nach S. J. Hickson (1895).

7. Geschlechtsorgane. — Die Gonaden entwickeln sich im proximalen Teile der Mesenterien aus dem Entoderm muskelfreier Stellen unterhalb der Schlundrohrregion. Im reifen Zustande ausgesprochen randständig, hängen sie wie Beeren oder Trauben frei in den Gastralraum (Fig. 162), eine Stellung, die für die Geschlechtsorgane aller Oktokorallen bezeichnend ist. Die meisten Lederkorallen sind Zwitter (S. III. e 244). In diesem Falle liegen die Hoden stets oberhalb der Eierstöcke. Doch gibt es auch Arten, bei denen eine diözische Geschlechtsverteilung die Regel bildet. Dies trifft in der Fauna der Nordsee z. B. für *Alcyonium digitatum* zu (S. III. e 244). Bezüglich der Verteilung der Gonaden bei einem Dimorphismus der Polypen vgl. S. III. e 231.

Vorkommen 1. Örtlichkeit (Biotop). — Daß alle Alzyonarien in ihrer Verbreitung an harte Böden, mindestens aber an eine feste Unterlage gebunden sind, ist ein weit verbreiteter Irrtum. In *Anthomastus grandiflorus* haben wir bereits eine Lederkoralle kennen

gelernt, die sowohl auf harten Substraten (Steinen, Korallen, Wurm-
röhren) als auch auf weichen Böden vorkommt und die über besondere
Einrichtungen (S. III. e 230) verfügt, um sich im Schlick fest zu ver-
ankern. Die Arten der Gattung *Eunephthya* leben zwar auf Sand- und
Schlickgrund, aber wohl immer heften sie sich an Fremdkörper von
fester Beschaffenheit (Steine, Molluskenschalen) an. *Alcyonium digi-
tatum* wächst außer auf anstehenden Felsen und losen Steinen auf Mol-
luskenschalen, gelegentlich auch auf den eisernen Trägern von Lan-
dungsbrücken. Regelmäßige Zufuhr frischen Wassers ist für diese Art

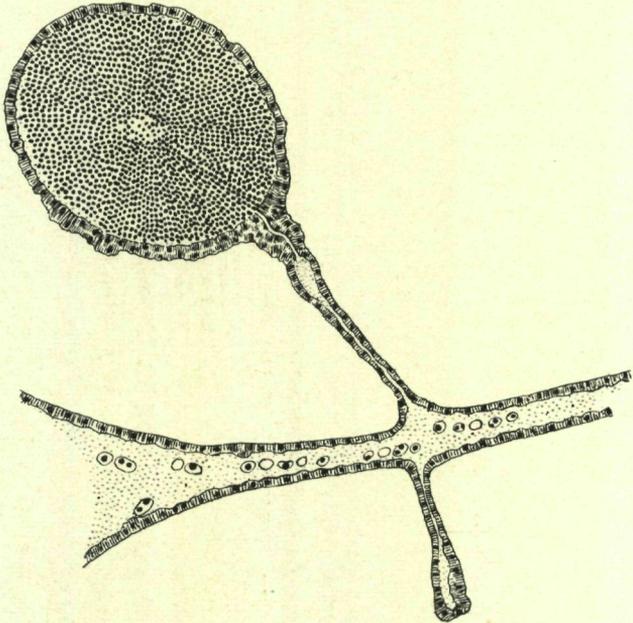


Fig. 162. Reifer Hoden von *Alcyonium digitatum* im Querschnitt.
Nach F. Pax (1928).

eine unerläßliche Bedingung des Gedeihens. Daher meidet *A. digitatum*
das verschmutzte oder ausgesüßte Innere der norwegischen Fjorde. Mit
Recht hat MOSER (1930) darauf aufmerksam gemacht, daß Alcyonarien
sich niemals an Bojen, Schiffen oder im Meere treibenden Gegenständen
ansiedeln. Dadurch unterscheiden sie sich wesentlich von manchen Sec-
anemonen, die solche Standorte geradezu bevorzugen (KRUMBACH; in:
Zoolog. Anzeig., 49, p. 123; 1917). Im Gegensatz zu den Aktiniarien
und den Pennatularien kennen wir unter den Alcyonarien keinen Be-
wohner des Brackwassers.

2. Horizontale Verbreitung. — *Alcyonium digitatum* ist
an den europäischen Küsten von der Grenze der Arktis bis in den Golf

von Biskaja verbreitet. In der Nordsee gehört die Art zu den charakteristischen Bewohnern der Fischgründe und ist daher im Beifang der Hochseefischerei regelmäßig in beträchtlicher Menge vertreten (vgl. S. III. e 251). Auch im Skagerak und Kattegat kommt sie vor, fehlt aber in der Ostsee. Übrigens ist sie in ihrer Verbreitung keineswegs auf den N-Atlantik beschränkt, wie man bis vor wenigen Jahren glaubte. Wurde doch *A. digitatum* durch LAURA THORPE (Jl. Linn. Soc. London, (Zool.), 36, p. 479—530; 1928) von den Abrolhos-Inseln nachgewiesen. — *Alcyonium norvegicum* bewohnt die W-Küste Norwegens (Trondhjemsfjord, Mofjord bei Bergen); näheres ist über seine Verbreitung nicht bekannt. — *Anthomastus grandiflorus* hat einen großen Teil des Atlantik besiedelt. An der W-Küste Norwegens ist er vom Trondhjems- bis Hardangerfjord gefunden worden. JUNGENSEN (1927) hält ihn für ein lusitanisches Relikt, das seine heutigen Standorte an der norwegischen Küste in einer wärmeren Phase der Postglazialzeit erreicht hat. — *Eunephthya fruticosa* ist wahrscheinlich zirkumpolar verbreitet (BROCH 1934, p. 38). Im Stillen Ozean wurde sie neuerdings im Beringmeer, im Ochotskischen und Japanischen Meer gefunden. Im Atlantik erstreckt sich ihr Areal von der Baffinbai durch die Davis-Straße bis Neufundland. Wir kennen sie aus Spitzbergen, dem Kolafjord, von der Murmanküste und der W-Küste Norwegens. In beträchtlicher Zahl bewohnt sie den Wyville-Thomson-Rücken und die Gewässer um Island und dringt S bis an die W-Küste Irlands vor. Wenn diese boreale Art in das vorliegende Werk aufgenommen wurde, so geschah es, weil sie in neuerer Zeit bei den Färöern gefunden worden (KRAMP 1930) und ihr Vorkommen auch im S-Teile der Norwegischen Rinne keineswegs unwahrscheinlich ist. — *Eunephthya glomerata* und *Eu. florida* sind atlantisch-boreale Arten, deren S-Grenze gerade noch die nördlichen Randgebiete der Nordsee erreicht. Bezüglich ihrer Verbreitung sei auf BROCH (1928) verwiesen.

3. Vertikale Verbreitung. — *Alcyonium digitatum* bewohnt das Litoral und das obere Abyssal. In der Gezeitenzone tritt die Meerhand nur vereinzelt auf. An der W-Küste Schwedens ist sie kaum jemals in geringerer Tiefe als 15 m anzutreffen. Auf der Helgoländer Austerbank ist sie nach MÖBIUS in 35 m Tiefe häufig. Bei den Färöern fällt die größte Dichte ihres Vorkommens zwischen die Isobathen von 60 und 100 m. Doch hat KRAMP (1930) gerade in den Sunden der Färöer Kolonien von *Alcyonium digitatum* auch in 1 bis 3 m Tiefe gefunden. An der belgischen Küste müssen die Standorte zum Teil in sehr geringer Tiefe liegen; denn dort wird *Alcyonium digitatum* bei Stürmen manchmal ans Land geworfen (LAMEERE 1895). Im S-Teile ihres Verbreitungsgebietes bewohnt die Art auch das Küstenabyssal. So kennt man Standorte an der irischen Küste in 375 m und im Golf von Biskaja in 718 m Tiefe. — *Alcyonium norvegicum* bewohnt Wassertiefen von 20 bis 500 m. — *Anthomastus grandiflorus* ist von 140 bis 2800 m verbreitet; an der norwegischen Küste liegen ihre Standorte in 150 bis 600 m Tiefe. — Die vertikale Verbreitung von *Eunephthya fruticosa* erstreckt sich von 16 bis 2700 m, diejenige von *Eu. glomerata* von

14 bis 1500 *m* und die von *Eu. florida* von 80 bis 1200 *m*. Die Zone der größten Dichte des Vorkommens ist freilich viel enger begrenzt; sie liegt z. B. bei *Eu. glomerata* zwischen den Isobathen von 100 und 600 *m*.

Bewegung Die Fähigkeit der Ortsbewegung kommt nur den Larven der Lederkorallen während der kurzen Dauer ihres planktischen

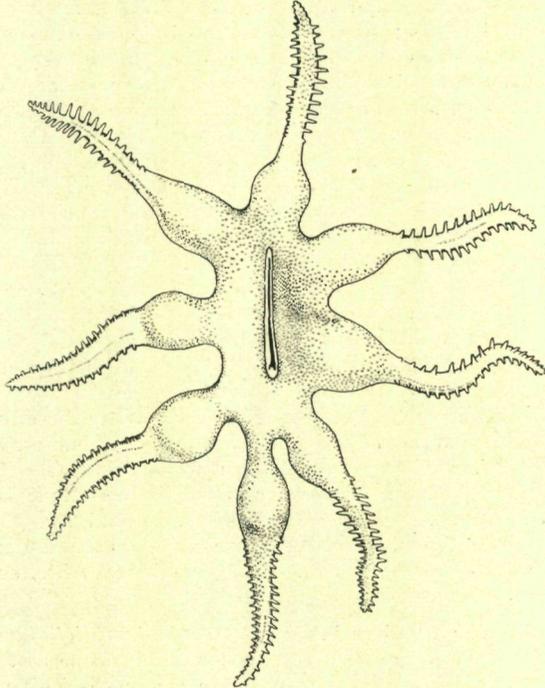


Fig. 163. Mundscheibe eines in voller Expansion befindlichen Polypen von *Alcyonium digitatum*. Die Basis der Tentakel ist angeschwollen.
Nach S. J. HICKSON (1895).

Daseins zu (vgl. hierzu S. III. e 245). Die erwachsenen Tiere führen eine sessile Lebensweise.

Was man sonst an Bewegungen der Alcyonarien wahrnimmt, beschränkt sich im wesentlichen auf eine Expansion und Kontraktion einzelner Polypen wie ganzer Kolonien. In voller Expansion, die an Aquarientieren freilich nur selten zu beobachten ist, zeigen die Tentakel deutlich basale Anschwellungen (Fig. 163), die bereits im ersten Stadium der Kontraktion (Fig. 164 A) verschwinden. Im zweiten Stadium (Fig. 164 B) sind die Tentakel stark verkürzt, und der Polyp bildet einen achtstrahligen Stern. Macht die Kontraktion weitere Fortschritte, so erreicht die Anthokodie die Oberfläche der Kolonie, die nur noch von einer ringförmigen Falte überragt wird (3. Stadium der Kontraktion).

Schließlich kann im Zustande stärkster Kontraktion die Anthokodie unter die Oberfläche des Stockes sinken. Dann bezeichnet nur noch

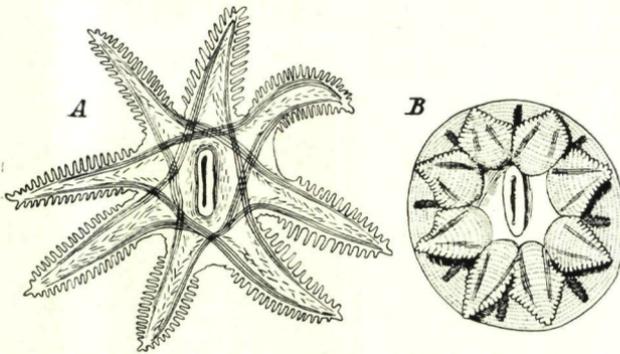


Fig. 164. Polyp von *Alcyonium digitatum* im 1. (A) und 2. Stadium (B) der Retraktion, von oben gesehen. — Nach S. J. HICKSON (1895).

eine kraterförmige Vertiefung (Fig. 160) die Lage des Polypen (4. Stadium der Kontraktion).

Nimmt man einen *Alcyonium*-Stock aus dem Aquarium heraus, so

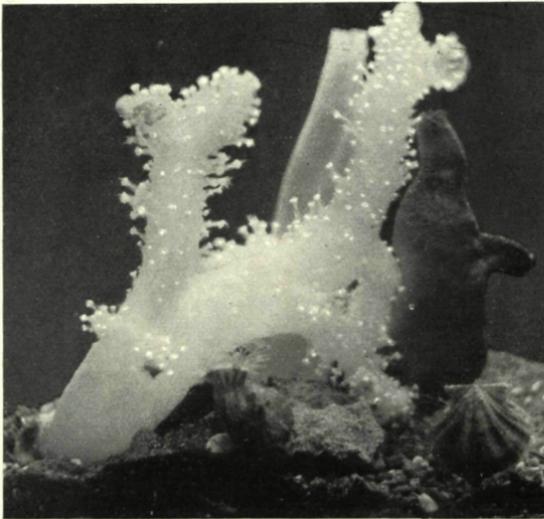


Fig. 165. *Alcyonium palmatum* im Neapeler Aquarium: Stadium der Expansion am Vormittag (Aufnahme von G. GRIMPE, Leipzig). — Original.

kontrahiert er sich unter Wasserabgabe bis auf $\frac{2}{3}$ seiner normalen Länge; wird er wieder in das Becken zurückgesetzt, so erreicht er in kurzer Zeit durch Wasseraufnahme seine frühere Größe. *Alcyonium*

digitatum zeigt in der Nordsee zweimal täglich ein Anschwellen und Abschwollen der ganzen Kolonie, rhythmische Bewegungen, die unabhängig sind von dem Wechsel von Tag und Nacht. Offenbar handelt es sich um einen Gezeitenrhythmus, wie wir ihn schon bei den Aktinarien (S. III. e 169) kennen gelernt haben. Diese Periodizität geht übrigens im Aquarium nach kurzer Zeit verloren. Bringt man Lederkorallen in ein Seewasserbecken, in dem nur einmal täglich künstlich ein Gezeitenwechsel hervorgerufen wird, so erfolgt auch die Kontraktion der Kolonie nur einmal in 24 Std. Ähnliche Beobachtungen machte KÜKENTHAL (Aus der Natur, 5, p. 323; 1909) an *Alcyonium adriaticum*. Zweimal am Tage trat ein erhebliches Anschwellen der Kolonie



Fig. 166. *Alcyonium palmatum* im Neapeler Aquarium: Stadium der Kontraktion am Nachmittag (Aufnahme von G. GRIMPE, Leipzig). — Original.

ein, wobei die Polypen sich ausstreckten. „Dieser periodische Vorgang trat am Morgen und am Nachmittag mit großer Regelmäßigkeit ein.“ In O_2 -armem Wasser schwillt *Alcyonium* binnen 24 Std. zur dreifachen Größe an. Das gleiche Verhalten zeigt im Golf von Neapel nach GRIMPE (briefl. Mitteilung) *Alcyonium palmatum* (Fig. 165 u. 166).

Ernährung

Bei den Alcyonarien spielen Greifbewegungen der Tentakel die Hauptrolle bei der Nahrungsaufnahme. Da das Ektoderm des Mauerblattes, der Tentakel und des Peristoms bei den Lederkorallen nicht bewimpert ist (S. III. e 232), so kommt eine Mitwirkung der Flimmerbewegung nicht in Frage. In diesem Punkte unterscheidet sich also die Nahrungsaufnahme der Alcyonarien wesentlich von der der Seeanemonen (S. III. e 157 ff.). Der Zilienstrom der Siphonoglyphe ist abwärts gerichtet, während die Wimpern der dorsalen Mesenterialfila-

mente eine aufwärts gerichtete Strömung erzeugen. Sehr selten findet man in der Gastralhöhle der Alzyonarien geformte Nahrung. MOSER gibt an, daß er bei Untersuchung konservierten Materials nur in 0.1% der Fälle in den Autozooiden kleine Krebse angetroffen habe. Da er andere Nahrungsreste nicht erwähnt, so müssen wir annehmen, daß Krustezoen in der Ernährung der Lederkorallen immerhin eine wesentliche Rolle spielen. Dafür sprechen auch die Fütterungsversuche von EDITH PRATT (1906). Sie fütterte *Alcyonium digitatum* mit Nauplien, kleinen Kopepoden und Kladozeren. 48 Std., nachdem die Kolonien in filtriertes Seewasser gesetzt worden waren, nahmen die Polypen gern das dargebotene Futter an; 15 Std. nach der ersten Nahrungsaufnahme waren sie wieder freßlustig. Embryonen von *Galathea* sowie Fisch-eier (Flunder, Scholle, Kabeljau, Pollack) wurden zurückgewiesen, fein

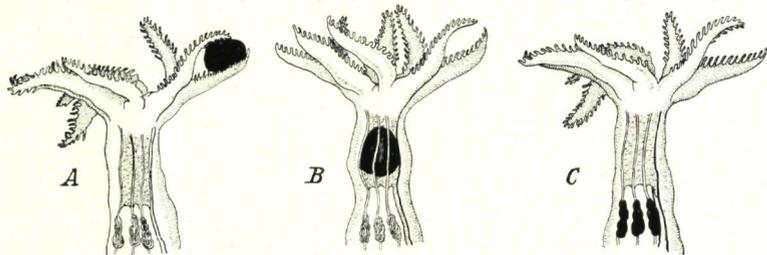


Fig. 167. Nahrungsaufnahme bei *Alcyonium digitatum*: A Die Nahrung wird von den Tentakeln ergriffen, gleitet durch das Schlundrohr (B) in die Gastralhöhle und wird von den Mesenterialfilamenten aufgenommen (C). Nur die (in der Abbildung auf der rechten Seite liegenden) dorsalen Filamente beteiligen sich nicht an der Verdauung. Nach E. M. PRATT (1905).

zermahlene Fischfleisch dagegen gefressen. Ähnliche Erfahrungen machte ANNIE MATTHEWS (1916). Nach ihren Beobachtungen werden die Larven von *Leptoclinum* und *Botrylloides* sehr gern von *Alcyonium digitatum* gefressen; auch Kopepoden und Nauplien von *Balanus* werden angenommen. Dagegen wurde die Aufnahme pflanzlicher Nahrung, die aus Reinkulturen von *Nitzschia*, *Pleurococcus* und anderen Algen bestand, verweigert. Aus diesen Befunden zieht die Verfasserin wohl mit Recht den Schluß, daß *Alcyonium* rein karnivor ist. Färbt man, wie es EDITH PRATT getan hat, das zur Verfütterung bestimmte Fischfleisch mit Karmin, so läßt sich nicht nur die Nahrungsaufnahme, sondern auch der Weg der Nahrung im Polypenkörper verfolgen (Fig. 167), da das dunkelrot gefärbte Fleisch durch die Körperwand hindurchschimmert. Bei dieser Versuchsanordnung läßt sich durch direkte Beobachtung feststellen, daß das Futter von den Tentakeln ergriffen und fest umschlossen wird, dann durch das Schlundrohr in den Gastralraum gleitet und schließlich von den 4 lateralen und den 2 ventralen Mesenterialfilamenten aufgenommen wird. Die beiden dorsalen Mesenterialfilamente sind an der Verdauung nicht beteiligt.

Sinnesleben

Über das Sinnesleben der Lederkorallen ist so gut wie nichts bekannt. Beobachtungen hierüber sind erwünscht. Bezüg-

lich des bei *Alcyonium digitatum* zu beobachtenden Gezeitenrhythmus sei auf S. III. e 242 verwiesen.

Fortpflanzung

Während Knospung bei den Seeanemonen ganz fehlt oder doch zu den größten Seltenheiten gehört (S. III. e 173), ist diese Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung bei den Lederkorallen häufig und erweist sich bei ihnen als Grundlage der Koloniebildung (Fig. 149, 156). Die Knospung beginnt bei den Alcyonarien damit, daß zwischen den älteren Polypen in unregelmäßigen Zwischenräumen entodermale Divertikel der Solenia auftreten, während von der Oberfläche der Kolonie sich ektodermale Einstülpungen in die Tiefe senken (Fig. 168). Dadurch, daß zwischen dem entodermalen Divertikel und dem

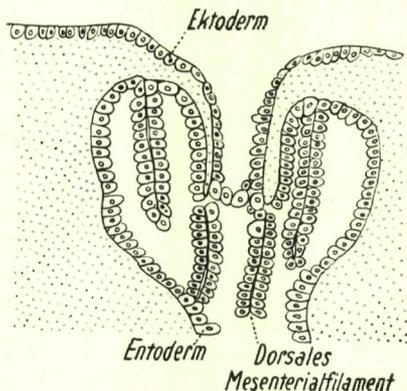


Fig. 168.

Anlage einer Knospe von *Alcyonium digitatum*. Die Vereinigung des entodermalen Divertikels mit der ektodermalen Einstülpung hat bereits stattgefunden, aber der Durchbruch der Schlundpforte ist noch nicht erfolgt. Die dorsalen Mesenterialfilamente sind schon angelegt.

Nach S. J. Hickson (1895).

ektodermalen Epithelzapfen eine Verbindung hergestellt wird, entsteht das Stomodaeum. Acht im Divertikel sich bildende Taschen stellen die späteren Radialkammern des Gastralraumes dar. Die beiden dorsalen Filamente eilen allen übrigen in der Entwicklung voraus. Erst, wenn auch die ventralen Filamente angelegt sind, entstehen die Tentakel.

Die Mehrzahl der Lederkorallen sind Zwitter. Ungleichzeitige Entwicklung der Geschlechtsprodukte (Dichogamie) scheint die Regel zu bilden, und zwar dürfte in den meisten Fällen Protogynie vorliegen. Nach HICKSON (1895) ist *Alcyonium digitatum* diözisch; doch kommen

nach MATTHEWS (1916) gelegentlich auch monözische Kolonien vor.

Bei manchen Lederkorallen ist ein Dimorphismus der Spermien festgestellt worden. *Alcyonium digitatum* hat jedoch monomorphe Spermien. Nach RETZIUS (Biol. Untersuch., [NF], 12. 9/10, p. 81; 1905) sind die Spermien von *Alcyonium digitatum* auffallend groß und lang. Der Kopf ist schmal konisch, vorn etwas abgerundet und ohne besonderes Spitzenstück. Das Nebenkernorgan besteht aus einigen Kugeln oder ovalen Körnern von sehr verschiedener Lage und Größe. Der Schwanz ist außerordentlich lang und ziemlich dick; er endigt hinten mit einem langen, deutlich abgesetzten Endstück. Das Vorderende des Schwanzes scheint in der Regel nicht an der Mitte des hinteren Kopfumfanges anzuheften, sondern etwas an dessen Seite emporzu-

steigen, ehe es sich befestigt, und zwar an der Stelle, wo die feinkörnige Substanz, die die Körner des Nebenkernorgans einhüllt, etwas reichlicher angesammelt ist.

Die dotterreichen Eier dieser Art sind undurchsichtig, rötlich-gelb gefärbt und besitzen einen Durchmesser von 500μ . Die Eiablage, die an keine bestimmte Tageszeit gebunden ist, geht außerordentlich langsam vonstatten. In beträchtlichen Zwischenräumen werden die Eier einzeln durch die Mundöffnung ausgestoßen. Ein Ei braucht etwa 10 min, um das Stomodaeum zu passieren. Nach MOSER (Schrift. Zool. Stat. Büsum, 1921, Nr. 3/4, p. 19) erfolgt die Befruchtung außerhalb des mütterlichen Körpers. Die Eier werden also „unentwickelt abgelegt, bleiben aber außen am Mutterpolypen noch eine Zeitlang kleben“. *Alcyonium digitatum* ist Herbst- und Winterlaicher. In Plymouth findet die Fortpflanzung vom X. bis II. statt. Anfang III. bilden die Gonaden kleine Anschwellungen an den ventralen und lateralen Mesenterien. Erst von Ende VIII. ab lassen sich die weißen Hoden und die gelblichen Eierstöcke makroskopisch unterscheiden. Sekundäre Geschlechtsmerkmale kommen bei den Alcyonarien nicht vor.

Entwicklungsgeschichte Nach MATTHEWS (1916) verläuft die Furchung von *Alcyonium digitatum* häufig unregelmäßig; doch führt sie in allen Fällen nach 24 Std. zur Bildung einer typischen Morula. Das Entoderm entsteht durch Delamination. Am 4. Tage der Entwicklung bedeckt sich die Oberfläche der als Planula zu bezeichnenden Larve mit Zilien. Daß das Entoderm der Planula ein Syncytium darstelle (Fig. 169), wie HICKSON (1901) angibt, wird von MATTHEWS (1916) bestritten. Nach den Beobachtungen dieser Autorin handelt es sich um eine Schicht wohl abgegrenzter Zellen. Die Dauer des freischwimmenden Stadiums schwankt bei *Alcyonium digitatum* zwischen 4 und 14 Tagen. Hat die Larve eine geeignete Unterlage gefunden, so setzt sie sich meist schon am 7. Tage der Entwicklung fest. Zu diesem Zeitpunkt hat sie eine Länge von 1.3 mm und eine Breite von 0.3 mm erreicht. Die Befestigung auf dem Substrat erfolgt durch ein Sekret,

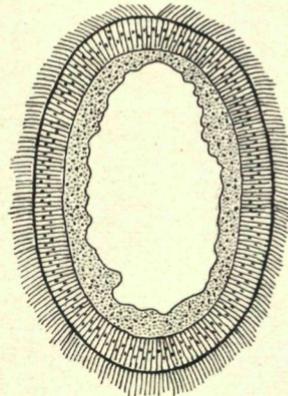


Fig. 169. •
Schnitt durch die Planula von
Alcyonium digitatum.
Außen die bewimperten Ektoderm-
zellen, innen das als Syncytium
entwickelte Entoderm.
Nach S. J. Hickson (1901).

das die Schleimzellen des Ektoderms abscheiden. Nach dem Übergange zur sessilen Lebensweise wird das Wimperkleid der Larve vollkommen rückgebildet (vgl. S. III. e 232). Am 2. Tage nach dem Festsetzen entstehen simultan die Mesenterien. Wie MATTHEWS beobachtete, können gelegentlich neben den normalerweise vorhandenen 8 Mesenterien noch überzählige Mesenterien auftreten, ein Fall von Atavismus, auf den bei

der Bestimmung von *Alcyonium*-Arten besonders zu achten ist. Fig. 170 zeigt einen Querschnitt durch einen Polypen von *Alcyonium digitatum*, der 6 überzählige Mesenterien, insgesamt also 14 Mesenterien aufweist. Am 3. Tage nach dem Festsetzen entstehen als hohle Ausstülpungen des Peristoms die Tentakel; etwas später bildet sich auf der Mundscheibe eine flache Einsenkung, die Anlage des Schlundrohrs.

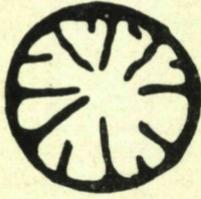


Fig. 170.
Querschnitt durch einen
Polypen von
Alcyonium digitatum
mit 8 normalen und
6 überzähligen
Mesenterien. — Nach
A. MATTHEWS (1916).

Schon am 4. Tage machen sich im Ektoderm und Entoderm des aboralen Teiles des Stomodaeums Resorptionsvorgänge bemerkbar, und am 5. Tage erfolgt der Durchbruch der Schlundpforte (Fig. 171). Von diesem Zeitpunkt an ist die selbständige Aufnahme geformter Nahrung möglich. Die Pinnulae der Tentakel entwickeln sich vom 6. Tage an. Die Mesogloea ist nach MATTHEWS (1916) ein Abscheidungsprodukt des Entoderms. Bald nach der Entwicklung der Mesenterien, also schon sehr frühzeitig, erscheinen die Skleriten; sie sind das Produkt von Skleroblasten, die aus dem Ektoderm in die Mesogloea eingewandert sind. Schon während der Differenzierung des Stomodaeums treten an

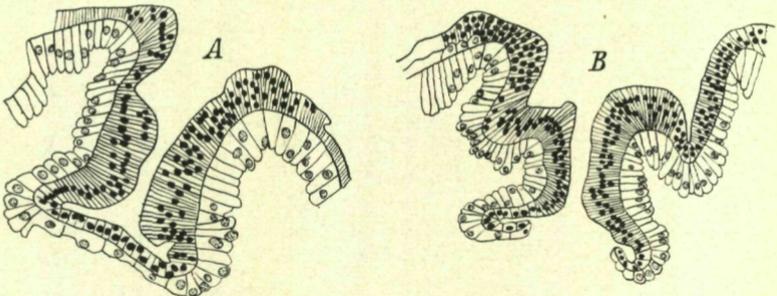


Fig. 171. Anlage des Schlundrohrs (A) bei *Alcyonium digitatum*. Durch Resorption des Ektoderms und Entoderms im basalen Teil entsteht die Schlundpforte, durch die eine Verbindung zwischen dem Gastralraum und der Außenwelt hergestellt wird (B).
Nach A. MATTHEWS (1916).

den 6 ventralen Mesenterien Filamente auf. Die Filamente der dorsalen Mesenterien entstehen am 6. Tage nach der Festsetzung, also erst zu einem Zeitpunkte, wo der Durchbruch der Schlundpforte schon erfolgt ist. Am Ende der 3. Woche nach dem Übergang zur sessilen Lebensweise hat der Solitärpolyp etwa die halbe Größe des Kolonipolypen erreicht: er ist 6 mm hoch, 1,2 mm breit und hat 3 mm lange Tentakel. In diesem Stadium entwickelt sich die erste Knospe. Fig. 172 stellt jugendliche Kolonien von krustenförmigem Wuchs mit je einem Mutterpolypen und 2 bis 8 Knospen dar. Binnen 6 mon. erreicht *Alcyonium digitatum* ein Stadium mit 32 Polypen. Das anfänglich krusten- bis polsterförmige Wachstum wird allmählich durch kuppelförmigen bis kugeligen Wuchs abgelöst.

Die jüngsten bisher bekannt gewordenen Entwicklungsstadien von *Anthomastus grandiflorus* stellen 6 mm dicke Scheiben dar, die ein Autozoid und 2 bis 3 Siphonozooide enthalten. Die Entstehung der Siphonozooide scheint an keine bestimmte Reihenfolge gebunden zu sein, doch ist ihre Stellung insofern recht bezeichnend, als ihre Schlundrinnen sämtlich der Außenseite der Kolonie zugewendet sind. Autozoid und Siphonozooide kehren einander ihre Dorsalseiten zu. Kolonien mit zwei Autozoiden zeigen noch keine erhebliche Größenzunahme.



Fig. 172. Junge Kolonien von *Alcyonium digitatum*, aus je einem Mutterpolypen und 2 bis 8 Knospen bestehend. — Nach A. MATTHEWS (1916).

Erst, wenn das dritte Autozoid erscheint, das sich stets zwischen die beiden bereits vorhandenen Autozooide einschiebt, gewinnt auch die Scheibe beträchtlich an Ausdehnung.

Über das Lebensalter der Alcyonarien ist nichts Sicheres bekannt, doch können wir mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß *Alcyonium digitatum* ein Alter von Jahrzehnten erreicht. Freilich stützt sich diese Vermutung nur auf wenige Beobachtungen: MATTHEWS (1916) gibt an, daß in Kulturen, die man ins Meer versenkt hatte, ein Polyp von *Alcyonium digitatum* in 6 mon. zu einer kleinen, krustenförmigen, aus 32 Individuen bestehenden Kolonie heranwuchs. Danach wird man den großen Stöcken, die einen Durchmesser von 20 cm erreichen und an deren Aufbau sich Tausende von Einzeltieren beteiligen, wohl ein sehr beträchtliches Alter zuschreiben müssen. Ferner berichtet HICKSON (1906), daß von dem Zeitpunkt, wo die Gonaden von *Alcyonium digitatum* als kleine Anschwellungen der lateralen und ventralen Mesenterien sichtbar werden, bis zur Erlangung der vollen Geschlechtsreife 9 mon. vergehen. Auch dies spricht für eine langsame Entwicklung der Art.

Rassenbildung Daß die Färbung von *Alcyonium digitatum* mit dem Standort wechselt, hat schon F. E. SCHULZE (1875, p. 141) hervor-gehoben: „Während die Farbe der vor der schottischen, englischen, niederländischen und deutschen Küste in großer Zahl heraufgebrachten Exemplare gewöhnlich weißlich oder blaßrosa war, erschien dieselbe bei den vor der norwegischen Küste gefundenen durchschnittlich kleineren mehr gelbrot.“ Leider genügen diese Feststellungen nicht, um zu entscheiden, ob wir es bei dieser Art mit ökologischen Rassen zu tun haben. Strandformen scheinen im allgemeinen bei *Alcyonium digitatum* kleinwüchsiger zu sein als Tiefwasserformen, eine Tatsache, die in den Geltungsbereich der PAXschen Regel (S. III. e 190) gehört. Wie Brackwasseraktinien kleiner sind als die in salzreicherem Wasser lebenden

Seeanemonen, so bilden die Alzyonarien des Nordmeeres in dem stark ausgesüßten Kolafjord Zwergformen, bei denen nach BROCHS (1912) Feststellung auch die Skleriten geringere Ausmaße zeigen als bei den im offenen Meere heimischen Artgenossen. Tropische Lederkorallen haben weniger und kleinere Polypen als die Bewohner kälterer Meere (PRATT 1905, p. 329), eine Beobachtung, die möglicherweise auf den stärkeren Besatz der Warmwasserkorallen mit Zooxanthellen zurückzuführen ist (vgl. hierzu S. III. e 250).

Bastardierung Mit Sicherheit sind Bastarde unter den Alzyonarien bisher nicht nachgewiesen worden. HICKSON (Great Barrier Reef Exped. Sci. Rep., 4. 5, p. 137—180; 1931) hat aber darauf aufmerksam gemacht, daß die zahlreichen in der Familie *Xeniidae* zu beobachtenden Varietäten vielleicht Bastarde nahe miteinander verwandter Arten darstellen.

Haltung im Aquarium Über die Zucht von *Alcyonium digitatum* hat ANNIE MATTHEWS (1916) ausführliche Angaben gemacht. Nach ihren Erfahrungen ist künstliche Befruchtung möglich; doch sind auf natürliche Weise abgelegte und befruchtete Eier für Zuchtversuche vorzuziehen. Schon längere Zeit in Aquarien gehaltene Kolonien liefern keine entwicklungsfähigen Eier. Zur Zucht muß man also frisch eingesammeltes Material verwenden, das sorgfältig abgespült und in Becken mit fließendem Seewasser gebracht wird. Eine zu starke Besetzung der Aquarien ist zu vermeiden. Laichreife Stöcke erkennt man daran, daß die Eierstöcke eine intensiv rotgelbe, die Hoden eine milchweiße Farbe aufweisen. Wird nach einigen Stunden der Wasserzufluß in den Laichbecken abgestellt, so strecken sich die Polypen alsbald aus und beginnen mit der Eiablage, die bisweilen tagelang dauert. Gleichzeitig entleeren die männlichen Kolonien ihr Sperma. Die befruchteten Eier werden aus den Laichbecken in Kulturgefäße gebracht, wo auch die Festheftung der Larven erfolgt. Bezüglich der Fütterung junger Alzyonarien sei auf S. III. e 242 verwiesen. Eine Koloniebildung konnte in den Kulturgefäßen nicht erreicht werden. Die jungen Einzelpolypen entwickelten sich bis zum 20. Tage nach der Festheftung. Dann gingen sie unter Degenerationserscheinungen zugrunde. Dagegen gelingt die Aufzucht junger Kolonien, wenn man die Kulturgefäße in Träger aus Weidengeflecht setzt und diese in einem Floß im Meer verankert. — Einen Versand von 2- bis 3 tägiger Dauer in feuchtem Tang hält *Alcyonium digitatum* aus.

Beziehungen zur Umwelt 1. Allgemeines. — Wie *Alcyonium digitatum* in der südlichen Nordsee eine Vorliebe für Austernschalen bekundet, so findet man sie an den Färöern besonders häufig auf den Schalen von *Solen ensis* (KRAMP 1930). Aber auch *Pecten*, *Cardium*, *Modiola*, Wurmröhren (*Pomatocerus*) und *Lophohelia* werden als Unterlage benützt. Junge Kolonien trifft man im Frühjahr gelegentlich auf Tangbüscheln an. *Alcyonium norvegicum* inkrustiert tote Lophohelien (vgl. S. III. e 223), Wurmröhren (*Sabella*), Molluskenschalen (*Saxicava*),

Rankenfüßer, lebende Aszidien, aber auch ins Meer gefallenes Holz (BROCH 1911).

2. Teilnahme an Biozönosen. — In gewissen Teilen seines Areals, so besonders an der schleswig-holsteinschen Küste, ist *Alcyonium digitatum* ein Bewohner der Austernbänke. An der S-Spitze von Sylt fand MÖBIUS in manchen Jahren fast jede ausgewachsene Auster mit einer Kolonie von *A. digitatum* besetzt; ähnliches stellte GRIMPE im VIII./IX. 1911 zwischen Amrum und Sylt fest. Auch auf dem Austerngrunde, der etwa 20 km SW von Helgoland beginnt und sich bis zum Meridian von Texel hinzieht, ist *A. digitatum* häufig. Im Gullmarfjord (W-Küste Schwedens) erscheint die Species als Leitform der nach ihr benannten *Alcyonium*- und als konstantes Element der *Stenogorgia*-Assoziation (S. III. e 276). Eine gewöhnliche Erscheinung ist dort *A. digitatum* nach GISLÉN (1930) auch noch in der *Flustra*-Assoziation und im oberen Aszidiengürtel; nur bisweilen trifft man die Art in der *Balanus-balanus*- und der *Suberites-massa*-Assoziation, selten in der *Ascidia-obliqua*- und der *Chaetopterus*-Assoziation. Ihr gelegentliches Erscheinen in der *Metridium*-Assoziation (S. III. e 201) ist als zufällig zu betrachten.

3. Epizoen. — An der W-Küste Schwedens siedelt sich *Milne-Edwardsia carnea* mit Vorliebe auf *Alcyonium* an; Nacktschnecken der Gattung *Tritonia* sind bei Dröbak nur mit *Alcyonium* vergesellschaftet. JUNGERSEN (1927) fand auf *Anthomastus* einen Polychäten aus der Gruppe der Polynoinen. Tropische Lederkorallen beherbergen zahlreiche Epizoen (Ophiuriden, Krustazeen, Synaszidien, Sipunkuliden, Gastropoden); vgl. THURSTON (Madras Governm. Mus. Bull., no. 3, p. 4 ff.; 1894) und HORSELL (Jl. Bombay Nat. Hist., 28, p. 926—936; 1923).

4. Symbiosen. — Nach KÜKENTHAL (1925) treten in den Geweben von Alzyonarien sowohl grüne Zoochlorellen als auch gelbe Zooxanthellen auf. Daß eine solche Unterscheidung der Algen nach der Färbung nicht befriedigend ist, hat BUCHNER (1930) betont. Mit Recht erhebt er die Forderung, „der Terminus Zoochlorellen sollte lediglich für diejenigen in Tieren lebenden Algen gebraucht werden, deren systematische Zugehörigkeit zum Genus *Chlorella* feststeht“. Da dies für die grünen Symbionten der Alzyonarien nicht zutrifft, bezeichnet BUCHNER alle in Lederkorallen vorkommenden Algen als Zooxanthellen. Merkwürdigerweise spricht EDITH PRATT (1905) immer von Zoochlorellen, obwohl nach BUCHNER kein Zweifel darüber bestehen kann, daß es sich in den von ihr beschriebenen Fällen um Zooxanthellen handelt. Zooxanthellen kommen bei den Lederkorallen nur im Entoderm und in den von Entoderm ausgekleideten Hohlräumen vor. Die Pinnulae der Tentakel und die oberflächlich gelegenen Teile des Kanalsystems erweisen sich als Prädilektionsstellen. In den Tentakeln treten die Zooxanthellen bisweilen in solcher Menge auf, daß die Lumina der Pinnulae von ihnen verstopft werden. Während die peripheren Teile des Alzyonarienstockes gewöhnlich stark mit Algen infiziert sind, werden die zentral gelegenen Schichten der Kolonie wegen des in ihnen herrschenden Lichtmangels

von den Zooxanthellen im allgemeinen gemieden. Die Lederkorallen des seichten Wassers sind meist reicher an Symbionten als Alzyonarien aus größerer Wassertiefe. Doch trifft man, wie EDITH PRATT (1905) berichtet, noch in 40 bis 60 m Tiefe Lederkorallen, die mit Zooxanthellen zusammenleben. Unter den Alzyonarien der Tropenmeere ist die Algen-symbiose sehr verbreitet, und hier scheint sie in manchen Fällen den Anlaß zu einer Rückbildung des Verdauungsapparates gebildet zu haben. Jedenfalls beobachten wir, daß bei gewissen tropischen Lederkorallen, bei denen es zu einer Massenentwicklung der Zooxanthellen kommt, die Mesenterialfilamente rudimentär werden. Man nimmt an, daß solche Alzyonarien zu ihrer Ernährung auf den Algenvorrat ihres eigenen Körpers zurückgreifen (vgl. S. III. e 76). — Die Lederkorallen der gemäßigten und kalten Meere sind im allgemeinen frei von Zooxanthellen. Daher beherbergen auch die Alzyonarien der Nordsee keine Algen in ihren Geweben. Nach KÜKENTHAL (1925) ist die Größe der Zooxanthellen bei den einzelnen Lederkorallen sehr verschieden, für jede Art aber konstant. Freilich ist bei der Verwendung dieses Merkmals für klassifikatorische Zwecke Vorsicht geboten. Wie die Zahl der im Alzyonarienkörper vorhandenen Algen erheblichen Schwankungen unterliegt, so treten gelegentlich auch bei Arten, die normalerweise mit Zooxanthellen in Symbiose leben, algenfreie Kolonien auf.

5. Parasiten und Feinde. — Über die Schmarotzer der Lederkorallen ist wenig bekannt. ANNIE MATTHEWS (1916, p. 59) erwähnt einen parasitischen Kopepoden, den sie in den Eierstöcken von *Alcyonium digitatum* fand. J. A. THOMSON & LAURA DEAN (Siboga-Exp., 13; 1931) beschrieben einen in einer *Xenia*-Art schmarotzenden Kopepoden. In dem massigen Kalkskelett der tropischen *Heliopora coerulea* lebt ein zur Gattung *Leucodora* gehöriger Ringelwurm, der sich selbst Gänge aushöhlt. — Im Aquarium fressen Fische bisweilen alle Polypen einer Kolonie ab, so daß diese das Bild des Kahlfraßes zeigt. *Eunephthya*-Arten bilden in den grönländischen Gewässern die Hauptnahrung des Pantopoden *Chaetonymphon hirtipes* (STEPHENSEN, Meddelelser Grønland 79, p. 38; 1933).

6. Leuchtvermögen. — Über das Vorkommen von Lumineszenz bei Alzyonarien sind vielfach irrtümliche Ansichten verbreitet. DITTRICH nennt in seinem Verzeichnis leuchtender Tiere (Wiss. Beil. Progr. Realgymn. am Zwinger Breslau, 1888, p. 3) keine Lederkorallen, MANGOLD (in: WINTERSTEINS Handb. vergl. Physiol., 3. 2, p. 250; 1910) ist dagegen der Ansicht, daß unter den Korallentieren „nur einige Alzyonarien selbständig Licht produzieren“. Tatsächlich liegt im Schrifttum lediglich eine Angabe LEUCKARTS vor, daß *Alcyonium exos* Spix Leuchtvermögen besitze. Nach LÜTTSCHWAGER (Dissertation Breslau, p. 25; 1915) ist *A. exos* mit *A. digitatum* identisch. Die einzige in der Literatur mitgeteilte Beobachtung über Lumineszenz bei Alzyonarien würde demnach auf eine in der Nordsee heimische Art zu beziehen sein. F. PAX und G. FRENZEL beobachteten im VIII. 1935 in Rovigno d'Istria Lumineszenz bei *Alcyonium adriaticum* und *A. brioniense*; doch ließ sich die Erscheinung mit einem hohen Maß von Wahrscheinlichkeit auf die

Anwesenheit leuchtender Mikroorganismen, vermutlich von Peridineen, zurückführen. Weitere Beobachtungen hierüber sind dringend erwünscht.

Wirtschaftliche Bedeutung Zu den Zölateraten, die im Beifang der Hochseefischerei in beträchtlicher Menge vertreten sind, gehört *Alcyonium digitatum*. Nach WEIGELT (1891) wurden auf einer im VII. 1888 in der Nordsee unternommenen Fischereifahrt des „Präsident Herwig“ etwa 700 kg *Alcyonium* unabsichtlich gefangen. Durchschnittlich enthält der auf einer Fahrt gesammelte Beifang eines Fischdampfers 500 kg *Alcyonium*, so daß bei 20 Fahrten im Jahre mit einer Ausbeute von 10 000 kg „Meerhand“ zu rechnen ist; der für eine Verarbeitung auf Dünger benötigte Rohstoff ist also in genügender Menge vorhanden. Nach WEIGELT enthalten frische Alcyonien 82.23% Wasser, 0.72% Fett, 8.47% Asche, 0.28% P_2O_5 , 0.32% K_2O , 2.21% CaO und 1.23% N. Auf absolut trockene Substanz berechnet, ergeben sich folgende Werte: 4.03% Fett, 47.65% Asche, 1.55% P_2O_5 , 1.79% K_2O , 12.45% CaO , 6.78% N. Unterwirft man die Alcyonien einem Pökelpreß, trocknet sie und mahlt sie fein, so erhält man ein fast rein weißes, streufähiges Pulver, das WEIGELT als „Meerhand-Guano“ bezeichnet. 100 kg *Alcyonium* liefern 15 kg Pökeltuano mit 4.7% Stickstoff und 1.1% Phosphorsäure. Der Laugenrückstand läßt sich mit einem 25%igen Zusatz von Torf zu einem Pökellaugen-Torfdünger mit mindestens 3% Stickstoff und 0.5% Phosphorsäure verwenden.

Die auf die Abspaltbarkeit von Zucker gegründete Behauptung BROWNS (1895), die Mesogloea von *Alcyonium digitatum* bestehe aus einem „Hyalogen“, erscheint nach v. FÜRTH (Vergl. chem. Physiol. nied. Tiere; Jena 1903, p. 451) nicht ausreichend motiviert.

In älterer Zeit fand *Alcyonium* auch medizinische Verwendung. Insbesondere wurde es in geröstetem Zustande als Kropfmittel benutzt (vgl. hierzu E. HARNACK: Über jodhaltige Organismen und deren arzneiliche Anwendung; in: München. Med. Wochschr., 43, p. 198; 1896).

Literatur

- BOURNE, G. C.: On *Acrossota liposclera*, a new genus and species of Alcyonarian with simple tentacles; in: Quart. Jl. micr. Sci., 60, p. 261—272, 1 Taf.; 1914.
- BROCH, H.: Die Alcyonarien des Trondhjemfjordes, I. Alcyonacea; in: Kgl. Norske Vid. Selsk. Skrifter, 1911. 7, p. 1—48, 33 Fig.; 1912.
- Alcyonarians, with a systematic-biogeographical discussion of the northern *Eunephthya*-species; in: Norweg. North Polar Exped. „Maud“ 1918/25, Sci. Res., 5. 7, p. 1—20, 9 Fig.; 1928.
- Ökto Korallen des nördlichsten Pazifischen Ozeans und ihre Beziehungen zur atlantischen Fauna; in: Avhandl. Norske Vid. Akad. Oslo, mat.-naturvid. Kl., 1; 1935.
- BROWN, W. L.: Note on the chemical constitution of the mesogloea of *Alcyonium digitatum*; in: Quart. Jl. micr. Sci., (NS), 37, p. 389—393; 1895.
- CLARKE, F. W., & W. C. WHEELER: The inorganic constituents of Alcyonaria; in: Proc. Nation. Acad. Sci. Washington, 1, p. 552—556, 1 Taf.; 1915.
- CYKROWSKI, B.: Untersuchungen über den Dimorphismus bei den Alcyonarien. Inaug.-Diss. Breslau 1911.
- HICKSON, S. J.: The anatomy of *Alcyonium digitatum*; in: Quart. Jl. micr. Sci., (NS), 37, p. 343—388, Taf. 36—39; 1895.
- *Alcyonium*; in: Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc., 15, p. 92—113, 3 Taf.; 1901.
- On the classification of the Alcyonaria; in: Proc. Zool. Soc. London, 1930. 1, p. 229—252, 2 Fig.; 1930.
- HILL, M. D.: Maturation of the ovum of *Alcyonium digitatum*; in: Quart. Jl. micr. Sci., (NS), 49, p. 493—505, 7 Fig.; 1905.

- HORNELL, J.: Some commensals of Indian Alcyonarians and crabs; in: *Jl. Bombay Nat. Hist. Soc.*, 28, p. 926—936; 1922.
- JUNGENSEN, H.: Alcyonarian and Madreporarian Corals in the Museum of Bergen, collected by the „Fram“-Expedition 1898—1900 and by the „Michael Sars“ 1900—1906; in: *Bergens Mus. Aarbok 1915/16*, (Naturv. R.), Nr. 6, p. 1—44; 1916.
- *Anthomastus*; in: *The Danish Ingolf-Exped.*, 5. 11, p. 1—14, 1 Taf., 3 Fig., 1 Karte, 1 Stat.-Verz.; 1927.
- KASSIANOW, N.: Untersuchungen über das Nervensystem der Alcyonaria; in: *Zs. f. wiss. Zool.*, 90, p. 478—555, 2 Abb., Taf. 29—31; 1908.
- KRAMP, P. L.: Alcyonaria; in: *Zool. Faeroes*, 7. a, p. 1—12, 5 Fig.; 1930.
- *The Godthaab Expedition 1928: Alcyonaria, Antipatharia, and Madreporaria*; in: *Meddel. om Grønland*, 79. 4, p. 1—20, 7 Fig.; 1932.
- KÜENTHAL, W.: Zur Kenntnis der Gattung *Anthomastus* Verr.; in: *Abhandl. mathem.-phys. Klasse Kgl. Bayr. Akad. Wiss.*, Suppl.-1, 9, p. 1—16, 10 Abb., 1 Taf.; 1910.
- Versuch eines natürlichen Systems der Oktokorallen; in: *Sb. Preuß. Akad. Wiss. Berlin*, 1922, p. 82—102.
- LÜTTSCHWAGER, J.: Beiträge zu einer Revision der Familie *Alcyoniidae*. Inaug.-Diss. Breslau 1915.
- Die Gattung *Alcyonium* Linnaeus, 2; in: *Mitt. Zool. Mus. Berlin*, 12, p. 281—289; 1926.
- MATTHEWS, A.: The development of *Alcyonium digitatum*, with some notes on the early colony formation; in: *Quart. Jl. micr. Sci.*, (NS), 62, p. 43—94, 51 Abb., Taf. 3—5; 1916.
- MOLANDER, A. R.: Der Kelch als systematischer Charakter bei den Alcyonaceen; in: *Arkiv f. Zoologi*, 11. 22, p. 1—12; 1918.
- MOSER, J.: Eireifung, Spermatogenese und erste Entwicklung der Alcyonarien. Inaug.-Diss. Breslau 1917.
- MÜLLER, R.: Über die Eireifung bei den Alcyonaceen; in: *Arch. ges. Physiol.*, 136, p. 141—161, 4 Abb.; 1910.
- PRATT, E.: The mesogloecal cells of *Alcyonium*; in: *Zool. Anz.*, 25, p. 545—548, 4 Abb.; 1902.
- The assimilation and distribution of nutriment in *Alcyonium digitatum*; in: *Rep. Brit. Assoc. Advanc. Scienc.*, p. 688—689; 1903.
- The digestive organs of the Alcyonaria and their relation to the mesogloecal cell plexus; in: *Quart. Jl. micr. Sci.*, (NS), 49, p. 327—362, Taf. 20—22; 1905.
- RENOUF, L. P. W.: On a new species of Alcyonarian, *Parerythropodium hibernicum*; in: *Acta zool.* (Stockholm), 12, p. 205—223; 1932.
- SCHULZE, F. E.: Coelenteraten; in: *Jahresber. Comm. wiss. Untersuchg. deutsch. Meere*, 2 u. 3, p. 121—172, 1 Taf.; 1875.
- STEPHENS, J.: Alcyonarian and Madreporarian Corals of the Irish Coasts; in: *Fisheries Ireland, Sci. Invest.* 1907. 5, p. 1—28, Taf. 1; 1909.
- WOODLAND, W.: Studies in spicule formation. 2. Spicule formation in *Alcyonium digitatum*; in: *Quart. Jl. micr. Sci.*, (NS), 49, p. 283—304, Taf. 16—17; 1906.

7. Ordnung: Gorgonaria.

Charakteristik

Die *Gorgonaria* oder Hornkorallen sind meist baumartig verzweigte, selten unverzweigte oder krustenförmig Fremdkörper überziehende Oktokorallen, die mit einer scheibenförmigen Fußplatte einem festen Untergrunde aufsitzen oder durch wurzelartig verästelte Fortsätze (Stolonen) im weichen Boden verankert sind. Das Skelett der *Gorgonarien* ist ein aus isolierten Skleriten bestehendes Stückelskelett aus kohlenurem Kalk (Kalzit). Die Skleriten treten in drei Grundformen auf: als Scheiben, als Spicula von Nadel- oder Stabform und als Schuppen. Das Zönenchym gliedert sich in eine von losen Skleriten erfüllte Rindenschicht und in eine Markscheicht, in der die Skleriten von Gorgoninfasern eingehüllt werden. Tritt das Gorgonin zurück, so kommt es zur Ausbildung einer soliden Kalzitachse, die aus verkitteten Skle-

ritten besteht (*Coralliidae*). Andererseits gibt es auch skleritenfreie Gorgonin-Achsen mit \pm reichlicher Einlagerung von Kalzit (Unterordnung *Holaxonia*). Bei zwei Familien (*Melitodidae*, *Isididae*) treten gegliederte Achsen auf, bei denen rein hornige Glieder (Nodien) mit kalkigen Verbindungsstücken (Internodien) abwechseln. Alle Polypen sind so angeordnet, daß ihre Dorsalseite adaxial liegt. Der Stamm der Kolonie ist nicht der untere Abschnitt eines Primärpolypen, sondern ein Teil des Zönenchyms, und die Längskanäle des Stammes sind daher nicht Teile des Gastralraumes des Mutterpolypen, sondern aus Solenia hervorgegangen. Meist ist der basale, als Polypenkelch bezeichnete Teil des Mauerblattes dickwandig und nimmt den zarthäutigen distalen Teil bei dessen Retraktion auf. Die Nesselkapseln des Ektoderms stehen oft in Gruppen zusammen, die auf vorspringenden Papillen vereinigt sein können (Nesselpapillen der Chrysogorgiiden). Das Nervensystem ist wenig differenziert. Die Gastralräume der Polypen sind kurz, die beiden dorsalen Mesenterialfilamente wesentlich länger als die übrigen Mesenterialfilamente. Ein Dimorphismus der Polypen kommt in 2 Familien (*Paragorgiidae*, *Coralliidae*) vor. Die Fortpflanzung der Kolonien erfolgt ausschließlich auf geschlechtlichem Wege, während bei der Koloniebildung selbst die ungeschlechtliche Fortpflanzung natürlich eine wesentliche Rolle spielt. Die Geschlechtsverteilung ist monözisch oder diözisch. Zahlreiche Arten sind mit Zooxanthellen vergesellschaftet.

Die Ordnung der Gorgonarien ist zwar weltweit verbreitet, doch sind die meisten Arten auf das Warmwassergebiet der Tropen beschränkt. Zwei Drittel der bisher bekannten Spezies bewohnen das Litoral. 10% der Arten überschreiten die Isobathe von 1000 m; das Hochseebabyssal (Tiefen unter 3000 m) haben nur wenige Formen besiedelt. Im Brackwasser kommen keine Hornkorallen vor; sie fehlen daher auch der Ostsee. Die erwachsenen Tiere gehören dem Benthal, ihre Larven der Schwebefauuna an.

Systematik

Die Unterscheidung systematischer Kategorien innerhalb der Gorgonarien stößt bisweilen auf erhebliche Schwierigkeiten. Nur in einigen Fällen erweist sich der Bau der Skleriten als ein brauchbares taxonomisches Merkmal. Strömungen und die Nachbarschaft anderer Cölenteraten beeinflussen die Wuchsform der Hornkorallen, die Lücken unserer Kenntnisse über ihre postlarvale Entwicklung macht die Bestimmung der Jugendformen schwierig. HICKSON (Great Barrier Reef Exped. Scient. Rep. 4, no. 13, p. 459 ff.; 1932) vermutet, daß zahlreiche der in neuerer Zeit beschriebenen Arten wohl nur Standortsmodifikationen sein mögen. Auch rechnet er mit der Möglichkeit des Vorkommens von Bastarden.

Man pflegt die Hornkorallen in 2 Unterordnungen zu gliedern, die sich folgendermaßen unterscheiden:

- I. Die Markschrift des Zönenchyms enthält lose oder durch Kalk miteinander verkittete Skleriten . . . Unterordnung *Scleraxonia*.
- In der Markschrift des Zönenchyms bildet sich eine skleritenfreie Hornachse aus Unterordnung *Holaxonia*.

I. Unterordnung: *Scleraxonia*.

Bestimmungsschlüssel der Familien.

- a) Ohne Dimorphismus der Polypen; mit Hornsträngen in der Markschicht, die nur wenige Längskanäle aufweist (Fig. 173)

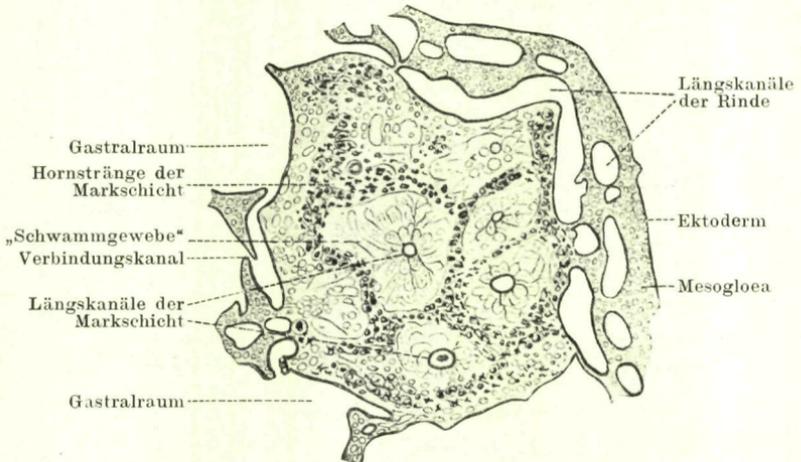
Fam. *Briareidae* (s. unten).

Fig. 173. Querschnitt durch den Stamm von *Anthothela grandiflora*.
Nach W. KÜKENTHAL (1919).

- Mit Dimorphismus der Polypen (sterile, mit Tentakeln versehene Autozooiden und fertile, tentakellose Siphonozooiden); Achse von zahlreichen Ernährungskanälen durchzogen (Fig. 174)

Fam. *Paragorgiidae* (s. unten).1. Familie *Briareidae*.

In unserer Fauna nur die

Gattung *Anthothela* Verrill

mit der einzigen Art:

A. grandiflora (M. Sars) (Fig. 175). — Farbe rosa bis hellbraun. Basis der Kolonie membranös ausgebreitet, mit mehreren, spärlich verzweigten, an ihren Enden bisweilen keulig angeschwollenen, meist miteinander anastomosierenden Stämmen; Polypen 9 mm lang, wovon 5 mm auf den nicht besonders scharf abgegrenzten Kelch entfallen; Tentakel 3 mm lang, mit 9 bis 12 Paar Pinnulae; Skleriten des retraktilen Polypenteiles bis 700 µ lang, in 8 steil konvergierenden Doppelreihen angeordnet; im Tentakelstamm bis 560 µ lange, schlanke Spindeln (Fig. 176 A), an der Basis der Pinnulae kleinere Stachelkeulen (Fig. 176 B). — Vorkommen: Tiefes Litoral und Küstenabyssal. — Verbreitung: N-Atlantik; in unserem Gebiete nur an der W-Küste Norwegens.

2. Familie *Paragorgiidae*.

In der Nordsee nur die

Gattung *Paragorgia* Milne-Edwards

mit der einzigen Art:

P. arborea (Linné) (Fig. 177). — Farbe rot oder weiß; baumförmig, vorwiegend in einer Ebene verzweigte Kolonie mit einer membranös ausgebreiteten, inkrustierenden Basis; vom Hauptsamm gehen dicke Hauptäste aus, die sich wiederholt

teilen; Polypen 3 mm lang, Tentakel von Körperlänge; Polypenkelch nur angedeutet, völlig retraktil; zwischen den Polypen sehr zahlreiche kleine fertile Zooide ohne Kelch und ohne Tentakel; in der Polypenwand bis 170 μ lange Skleriten von Spindelform mit unregelmäßiger, dichter Bedornung; Rindenskleriten mannigfaltig bewarzt (Fig. 178); Markschicht stark mit Ernährungsgefäßen durchsetzt (Fig. 174). — Vorkommen: Tieferes Litoral und Küstenabysal. — Verbreitung: Zirkumboreal (Broch 1935); an der norwegischen Küste, wo die Art schon Ende des 16. Jahrhunderts bekannt war, von Finnmarken (NORDBÄRD

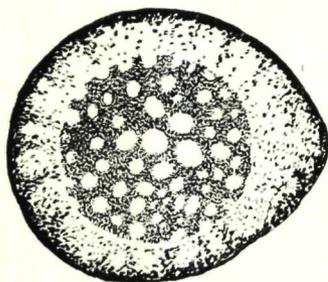


Fig. 174.
Querschnitt durch den Stamm von
Paragorgia arborea.
Nach W. KÜENTHAL (1919).

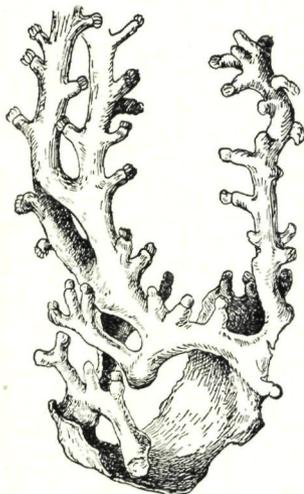


Fig. 175.
Anthothela grandiflora, Basis mit
abgehenden Stämmen in $\frac{2}{3}$ natürlicher
Größe. — Nach W. KÜENTHAL (1919).

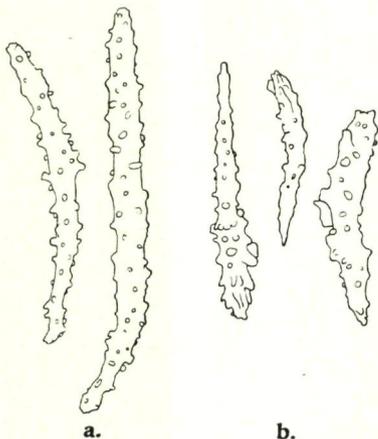


Fig. 176.
Tentakelskleriten von *Anthothela grandiflora*.
a. von der Mittellinie der aboralen Seite des
Tentakelstammes,
b. von der Basis der Pinnulae.
Nach H. BROCH (1912).

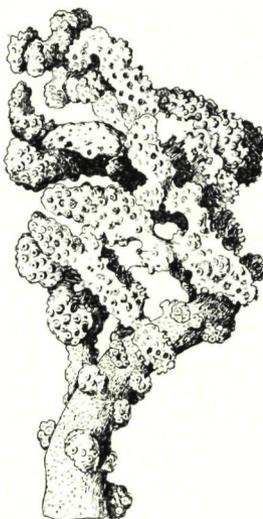


Fig. 177.
Größeres Aststück von
Paragorgia arborea (L.).
Nach W. KÜENTHAL (1925).

1931) bis zum Hardangerfjord (GRIEG 1913, p. 140), nach JUNGENSEN (1916, p. 20) in 183 bis 366 m.

Schlüssel der Varietäten.

- Rot mit elfenbeinfarbenen Polypen var. *typica* Kükenth.
- Weiß mit rosafarbenen Polypen var. *alba* Storm.

2. Unterordnung: *Holaxonia*.

Bestimmungsschlüssel der Familien.

1. Achse in hornige Nodien und kalkige Internodien gegliedert
 - Fam. *Isididae* (s. S. III. e 258).
 - Achse ungegliedert 2.
2. Zentralstrang verkalkt und nicht gekammert; Lamellen der Achsenrinde wellenförmig, Skleriten von Schuppenform (Fig. 179)
 - Fam. *Primnoidae* (s. unten).
 - Zentralstrang weich und gekammert 3.
3. Achsenrinde nicht gefächert
 - Fam. *Gorgoniidae* (s. S. III. e 258).
 - Achsenrinde gefächert; Polypen mit Operculum
 - Fam. *Muriceidae* (s. unten).

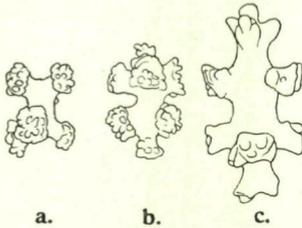


Fig. 178. Rindenskleriten von *Paragorgia arborea*.

a) Kleiner Sklerit ohne terminale Warzen, b) mit terminalen Warzen, c) größere Skleriten mit einfach gebauten Warzen.
Nach H. BROCH (1912).

1. Familie *Muriceidae*.

Schlüssel der Gattungen.

- a) Stachelplatten fehlen *Paramuricea* (s. unten).
- b) Stachelplatten vorhanden *Muriceides* (s. S. III. e 257).

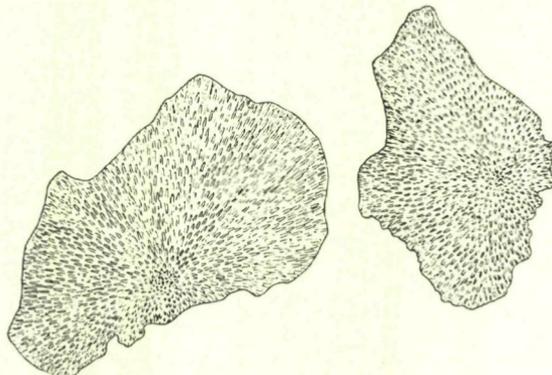


Fig. 179. Skleriten des Polypenleibes von *Primnoa resedaeformis* in 20fach. Vergrößerung. Nach H. BROCH (1912).

1. Gattung *Paramuricea* Kölliker,

in deren Zönenchym spindelförmige Skleriten gegenüber anderen Grund-

formen zurücktreten. Flach sternförmige Skleriten sind für die Gattung besonders bezeichnend. Die Operkularskleriten sind vorwiegend in Doppelreihen angeordnet. In unseren Gewässern nur 1 Art:

P. placomus (Linné) (Fig. 180). — Im Leben leuchtend orangefarben oder weiß; in getrocknetem Zustande oder nach Fixierung schwarz werdend; vorwiegend in einer Ebene verzweigt; Länge der Polypen 3 mm, wovon 0.8 mm auf den Kelch entfallen; Durchmesser der Polypen 1 mm; basaler Teil der Polypenwand skleritenfrei. — Vorkommen: Im tieferen Litoral und Küstenabyssal (80 bis 1564 m). — Verbreitung: N-Atlantik. „How far into the Mediterranean it penetrates, I have not been able to settle“ (JUNGERSEN 1916, p. 31). In unserem Gebiete häufig auf dem norwegischen Schelf und in den äußeren Teilen der Fjorde. GRIEG (1913, p. 141) kennt die Art aus dem Hardangerfjord; nach JUNGERSEN von 67° N südlich bis Stavanger; im Skagerak in 317 m.

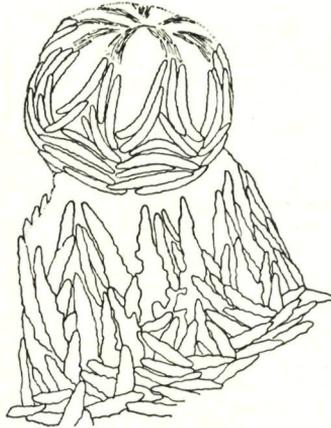


Fig. 180.
Polyp von *Paramuricea placomus* in
20facher Vergrößerung.
Nach H. BROCH (1912).

2. Gattung *Muriceides* P. Wright
& Th. Studer.

Zu diesem Genus stellt AURIVILLIUS (1931, S. 95) eine Art, die von BROCH (1913) ursprünglich als Angehörige der Gattung *Paramuricea* beschrieben und von NORDGÅRD (1931) nur für eine Varietät von *Paramuricea placomus* gehalten wurde:

M. kükenthalii (Broch). — Hellrosa, nach Trocknung oder Fixierung nicht schwarz werdend; vorwiegend in einer Ebene verzweigt; Länge der Polypen 4.5 mm, wovon 1.5 mm auf den Kelch entfallen; Durchmesser der Polypen 1.5 mm; basaler Teil der Polypenwand mit transversal liegenden Spindeln bedeckt. — Vorkommen: Im tieferen Litoral und Küstenabyssal. — Verbreitung: W-Küste Norwegens; neuerdings auch im Skagerak unweit von Skagen gefunden (Göteborgs Mus. Arstryck, zool. avdel., 1933, p. 98, und 1935, p. 18).

2. Familie *Primnoidae*.

Die einzige in der Nordsee heimische Primnoide gehört zu der Unterfamilie *Primnoinae*, deren Polypen ein Operculum und zahlreiche in Längsreihen angeordnete Schuppen tragen, schräg gestellt und adaxial einkrümmbar sind. In unseren Gewässern nur die

Gattung *Primnoa* Lamouroux

mit der einzigen bei uns heimischen Art:

P. resedaeformis (Gunnerus). — Dichotomisch verzweigte Kolonie von strauchähnlichem Wuchs (Fig. 181); leuchtend rosa gefärbt; Polypen meist in sehr dichter Anordnung rings um die Zweige sitzend; Länge der Polypen 5 mm, Durchmesser 3 mm; abaxial liegen zwei Reihen plattenförmiger, bis 1.5 mm große Schuppen (Fig. 179); die Tentakel enthalten an ihrer aboralen Seite zahlreiche, 200 µ lange Skleriten; die 1.5 mm langen Rindenskleriten bilden einen lückenlosen Panzer (Fig. 182). — Vorkommen: Küstenabyssal. — Verbreitung: N-Atlantik von dem Weißen Meer und der Murmanküste bis in die Nordsee, auch an der O-Küste N-Amerikas, ferner im borealen Teile des N-Pazifik. In unserem Gebiete an den Shetlands, der schottischen Küste, der norwegischen W-Küste und im Skagerak (JÄGERSKJÖLD 1933), wo die Resedakoralle insbesondere SSO von Arendal gefunden wurde (Göteborgs Mus. Arstryck, zool. avdel. 1933, p. 98).

P. resedaeformis hat sich im borealen Teil des Atlantik und des Pazifik zu je einer deutlich unterscheidbaren Rasse entwickelt: *resedaeformis* Gunn. im Atlantik,

pacifica Kinoshita im Pazifik. Bei der pazifischen Rasse sind die Polypen größer und die Deckschuppen länger als bei der atlantischen Rasse.

3. Familie *Gorgoniidae*.

In unseren Gewässern nur die

Gattung *Stenogorgia* Verrill

mit einer Art:

S. rosea Grieg. — Zinnoberrot bis braunrot; Verzweigung spärlich, vorwiegend in einer Ebene; Endzweige lang, rutenförmig, mit schlaffen Enden herabhängend; Po-

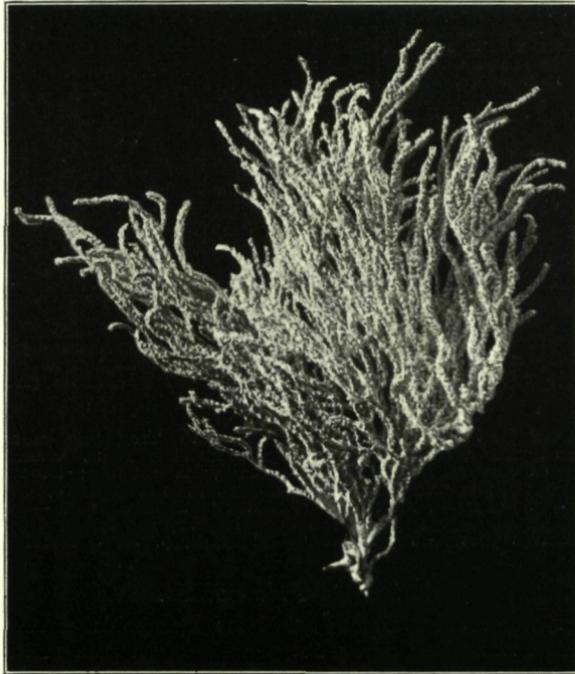


Fig. 181. *Primnoa resedaeformis* aus der Gegend von Arendal (S-Küste Norwegens) in etwa $\frac{1}{4}$ natürlicher Größe (Aufnahme von Göteborgs Naturhistoriska Museet).
Nach L. A. JÄGERSKIÖLD (1933).

lypen in den basalen Teilen überwiegend in 2 alternierenden Reihen angeordnet, aus 1 mm hohen, senkrecht zur Achse stehenden Kelchen entspringend; Skleriten der Polypen 180 μ lang; Tentakel bis in die Pinnulae hinein mit kleineren, stäbchenförmigen Skleriten besetzt; in der Rinde kommen Scheibenträger vor. — Vorkommen: Im tieferen Litoral, nicht selten ausgedehnte Bestände bildend. — Verbreitung: W-Küste Norwegens, Skagerak und Kattegat.

4. Familie *Isididae*.

In den Randgebieten der Nordsee nur die

Gattung *Isidella* J. E. Gray

mit der Art:

I. lofotensis M. Sars. — Farbe weißlich, mit hell orangefarbenen Polypen; Verzweigung spärlich, meist in einer Ebene, dichotomisch; Nodien etwa 1 mm hoch. Internodien im basalen Teile der Kolonie kürzer als im apikalen Teile, wo sie eine Länge von 40 bis 50 mm erreichen können; Zweige von den Nodien entspringend; Polypen 4 mm lang; sehr kräftig entwickelte Tentakel mit etwa 12 Paar Pinnulae; in den Polypen bis 900 μ lange Skleriten von Spindelform. — Vorkommen: Küstenabysal. — Verbreitung: W-Küste Norwegens von den Lofoten bis etwa zur Breite des Hardangerfjords. JUNGESEN (1916, p. 25) erhielt die Art von 61° 40' N, 3° 11' O und 60° 57' N, 3° 42' O aus 400 und 350 m.

Untersuchungsmethoden

In sauerstoffarmem Wasser erfolgt eine Expansion der Polypen. Da die Tiere mit zunehmender Ausdehnung immer durchsichtiger werden, läßt sich ihre Organisation unter solchen Bedingungen besonders gut studieren. In der Übertragung lebender Hornkorallen in sauerstoffarmes Meerwasser haben wir also ein Mittel, um Kolonien, die sich im Aquarium lange Zeit nicht entfalten, zur Expansion zu bringen. STIASNY (Siboga-Exped. Monogr. XIII. b 7, 1935, p. 5) empfiehlt, Gorgonarien mit 1% Kokainlösung zu betäuben und in BOUINSchem Gemisch zu fixieren. BROCH (briefl. Mitteilung) hat mit diesem Fixierungsmittel bei Hornkorallen keine guten Erfahrungen gemacht. Es greift nicht nur alle für systematische Untersuchungen wichtigen Kalkelemente an, sondern zerstört auch in weitem Umfange das Epithel der Körperoberfläche. BROCH zieht daher ein Gemisch von 2 Teilen konz. wässriger Pikrinsäure, 2 Teilen konz. wässriger Sublimatlösung, 1 Teil 40% Formols und 1 Teil Aqua destillata vor. Die Gorgonarien verbleiben darin 6 bis 24 Std. Bezüglich der Anfertigung von Schliffen durch das Achsen skelett sei auf S. III. e 60, wegen der Korrosion der Mesogloä zur Untersuchung der Skleriten auf S. III. e 227 verwiesen.

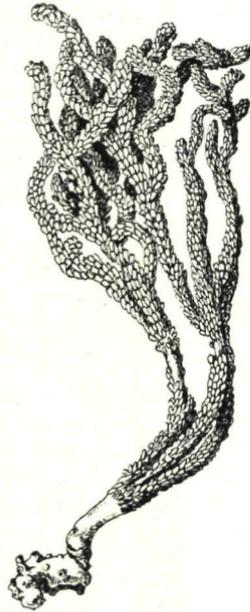


Fig. 182.
Primnoa resedaeformis;
die Rindenskleriten bilden einen
lückenlosen Panzer.
Nach W. KÜENTHAL (1924).

Eidonomie

1. Körpergröße. — Die Hornkorallen der Nordsee erreichen zum Teil eine recht beträchtliche Größe. So wird *Paragorgia arborea* über 2 m, *Paramuricea placomus* über 1 m hoch.

2. Färbung. — Die Färbung ist bei den Gorgonarien im allgemeinen ein ziemlich konstantes Artmerkmal. Unter den Hornkorallen der Nordsee und ihrer Nachbargebiete überwiegen wie bei den Seefedern dieser Gewässer (S. III. e 291) rötliche Farbentöne, die teils durch recht unbeständige, in den Geweben diffus verteilte Verbindungen, teils durch sehr beständige, an den Kalk der Skleriten gebundene Substanzen hervorgerufen werden. Manche Gorgonarien zeigen die Erscheinung vikarierender Farben, und zwar tritt bei ihnen häufig an die Stelle von Rot Weiß. So kommen bei *Paragorgia arborea* neben rot gefärbten auch

weiße Stücke vor, *Paramuricea placomus* kann leuchtend orange oder weiß gefärbt sein, und auch von *Eunicella verrucosa* sind rote und weiße Kolonien bekannt. Bezüglich der bei *Paramuricea placomus* nach dem Tode eintretenden Verfärbung sei auf S. III. e 257 verwiesen. Ob die Weißfärbung lediglich durch Karotinmangel bedingt ist, bedarf noch der Feststellung. Bis zu einem gewissen Grade hängt die Färbung der Hornkorallen auch von dem Vorhandensein einer Algensymbiose ab (vgl. hierzu S. III. e 278).

3. Äußere Form der Kolonie. — Die Hornkorallen bilden entweder membranöse Überzüge auf einer festen Unterlage oder stellen ansehnliche Polster dar, auf denen sich hohle oder solide Fortsätze erheben. Diese als Stämme bezeichneten Fortsätze können unverzweigt oder verzweigt sein. Mit fortschreitender Differenzierung der Stämme tritt eine Rückbildung des basalen Teiles der Kolonie ein, die schließlich zu einer nur noch der Anheftung des Stockes dienenden Fußplatte reduziert werden kann (S. III. e 276). Oft sind die Stücke in einer Ebene verzweigt. Eine Verschmelzung benachbarter Äste findet häufig statt. Bei reichlicher Anastomosenbildung kommt es zu einer netzförmigen Verzweigung. Unter den Hornkorallen unserer Gewässer haben *Anthothela grandiflora* (Fig. 175) und *Paragorgia arborea* (Fig. 177) eine membranös ausgebreitete Basis, die allen übrigen Gorgonarien der Nordsee fehlt. Während sich aber bei *Anthothela grandiflora* auf dieser Grundlage mehrere spärlich verzweigte Stämme erheben, ist *Paragorgia arborea* baumförmig verzweigt. Durch strauchähnlichen Wuchs mit dichotomischer Verzweigung zeichnet sich *Primnoa resedaeformis* (Fig. 181) aus. Vorwiegend in einer Ebene verzweigt sind *Paramuricea placomus*, *M. kükenhali*, *Stenogorgia rosea* und *Isidella lofolensis*.

Die Polypen sind entweder gleichmäßig rings um die Zweige verteilt, oder sie stehen nur auf einer Seite, die dann als Vorderseite des Stockes bezeichnet wird. Auch Anordnung in lateralen Längsreihen ist nicht selten. Sind die Polypen auf den distalen Teil der Kolonie beschränkt, so kommt es zur Ausbildung eines polypenfreien Stieles, der sich deutlich von der polypentragenden Krone abhebt. Derartige Stielbildungen sind homolog dem Syndet der Alcyonarien (S. III. e 230), nicht aber dem Pedunculus der Pennatularen (S. III. e 291), der ja den unteren Teil eines Primärpolypen darstellt. Bei allen Gorgonarien sind die Polypen so angeordnet, daß ihre Dorsalseite adaxial, ihre Ventralseite abaxial liegt.

Im Bau ihrer Polypen schließen sich die Hornkorallen eng an die Lederkorallen an, so daß wir uns hier auf einige kurze Bemerkungen beschränken können. Der verdickte proximale Abschnitt des Mauerblattes, in den sich der zarthäutige distale Teil zurückziehen kann, wird als Kelch bezeichnet. Ist der Kelch selbst retraktil, so spricht man von einem Scheinkelch. Die dem distalen Rande des Mauerblattes aufsitzenden Tentakel sind ausnahmslos gefiedert. Die Zahl der Fiedern schwankt bei den einzelnen Arten innerhalb enger Grenzen, meist zwischen 8 und 14. Bezüglich des verschiedenen Retraktionsvermögens der Polypen sei auf S. III. e 276) verwiesen.

Die Mundscheibe der Polypen wird häufig durch einen Deckel (Operculum) geschützt, der in den einzelnen Familien recht verschiedener Herkunft ist. Sind es bei den Primnoiden die distal am weitesten vorgeschobenen Deckschuppen der Polypen, die über dem Peristom eingeschlagen werden können, so handelt es sich bei den Muriceiden um spitz konvergierende Spicula, die der dorsalen Tentakelwand eingelagert sind und auf einem freien transversalen Spiculakranze ruhen. Auch bei den Isididen wird der Deckel von Skleriten der dorsalen Tentakelwand gebildet.

Wie bei manchen Alcyonarien (S. III. e 231) kommt auch bei gewissen Gorgonarien ein Dimorphismus der Polypen vor, der sich in dem Auftreten von Autozooiden und Siphonozoiden äußert. Unter den Hornkorallen ist er auf die Familien der Paragorgiiden und Coralliiden beschränkt. Bei der in unseren Gewässern heimischen *Paragorgia arborea* sind die in beträchtlicher Zahl vorhandenen Siphonozooide klein, kelchlos und tentakellos, entwickeln aber Geschlechtsprodukte, während die viel weniger zahlreichen, mit Kelch und Tentakeln ausgestatteten Autozooide steril sind. Eine Sonderstellung nimmt die Edelkoralle (*Corallium rubrum*) ein, wo die Gonaden sich in den Autozoiden entwickeln. Die sogenannten Nematozooide der Chrysogorgiiden sind keine modifizierte Siphonozooide, wie man früher geglaubt hat, sondern Nesselorgane (S. III. e 262).

Anatomie

1. Histologisches. — Das Ektoderm der Gorgonarien ist, wie KÜKENTHAL (1919, p. 650) betont hat, durchaus nicht immer ein Epithel, sondern oft eine einheitliche, feinkörnige Protoplasmanmasse mit eingestreuten Kernen; den äußeren Abschluß bildet eine zarte Kutikula, der häufig Fremdkörper, insbesondere Diatomeenschalen, anhaften. Die im Larvenzustande vorhandene Bewimperung des Ektoderms (S. III. e 271) bleibt bisweilen bei erwachsenen Tieren erhalten, und es ist durchaus nicht unwahrscheinlich, daß das Vorhandensein eines Zilienbesatzes bei den Hornkorallen die Regel bildet. Infolge des Fehlens einer Basalmembran ist das Ektoderm gegen die darunter liegende Mesoglöa nicht scharf abgesetzt. Häufig setzen sich einzelne Zellen oder größere ektodermale Protoplasmanmassen in Form von Strängen in die Mesoglöa fort. Auch das Ektoderm kann nach KÜKENTHAL ein Syncytium ohne wahrnehmbare Zellgrenzen darstellen; seine Abgrenzung gegen die Mesoglöa geschieht durch eine Membran, die der entodermalen Ringmuskulatur zugleich zur Anheftung dient. Die Mesoglöa ist ein Abscheidungsprodukt des Ektoderms, das Einschlüsse ektodermaler und entodermaler Herkunft enthält.

2. Nesselorgane. — Nach WEILL (1934) ist das Knidom der Gorgonarien und Alcyonarien (S. III. e 232) identisch. Auch die Hornkorallen besitzen nach seiner Auffassung nur zwei Formen von Atrichen, die sich durch ihre Form, die Aufrollung ihres Nesselschlauches und mitunter auch durch ihre Größe unterscheiden. Den Mangel an Spirosysten hält WEILL für ein allen Oktokorallien gemeinsames Merkmal (S. III. e 233). Im Widerspruch hierzu berichtet KÜKENTHAL (1919,

p. 652), daß bei den Gorgonarien neben ovalen dickwandigen Formen doppelt so lange dünnwandige Nesselkapseln vorkommen, in denen man den spiralg aufgerollten Faden deutlich sehen könne. Nach dieser Schilderung kann man wohl kaum daran zweifeln, daß auch bei den Hornkorallen Spirozysten vorkommen. Nach KÜENTHAL sind Nesselkapseln besonders reichlich im Ektoderm der Tentakel vorhanden. In der Rinde der Kolonie kommen sie nur zerstreut in kleinen Gruppen vor, können aber auch mitunter fast ganz fehlen. Gruppenweise zusammenstehende Nesselkapseln sah KÜENTHAL bei der westindischen *Pterogorgia bipinnata*. Nichts anderes als Anhäufungen von Nesselzellen sind auch die sogenannten Nematoozoide der in der Tiefsee heimischen Chrysoforgiiden. In den Mesenterialfilamenten von *Primnoa resedaeformis* kommen Nesselkapseln vor, die eine Länge von 38μ und eine Breite von 4.5μ erreichen. Sie haben dünne Wände und einen deutlich sichtbaren, in 8 bis 10 Windungen aufgerollten Faden (KÜENTHAL 1919, p. 663). Mit dem Ektoderm können Nesselkapseln in die Tiefe wandern; so finden wir sie gelegentlich in protoplasmatischen Strängen der Mesogläa, ein sicherer Beweis für deren ektodermale Herkunft.

3. Skelett. — Wie die Alcyonarien (S. III. e 233) und die Pennatularen (S. III. e 296) besitzen auch die Gorgonarien ein aus isolierten Skleriten bestehendes Stückelskelett aus kohlensaurem Kalk, und zwar tritt das Kalziumkarbonat bei allen bisher untersuchten Arten in Form von Kalzit auf. Aragonit konnte bei keiner Hornkoralle nachgewiesen werden (ENDERS 1932, p. 652). Nach CARY (1918, p. 189) entfallen auf die Skleriten 19.75 bis 35.86% des gesamten Körpergewichts. Wie die Untersuchungen W. J. SCHMIDTs (Die Bausteine des Tierkörpers im polarisierten Lichte, Bonn 1924) gezeigt haben, verhalten sich die Skleriten einiger Hornkorallen (*Briareum*, *Erythropodium*, *Solenopodium*, *Titanideum*) optisch wie einheitliche Kristalle, obwohl ihre Begrenzung nicht durch Kristallflächen erfolgt. Solche Biokristalle fehlen den übrigen Oktokorallien, deren Skleriten stets aus zahlreichen kleinsten Kriställchen aufgebaut sind (vgl. hierzu S. III. e 233 und 296). Skelettbildungen vom optischen Verhalten eines Kristallaggregats kommen auch bei den Gorgonarien vor, und zwar konnte W. J. SCHMIDT (1924, p. 125) in Bezug auf die mikrokristallinische Beschaffenheit drei verschiedene Typen unterscheiden: „Der erste ist gekennzeichnet durch mehr oder minder ausgesprochene Parallelanordnung der aufbauenden Kalzitkriställchen; der zweite umschließt Bildungen, denen, übrigens bei nicht geringen morphologischen Unterschieden, sphärolithische Anordnung der Bauteile eigen ist; der letzte aber bietet eine sehr viel verwickeltere Struktur vom kristallographischen Standpunkt aus dar, indem hier das gesamte Baumaterial keine einheitliche, sondern eine zu den Formverhältnissen der Skleriten in enger Beziehung stehende Anordnung gefunden hat.“ KÜENTHAL (1919, p. 4), unterscheidet bei den Gorgonarien drei Grundformen der Skleriten: glatte, kreisrunde, ovale oder biskuitförmige Scheiben, ferner Spicula, die in Form von Spindeln, Walzen, Nadeln, Stäben, Gürtelstäben, Hanteln oder Keulen auftreten können, und schließlich Schuppen. Bei den meisten Ske-

ritenformen kommen gelegentlich Zwillingsbildungen vor, auch hat man Drillinge und Vierlinge beobachtet. In der Polypenwand treten die Skleriten meist in Form konvergierender Doppelreihen auf, die in 8 Spitzen auslaufen und einem Ringe transversaler Spicula aufliegen können. Eine derartige Anordnung der Polypenskleriten bezeichnet man als *Krone*. Bezüglich der Beteiligung der Skleriten an der Bildung eines *Deckels* (Operculum) sei auf S. III. e 261 verwiesen.

Werden die Skleriten durch eine kalkige Zwischensubstanz miteinander verkittet, so kommt es zur Bildung einer hornfreien Kalzitachse, wie sie für die in unseren Gewässern nicht heimischen Edelkorallen (*Coralliidae*) charakteristisch ist. Bei den in der Nordsee durch je eine Art vertretenen Briareiden und Paragorgiiden ist die Hornabscheidung im wesentlichen an Spicula gebunden. So sehen wir bei *Anthothela grandiflora* die Skleriten in einem Netzwerk von Hornsubstanz liegen (Fig. 173). Bei *Paragorgia arborea* „ist das Hornskelett nur schwach entwickelt und tritt in der Markschrift in Hornsträngen auf, die in konzentrischen Kreisen den zentralen Teil der Markschrift umziehen“ (KÜKENTHAL 1919, p. 683). In diesen Fällen kann man noch nicht von einer eigentlichen Hornachse reden. Skelettbildungen, die diesen Namen verdienen, finden sich unter den Gorgonarien der Nordsee bei den Arten der Gattung *Paramuricea*, bei *Primnoa resedaeformis* und *Stenogorgia rosea*. Ist das Achsenskelett von *Paramuricea* völlig oder nahezu kalkfrei, so stellt sich die Achse von *Primnoa* als ein stark verkalktes Gebilde dar. Der im Querschnitt rosettenförmige Zentralstrang ist vorwiegend von kristallinischem Kalk erfüllt, und auch zwischen die selbst in verschiedenem Grade verkalkten Hornlamellen schieben sich Lamellen kristallinischen Kalkes ein (KÜKENTHAL 1919, p. 702). Bei den Melitodiden gliedert sich die Achse in Kalksegmente, die aus verschmolzenen Spicula hervorgegangen sind (Internodien), und hornige Verbindungsstücke, die von einem Gewirr kleiner stabförmiger Skleriten erfüllt sind. Auch in der Achse der Isididen wechseln kalkige Internodien mit hornigen Nodien ab.

Nach den Untersuchungen von CARY (1918, p. 189) entfallen von dem Gesamtgewicht eines Gorgonarienstockes 0 bis 11.75% auf das hornartige Achsenskelett, dessen Gerüstsubstanz wir mit DRECHSEL (1896, p. 92) als *Gorgonin* bezeichnen. Da Gorgonin zwar nicht schwefelfrei ist, wie die älteren Forscher meinten, aber mit einem durchschnittlichen Schwefelgehalt von 1% immerhin zu den schwefelärmsten Proteinoiden gehört, kann es jedenfalls nicht in die Gruppe der durch hohen Schwefelgehalt charakterisierten Keratine eingereiht werden. Im Gegensatz zum *Pennatulin* der Seefedern (S. III. e 296) ist Gorgonin unlöslich in Pepsin-Salzsäure.

Wie andere Anthozoen besitzen auch die Gorgonarien die Fähigkeit, Halogene aus dem Meerwasser aufzunehmen und in hohem Maße zu konzentrieren, und zwar findet diese *Halogenspeicherung* im Achsenskelett statt, während die die Gerüstsubstanz abscheidenden Polypen Halogene gar nicht oder nur in Spuren enthalten (DRECHSEL 1896). Vor allem weisen die Achsenskelette der Hornkorallen beträchtliche Mengen Jod auf. Der Jodgehalt scheint, unabhängig von Klima,

Standort und Alter der Kolonie, für jede Spezies eine annähernd konstante Größe zu sein. Innerhalb der Ordnung *Gorgonaria* finden wir allerdings sehr erhebliche Schwankungen. So gibt SUGIMOTO (1928) den Jodgehalt der Gorgonarienachse mit 1 bis 1.5% an. MÖRNER (1907), der mit einem wesentlich größeren Material gearbeitet hat, erhielt bei Gorgoniden 0.02 bis 1.53%, und bei Plexauriden 0.12 bis 6.92%. Die im Englischen Kanal heimische *Eunicella verrucosa* mit einem Jodgehalt von 6.92% gehört zu den jodreichsten Meeresstieren. DRECHSEL (1896) hat für diese Art sogar einen Jodgehalt von 7.8% errechnet. Doch sind die älteren Angaben über den Jodgehalt der Gorgonarienachse deshalb nicht als zuverlässig zu betrachten, weil das früher übersehene Brom bei der Analyse die Anwesenheit einer größeren Jodmenge vorgetäuscht hat. 82% der Jodmenge sind organisch gebunden (Jodgorgosäure). Eine qualitative Prüfung auf Brom fällt bei allen Hornkorallen positiv aus. Hier schwanken die Werte von kaum meßbaren Spuren bis 4.2%. Das Ergebnis der Bromresorption ist nach MÖRNER (1915) eine der Jodgorgosäure entsprechende Bromgorgosäure. Sonderbarerweise erstreckt sich die Halogenspeicherung der Gorgonarien hauptsächlich auf Jod und Brom, deren Gehalt im Meerwasser unbedeutend ist, während von dem reichlich vorhandenen Chlor ganz geringe Mengen aufgenommen werden. Bei keiner der bisher untersuchten Hornkorallen erreicht der Chlorgehalt nach MÖRNER (1907) 0.5%. Die wesentlich höheren Werte für Chlor, die DRECHSEL (1896) angibt, scheinen auf einem Irrtum zu beruhen.

4. Muskulatur. — Im Bau ihres Muskelsystems stimmen die Hornkorallen mit den Lederkorallen überein, so daß es genügt, hier auf das bei den Alcyonarien Gesagte (S. III. e 234) zu verweisen. Ektodermale Muskulatur findet sich besonders auf dem Peristom und auf der oralen Seite der Tentakel, entodermale Ringmuskulatur im Mauerblatt der Polypen und im Schlundrohr; auch die bei den Gorgonarien verhältnismäßig kräftig entwickelten Retraktoren der Mesenterien sind entodermalen Ursprungs. Ihre Anordnung an mesogläalen Lamellen ist bei den einzelnen Arten recht verschieden und kann, wie bei manchen Seeanemonen (S. III. e 90 ff.) als differentialdiagnostisches Merkmal verwendet werden.

5. Nervensystem. — Über das Nervensystem der Hornkorallen liegen bisher keine planmäßigen Untersuchungen vor. Was wir darüber wissen, deutet darauf hin, daß es im wesentlichen demjenigen der Lederkorallen (S. III. e 235) gleicht, aber weniger differenziert ist als der nervöse Apparat der Seefedern (S. III. e 298). Bezüglich der Leistungen des Nervensystems sei auf S. III. e 270 verwiesen.

6. Schlundrohr und Mesenterien. — Die innere Auskleidung des im Querschnitt ovalen Schlundrohrs (Fig. 183) besteht aus einem auffällig hohen, mehrzeiligen Epithel, das fast immer eine starke Längsfaltung aufweist. Die einzige ventral gelegene Schlundrinne ist auf das proximale Ende des Stomodaeums beschränkt. Die Siphonozooide unterscheiden sich, wie bereits (S. III. e 261) erwähnt wurde, dadurch von den Autozoiden, daß sie ein glattes Schlundrohr

ohne Längsfurchung und eine sehr kräftig entwickelte Siphonglyphe haben, die sich über das ganze Stomodaeum erstreckt.

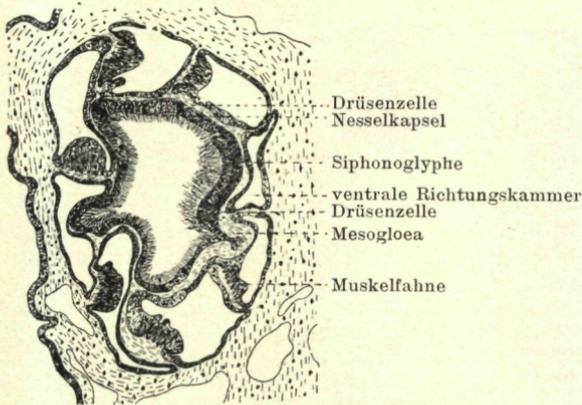


Fig. 183. Querschnitt durch einen Polypen von *Primnoa resedaeformis* in Höhe des Schlundrohres. — Nach W. KÜENTHAL (1919).

In Bau und Anordnung der Mesenterien (Fig. 184) stimmen Alcyonarien und Gorgonarien überein. Wie bei den Lederkorallen sind

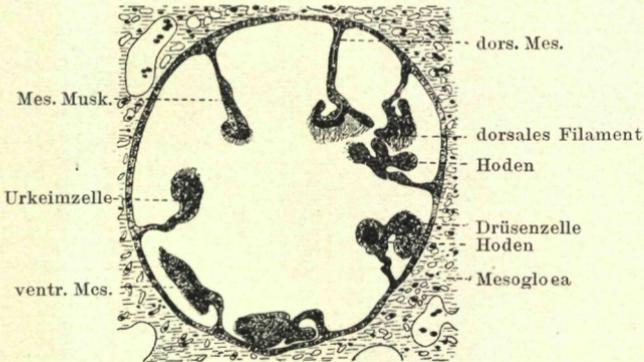


Fig. 184. Querschnitt durch einen Polypen von *Paragorgia arborea* unterhalb des Schlundrohres. — Nach W. KÜENTHAL (1919).

auch bei den Hornkorallen die beiden dorsalen Mesenterialfilamente erheblich länger als die dorsolateralen, ventrolateralen und ventralen.

7. Kanalsystem. — Im Kanalsystem der Gorgonarien lassen sich longitudinal verlaufende Hauptkanäle und ein peripher gelegenes Kanalnetz unterscheiden. Bei den primitiven Typen, zu denen in der Fauna der Nordsee z. B. *Paragorgia arborea* gehört, durchziehen die

Hauptkanäle Markschrift und Rindenschicht (Fig. 174) in beträchtlicher Zahl. Mit der Ausbildung einer Achse verschwinden sie im allgemeinen aus der Markschrift und ordnen sich zu einem die Achse umgebenden Kranz an. Dieser Vorgang läßt sich schon deutlich bei *Anthothela grandiflora* verfolgen, wo allerdings im basalen Teile des Stammes auch die Markschrift noch einige Längskanäle aufweist (Fig. 173), während in den distalen Teilen der Kolonie Hauptkanäle in der Markschrift nicht mehr vorkommen. Eine sehr regelmäßige kranzförmige Anordnung zeigen die Hauptkanäle bei *Primnoa resedaeformis*. Offenbar hängt dies mit der Stellung der Polypen zusammen, die bei dieser Art gleichmäßig rings um die Zweige verteilt sind. Wo die Polypen eine laterale Stellung einnehmen, finden wir meistens eine bilateral-symmetrische Anordnung der Hauptkanäle. Sie kommt dadurch zustande, daß „sich zwei entgegengesetzt liegende Kanäle durch besondere Größe, einen größeren Abstand von ihren Nachbarn, höheres Epithel und isolierteren, nicht in Verbindung mit den Gastralhöhlen stehenden Verlauf auszeichnen“ (KÜKENTHAL 1919, p. 676). Am distalen Ende treten die Hauptkanäle meist zu einem gemeinsamen Hohlraum zusammen, auch an der Basis stehen sie miteinander in Verbindung. Schließlich sind sie häufig auch durch Querkanäle miteinander verbunden. Mit den Gastralräumen der Polypen stehen sie entweder unmittelbar in Verbindung, oder es besteht mit ihnen mittelbar eine Kommunikation durch das periphere Kanalnetz. Nach außen führende Öffnungen der Hauptkanäle, die etwa den Stielporen der Seefedern (S. III. e 299) zu vergleichen wären, sind bei den Hornkorallen nicht beobachtet worden. Die morphologische Deutung des Kanalsystems hängt auf das engste mit der Entwicklungsgeschichte zusammen. Näheres hierüber siehe S. III. e 273.

8. Gonaden. — Die Geschlechtsorgane befinden sich an muskelarmen Stellen der ventralen und lateralen Mesenterien, während die dorsalen Mesenterien keine Gonaden tragen. Der Gorgonarienpolyp hat also sechs fertile und zwei sterile Mesenterien. Wo sich ein Dimorphismus der Polypen entwickelt, wie bei der in der Nordsee durch eine Art vertretenen Gattung *Paragorgia*, sind die Autozooide steril und die Siphonozooide fertil, d. h. die dimorphen Hornkorallen verhalten sich wie die dimorphen Lederkorallen (S. III. e 231), unterscheiden sich also wesentlich von den Seefedern, wo die Siphonozooide niemals Geschlechtsorgane aufweisen (S. III. e 293). Eine Ausnahme von dieser Regel bildet die Edelkoralle (*Corallium rubrum*), deren Siphonozooide steril sind. Bezüglich der Verbreitung des Hermaphroditismus unter den Gorgonarien vgl. S. III. e 270. Im reifen Zustande hängt das Ei mit dem Mesenterium durch den Eistiel zusammen (Fig. 185), dessen Bildung nur in wenigen Fällen unterbleibt. Eifollikel und Hodenfollikel bestehen aus einem entodermalen Epithel, an dessen Stelle bisweilen ein Syncytium tritt, und einer mesoglöalen Hülle, dem Chorion.

Vorkommen

1. Örtlichkeit (Biotop). — Hornkorallen kommen sowohl auf Felsen und Steinen als auch auf weichen Böden (Sand

und Schlamm) vor. Bezüglich der Anpassungen der Körperform an den Untergrund sei auf S. III. e 275 ff. verwiesen.

2. Salzgehalt. — Im Gegensatz zu den Actiniarien (S. III. e 144) und Pennatularen (S. III. e 301) kennen wir unter den Gorgo-

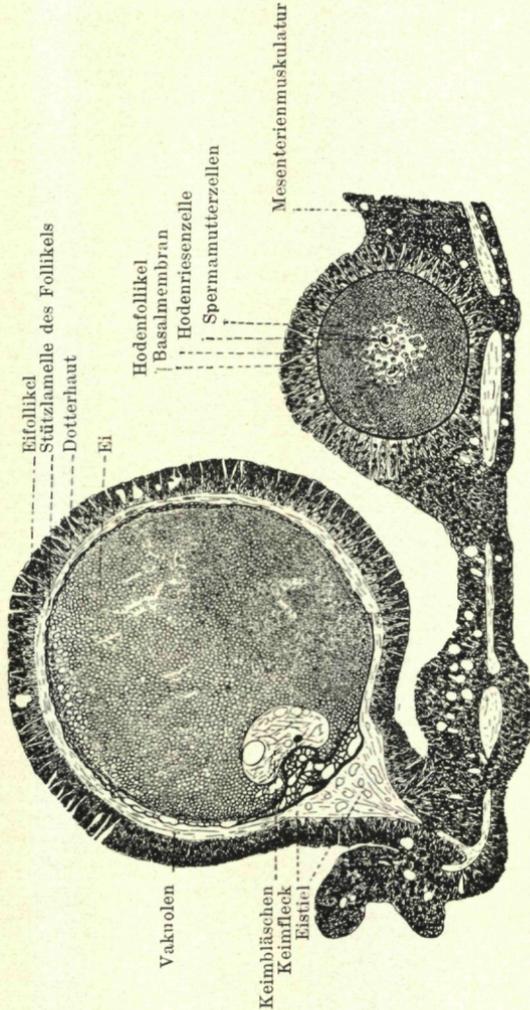


Fig. 185. Querschnitt durch die Gonaden an dem ventralen Mesenterium der hermatypidischen *Primnoa resedaeformis*. — Nach W. KUKESHAL (1919).

narien keinen Bewohner des Brackwassers. In salzarmen Meeren (Ostsee, Schwarzes Meer) leben keine Hornkorallen.

3. Temperatur. — Daß die Temperatur des Meerwassers auf die Verbreitung der Gorgonarien einen wesentlichen Einfluß ausübt, zeigt

schon die Tatsache, daß die meisten Arten auf das Warmwassergebiet der Tropen beschränkt sind. Nach CARY (1918, p. 189) wirken Wassertemperaturen von $+34.5^{\circ}$ bis $+38.2^{\circ}$ C auf westindische Gorgonarien bei einstündigem Verweilen letal.

4. Horizontale Verbreitung. — Von den 7 Spezies, die wir aus unserem Gebiete kennen, kommen 2, nämlich *Paragorgia arborea* und *Primnoa resedaeformis*, in den borealen Teilen des Atlantik und des Pazifik vor. BROCH (1935) nimmt für sie ein pazifisches Entstehungszentrum an. Er glaubt, diese beiden Hornkorallen seien von der Beringstraße aus längs des nordamerikanischen Kontinents nach Grönland gelangt. Die Annahme einer Wanderung von der Beringstraße durch das sibirische Küstenmeer in den Atlantik erscheint deshalb unwahrscheinlich, weil in diesem Falle die Ausbreitung gegen die vorherrschende Meeresströmung hätte erfolgen müssen. Ihre jetzigen Standorte im borealen Teile des Atlantik können die beiden Arten nur zu einer Zeit erreicht haben, als die Wassertemperaturen der Arktis höher lagen als heutzutage und die Beringstraße tief genug war, um auch von Arten durchquert zu werden, die in größerer Meerestiefe leben. BROCH verlegt diese Wanderungen in die Quartärzeit. Daß *Primnoa resedaeformis* sich in dieser verhältnismäßig kurzen Zeit im borealen Teil des Atlantik und des Pazifik zu je einer deutlich unterscheidbaren Rasse entwickelt hat, soll noch an anderer Stelle (S. III. e 275) erörtert werden. Vertreter des nordatlantischen Faunenelements sind *Anthothela grandiflora* und *Paramuricea placomus*. Doch verhalten sich die beiden Spezies insofern verschieden, als *Anthothela grandiflora* nicht ins Mittelmeer eindringt, während *Paramuricea placomus* dort heimisch ist. Als eine endemische Form unserer Gewässer müssen wir nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse *Stenogorgia rosea* betrachten. Das gleiche gilt für *Muriceides kükenhali* und *Isidella lofotensis*, deren Verbreitung allerdings noch recht unvollständig bekannt ist.

Innerhalb unseres Gebietes sind die Standorte der Hornkorallen recht ungleichmäßig verteilt. Als ihre eigentliche Heimat muß die norwegische Rinne betrachtet werden, wo nicht weniger als 7 Arten vorkommen. *Paramuricea placomus*, *P. kükenhali*, *Primnoa resedaeformis* und *Stenogorgia rosea* haben auch den Skagerak besiedelt, während im Kattegat nur noch *Stenogorgia rosea* anzutreffen ist. Im Sund, wo 8 Seeanemonen (S. III. e 149) und 1 Seefeder (S. III. e 301) leben, suchen wir nach Hornkorallen vergeblich, ebenso in der Beltsee, in der noch 6 Aktiniarien und 1 Pennatularie heimisch sind.

5. Vertikale Verbreitung. — In bezug auf ihre vertikale Verbreitung zeigen alle Gorgonarien der Nordsee insofern das gleiche Verhalten, als sie sämtlich Bewohner des tiefen Wassers sind. Durchaus an das tiefere Litoral (100 bis 200 m) gebunden ist *Stenogorgia rosea*, während *Anthothela grandiflora*, *Paragorgia arborea*, *Paramuricea placomus* und *Muriceides kükenhali* auch das Küstenabysal (200 bis 1000 m) besiedelt haben. Ausschließlich gehören dieser Tiefenstufe *Primnoa resedaeformis* und *Isidella lofotensis* an.

Bewegung

Im Gegensatz zu den halbsessilen Seeanemonen (S. III. e 152) und den gleichfalls halbsessilen Seefedern (S. III. e 302) bilden die Hornkorallen ausnahmslos festsitzende Kolonien, die einer freien Ortsbewegung nicht fähig sind. Gegenteilige Behauptungen älterer Autoren beruhen nach KÜKENTHAL (1919, p. 717) auf einem Irrtum. Dagegen lassen sich Gestaltsveränderungen der Rinde, die auf einer Aufnahme oder Abgabe von Wasser durch das Kanalsystem beruhen, einwandfrei beobachten, auch können bei manchen Arten die Spitzen der Zweige anschwellen. Daß die Polypen von *Primnoa resedaeformis* imstande sind, sich der Achse anzuschmiegen oder sich aufzurichten, ist eine Tatsache, die schon DANA (U. S. Exploring Exped., Zoophytes, p. 676; Philadelphia 1846) erwähnt. Besonders bezeichnend für diese Spezies hält er „the apparently important peculiarity, that the verrucae admit of motion at the base. They are usually reflexed upon the stem; but Esper has figured a specimen in which they were erect“. Da an anderen Hornkorallen ähnliche Beobachtungen gemacht wurden, kann man an der Richtigkeit dieses Befundes nicht zweifeln. Das Retraktionsvermögen der Polypen ist bei den Gorgonarien sehr verschieden entwickelt. So haben unter den Hornkorallen unserer Gewässer *Anthothela grandiflora*, *Paragorgia arborea*, *Paramuricea placomus*, *Muriceides kükenthali* und *Stenogorgia rosea* retraktile, *Primnoa resedaeformis* und *Isidella lofolensis* dagegen nicht retraktile Polypen. Beeinträchtigt bei *Primnoa* die Bedeckung der Polypen mit Schuppen die Retraktionsfähigkeit, so erweist sich bei *Isidella* das Vorhandensein langer, parallel zur Längsachse der Polypen angeordneter Spikula als ein im gleichen Sinne wirkendes Hindernis.

Ernährung

Über die Ernährung der Hornkorallen ist wenig bekannt. V. KOCH (1887, p. 67) hat im Gastralraum lebender Gorgonarien niemals Spuren geformter Nahrung angetroffen, „auch nie irgend einen erkennbaren Gegenstand mittels der Tentakel in den Mund einführen sehen. Ich muß daher“ — so fährt er fort — „glauben, daß entweder die in Gefangenschaft gehaltenen Tiere gar nicht fressen und sich nur deshalb so lange, scheinbar gesund, erhalten, weil sie gut hungern können, oder daß sie überhaupt nur von schon mehr oder weniger zersetzten organischen Teilchen, welche im Meerwasser schweben, sich nähren“. CHESTER (Proc. Amer. Acad. Arts Sciences 48, p. 757; 1913), der bei *Pseudoplexaura crassa* nur selten Nahrungsaufnahme beobachtet hat, gelangte zu der Überzeugung, daß die Nahrung dieser Spezies aus Nannoplankton besteht. Auch KÜKENTHAL (1919, p. 718) ist es nur in wenigen Fällen geglückt, Reste kleiner Crustaceen im Gastralraum von Gorgonarien nachzuweisen. WILSON (Pilos. Transact. Roy. Soc. London 1883, p. 786) fütterte *Leptogorgia* mit Austernschwämmen. — Die V e r d a u u n g scheint bei den Gorgonarien im Schlundrohr und in den ventralen und lateralen Mesenterialfilamenten stattzufinden (KÜKENTHAL, in: Handb. Zool. 1, p. 727; 1925).

Über die A t m u n g der Gorgonarien ist wenig bekannt. Nach CARY (1918) beträgt der Sauerstoffverbrauch von Hornkorallen pro *kg* Lebend-

gewicht in 1 *Std.* 13.99 bis 74.59 *ccm.* Ihre Körperoberfläche vergrößert sich bei Expansion auf das 1.25- bis 3.25-fache.

Sinnesleben

Über das Sinnesleben der Hornkorallen ist ebenfalls wenig bekannt. Nach PARKER (1925, p. 347) ruft eine mechanische oder photische Reizung der Polypen lediglich eine lokale Reaktion hervor, ein Verhalten, das sich wesentlich von demjenigen der Pennatularien (S. III. e 312) unterscheidet. „Whether this distinction“ — sagt PARKER — „is general one for gorgonians and pennatulids cannot, of course, be stated because of the very limited range of material tested, but it is one worthy of further consideration.“ KÜKENTHAL (1919, p. 718) berichtet, daß bei leichter Berührung eines Polypen die Nachbarpolypen gewöhnlich in ihrer ursprünglichen Stellung verharren, daß dagegen bei stärkeren mechanischen Insulten unter Umständen eine Kontraktion sämtlicher Polypen erfolgen kann. So beobachtete er bei *Eunicella verrucosa* gelegentlich ein blitzschnelles Einziehen aller Einzeltiere eines Stockes. Er schließt daraus, „daß den einzelnen Polypen wohl eine ziemliche Selbständigkeit ihres Nervensystems zukommt, daß sie aber außerdem durch ein koloniales Nervensystem miteinander verbunden sein müssen.“ Jedenfalls scheint aber bei den Gorgonarien der nervöse Zusammenhang zwischen den Einzeltieren ebenso geringfügig und lückenhaft zu sein wie bei den Alcyonarien (S. III. e 235). Die schnelle Retraktion aller Polypen eines Stockes, wie man sie gelegentlich bei *Eunicella* beobachtet, kann allein nicht als Beweis für das Vorhandensein eines kolonialen Nervensystems angesehen werden. Findet doch bei stärkerer mechanischer Reizung meist eine Erschütterung des ganzen Stockes statt, auf die dann natürlich alle Polypen mit einer Schließung ihrer Tentakelkrone antworten.

Fortpflanzung

1. Arten der Fortpflanzung. — Wie bei den Lederkorallen (S. III. e 244) bildet auch bei den Hornkorallen Knospung die Grundlage der Koloniebildung. Dagegen ist eine Proliferation ganzer Kolonien, wie sie bei den Pennatularien (S. III. e 305) vorkommt, bei Gorgonarien bisher noch niemals beobachtet worden. Die Mehrzahl der Gorgonarien sind Zwitter. In diesem Punkte stimmen sie also ganz mit den Alcyonarien (S. III. e 244) überein und unterscheiden sich wesentlich von den Pennatularien (S. III. e 304), wo Hermaphroditismus unbekannt ist.

Ungleichzeitige Entwicklung der Geschlechtsprodukte (Dichogamie) scheint die Regel zu bilden, und zwar dürfte fast immer Protogynie vorliegen. Auf Schnitten durch Gonaden von Hornkorallen (Fig. 185) trifft man daher häufig reife Eier und junge Hoden, niemals aber umgekehrt reife Hoden und unreife Eier. Auch in dieser Beziehung zeigen Alcyonarien und Gorgonarien das gleiche Verhalten.

2. Eiablage. — Nach WILSON (Philos. Transact. Roy. Soc. London 174, p. 735; 1884) erfolgt bei *Leptogorgia* die Ablage der rosafarbenen Eier frühmorgens, und zwar stoßen die Polypen in allen Teilen der Kolonie nahezu gleichzeitig ihre Eier aus.

3. Eigröße. — Die Eigröße der Gorgonarien schwankt nach den bisher veröffentlichten Messungen zwischen 150 und 800 μ . KÜKENTHAL (Wissenschaftl. Ergebn. Deutsch. Tiefsee-Exped., 13. Bd., p. 668; 1919) gibt folgende Werte an: *Plexaura* spec. 150 μ , *Acalycigorgia inermis* 170 μ , *Acanthogorgia gracillima* 230 μ , *Primnoella antarctica* 250 μ , *Spongioderma verrucosa* 360 μ , *Iciligorgia ballini* 560 μ , *Primnoa resedaeformis* und *Callozostxon horridum* 700 μ , *Briareum asbestinum* 800 μ . Nach WILSON (Philos. Transact. Roy. Soc. London 174, p. 735; 1884) beträgt der Durchmesser der Eier von *Leptogorgia* spec. 300 μ .

4. Größe der Hoden. — Der Durchmesser des Gorgonarienhodens schwankt nach KÜKENTHAL zwischen 113 und 525 μ . Die in der Nordsee heimische *Primnoa resedaeformis* gehört zu den Arten mit kleinen Hoden (Durchmesser 125 μ).

5. Dimorphismus der Spermien. — Wie bei manchen Lederkorallen (S. III. e 244) hat man auch bei gewissen Hornkorallen einen Dimorphismus der Spermien festgestellt. So kommen nach KÜKENTHAL bei *Muricella erythraea* neben Makrospermien, die eine Länge von 25 bis 28 μ erreichen und einen 4 μ großen Kopf haben, Mikrospermien vor, die zwar 30 μ lang sind, aber einen nur 1.5 μ großen Kopf haben.

6. Brutpflege. — Im allgemeinen werden die reifen Geschlechtsprodukte durch die Polypen in das Meerwasser entleert, wo die Befruchtung erfolgt. Nur verhältnismäßig wenige Arten sind vivipar. Soweit ich das Schrifttum überblicke, handelt es sich um 8 Spezies, darunter die in unseren Gewässern heimische *Primnoa resedaeformis* (J. A. THOMSON 1907). Die Embryonen sind bei der Geburt etwa 1 mm groß. Bei *Gorgonia capensis* soll nicht der Mund des Mutterpolypen als Geburtsöffnung dienen, sondern die Nachkommen gelangen durch Dehiscenz der Rinde nach außen. Besondere Bruträume sind von einer Primnoide (*Plumarella delicatissima*) beschrieben worden. Dort bildet sich zwischen der verdickten adaxialen Polypenwand und der benachbarten Zweigrinde ein seitlich teilweise geschlossener Hohlraum aus, in dem die Eier ihre Entwicklung durchmachen (KÜKENTHAL 1925, p. 727).

Entwicklungsgeschichte Embryonalentwicklung. — Über die Embryologie der Gorgonarien liegen nur wenige Untersuchungen vor. Nach WILSON (1883) ist die Furchung total, und das Entoderm entsteht wie bei den Alcyonarien (S. III. e 245) und den Pennatularen (S. III. e 305) durch Delamination. Der Embryo nimmt eine ovale Gestalt an, und seine Oberfläche bedeckt sich mit einem gleichmäßigen Besatze von Zilien, der am 6. oder 7. Tage der Entwicklung wieder verschwindet. Bezüglich der Persistenz der Bewimperung bei erwachsenen Hornkorallen vergl. S. III. e 261. Die Larve sinkt nun zu Boden, ihr Körper verkürzt sich, und mit dem aboralen Körperende setzt sie sich auf der Unterlage fest. Die Dauer des pelagischen Lebens scheint nicht nur bei den einzelnen Arten sehr verschieden zu sein, sondern ist auch bei einer und derselben Spezies merkwürdig schwankend. Jedenfalls

erfolgt der Übergang zur sessilen Lebensweise bei *Eunicella verrucosa* auf sehr verschiedenen Stadien der Entwicklung. Die Bildung des Schlundrohrs, das anfänglich ein unten geschlossenes Rohr darstellt, erfolgt durch ektodermale Einstülpung. In der Regel treten gleichzeitig mit den Mesenterien die Tentakelanlagen auf, und kurz nach der Entstehung der Tentakel werden auch die ersten Skleriten sichtbar. Diese Skelettelemente erscheinen zunächst als kleine, kugelige Gebilde im Innern stark granulierter Skleroblasten, die aus dem Ektoderm in die Mesoglöa einwandern. Sobald sich der Kern des Skleroblasten geteilt hat, zieht sich die Anlage eines Spiculums in die Länge, und es kommt dann zur allmählichen Ausbildung seiner charakteristischen Form (KÜKENTHAL 1919, p. 670).

Postembryonale Entwicklung. — Über die Entstehung des Hornskeletts sind die Meinungen der Forscher geteilt. v. KOCH

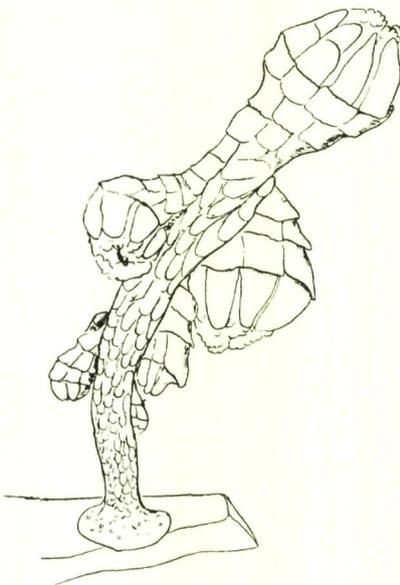


Fig. 186.

Jugendstadium von *Primnoa resedaeformis* in 8facher Vergrößerung.
Nach W. KÜKENTHAL (1919).

(1887) und KINOSHITA (1910) halten die Hornachsen der Gorgonarien für ein Abscheidungsprodukt des Ektoderms der Fußscheibe. Nach ihrer Auffassung vollzieht sich die Bildung der Gorgonarienachse also in der gleichen Weise wie die Entstehung des Kalkskeletts der Steinkorallen (S. III. e 74). Demgegenüber glaubt KÜKENTHAL (1919, p. 689) den Nachweis geführt zu haben, daß alle bei den *Scleraxonia* vorkommenden Skelettbildungen (hornartige Substanz, Skleriten, verkittende Kalkmasse) durch mesoglöale Zellen abgeschieden werden. Eine Beteiligung des Ektoderms der Fußscheibe an der Bildung der Achse kommt nach seiner Auffassung nicht in Frage. Von denselben mesoglöalen Zellen, die die Hartsubstanzen der *Scleraxonia* liefern, wird nach KÜKENTHAL (p. 660) auch die

Achse der *Holaxonia* gebildet. Ein Unterschied besteht nur insofern, als bei den *Scleraxoniern* die hornabscheidenden Zellen zerstreut in der Mesoglöa liegen, während sie bei den *Holaxoniern* zur Bildung des Achsenepithels zusammentreten. Etwa 1 cm hohe Jugendstadien von *Primnoa resedaeformis* (Fig. 186) sind mit einer scheibenförmigen Fußplatte von kreisförmigem Umriß auf der Unterlage festgewachsen. Seitlich am Stamm sitzen, ungefähr in einer Ebene angeordnet, 6 basalwärts immer kleiner werdende Polypen. Querschnitte

durch die Fußplatte (Fig. 187) zeigen, daß das ektodermale Epithel nur bis zum Umschlagsrand reicht und auf der Unterseite fehlt. Die Begrenzung erfolgt dort durch die Mesogläa, die nach unten eine feste Membran abgeschieden hat. Der basale Teil der Achse wird nach KÜKENTHAL (p. 694) zweifellos von mesogläalen Zellen gebildet, die aus interstitiellen Zellen des Ektoderms hervorgegangen sind. Am freien Achsenende ordnen sich die mesogläalen Zellen epithelartig an und bil-

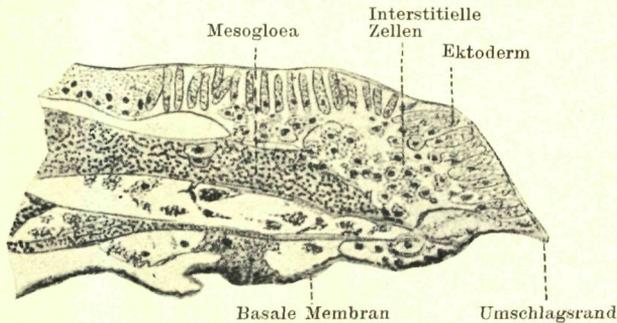


Fig. 187. Querschnitt durch die Fußplatte einer jugendlichen *Primnoa resedaeformis*. Nach W. KÜKENTHAL (1919).

den das Achsenepithel. Trotz weitgehender Verschiedenheiten der Auffassung stimmen die v. KOCHSche und die KÜKENTHALSche Theorie doch darin überein, daß die Hartsubstanzen des Skeletts letzten Endes ektodermaler Herkunft sind. Nach v. KOCH (1887) vollzieht sich die Bildung einer Kolonie in der Weise, daß an dem Mauerblatt des primären Polypen durch Knospung sekundäre Polypen entstehen, während KINOSHITA (1910) und KÜKENTHAL (1919) die Meinung vertreten, daß die Bildung neuer Polypen nur von basalen Stolonen ausgeht. Die Feststellung dieses Tatbestandes ist entscheidend für die morphologische Deutung der Gorgonarienkolonie. Schließt man sich der Auffassung von KINOSHITA und KÜKENTHAL an, dann ist der Stamm der Gorgonarienkolonie nicht der untere Teil eines Primärpolypen, sondern ein Teil des Zönenchyms. Die Polypen eines Hornkorallenstockes sind dann einander gleichwertig im Gegensatze zu den Pennatularien, wo ein primärer Axialpolyp aus seiner Wandung sekundäre Polypen hervorsprossen läßt (S. III. e 306). Schließlich sind dann die Hauptkanäle des Stammes einer Gorgonarienkolonie nicht Teile des Gastralraumes des Mutterpolypen, sondern Solenia.

3. Wachstum. — Das Längenwachstum der Kolonie ist nach VERSLUYS (1902) nicht auf die Spitzen der Zweige beschränkt, sondern kann, wenigstens bei den Primnoiden, auch interkalar erfolgen. Bei *Primnoella vanhoeffeni* setzt die Wirtelbildung, wie KÜKENTHAL (1912) berichtet, zunächst im distalen Teile der Kolonie ein, indem sich dort neue Wirtel zwischen die alten einschalten; später sieht man Anlagen neuer Wirtel auch in den proximalen Abschnitten des Stockes. CHESTER (Proc. Amer. Acad. Arts scienc. 48, p. 760; 1913) hat bei

Pseudoplexaura crassa junge Polypen an allen Stellen der Kolonie angetroffen. Nach CARY (1914) nehmen junge Hornkorallen im Laufe eines Jahres bis zu 200% an Größe zu. Später sinkt ihre Wachstumsgeschwindigkeit rasch. Bei der Edelkoralle scheint das Dickenwachstum im zweiten und dritten Jahre am größten zu sein (DANTAN 1928).

4. Lebensalter. — Die Gorgonarien werden nach KÜKENTHAL (Handbuch Zool. 1. Bd. 1925, p. 727) „wahrscheinlich mehrere Jahre“ alt. Tatsächlich hat ja CARY (1914) bei seinen Untersuchungen über das Wachstum der Hornkorallen mehrere Exemplare von *Plexaura flexuosula* Kükthl. und *Rhipidigorgia flabellum* (L.) zwei Jahre lang lebend beobachtet. Nach der von ihm ermittelten Wachstumsgeschwindigkeit wird man gewissen Gorgonarien ein Alter von mindestens 6 bis 8 Jahren zuschreiben müssen. DANTAN (1928) hat es wahrscheinlich gemacht, daß der zentrale Kern im Achsen skelett der Edelkoralle (*Corallium rubrum* Lam.) in der ersten warmen Periode (April bis November) gebildet wird und daß die konzentrischen Lagen, die ihn umgeben, dem Zuwachs je eines Jahres entsprechen. Einem Achsen skelett mit einem Durchmesser von 1 cm müßten wir demnach ein Alter von 5 Jahren zuschreiben.

5. Regeneration. — Die Hornkorallen verfügen über ein sehr beträchtliches Regenerationsvermögen. Abgeschnittene Endzweige von *Eunicella verrucosa* zeigten nach 22 Tagen eine Längenzunahme von 6 mm (KÜKENTHAL 1909, p. 327). In der gleichen Zeit hatte sich die Rinde eines Astes, die ringsherum in einer Breite von 11 mm entfernt worden war, bis auf eine 5 mm breite Zone erneuert.

6. Reduktionserscheinungen. — An absterbenden Kolonien von *Eunicella verrucosa* machte v. KOCH (1887, p. 68) eine eigenförmliche Beobachtung. Er „fand nämlich, daß immer zuerst die Rinde sich auflöste, sich in trüben, rötlichen Schleim verwandelte und in Fetzen von dem Skelett auf den Boden des Gefäßes herabfiel. Dabei wurden die Polypen als kleine, rote Kügelchen isoliert und konnten leicht mit einer Glasröhre weggenommen werden. Wurden dieselben, wenn sie auch schon acht Tage lang in den verwesenden Zönenchymresten gelegen hatten, in recht lebhaft zirkulierendes Seewasser gebracht, so zeigten sie nach einigen Tagen wieder Bewegungen, krümmten sich, blähten sich auf, streckten einige Tage später die Tentakel aus und lebten 2 Monate lang als Einzeltierchen weiter.“ Ob sie noch die Fähigkeit hatten, neue Kolonien zu bilden, konnte leider geprüft werden.

7. Konkreszenz. — Verschmelzungen zweier Äste sind bei *Eunicella verrucosa*, aber auch bei anderen Gorgonarien, keine Seltenheit. Nach v. KOCH (1887, p. 68) legen sich zuerst zwei Äste aneinander, dann werden die Polypen der Berührungsflächen rückgebildet, das Zönenchym beider Äste verschmilzt, und schließlich kommen die Skelettachsen aufeinander zu liegen. Durch Ausscheidung neuer Hornschichten wird der dünnere Zweig ± von dem dickeren umwallt; eine Verschmelzung der Achsenkanäle findet jedoch niemals statt.

Rassenbildung

Die Bildung geographischer Rassen spielt unter den Hornkorallen keine erhebliche Rolle, und es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß den meisten Unterarten, die KÜKENTHAL in seiner Bearbeitung der Gorgonarien im „Tierreich“ (1924) aufgestellt hat, schon deshalb nur der Rang von Varietäten zuerkannt werden kann, weil das Moment der geographischen Sonderung vollkommen fehlt. So gliedert KÜKENTHAL *Melitodes flabellifera* in 3 Unterarten, die nebeneinander in den japanischen Gewässern vorkommen, und bei *Psammogorgia arbuscula* unterscheidet er 3 Subspezies am gleichen Standort (Perl-Inseln). Ähnlich liegen die Dinge bei *Muricea fruticosa* (2 Unterarten an den Perl-Inseln), *Muricea appressa* (gleichfalls 2 Unterarten im Flachwasser der Perl-Inseln), *Plumarella sarta* (2 Unterarten in der Sagambucht), *Thouarella variabilis* (2 Unterarten an der Prinz Edward-Insel in gleicher Tiefe), *Gorgonia pulchra* (2 Unterarten im Flachwasser S-Kaliforniens), *Eugorgia bradleyi* (2 Unterarten an der W-Küste Zentralamerikas), *Pterogorgia acerosa* (4 Unterarten im Flachwasser der Antillen ohne Andeutung einer räumlichen Isolierung). Offenbar hat KÜKENTHAL den Begriff „Unterart“ in einem ganz anderen Sinne gebraucht als die moderne Tiergeographie, nämlich ihn in den meisten Fällen als gleichbedeutend mit „Varietät“ behandelt. Einige seiner Unterarten dürften sich wohl bei erneuter Nachprüfung als ökologische Rassen erweisen. Ich denke an die Fälle, wo es anscheinend zu einer Differenzierung in Flachwasser- und Tiefwasserformen gekommen ist, so bei der japanischen *Acabaria modesta* (*typica* im Litoral, *abyssicola* im Küsten-Abyssal), bei der japanischen *Acanthogorgia gracillima* (*typica* im oberen Litoral, *lata* im oberen Abyssal) oder der gleichfalls in den japanischen Gewässern heimischen *Plumarella spinosa* (*brevispina* in 50 m, *typica* in 230 bis 330 m Tiefe). Vergl. hierzu auch Anpassungen der Körperform an die Umwelt S. III. e 276. In einem einzigen Falle dürfte eine geographische Rassenbildung vorliegen. Er betrifft die zirkumboreale verbreitete *Primnoa resedaeformis*. Diese Hornkoralle ist nach BROCH im Quartär aus dem Pazifik in den Atlantik eingewandert (S. III. e 268) und hat sich dort zu einer neuen Rasse differenziert, die sich von derjenigen des Pazifik durch geringere Größe der Polypen und kürzere Deckschuppen unterscheidet (S. III. e 258).

Haltung im Aquarium

Nach KÜKENTHAL (1909, p. 326) erwiesen sich Kolonien von *Eunicella verrucosa* „in Aquarien mit stark fließendem Wasser eingesetzt, als durchaus lebenskräftig und hielten sich hier Monate lang“. V. KOCH (1887, p. 71) empfiehlt, Gorgonarien im Aquarium so unterzubringen, daß das Zönenchym nirgends von anderen Gegenständen gedrückt wird. Gedrückte Stellen sterben nach seinen Erfahrungen ab, faulen und stecken oft benachbarte Teile der Kolonie an. „Überhaupt muß man jede Verletzung des Zönenchym möglichst vermeiden und durch Druck beschädigte Stellen mittels scharfer Schmitte entfernen.“

Beziehungen zur Umwelt

1. Anpassungen der Körperform an die Umwelt. — Die Befestigung der Kolonie auf dem

Untergrunde hängt im wesentlichen von der Bodenbeschaffenheit ab. Manche in der Brandungszone lebende Arten bilden dünne Überzüge auf festen Körpern, denen sie sich eng anschmiegen. Aufrecht wachsende Formen befestigen sich auf Felsen und Steinen mit einer scheibenförmigen Verbreiterung ihrer Basis, während sie sich in Schlammböden und Sandgrund mit langen, schmalen, oft verästelten Stolonen verankern. Da in der Flachsee fester Untergrund häufig ist, in der Tiefsee jedoch schlammige Böden überwiegen, finden wir bei den Bewohnern des Litorals in der Mehrzahl der Fälle Fußplatten, bei den abyssalen Formen dagegen Stolonen. Mit der Verschiedenartigkeit des Nahrungserwerbes in Flachsee und Tiefsee hängen gewisse Unterschiede in Verzweigung, Anordnung und Größe der Polypen zusammen. Den Hornkorallen des Litorals wird die Nahrung meistens durch horizontale Strömungen zugeführt; infolgedessen neigen die Gorgonarien dieses Lebensbezirkes zur Verzweigung in einer Ebene, häufig unter reichlicher Anastomosenbildung benachbarter Äste, ein Vorgang, der die Festigkeit des Stockes erhöht und ihm Schutz gewährt gegen die Gefahr des Zerrissenwerdens durch die Brandung. Im allgemeinen überwiegt unter den Hornkorallen der Flachsee eine biserialen Anordnung der Polypen. Den Bewohnern der Tiefsee fließt die Nahrung in vertikaler Richtung zu als feiner Regen abgestorbener planktischer Mikroorganismen. Daher sind die Gorgonarien der Tiefsee wenig verästelt, Anastomosenbildung kommt bei ihnen kaum vor, und unter den Polypen überwiegt eine wirtelförmige Anordnung. Daß die Hornkorallen der Flachsee kleinere Polypen aufweisen als diejenigen des Abyssals deckt sich durchaus mit den Erfahrungen, die man bei Pennatularen gemacht hat (S. III. e 309). Nach KÜKENTHAL (1919, p. 735) zeichnen sich die Flachseebewohner durch eine größere Retraktivität, die Arten des Abyssals durch eine stärkere Panzerung ihrer Polypen aus. Im übrigen glaubt KÜKENTHAL (p. 731) nachgewiesen zu haben, „daß die Existenzbedingungen der Tiefsee bei den verschiedensten Gruppen der Gorgonarien Ähnlichkeiten in der Gestalt und Anordnung der Polypenskleriten hervorgerufen haben, die nicht auf verwandtschaftliche Beziehungen zurückzuführen sind, sondern Konvergenzerscheinungen darstellen“. Mit dem verschiedenen Retraktionsvermögen der Polypen bei Litoral- und Abyssalbewohnern hängen die Differenzen der Rindendicke zusammen. Die Gorgonarien der Flachsee haben eine dicke, diejenigen der Tiefsee eine dünne Rinde. Mit zunehmender Wassertiefe wächst im allgemeinen die Starrheit der Kolonie, um bei den Angehörigen der Stillwasserfauna ihren höchsten Grad zu erreichen.

2. Teilnahme an Biozönosen. — Wie schon in anderem Zusammenhange (S. III. e 75) erwähnt wurde, bilden *Paragorgia arbores*, *Primnoa resedaeformis*, *Anthothela grandiflora* und *Paramuricea placomus* im Trondhjemsfjord einen wesentlichen Bestandteil der *Lophohelia*-Bänke. An der W-Küste Schwedens (Gullmarfjord) ist *Stenogorgia rosea* Leitform der nach ihr benannten *Stenogorgia rosea*-Assoziation (Kristinebergs Zool. Stat. No. 4, 1930, p. 347), in der besonders

reichlich *Alcyonium digitatum* (S. III. e 224) vorkommt, aber auch *Caryophyllia smithi* (S. III. e 56) vertreten ist.

3. Epöken. — Lebende Gorgonarien bieten zahlreichen anderen Korallentieren eine geeignete Wohnstätte. An der norwegischen Küste bekundet die Krustenanemone *Epizoanthus norvegicus* eine gewisse Vorliebe für *Primnoa resedaeformis* und *Paragorgia arborea* (S. III. e 53). Die Seeanemone *Ptychodactis patula* kommt im Trondhjemsfjord in einer gelb gefärbten Varietät auf *Primnoa resedaeformis*, in einer blauen Form auf *Paramuricea placomus* vor (S. III. e 88), auch *Milne-Edwardsia lovéni* siedelt sich gern auf Gorgonarien an (S. III. e 92). An den Brionischen Inseln fand PAX das zierliche *Parerythropodium coralloides* ausschließlich auf lebenden Stöcken von *Eunicella verrucosa*, derselben Art, die im Englischen Kanal der Seeanemone *Amphianthus dohrnii* als Standort dient (T. A. STEPHENSON, British Sea Anemones, vol. 2, London 1935, p. 282 ff.). War in diesen Fällen sicher die Notwendigkeit, in einer an geeigneten Substraten armen Umwelt den erforderlichen Siedlungsraum zu gewinnen, die primäre Veranlassung der Epökie, so ergab sich für die Anthozoen, die zu dieser Lebensweise übergingen, bisweilen sekundär noch ein anderer Nutzen. So fand KISHINOUE (1904) auf dem japanischen *Corallium inutile* eine von ihm als „*Palythoa*“ bezeichnete Zoanthidenkolonie, deren Fremdkörperskelett Skleriten dieser Gorgonarie enthielt. Es handelt sich also um einen ähnlichen Fall von Epökie, wie ihn kürzlich ARNDT und PAX (*Thalassia* 2, no. 3; 1936) von einer Krustenanemone des Mittelmeeres beschrieben, die einen wesentlichen Teil ihres Fremdkörperskeletts aus Schwammnadeln aufbaut.

Außer Anthozoen kommen als Epöken lebender Hornkorallen besonders Schwämme, Hydroidpolypen, Brachiopoden, Anneliden, Schlangensterne, Mollusken und Krustazeen in Betracht. Auch Haifische heften ihre Eier bisweilen an die Äste von Gorgonarien.

Mitunter ist von einem Einfluß des Epöken auf den Wirtsorganismus nichts zu spüren. In anderen Fällen lassen sich jedoch mehr oder minder deutliche Schädigungen der Hornkoralle feststellen. Solche werden besonders durch Kieselschwämme hervorgerufen. So hat NEUMANN (Untersuchungen über die Bildung des Achsenskeletts einiger Gorgonaceen, Inaug.-Dissertation Breslau 1911, p. 15) einen Querschnitt durch einen Zweig einer Hornkoralle abgebildet, dessen Rinde bis zu beträchtlicher Tiefe durch einen Kieselschwamm zerstört war, und SCHIMBKE (Studien zur Anatomie der Gorgonaceen, Inaug.-Dissertation Breslau 1915, p. 46) hat die Abwehrreaktionen beschrieben, die das Eindringen des Kieselschwammes bei der Gorgonarie auslöst. Sie bestehen im wesentlichen in der Abscheidung kräftiger, das weitere Eindringen des Epöken verhindernder Hornlamellen. Nach TOEPLITZ (*Zool. Jahrb. Suppl.* 16, p. 340; 1929) üben kleine Seeanemonen, die sich auf *Nicella*-Arten ansiedeln, einen Einfluß auf das Wachstum dieser Hornkorallen aus. Normalerweise stellen alle Angehörigen der Gattung *Nicella* in einer Ebene verzweigte Sympodien dar. „In der Umgebung der Aktinie“ — schreibt CHARLOTTE TOEPLITZ — „wuchern die Zweige üppiger

und treten zugleich aus der Hauptebene heraus. Sie bilden gewissermaßen eine Art Schutzgeflecht um die Aktinie herum. Diese Wucherung bleibt auf die nächste Umgebung der Aktinien beschränkt und greift vor allem auch nicht auf die Hinterseite der Kolonie über.“ Nach KÜKENTHAL (Wissenschaftl. Ergebn. Deutsch. Tiefsee-Exped. **13**, p. 737; 1919) rufen Aktinien an den Insertionsstellen von *Ceratois macrospiculata* Zweigbildungen der sonst unverästelten Stämme und sogar Knickungen hervor.

Wie bei Antipatharien können auch bei Gorgonarien Wachstumsstörungen des Skeletts durch Polychäten hervorgerufen werden. Wenn auch an der Entstehung mancher „Wurmrohre“ die Hornkoralle zweifellos nur passiv beteiligt ist, müssen doch gewisse Gebilde als Wachstumsreaktionen der Gorgonarie auf bestimmte, von den Polychäten ausgehende Reize, also als Gallen angesprochen werden (vgl. hierzu S. III. e 37). Besonders bei Prinnoiden zwingen die Anneliden die Kurzweige, sich über ihnen zu dichten Gitterröhren zu vereinigen. Bei *Stenella* sind nach KÜKENTHAL an der Bildung derartiger Wurmgänge nicht Kurzweige, sondern stark vergrößerte Polypen- und Rindenschuppen beteiligt. Neben Polychätengallen spielen bei den Gorgonarien vor allem Cirripediengallen schon durch die Häufigkeit ihres Auftretens eine erhebliche Rolle. Die Gallbildung führt hier nicht zu einem völligen Einschluß der Cecidiozoen, sondern es bleibt immer eine feine Öffnung frei, durch die der Krebs seine Rankenfüße herausstrecken kann.

Manche Haifische legen ihre Eier an Gorgonarien, so z. B. an die im Mittelmeer häufige *Eunicella verrucosa*. Die Hornfäden, mit denen die Eier befestigt sind, werden dann häufig durch die Rinde der Gorgonarie umwachsen.

4. Symbiosen. — Zooxanthellen finden sich im Entoderm zahlreicher Hornkorallen, und zwar sowohl im Bereich der Gastralräume wie des mesoglöalen Kanalsystems. Merkwürdigerweise kommen sie, worauf bereits KÜKENTHAL (1919, p. 653) aufmerksam gemacht hat, auch in Arten vor, die größere Meerestiefen bewohnen, z. B. in der bis ins Küstenabyssal hinabreichenden *Paragorgia arborea*. Bisweilen hängt die Färbung einer Hornkoralle von dem Vorhandensein oder Fehlen der Algensymbiose ab. So kommen bei *Paragorgia arborea*, aber auch bei *Eunicella verrucosa* rote und weiße Kolonien vor. „Die roten haben“ — schreibt KÜKENTHAL — „niemals Zooxanthellen aufzuweisen, während sie in den weißen sehr häufig sind. Die ursprüngliche Farbe ist also in diesen beiden Fällen rot, während die weiße Farbe eine sekundäre Erscheinung ist, die nach STUDER dadurch hervorgerufen wird, daß die Zooxanthellen die Abscheidung von Sauerstoff übernehmen, die sonst von dem roten Farbstoff besorgt wird.“ Die Verhältnisse liegen hier also umgekehrt wie bei gewissen Seeanemonen, bei denen Zooxanthellenmangel Weißfärbung erzeugt (S. III. e 204).

5. Parasiten. — Als Entoparasiten von *Anthoplexaura*, *Caligorgia*, *Thouarella* und *Chrysogorgia* sind Kopepoden beschrieben worden, die der Gattung *Lamippe* (S. III. e 315) nahestehen. Die von diesen Schmarotzern befallenen Polypen schwellen zu abnormer Größe an.

6. Leuchtvermögen. — Über die Lichtproduktion der Gorgonarien ist wenig bekannt. Das Schauspiel eines nächtlichen Fanges leuchtender Hornkorallen schildert der MARQUIS DE FOLIN, der 1879 an den ersten Fahrten des „*Travailleur*“ und des „*Talisman*“ teilgenommen hat, folgendermaßen: „Combien la surprise fut grande quand on put retirer du filet un grand nombre de Gorgones ayant le port d'un arbuste et que ceux-ci jetèrent des éclats de lumière qui firent pâlir les vingt fanaux qui devaient éclairer les recherches; ils cessèrent pour ainsi dire de luire aussitôt que les polypiers se trouvèrent en leur présence. Cet effet inattendu produisit d'abord une stupéfaction générale, puis on porta quelques spécimens dans les laboratoires, où les lumières furent éteintes. Ce fut un instant de magie; de tous les points des tiges principales et des branches du polypier s'élançaient, par jets, des faisceaux de feu dont les éclats s'atténuèrent, puis se ravivaient pour passer du violet au pourpre, du rouge à l'orangé, du bleuâtre à différents tons du vert, parfois au blanc du fer surchauffé. Cependant la couleur dominante était sensiblement la verte. Tout ceci était bien autrement beau que la plus belle pièce d'artifice.“ Nach MOSELEY (Quart. Journ. microscop. science N.S. 17, p. 1—23; 1877) enthält das Licht von *Mopsea* eine beträchtliche Menge roter Strahlen. MCINTOSH (Nature, London, 32, p. 478; 1885) gibt an, daß auch *Isis* und *Gorgonia* leuchten.

Wirtschaftliche Bedeutung

Unbearbeitete Achsenskelette von Gorgonarien dienen in vielen Gegenden der Erde als Wand- und Zimmerschmuck. So sieht man bei den Bauern der norwegischen W-Küste gelegentlich die strauch- oder baumförmig verzweigten Skelette von *Primnoa resedaeformis* (Fig. 181) auf Glasschränken stehen. Bearbeitete Hornachsen werden in derselben Weise wie die Skelette der Dörnchenkorallen (S. III. e 38) im Orient als Waffenschmuck, zu Schnitzarbeiten nach Art von Kameen sowie zur Herstellung von allerhand Gebrauchsgegenständen benützt. Außerordentlich verbreitet ist dort die Anwendung zu medizinischen Zwecken und als Amulett. Vgl. hierzu auch PAX und ARNDT, Rohstoffe des Tierreichs, Bd. 1, p. 88 ff.; 1928.

Literatur

1. Zusammenfassende Werke.

- AURIVILLIUS, M.: The Gorgonarians from Dr. SIXTEN BOCKS Expedition to Japan and Bonin Islands 1914. in: Kungl. Svenska Vetensk. Akad. Handl., 3. ser., 9, no. 4, p. 1—335, 6 Taf., 65 Textfig.; 1931.
 v. KOCH, G.: Die Gorgoniden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Erster Theil einer Monographie der *Anthozoa Alcyonaria*; in: Fauna u. Flora Golf. Neapel, 15; 1887.
 KÜKENENTHAL, W.: Gorgonaria; in: Wissenschaftl. Ergebn. Deutsch. Tiefsee-Exped., 13; 1919.
 — Gorgonaria; in: Das Tierreich, 47. Liefg.; 1924.

2. Gorgonarien der Nordsee und ihrer Nachbargebiete.

- BROCH, H.: Die Alcyonarien des Trondhjemsfjordes. II. Gorgonacea; in: Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1912, no. 2, p. 1—48, 29 Textfig.
 — Arktische Alcyonarien i Tromsø Museum; in: Tromsø Mus. Aarsheft. 34, p. 170 bis 186, 1 Fig.; 1913.
 — Oktokorallen des nördlichsten Pazifischen Ozeans und ihre Beziehungen zur atlantischen Fauna; in: Avh. Norske Vidensk. Akad. Oslo (mat.-nat. Kl.), 1935, Nr. 1, p. 1—53, 21 Abb.

- Some zoogeographical problems of the northern Pacific; in: Science 83, p. 101 bis 103; 1936.
- GRIEG, J. A.: Bidrag til kundskaben om Hardangerfjordens fauna; in: Bergens Mus. Aarbok 1913, no. 1, p. 1—147, 2 Taf.
- JÄGERSKIÖLD, L. A.: Koraller i Svenska Hav; in: Jorden Runt 1933, p. 449—458, 7 Fig.
- JUNGERSEN, F. E.: Alcyonarian and Madreporarian Corals in the Museum of Bergen. collected by the Fram-Expedition 1898—1902 and by the „Michael Sars“ 1900 bis 1906; in: Bergens Mus. Aarbok 1915—16, Naturvid. Række, Nr. 6, p. 1—44; 1916.
- NORDGÅRD, O.: Faunistic notes on marine Evertebrates. VII. On the distribution of some Alcyonarian Corals in Northern Norway; in: Kongl. Norske Vidensk. Selsk. Forhandl., vol. 3, nr. 1, p. 1—2, 1 Fig.; 1931.
- THOMSON, J. A.: Note on *Primnoa reseda* from the Faeroe Channel, and on its embryos; in: Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh, 17, p. 65—72, 2 Taf.; 1907.
- THOMSON, J. S.: Observations on living Gorgonias (*Gorgonia verrucosa*) occurring in the English Channel; in: Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 8, vol. 10, p. 479—483; 1912.

3. Skelett.

- DRECHSEL, E.: Beiträge zur Chemie einiger Seetiere; in: Zeitschr. f. Biol. N.F., 15, p. 85—107; 1896.
- ENDERS, M.: Calcit und Aragonit im Skelett der Anthozoen; in: Arch. f. Naturgesch., N.F., 1, p. 646—653; 1932.
- MÖRNER, C. T.: Zur Kenntnis der organischen Gerüstsubstanz des Anthozoenskeletts. I. Mitteilung; in: Zeitschr. f. physiol. Chemie, 51, p. 33—63; 1907.
- Über das Vorkommen von Brom in organischer Bindung; in: Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1914, p. 1—17; 1915.
- PAX, F.: Die Achsenkelette der Anthozoen im Röntgenbilde; in: Zeitschr. f. Morphol. u. Ökol., 9, p. 710—718, 4 Textabb.; 1927.
- SCHMIDT, W. J.: Die Skleriten der Oktokoralle Briareum als Biokristalle; in: Arch. f. Entwicklungsmech., 51. Bd., Heft 3/4, p. 509—551, Taf. III, 15 Textabb.; 1922.
- SUGIMOTO, K.: Jodine in Gorgonian corals; in: Journ. biol. chem., 76, no. 3, p. 723 bis 728; 1928.

4. Physiologie.

- CARY, L. R.: Observations on the ecology and growth-rate of Gorgonians; in: Carnegie Inst. Washington Nr. 182, 1914.
- A study of respiration in Alcyonaria; in: Papers Departm. Mar. Biol., 12, p. 185 bis 191; 1918.
- DANTAN, J. L.: Recherches sur la croissance du corail rouge (*Corallium rubrum* Lamarck); in: Bull. Soc. Zool. France, 53, no. 1, p. 42—46; 1928.
- KÜENTHAL, W.: Beobachtungen an einigen Korallentieren des Adriatischen Meeres; in: Aus der Natur, 5. Jahrg., Heft 11, p. 321—328, 2 Textabb., 1 Taf.; 1909.
- PARKER, G. H.: Activities of colonial animals. III. The interrelation of zooids in soft corals; in: Proc. Nation. Acad. science, 11, no. 6, p. 346—347; 1925.

5. Entwicklungsgeschichte.

- KINOSHITA, K.: Über die postembryonale Entwicklung von *Anthoplexaura dimorpha* Kükenth.; in: Journ. College Science Imper. Univ. Tokyo, 27, no. 14, 13 p., 3 Abb.; 1910.
- WILSON, E. B.: Observation on the structure and development of Renilla and Leptogorgia; in: Johns Hopkins Univ. Circ., p. 247; 1882.

8. Ordnung: Pennatularia.

Charakteristik Die *Pennatularia* oder Seefedern sind unverzweigte Oktokorallen von beträchtlicher Körpergröße und meist lebhafter Färbung. Niemals auf dem Untergrunde festgewachsen, sondern lose im Boden steckend, führen sie, wie die *Ceriantharia* und *Actiniaria*, eine halbsessile Lebensweise. Die Kolonie besteht aus einem großen Haupt- oder Primärpolypen und kleineren Sekundärpolypen, die aus der Wand des Hauptpolypen hervorsprossen und stets so orientiert sind, daß sie ihre Dorsalseite der Spitze der Kolonie zuwenden. Während das distale Ende des Hauptpolypen sich bei erwachsenen Seefedern fast immer zurückbildet, wandelt sich sein proximaler Teil in den Stamm der Kolonie um, an dem sich zwei Abschnitte unterscheiden lassen: der mit sekundären Polypen ausgestattete Kiel (Rhachis) und der fast aus-

nahmslos polypenfreie, häufig in Bulbus und Endblase gegliederte Stiel. Der Kiel bildet zusammen mit den ihm aufsitzenden sekundären Polypen das Polypar. Alle Pennatularen weisen einen Dimorphismus ihrer sekundären Polypen auf, die entweder als Autozooiden (Polypen im engeren Sinne) oder als Siphonozooide (Zooide) entwickelt sind. Das mesogläle, von einer bindegewebigen Achsenscheide umgebene Achsen skelett, das nur wenigen Arten fehlt, ist ein aus Pennatulin bestehendes, stabförmiges Gebilde mit Einlagerungen von Kalzit oder Kalziumphosphat. Während die Skleriten des Stiellinnern in Gruppen auftretende, scheibenförmige Kalkkörper von kreisrundem oder ovalem Umriss darstellen, zeigen diejenigen der Stielrinde ein mehr plattenförmiges Aussehen. Die Skleriten des Kieles und der Polypen sind fast stets nadel förmig und meist infolge der Ausbildung längs verlaufender Leisten dreiflügelig. Nur wenige Arten entbehren der Skleriten. Die Seefedern zeichnen sich durch den Besitz einer kräftig entwickelten Muskulatur aus; sie verteilt sich auf drei Systeme: die Muskulatur der Achsenhülle, deren Kontraktion eine Krümmung der Skelettachse bewirkt, die Muskulatur des Stammes, die als Längsmuskel- und als Ringmuskelschicht auftritt und im Bereiche des Bulbus den Sphincter pedunculi bildet, und die Muskulatur der Polypen. Das Nervensystem ist gut ausgebildet und stimmt im wesentlichen mit demjenigen der Actiniaren überein. Doch scheint außer dem nervösen Apparat der einzelnen Polypen noch ein koloniales Nervensystem vorhanden zu sein. Einen hohen Grad von Komplikation zeigt das Gastrovaskularsystem der Seefedern, das sich in ein zentrales und ein peripheres Kanalsystem gliedert. Das zentrale Kanalsystem besteht aus vier Hauptkanälen, von denen zwei median gelegene unmittelbar aus der Gastralhöhle des Primärpolypen hervorgehen, während die beiden lateralen durch sekundäre Erweiterung von Ernährungsgefäßen in der Längsscheidewand entstehen, welche die beiden medianen Hauptkanäle trennt (Mesenterium transversum). Das die Hauptkanäle umgebende kavernöse Gewebe wird seinerseits von zahlreichen Kanälen durchzogen, die sowohl mit dem zentralen wie mit dem peripheren Kanalsystem kommunizieren. Das letztere, aus longitudinal verlaufenden Parietalkanälen und ringförmig angeordneten Querkanälen bestehend, mündet in die Gastralräume der sekundären Polypen. Die beiden dorsalen Filamente sind wesentlich länger als die übrigen. Den Siphonozoiden fehlen Retraktoren meist ganz, ebenso Mesenterialfilamente. Gelegentlich kommt es bei ihnen zu völligem Schwund der Mesenterien.

Ungeschlechtliche Fortpflanzung einer ganzen Kolonie ist bisher nur bei einer einzigen Art beobachtet worden. Geschlechtsverteilung ausnahmslos diözisch. Anscheinend sind nur wenige Arten mit Zooxanthellen vergesellschaftet.

Die Ordnung der Pennatularen ist weltweit verbreitet. Die erwachsenen Tiere bewohnen die Schlammgründe des tieferen Litorals und des Abyssals. Nur wenige Arten sind auch im Flachwasser anzutreffen. Ihre Larven, die eine kurze Schwärmzeit haben, gehören der Schwebefauuna an. Wie ein Teil der Actiniaren (S. III. e 144) vermögen einige Pennatularen im Brackwasser zu leben. Sie haben daher auch salz-

1. Familie *Kophobelemnoidae*.

In der Nordsee nur die



Fig. 188.
Kophobelemnon stelliferum von der
W-Küste Schwedens in etwa
 $\frac{1}{2}$ natürl. Größe.
(Aufnahme von Göteborgs Natur-
historiska Museet.)
Nach L. A. JÄGERSKIÖLD (1933).

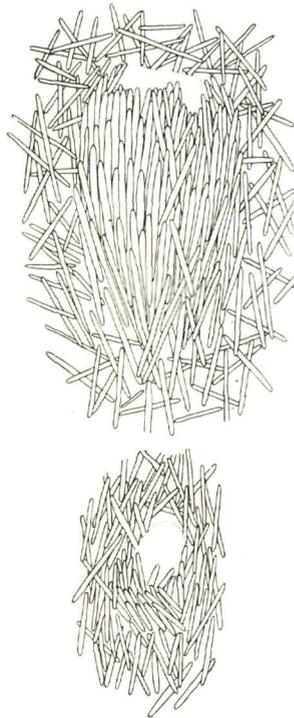


Fig. 189.
Kielzooide von *Kophobelemnon stelliferum*; oben Zooid aus dem proximalen, unten aus dem distalen Teile.
Nach W. KÜENTHAL u. H. BROCH (1911).

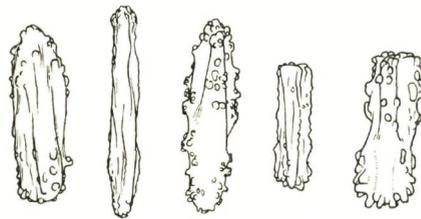


Fig. 190.
Skleriten der Stielrinde von *Kophobelemnon stelliferum*. — Nach W. KÜENTHAL (1911).

Gattung *Kophobelemnon* Asbjørnsen.

In unserem Gebiete durch eine Art vertreten:

K. stelliferum (O. F. Müll.) (Fig. 188). — Farbe der Kolonie schmutzig-

gelb oder bräunlichgrau mit gelbbraunen bis violettbraunen Polypen, die in 4 bis 5 un-
 deutlichen Längsreihen angeordnet sind. Zooiden im proximalen Teile des Polypars
 wesentlich größer als im distalen (Fig. 189); Skleriten der Stielrinde (Fig. 190) bedornete
 Stäbe oder Spindeln, bis 160 μ lang; Skleriten des Polypars bis 600 μ lang. — V o r k o m m e n :
 In Schlammhoden in 40 bis 4400 m Tiefe. — V e r b r e i t u n g : Im nördlichen
 Atlantik und im Pazifik; in unserem Gebiete im nördlichen Teile des Kattegat
 (Bohuslän), im Oslo-Fjord, Skagerak, vor Kap Lindesnaes und an der W-Küste Nor-
 wegens (Bergen) in 100 bis 750 m Tiefe.

2. Familie *Funiculinidae*.

In der Nordsee nur eine Gattung:

Gattung *Funiculina* Lamarek
 mit einer einzigen Art:

F. quadrangularis (Pall.) (Fig. 191). — Elfenbeinfarben oder nur im proximalen
 Teile elfenbeinfarben, im distalen rosa gefärbt, bisweilen auch von einheitlich rötlich-
 gelber Färbung; Kolonie schlank, im proximalen Teil starr, im distalen spiralig
 eingerollt; Stiel von kreisrundem, Kiel von vierkantigem Querschnitt; Polypen 2 bis
 3 mm lang; in der Stielrinde plattenförmige Skleriten von 42 μ Länge, im Polypenkelch
 strahlenförmig angeordnete Bündel bis 630 μ langer Skleriten; die Bündel laufen in
 8 Zähnen aus, unter denen sich ein breiter Ring transversal liegender Skleriten
 befindet (Fig. 192). — V o r k o m m e n :
 In den Schlammgründen des tieferen Litorals und Abyssals. — V e r b r e i t u n g :
 Fast kosmopolitisch (nördlicher Atlantik, Indik und Pazifik); in unserem Gebiete an
 der W-Küste Norwegens (Bergensfjord, Korsfjord, Hardangerfjord, Stavanger), im
 Skagerak, im Oslofjord S von Dröbak und an der Küste von Bohuslän in 40 bis 375 m.

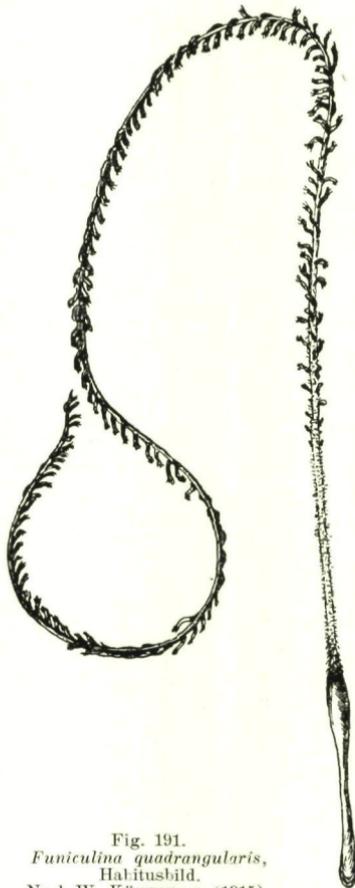


Fig. 191.
Funiculina quadrangularis,
 Habitusbild.
 Nach W. KÜENTHAL (1915).

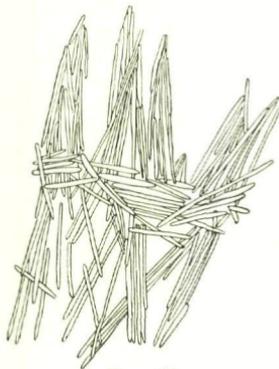


Fig. 192.
 Anordnung der Polypenskleriten
 von *Funiculina quadrangularis*.
 Nach W. KÜENTHAL (1911).

3. Familie *Protoptilidae*.

In der Nordsee nur die

Gattung *Protoptilum* Kölliker,

die in unserem Gebiet nur durch eine Art vertreten ist:

P. thomsoni Köll. — Farbe der Polypenkelche und der Zooide rot, des übrigen Polypars und des Stieles gelblichweiß; Stiel kürzer als das Polypar, walzenförmig oder etwas abgeflacht; Polypen jederseits in 4 Längsreihen, die bei erwachsenen Stöcken sich gleichzeitig in schräg nach oben verlaufende Dorsalreihen bis zu 6 Polypen anordnen. Auf der Dorsalseite ein nackter medianer Kielstreifen, ventral nur eine feine unterbrochene nackte Linie; Polypenkelche meist mit 3 schwach entwickelten Zähnen; Zooide sehr zahlreich, mit unvollkommenem Kelch; Skleriten des Kelches bis 1 mm lang. — Vorkommen: Im tieferen Litoral und Abyssal. — Verbreitung: Im N-Atlantik; in unserem Gebiete nur an der W-Küste Norwegens (Sognefjord, Bergensfjord) in 300 bis 450 m Tiefe.

2. Unterordnung: Subscelliflorae.

Bestimmungsschlüssel der Familienreihen.

Polypen auf lateralen Wülsten oder ganz niedrigen Blättern; Kiel schlank; Polypar lang gestreckt, rutenförmig . . . *Junciformia*.
 Polypen auf großen blattförmigen Polypenträgern; Kiel dick; Polypar federförmig *Penniformia*.

Familienreihe ***Junciformia***.

Alle in der Nordsee und ihren Nachbargebieten heimischen *Junciformia* gehören zu

Familie *Virgulariidae*.

Bestimmungsschlüssel der Unterfamilien.

Polypen in Querreihen *Pavonariinae*.
 Polypen auf niedrigen, mitunter blattartigen Polypenträgern seitlich und ventral am Kiel *Virgulariinae*.

Unterfamilie *Pavonariinae*

mit der einzigen

Gattung *Pavonaria* Kölliker.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

Polypen nicht von Wülsten umgeben *P. christii* (Kor. & Dan.).
 Polypenreihe von einem gemeinsamen Wulst umgeben; bis 15 Polypen in einer Reihe *P. finmarchica* (M. Sars).

P. christii (Kor. & Dan.). — Farbe der Kolonie rot; Stock ziemlich schlank, wenig fleischig; Polypen in dichten Querreihen, die ventral zusammenstoßen und die nicht von Wülsten umgeben sind; im Stielinnern zahlreiche, gruppenweise zusammenliegende, bis 25 µ lange Kalkkörperchen; in den Polypenkelchen bis 500 µ lange spindelförmige Skleriten; sie tragen bis zu 15 Polypen, deren Kelche fast vollständig in die Wülste eingebettet sind; Polypenkelch mit 2 abaxialen Zähnen; im Stielinnern zerstreut bis 20 µ lange Kalkkörperchen; Polypenkelche von 1300 µ langen Nadeln gebildet. — Vorkommen: In 90 bis 1820 m. — Verbreitung: N-Atlantik und N-Pazifik (Broch 1935); in unseren Gewässern an der W-Küste Norwegens (Bergensfjord) und nach GRIEG (1892, p. 11) auch an der W-Küste Schwedens.

P. finmarchica (M. Sars). — Farbe der Kolonie schmutzig-blutrot, am Stiel etwas dunkler; Polypen bräunlich; Stock langgestreckt und fleischig; die niedrigsten polypentragenden Wülste stehen sehr schräg am Kiel und stoßen ventral zusammen; sie tragen bis zu 15 Polypen, deren Kelche fast vollständig in die Wülste eingebettet sind; Polypenkelch mit 2 abaxialen Zähnen; im Stielinnern zerstreut bis 20 µ lange Kalkkörperchen; Polypenkelche von 1300 µ langen Nadeln gebildet. — Vorkommen: In 90 bis 1820 m. — Verbreitung: N-Atlantik und N-Pazifik (Broch 1935); in unseren Gewässern an der W-Küste Norwegens (Bergensfjord) und nach GRIEG (1892, p. 11) auch an der W-Küste Schwedens.



Fig. 193.
 Tentakelskleriten von *Pavonaria finmarchica*.
 Nach W. KÜENTHAL (1911).

Unterfamilie *Virgulariinae*.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

Polyparskleriten vorhanden, an der Unterseite der Blätter eine Platte bildend *Stylatula* Verrill.
 Polyparskleriten fehlend *Virgularia* Lamarck.

1. Gattung *Stylatula* Verrill.

In unserem Gebiete mit einer Art:

S. elegans (Danielssen) (Fig. 194). — Farbe der Kolonie wechselnd. Stock sehr schlank, mit wenig entwickelten, weit auseinander stehenden Blättern, auf denen bis 6 Polypen inseriert sind; Zooide gruppenweise seitlich am Kiel oberhalb jedes Blattes; Spicula-platte von bis 500 μ langen dreiflügeligen stab- bis spindelförmigen Nadeln mit abgerundeten oder dreiteiligen Enden gebildet. — *Vorkommen*: Im Litoral und Küstenabys- sal bis an die obere Grenze des Hochseeabys- sals verbreitet (15 bis 1030 *m*). — *Verbreitung*: N-Atlantik; in unserem Gebiete an der W-Küste Norwegens (Kristiansund, Bergensfjord, Hardangerfjord, Bukkenfjord) in 40 bis 375 *m*, in den Garnelenfeldern des Oslofjords in 90 bis 130 *m* (BROCH 1935, p. 25), im Skagerak W von Kap Skagen, NW der Hebriden (MARSHALL 1887, p. 133) in 1030 *m*.

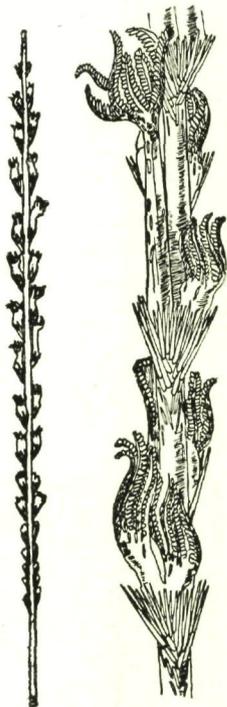


Fig. 194.
Stylatula elegans.
Links Habitusbild, rechts ein Teil der Kolonie vergrößert.
Nach A. M. MARSHALL (1887).

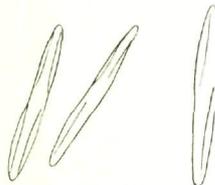


Fig. 195.
Tentakelskleriten von *Stylatula elegans*.
Nach W. KÜENTHAL (1911).

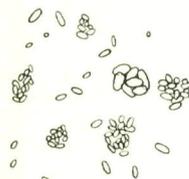


Fig. 196.
Scleriten des Stiellinern von *Virgularia mirabilis*.
Nach W. KÜENTHAL (1911).

Varietäten.

var. *carnea* nov. var. — Orange bis hellfleischrot, mit blutroten Blattbasen.
var. *smaragdina* A. M. Marshall. — Grünlichgelb, mit leuchtend dunkelgrünen Blattbasen.

2. Gattung *Virgularia* Lamarck.

In unserem Gebiete mit 2 Arten, die sich folgendermaßen unterscheiden:

Rand der Polypenkelche mit Zähnen oder Tuberkeln

V. tuberculata A. M. Marshall.

Rand der Polypenkelche glatt *V. mirabilis* (O. F. Müll.).

V. tuberculata A. M. Marshall. — Farbe gelblichweiß. Stock schlank und starr; Polypenträger im proximalen Teile gegenständig, im distalen Teile alternierend; Polypenkelche deutlich ausgebildet, mit 8 kleinen Papillen oder warzigen Kelchzähnen; unter jedem Polypenträger 3 oder 4 laterale Zooide; Scleriten fehlen vollständig. — *Vorkommen*: Im tieferen Litoral und Abys- sal. — *Verbreitung*:

Europäische Küsten des Atlantik und Polargebiet (Spitzbergen, Taimyrhalbinsel); in unserem Gebiete im Skagerak und Kattegat.

V. mirabilis (O. F. Müller). — Farbe gelblich-orange bis hellfleischrot. Kolonie schmal und starr; Polypenträger meist subalternierend, selten opponiert; jedes Blatt trägt bis zu 16 Polypen; Polypenkelche glatt, ohne Zähne oder Tuberkeln am Rande; Zooide lateral am Kiel in ein- bis zweireihigen Querstreifen unter den Blättern, nicht auf das nackte Dorsalfeld übergreifend; im Stielinnern bis 10 μ große, ovale Kalkkörperchen, in Haufen angeordnet (Fig. 196). — Vorkommen: In Schlick und sandigem Schlick des Litorals. — Verbreitung: Im nördlichen Atlantik, südlich bis zu den Azoren; auch im Mittelmeer und im Schwarzen Meer. In unserem Gebiete an der W-Küste Norwegens (Sondfjord, Sognefjord, Askvold, Hardangerfjord), im Skagerak, Oslofjord bei Drolak (PENNEX 1905), im Kattegat, an der Küste von Bohuslän (THEEL 1908), im Sund, in der Beltsee (Samsö-Belt, Großen Belt), ferner auf der Doggerbank und an den O-Küsten Schottlands (Peterhead) und Englands (Bamburgh).

Familienreihe ***Penniformia***.

Bei uns mit der einzigen

Familie *Pennatulida*e.

In unseren Gewässern nur eine

Gattung *Pennatula* Linné.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. Tentakeln ohne Skleriten | <i>P. grandis</i> Ehrbg. |
| — Skleriten in den Tentakeln vorhanden | 2. |
| 2. Alle Zooide gleichartig | <i>P. phosphorea</i> L. |
| — Zwei Arten von Zooiden | <i>P. aculeata</i> Dan. |

P. grandis Ehrenbg. — Farbe mennigrot, dunkelorange oder bräunlich. —

Kolonie gerade gestreckt oder im proximalen Teile schwach umgebogen; im oberen Drittel des Stieles eine scharfrandige, spindelförmige Anschwellung; Polypen am ventralen Blattrande in mehreren unregelmäßigen, dicht gedrängten Reihen; unter den Zähnen des Polypenkelches ist einer stärker als die übrigen ausgebildet; Zooide dorsal in 2 schmalen Längsstreifen zu beiden Seiten eines breiten nackten Kielfeldes; außerdem dichte Zooidstreifen auf dem dorsalen Blattrand; Rindenskleriten im proximalen Teile des Stieles stabförmig, meist dreiflügelig und bis 200 μ lang, diejenigen der Stielanschwellung und des Kieles stets dreiflügelig und bis 470 μ lang und die der Blätter und Polypenkelche gleichfalls dreiflügelig und bis 1200 μ lang; Tentakeln ohne Skleriten. — Vorkommen: Litoral und Abyssal (75 bis 2700 m). — Verbreitung: Nördlicher Atlantik. In unserem Gebiete an der W-Küste Norwegens (Kristiansund, Bergensfjord, Korsfjord, Hardangerfjord, Ekersund) und zwar vor der Küste in 75 bis 400 m, im Innern der Fjorde bis 800 m hinabsteigend; auch auf der Großen Fischerbank.

P. phosphorea L. (Fig. 197). — Farbe dunkelrot bis weiß. — Stiel starr, kürzer oder höchstens ebenso lang wie die Feder; auf dem ventralen Blattrand in einer Reihe bis über 20 große Polypen; Polypenkelche fast ausnahmslos achtzählig; Zooide zu beiden Seiten eines dorsalen nackten Kielstreifens in meist 13, selten mehr Längsreihen; außerdem treten zwischen den Blättern laterale Zooide auf, gelegentlich finden sich auch ventrale Zooide; dorsale Zooide sämtlich gleich groß und von einem Panzer fächerförmig angeordneter Skleriten bedeckt; in der Stielrinde 220 μ lange, stabförmige Skleriten mit abgerundeten Enden. — Vorkommen: In mit Sand vermischem Schill,

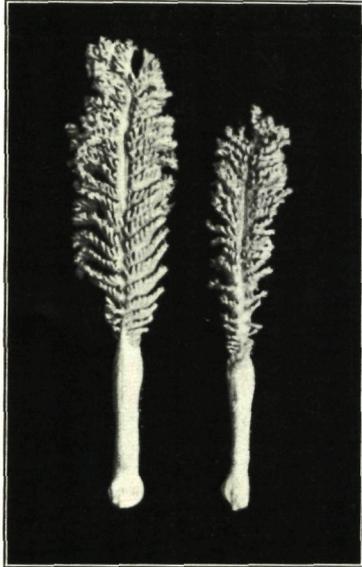


Fig. 197.
Pennatula phosphorea variegata
aus dem Kattegat in etwa 1/2 natürl. Gr.
(Aufnahme v. Göteborgs Naturhistoriska
Museum). — Vorkommen: In mit Sand vermischem Schill,
Nach L. A. JÄGERSKIÖLD (1933).

sandigem und reinem Schlick des Litorals und Abyssals. — Verbreitung: Kosmopolitisch. In unserem Gebiete an der W-Küste Norwegens (Hardangerfjord), im Skagerak und Oslofjord; im Kattegat bei Frederikshavn, an der Küste von Bohuslän in 20 bis 150 m Tiefe; auch an der O-Küste Schottlands (Firth of Forth).

Die in der Nord- und Ostsee heimische Form gehört der Subspecies *variegata* Köll.

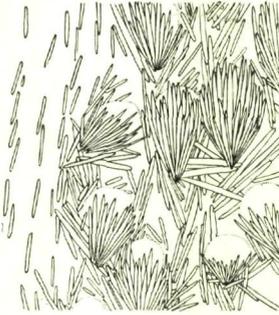


Fig. 198.
Dorsale Kielzooide von
Pennatula phosphorea variegata.
Nach W. KÜENTHAL (1911).

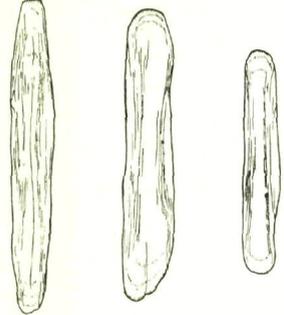


Fig. 199.
Skleriten der Stielrinde von
Pennatula phosphorea variegata.
Nach W. KÜENTHAL (1911).

an. Sie ist rot und weiß gesprenkelt, und die Bündel an der Unterseite der Blätter werden von kleinen Skleriten gebildet. Schon an den Färöer und in der Umgebung von Island findet sich eine andere Subspezies, *candida* A. M. Marsh. & Fowler, die gelblich-weiß bis blaß rötlich gefärbt ist und bei der die Bündel auf der Unterseite

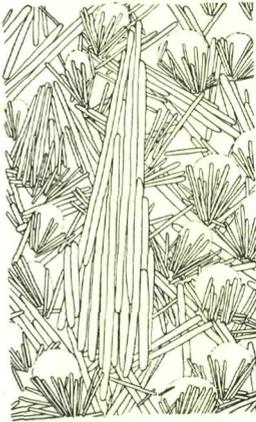


Fig. 200.
Dorsale Kielzooide von
Pennatula aculeata.
Nach W. KÜENTHAL (1911).

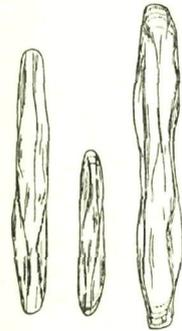


Fig. 201.
Skleriten der Stielrinde
von *Pennatula aculeata*.
Nach W. KÜENTHAL
(1911).

der Blätter von großen Skleriten gebildet werden. Die dunkelrote Form des Mittelmeers wird zur Subspezies *rubella* Köll. gerechnet. Vergl. hierzu auch S. III. e 310.

P. aculeata Danielssen. — Farbe rot bis violett, Stiel und Kiel etwas heller. — Stiel ebenso lang oder kürzer als die Feder; auf dem ventralen Rande der Blätter sitzen in einer Reihe bis 15 Polypen; Zooide zu beiden Seiten eines dorsalen nackten Kielstreifens in undeutlichen Längsreihen; laterale Zooide fehlen, dagegen kommen Längsreihen ventraler Kielzooide vor; dorsal am Kiel jederseits bis 12 Reihen kleinerer

und dazwischen bis zu 5 Reihen größerer Zooide, von denen die ersteren mit fächerförmig angeordneten, die letzteren mit kegelförmig angeordneten Skleriten gepanzert sind; Skleriten der Stielrinde 240 μ lang, unregelmäßig stabförmig, mit abgerundeten Enden. — Vorkommen: In weichen Böden des Litorals und Abyssals von 20 bis 2300 m. — Verbreitung: Im N-Atlantik, südwärts bis zu den Azoren, aber auch bei Neu-Amsterdam; an der norwegischen Küste von den Lofoten (GRIEG 1892), aus dem Trondhjemsfjord (BROCH 1912), am Ausgange des Oslofjordes (BROCH in litt.) nachgewiesen. Wo die Art ihre S-Grenze erreicht, ist nicht bekannt.

Sammel- und Untersuchungsmethoden

Sammeln. — Schon A. M. MARSHALL (1887, p. 121) hat betont, daß bei dem Fang von Pennatularien „the trawl was distinctly more successful than the dredge; and the difference between the two is greater than appears from a mere comparison of the number of specimens taken, for the proportion of imperfect and mutilated specimens brought up by the dredge far exceeds that yielded by the trawl, the mutilation being in many cases clearly caused by the dredge itself. For such forms as Pennatulida the dredge is indeed a very insuitable instrument of capture . . .“ Wie BROCH (1912, p. 24) hervorhebt, ist *Stylatula elegans*, deren langer Stiel eine sehr ausdehnungsfähige Endblase besitzt, besonders fest im Bodenschlamm verankert und wird daher von der Dredge meist nur in Bruchstücken heraufgebracht. Übrigens wird *Kophobelemnion stelliferum* wegen seiner schmutzig graubraunen Färbung im Schlamm der Dredge leicht übersehen und oft erst beim Aussieben des Schlammes bemerkt (BROCH 1912, p. 6).

Um die Nachteile zu vermeiden, mit denen beim Fang von Pennatularien der Gebrauch einer Dredge verbunden ist, fischte MALM (Nature [London], 27, p. 11; 1883) *Funiculina* im Gullmarfjord (W-Küste Schwedens) mit Hilfe eines Geräts, das „consisted of three poles, each nine feet long, connected together at their ends, so as to form a triangle; the poles were armed with large-sized fish-hooks, and the dredging rope attached at one angle, the whole apparatus strongly resembling that used by the Philippine Islanders for dredging *Euplectella* . . .“ Eine Abänderung des MALM'schen Apparats stellt das MARSHALL'sche Fanggerät dar, das er selbst folgendermaßen beschreibt: „Our instrument, as we first used it, consisted of two poles six feet long, connected together in the form of a letter A by a cross-bar four feet long. The rope was fastened to the apex of the A, and lead weights to the lower ends of the side poles. Attached along the cross-bar at intervals of six inches were cords four feet in length, each armed with five or six fish-hooks and having a small lead weight tied to its lower end. The theory of the machine was that the whole instrument would be dragged along at an angle of about 30° to the sea-bottom, steadied by the weights at the ends of the side poles; the cross-bar being a foot or so above the ground, and the cords armed with fish-hooks trailing behind, with their ends kept on the bottom by the small weights attached to them. The machine was subsequently modified by lengthening the cross-bar to nine feet, and attaching the fish-hooks not singly, but in threes, like grappling irons. We also connected the cords together by horizontal strings, in order to obviate their tendency to become entangled with one another. The instrument yielded excellent results . . .“ (A. M. MARSHALL 1883, p. 11). Insbesondere bewährte sich der Apparat beim Fang von *Funiculina quadrangularis*.

Fixierung. — BUJOR (1901) fixiert Seefedern in ausgestrecktem Zustande durch Eintauchen in eine Lösung von 10%igem Formol und 10%igem Äther in Seewasser. In diesem Gemisch bleiben sie 1 Minute, dann werden sie in eine 2%ige Formollösung (in Seewasser) gelegt. Mit BUJORS Methode hat auch BALSS (1907) gute Erfahrungen gemacht. WILSON (1884) bringt die Eier von *Renilla* für 2 bis 3 Minuten in Seewasser von 60° C, härtet sie 24 Std. in Kaliumbichromat, wäscht sie 2 Std. in Seewasser aus und überführt sie in Alkohol. Embryonen von Seefedern werden von ihm zur Fixierung einige Minuten in 0.05%ige Osmiumsäure gebracht.

Untersuchung des Achsenskeletts. — Die Untersuchungsmethoden, die beim Studium der Pennatularen benutzt werden, sind im allgemeinen die gleichen, deren sich auch der Alcyonarienforscher bedient (S. III. e 227). Nur die Untersuchung des Achsenskeletts macht mitunter die Anwendung einer besonderen Technik erforderlich.

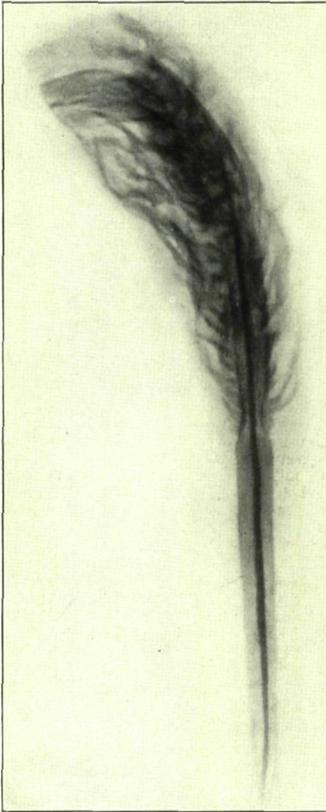


Fig. 202.
Pennatula phosphorea variegata,
Röntgenbild in $\frac{3}{4}$ natürlicher Größe.
Nach F. Pax (1927).

Bei Seefedern, bei denen das distale nackte Achsenende weit aus der Kolonie hervorragt, kann das Vorhandensein eines axialen Kalkstabes ohne Beschädigung des Weichkörpers festgestellt werden. In anderen Fällen muß die Skelettachse durch Präparation mit Messer und Schere frei gelegt werden. Ein großer Nachteil dieser Untersuchungsmethode besteht darin, daß an Stücken, bei denen man durch einen Längsschnitt die Achse von ihrer bindegewebigen Hülle befreit und dann mit dem Skalpell vorsichtig herausgeschält hat, das Verhältnis des Achsenskeletts zu den Weichteilen, insbesondere seine Beziehungen zur mesoglöalen Achsenscheide sowie zur Muskulatur nicht mehr einwandfrei festgestellt werden kann.

Besser lassen sich die Lagebeziehungen der Skelettachse bei Zerlegung des Objekts in Serienschnitte verfolgen, doch wird man die Schnittmethode nicht anwenden können, wenn es sich um schwer ersetzbare Belegstücke handelt, die unbedingt erhalten bleiben müssen. Eine Methode, die mit dem Vorzug einfacher Handhabung den Vorteil verbindet, daß das Objekt vollkommen unversehrt bleibt, hat PAX (1927) angegeben: die Durchleuchtung von Seefedern mit Röntgenstrahlen. Fig. 202 stellt ein Röntgenbild von *Pennatula phosphorea* in natürlicher Größe dar. Wir sehen,

daß die zentral gelegene, oben und unten zugespitzte Achse sich im Kiel nicht bis an das apikale Ende der Kolonie verfolgen läßt, während sie im Stiel — im Gegensatz zu ihrem Verhalten bei anderen Pennatularen — bis an dessen äußerstes Ende reicht. So gibt uns die Anwendung von Röntgenstrahlen die Möglichkeit, Form und Lage des Achsenskeletts ohne die geringste Beschädigung des Objekts zu studieren. Auch die

Auffindung akzessorischer Achsen ist auf diesem Wege möglich. Wir kennen Seefedern, bei denen in einem geringen Prozentsatz der Fälle neben der Hauptachse noch sekundäre Achsenskelette vorkommen. Derartige überzählige Bildungen kann man durch zootomische Zergliederung nur nach einem unverhältnismäßig großen, für den beabsichtigten Zweck vollkommen nutzlosen Tierverbrauch erlangen. Mit Hilfe des Röntgenapparates lassen sich in kurzer Zeit auch umfangreiche Serien auf ihre Eignung zu Untersuchungen über akzessorische Skelettbildungen prüfen.

Seefedern, die man nach dem Verfahren von SPALTEHOLZ durchsichtig macht, liefern vorzügliche Schaulpräparate. In ihnen ist das Achsenskelett mit überraschender Deutlichkeit zu erkennen (PAX 1936, p. 127).

Untersuchung des Cnidoms. — Besonders schwach entwickelt ist der Nesselapparat der Pennatularen. Schon KÖLLIKER (1872) hebt hervor, daß Nematocysten an Spiritusexemplaren nicht nachzuweisen seien, und auch NIEDERMEYER (1911) berichtet, daß er auf Schnitten niemals mit Sicherheit Nesselkapseln habe erkennen können. Dies gelang ihm erst bei der Untersuchung lebender Polypen nach Behandlung mit 2%iger Essigsäure.

Eidonomie

1. Körpergröße und Gewicht. — Die Seefedern der Nord- und Ostsee erreichen eine beträchtliche Größe: *Virgularia mirabilis* wird 0.5 m, *Pavonaria christi* über 1 m und *Pavonaria finmarchica* 1.8 m lang. Das Rohgewicht von *Virgularia mirabilis* gibt PETERSEN (Rep. Danish Biol. Stat. 21, [1913] 1914) mit 0.34 g, dasjenige von *Pennatula phosphorea* mit 2.3 g an.

2. Färbung. — Unter den Seefedern unserer Gewässer überwiegen durchaus rötliche und gelbliche Farbentöne, die sogar innerhalb einer und derselben Art vikariierend vorkommen. Eine gewisse Sonderstellung nimmt *Stylatula elegans* ein, bei der an Stelle von Rot oder Orange bei einem gewissen Prozentsatz der Individuen Grün als Körperfarbe treten kann (S. III. e 286). Ein solcher Wechsel von Rot und Grün ist bei den Oktokorallen selten. Der Farbstoff ist entweder gleichmäßig diffus in den Geweben verteilt, in einzelnen Regionen wohl auch an drüsige Sekrete gebunden, oder die Färbung rührt von gefärbten Skleriten her (KÜKENTHAL 1915, p. 2), so z. B. bei *Pennatula phosphorea* (vgl. hierzu auch S. III. e 296).

3. Äußere Form der Kolonie. — Die Seefedern bilden stets unverzweigte Kolonien von walzen-, kolben-, ruten-, blatt- oder federförmigem Aussehen (Fig. 203). Sie gliedern sich in einen polypenfreien Stiel (Pedunculus), der in seinem oberen Teile eine spindelförmige Anschwellung (Bulbus) aufweisen und in einer Terminalblase endigen kann, und einen polypentragenden Kiel (Rhachis). Kiel und Polypen werden in ihrer Gesamtheit als Polypar bezeichnet. Je nachdem, ob die Polypen dem Kiel unmittelbar entspringen (Unterordnung *Sessiliflorae*) oder wulst- oder blattförmigen Polypenträgern aufsitzen (Unterordnung *Subselliflorae*), spricht man von einem einfachen oder einem zusammen-

gesetzten Polypar. Die volkstümlichen Bezeichnungen „*Penna marina*“, „Seefeder“, „sea-pen“ usw. fassen lediglich den Habitus solcher Pennatularien ins Auge, bei

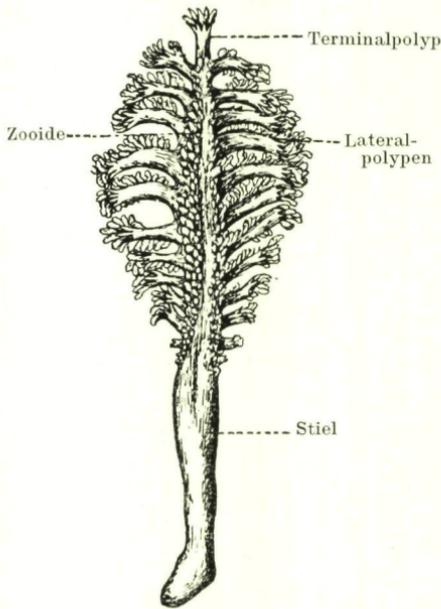


Fig. 203.

Jugendliches Exemplar von *Pennatula phosphorea variegata*. — Nach H. F. E. JUNGERSEN (1888).

Außerordentlich verschieden sind die Symmetrieverhältnisse in den einzelnen Familien der Pennatularien. Neben ausgesprochen radiären Typen (*Veretillum*) mit walzenförmigem, allseitig mit Polypen besetztem Kiel kommen streng bilateral-symmetrische Stöcke (*Pennatula*, *Pteroeides*) vor, an denen man eine dorsale und eine ventrale Seite unterscheiden kann. Der Habitus der Kolonie wird sehr wesentlich auch durch die Zahl der sekundären Polypen beeinflusst. Während sich unter Chunelliden und Umbelliden nur Stöcke mit wenigen Polypen finden, kann ihre Zahl bei *Ptilosarcus* auf 25 000, bei *Pteroeides* sogar auf 35 000 steigen. Wie bei den Hornkorallen (S. III. e 260) sind auch bei den Seefedern alle Polypen so orientiert, daß ihre Dorsalseite der Achse der Kolonie zugewendet ist. Häufig sind die Polypen in deutlich erkennbaren Reihen angeordnet, so z. B. bei der in der Nordsee heimischen *Funiculina quadrangularis*, wo man primäre, sekundäre und tertiäre Polypenreihen unterscheidet (Fig. 204).

denen die Polypen auf großen, blattförmigen Polypenträgern sitzen. Es sind dies dieselben Formen, an deren federartiges Aussehen die Gattungsnamen *Pennatula*, *Pteroeides* und *Struthiopteron* anknüpfen. Die äußere Form der Kolonie wird sehr wesentlich durch das Längenverhältnis von Polypar und Stiel bestimmt. Bei der Mehrzahl der Seefedern ist das Polypar länger als der Stiel, in anderen Fällen sind beide gleich lang. Bisweilen ist aber die polypentragende Rhachis kürzer als der polypenfreie Pedunculus. Daß der Kontraktionszustand der Kolonie den Tatbestand häufig verschleiert, braucht wohl nicht hervorhoben zu werden.

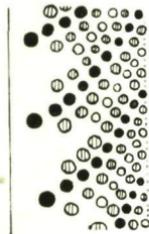


Fig. 204.

Anordnung der Polypen bei *Funiculina quadrangularis*. Polypen der primären, sekundären und tertiären Reihe. Nach H. BROCH (1912).

Im Bau der Polypen stimmen die Pennatularien im wesentlichen mit den Alcyonarien überein, so daß hier auf die bei den Lederkorallen (S. III. e 230) gegebene Schilderung verwiesen werden kann. Unter einem Polypenkelch (Calyx) verstehen wir eine deutlich erkennbare Verdickung des proximalen Teiles des Mauerblattes, in die sich der zart-häutige distale Teil des Polypen zurückziehen kann. Eine Skleritenbewehrung ist an sich kein wesentlicher Bestandteil des Polypenkelches. Skleritenfreie Kelche (S. III. e 296) als Scheinkelche (Pseudocalyces) zu unterscheiden, lehnen wir mit KÜKENTHAL & BROCH (1911, p. 116) als überflüssig ab. Eine Zähnelung des Polypenkelches ist fast immer durch Skleritenbündel bedingt, doch kommen in der Gattung *Virgularia* auch Kelchzähne vor, die nicht von Skelettelementen gebildet werden.

Während bei den Alcyonarien und Gorgonarien eine Differenzierung der Polypen nur bei verhältnismäßig wenigen Formen stattfindet (S. III. e 231 und 261), zeichnen sich alle Seefedern durch einen Dimorphismus ihrer sekundären Polypen aus, indem neben Autozooiden (Polypen im engeren Sinne), denen die Aufnahme geformter Nahrung und die geschlechtliche Fortpflanzung obliegt, auch Siphonozooide (Zooide) auftreten, die vornehmlich die Wasserzirkulation besorgen und dadurch zugleich im Dienste der Atmung stehen (Fig. 205 u. 206). Wenn MOSER

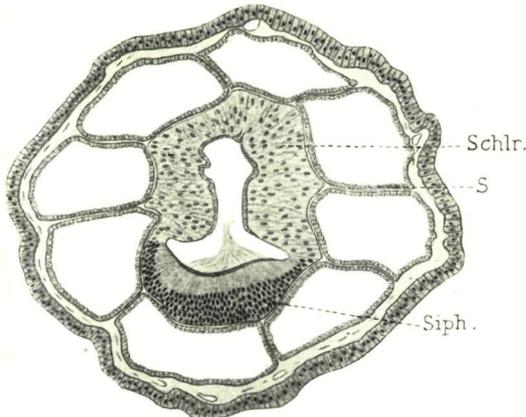


Fig. 205. Querschnitt durch ein Siphonozooid von *Funiculina quadrangularis*. Schlr. Schlundrohr, Siph Syphonoglyphe, S Mesenterium. — Nach W. KÜKENTHAL (1911).

(Tabulae Biologicae 6, p. 154; 1930) die Autozooiden kurzerhand als Freßpolypen und die Siphonozooide als Trinkpolypen charakterisiert, so gibt diese Kennzeichnung die verschiedenen Aufgaben der beiden Typen doch nur unvollkommen wieder. In vielen Fällen erweisen sich die Siphonozooide zweifellos als reduzierte Polypen, die rückgebildete Tentakel und rudimentäre Mesenterien zeigen. Bisweilen aber handelt es sich wohl weniger um eine Reduktion als einen Funktionswechsel. Diese Deutung dürfte überall dort zutreffen, wo eine weitere Differenzierung der Siphonozooide stattgefunden hat, so daß wir es

eigentlich nicht mit einem Dimorphismus, sondern mit einem Trimorphismus der sekundären Polypen zu tun haben. So sind bei dem mediterranen *Pteroeides griseum* die Siphonozooide des Kieles und der Blätter deutlich verschieden.

Auch die Chunelliden der Tiefsee haben zweierlei Siphonozooide: sehr kleine tentakellose an den lateralen Kieffeldern, und größere, mit einem fadenförmigen Tentakel versehene innerhalb der Polypenwirtel.

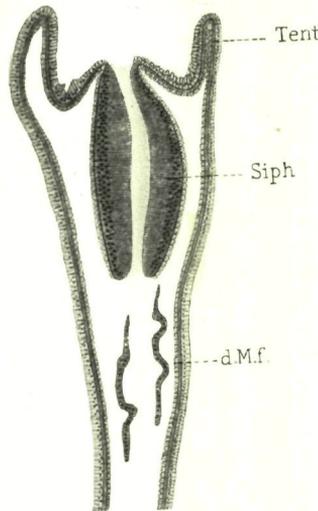


Fig. 206.
Längsschnitt durch ein Siphonozooid von *Funiculina quadrangularis*.
Tent Tentakel, Siph Siphonoglyphe,
d. M. f. dorsales Mesenterialfilament.
Nach W. KÜENTHAL (1911).

Bezüglich der Ausbildung der Tentakel herrscht unter den Seefedern also eine große Mannigfaltigkeit. Die Autozooide haben ausnahmslos gefiederte Tentakel, und unter den Siphonozooiden bildet Tentakellosigkeit die Regel. Bei *Funiculina quadrangularis* haben die Siphonozooide jedoch ungefederte Tentakel, und in der Gattung *Umbellula* kennen wir sogar Siphonozooide mit schwacher Fiederung der Tentakel. Wenn sich in verschiedenen Lehrbüchern der Zoologie die Angabe findet, die Hexakorallien hätten ungefederte, die Oktokorallien dagegen gefiederte Tentakel, so ist dies ein differentialdiagnostisches Merkmal, das in der Mehrzahl der Fälle zutrifft. Wie es aber unter den Seeanemonen, also Angehörigen der Hexacorallia, Formen mit gefiederten Tentakeln gibt (S. III. e 128), so sind

gewisse Siphonozooide der Pennatularien ein Beweis für das Vorkommen ungefedertter Tentakel unter den Oktokorallien.

Anatomie

1. Histologisches. — Das Ektoderm besteht aus ziemlich hohen, schmalen Zellen, deren stets ovale Kerne in sehr verschiedener Höhe liegen, so daß die Vorstellung eines mehrschichtigen Epithels erweckt wird; in Wirklichkeit ist das Epithel, worauf besonders NIEDERMEYER (1914, p. 539) aufmerksam gemacht hat, mehrreihig. Ob das Ektoderm einen Wimperbesatz trägt, ist nicht ganz sicher. Bei *Pteroeides* hat NIEDERMEYER (1911) keine Spur von Bewimperung gefunden. Nach KÖLLIKER (1872, p. 424) können die Ektodermzellen von *Veretillum* Flimmerung zeigen, und auch NIEDERMEYER (1914, p. 541) hält es auf Grund der bei *Veretillum* vorhandenen Struktur der Crusta für nicht unwahrscheinlich, daß das Ektoderm dieser Gattung einen, wenn auch vielleicht schwachen Wimperbesatz aufweist. Im Gegensatz zum Ektoderm ist das drüsenzellenreiche Entoderm, dessen Kerne stets kreisrund erscheinen, in gewissen Teilen des Körpers tatsächlich mehrschichtig, nicht bloß mehrreihig (NIEDERMEYER 1914, p. 543). Die Mesogloea besteht aus einer fibrillären Grundsubstanz, in die vom Ektoderm und Entoderm Zellen eingewandert sind. Ektodermaler Her-

kunft sind die Skleroblasten, in denen die Skleriten entstehen (S. III. e 306), entodermalen Ursprungs die bald einzeln, bald in Gruppen auftretenden Gallertzellen, die offenbar eine nutritive Funktion haben. Daneben finden sich in der Mesogloea auch solide Zellstränge ohne Lumen, die netzartig miteinander zusammenhängen. Bezüglich histologischer Einzelheiten sei auf die bereits oben erwähnten Arbeiten von NIEDERMEYER (1911 u. 1914) verwiesen.

2. Nesselorgane. — WEILL (1934, p. 559) bezeichnet die Nesselkapseln der Pennatularen als klein und wenig charakteristisch. Wahrscheinlich ist das Knidom bei allen Oktokorallien in gleicher Weise entwickelt (vgl. hierzu S. III. e 232 u. 261). Durch Anhäufung von Nessel-

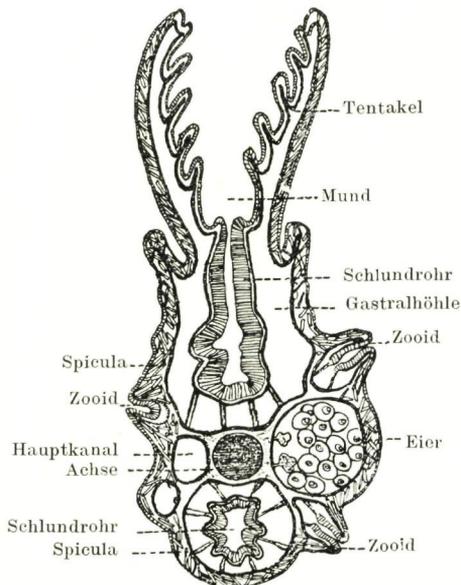


Fig. 207. Querschnitt durch den Kiel von *Kophobelemon stelliferum*.
Nach A. M. Marshall (1887).

zellen können an den Tentakeln wulstförmige Verdickungen entstehen, die KÜKENTHAL (1925, p. 747) als Nesselwülste bezeichnet. Die Nesselkapseln der Mesenterialfilamente sind bisher noch nicht untersucht worden.

3. Skelett. — Die Seefedern besitzen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, eine von einer bindegewebigen Achsenscheide umgebene hornartige Achse, deren Lage im Weichkörper besonders deutlich im Röntgenbilde (Fig. 207) zu erkennen ist. Während der größte Teil des Achsenstabes \pm stark verkalkt ist, sind seine biegsamen, meist etwas gekrümmten Enden rein hornig. Auf dem Querschnitt erscheint die Achse der Pennatularen kreisrund, elliptisch oder vierkantig, und ist

dann oft mit Längsrinnen versehen. Die in Kalilauge lösliche, in Form radiärer Fasern auftretende Gerüstsubstanz im Achsenskelett der Seefedern hat MÖRNER (1908) als *Pennatulium* bezeichnet. Sie ist im Gegensatz zum Gorgonin der Hornkorallen (S. III. e 263) fast stets ungefärbt, in Pepsin-Salzsäure leicht löslich und zeichnet sich durch einen niedrigen Jodgehalt aus. Mineralische Bestandteile sind am Aufbau der Pennatularenachse mit 31 bis 48% beteiligt. Neben Kalzit können auch beträchtliche Mengen Kalziumphosphat auftreten. Eine Achse fehlt den in der Tiefsee heimischen Echinoptiliden und Renilliden. Bei *Veretillum cynomorium* ist die Skelettachse rudimentär; sie tritt uns bei dieser Art entweder als ein winziges Stäbchen entgegen oder fehlt ganz. Das gleiche Verhalten zeigt die Gattung *Cavernularia*. Die geringe Konstanz im Auftreten dieses Skelettelements äußert sich unter anderem auch in dem gelegentlichen Vorkommen akzessorischer Achsen.

Neben dem Achsenskelett findet sich bei den Seefedern auch ein aus isolierten Skleriten bestehendes Stückelskelett von wechselnder Färbung. In der Mehrzahl der Fälle sind die Skleriten farblos oder erscheinen im auffallenden Lichte weiß; doch kommen auch bunt gefärbte Skleriten vor. So sind die Skleriten der in unseren Gewässern heimischen *Pennatula grandis* rot oder orange gefärbt. Daß die Gesamtfärbung der Kolonie häufig von der Farbe der Skleriten abhängt, wurde bereits (S. III. e 291) erwähnt. Soweit bisher Untersuchungen vorliegen, bestehen die Skleriten der Pennatularen aus Kalziumkarbonat. WILSON (1884, p. 778) gibt an, daß der kohlen saure Kalk in den Skleriten von *Renilla* in Form von Aragonit auftritt, eine Behauptung, die von keinem späteren Forscher bestätigt wurde. Nach J. W. SCHMIDT (Die Bausteine des Tierkörpers in polarisiertem Lichte, Bonn 1924, p. 117) bestehen die Skleriten der Seefedern „durchweg aus nadelartigen, in bezug auf ihre Länge negativen Kalzitkriställchen, die im wesentlichen mit ihrer Längsrichtung parallel zur Skleritenachse geordnet sind“. Auch ENDERS (Arch. f. Naturgesch., (N. F.), 1, 1932, p. 648) hat bei Pennatularen niemals Aragonit nachweisen können. Während die Skleriten des Stielinnern im allgemeinen in Gruppen auftretende scheibenförmige Kalkkörper von kreisrundem oder ovalem Umriß darstellen, zeigen diejenigen der Stielrinde (Fig. 199) ein mehr plattenförmiges Aussehen. Die Skleriten des Kieles und der Polypen (Fig. 192) sind fast stets nadelförmig und infolge der Ausbildung längs verlaufender Leisten dreiflügelig. Die Bewehrung der Polypen mit Skleriten ist außerordentlich verschieden. So sind die Tentakel von *Pennatula grandis* frei von Skleriten, während *P. phosphorea* und *P. aculeata* Tentakelskleriten aufweisen. Bei den Pteroididen vereinigt sich ein Teil der Skleriten zu Bündeln; dadurch entstehen die sogenannten Hauptstrahlen, die bei diesen Seefedern die blattförmigen Polypenträger stützen. In der Anhäufung von Skleriten im unteren Teile des Polypenkörpers erblickten KÜKENTHAL & BROCH (1911, p. 161) die Hauptursache für die Ausbildung eines Polypenkelches (vgl. hierzu S. III. e 293). Wenn ein Polypenkelch vorhanden ist, ohne daß sich in seiner Wandung Skleriten finden, wie z. B. bei *Virgularia*, *Stylatula* und anderen, so können wir wohl annehmen, daß die Kelchskleriten sekundär geschwunden sind. Die Zähnelung der Polypenkelche

ist fast immer auf ein Hervortreten konvergierender Skleritenbündel zurückzuführen. Schließlich machen KÜKENTHAL & BROCH (1911, p. 165) darauf aufmerksam, daß eine Korrelation zwischen der Skleritenbewehrung der Rinde und der Retraktivität der Polypen besteht. Kolonien mit retraktilen Polypen haben gewöhnlich eine stark mit Skleriten bewehrte Rinde. Im einzelnen ist es oft sehr schwer, einen biologischen Grund für die Stärke der Skleritenbewehrung zu finden. So kommen bei gewissen Gattungen (*Leioptilum*, *Sarcophyllum*) im Innern des unteren Stielteiles massenhaft große Skleriten vor (KÜKENTHAL & BROCH 1911, p. 167). Im Gegensatz zu dieser Hypertrophie des Stückelskeletts ist bei manchen Pennatularen eine Reduktion des Skleriten eingetreten.

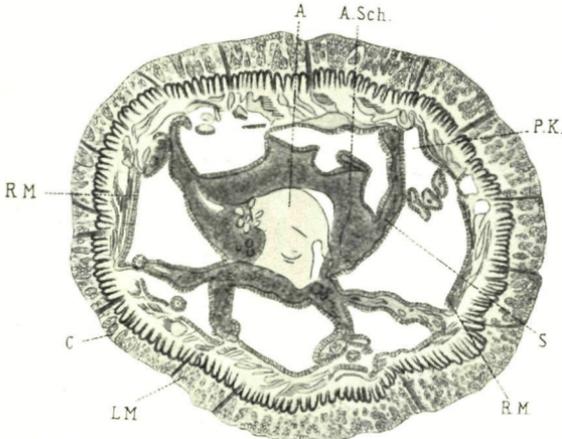


Fig. 208. Querschnitt durch den Stiel von *Funiculina quadrangularis*, etwas oberhalb des unteren Achsenendes. — A Achse, A. Sch. Achsenstange, S Mesenterium, P. K. Peripheres Kanalsystem, R. M. Ringmuskulatur, L. M. Längsmuskulatur, C Ektoderm. — Nach W. KÜKENTHAL (1911).

So sind bei *Anthoptilum*, aber auch bei manchen *Umbellula*-Arten, die Skleriten auf kleine ovale Kalkkörper im Stielinnern reduziert. Noch 1911 haben KÜKENTHAL & BROCH (p. 159) die Ansicht vertreten, daß diese Kalkkörper im Kielinnern keiner Seefeder fehlen, später hat KÜKENTHAL (1915, p. 52 ff.) selbst mitgeteilt, daß z. B. bei *Umbellula magniflora*, *radiata* und *purpurea* auch dieser Rest des Stückelskeletts fehlt.

4. Muskulatur. — Durch die kräftige Entwicklung ihrer Muskulatur unterscheiden sich die Seefedern nicht unwesentlich von den übrigen Oktokorallien (vgl. hierzu S. III. e 234 und 264). Alle Muskeln des Pennatularenstockes lassen sich auf zwei Systeme zurückführen: die ektodermale Längs- und die entodermale Ringmuskulatur (Fig. 208). Die Muskulatur der Achsenhülle, die an den beiden Enden des Achsen skeletts inseriert, erscheint auf Querschnitten in Form von Muskelfahnen. Durch ihre Kontraktion bewirkt sie eine Krümmung der Achse, deren Streckung durch die eigene Elastizität erfolgt. Die Mus-

kultur des Stammes ist im Stiel allseitig gleichmäßig entwickelt, während im Kiel häufig mit einer Verstärkung der Muskulatur auf der Dorsal- und Ventralseite eine Reduktion der lateralen Muskelzüge einhergeht. Die Stammuskulatur bewirkt eine Kontraktion der ganzen Kolonie, deren Expansion auf einer Füllung des Kanalsystems mit Wasser beruht. Im Bereiche des Bulbus differenziert sich die entodermale Ringmuskulatur zu einem Sphincter *pedunculi*; seine Kontraktionen spielen bei dem Einpumpen von Wasser in das Gastrovaskularsystem eine wesentliche Rolle (S. III. e 302). Die ektodermale Muskulatur des Polypen zeigt in Mauerblatt, Tentakeln und Schlundrohr einen longitudinalen, auf dem Peristom einen radiären Verlauf. Die entodermale Längsmuskulatur bildet auf der Ventralseite der Mesenterien wohl entwickelte Retraktoren, die die Kontraktion der Polypen besorgen. Die Muskulatur der Siphonozooide ist rückgebildet.

5. Nervensystem und Sinnesorgane. — Das Nervensystem der Pennatularien ist kräftig entwickelt und stimmt im wesentlichen mit demjenigen der Aktiniarien (S. III. e 137) überein. Wie bei den Seeanemonen kommt es auch bei den Seefedern zu einer Anhäufung nervöser Substanz in gewissen Körperregionen, so vor allem im Ektoderm der Tentakel, der Mundscheibe und des Schlundrohrs sowie der dorsalen Mesenterialfilamente. Ein entodermales Nervensystem ist zwar vorhanden, zweifellos aber schwächer ausgebildet als bei den Seeanemonen. Während bei den Aktiniarien die Existenz eines mesoglöalen Nervensystems als erwiesen gilt (S. III. e 138), hebt NIEDERMEYER (1914, p. 570) ausdrücklich hervor, daß sich in der Mesogloea von *Veretillum* keinerlei nervöse Elemente finden. Wir haben schon an anderer Stelle (S. III. e 235) betont, daß sich die Frage, ob neben dem individuellen Nervensystem noch ein koloniales vorhanden ist, für die Alcyonarien nicht ganz eindeutig beantworten läßt. Bei den Pennatularien scheint dies keinem Zweifel zu unterliegen. Mit Recht hebt PARKER (Proc. Nation. Acad. scienc. **11**, p. 347; 1925) auf Grund seiner Erfahrungen mit *Renilla* hervor, „that the activities of this animal are colonial in scope rather than zooidal and that the zooid as a unit is dominated by the colony“. Bezüglich der Ausbreitung von Lichtwellen durch das Nervennetz vgl. S. III. e 313.

Sinnesorgane fehlen den Seefedern; „eigenartige, spindelförmige, ektodermale Zellen, die einen kurzen Fortsatz aufweisen und mit polygonalen Nervenzellen in Verbindung stehen, werden als Sinneszellen aufgefaßt“ (KÜKENTHAL 1925, p. 754). Vergl. hierzu auch S. III. e 138 und 235.

6. Schlundrohr. — Das mit einem mehrzeiligen Zylinderepithel ausgekleidete Schlundrohr zeigt bei den einzelnen Arten eine sehr verschiedene Länge. Junge Autozooiden besitzen eine gut ausgebildete Schlundrinne; bei erwachsenen Polypen ist sie entweder zu einer schmalen Rinne im proximalen Teile des Stomodäums reduziert oder vollkommen verschwunden. Während bei den Autozooiden das Schlundrohr gefaltet ist, stellt es bei den Siphonozoiden ein glattes Rohr dar.

In dem Besitz einer tiefen, wohl differenzierten Siphonoglyphe gleichen die Siphonozooide jugendlichen Autozoiden. Bei manchen Siphonozoiden tritt eine eigentümliche Knickung des Schlundrohrs bei gleichzeitiger Hypertrophie der Schlundrinne ein.

7. Kanalsystem. — Das Kanalsystem der Pennatularien, das sich in ein zentrales und ein peripher gelegenes gliedert, zeichnet sich durch einen hohen Grad von Komplikation aus. Das zentrale Kanalsystem besteht aus vier Hauptkanälen, von denen die beiden medial durch eine Längsscheidewand (Mesenterium terminale) voneinander getrennten unmittelbar aus der Gastralhöhle des Primärpolypen hervorgegangen sind, während die beiden lateralen einer sekundären Erweiterung von Ernährungsgefäßen im Mesenterium terminale ihre Entstehung verdanken. Mediale und laterale Kanäle sind meist von ungleicher Länge. Bei den Formen, die einer Skelettachse entbehren (S. III. e 296), pflegen die lateralen Kanäle nur ein kurzes Stück in den Stiel hineinzureichen. Gegen das apikale Ende des Kiels verengern sich die Hauptkanäle allmählich, aber wiederum ungleichmäßig, indem zunächst die beiden lateralen Kanäle obliterieren und schließlich auch einer der medialen Hauptkanäle verschwindet. Querschnitte durch den Kiel zeigen also je nach der Höhe, in der sie gelegt werden, vier, zwei oder auch nur einen Hauptkanal. Das Mesenterium terminale ist am unteren Stielende gewöhnlich von einer weiten Öffnung (Foramen terminale) durchbrochen, durch das die beiden medialen Hauptkanäle miteinander kommunizieren. Auch an anderen Stellen stehen die Hauptkanäle durch Foramina miteinander in Verbindung. Hohlräume, die gelegentlich in den die Hauptkanäle trennenden Scheidewänden auftreten, werden als Intermesenterialräume bezeichnet. Wie NIEDERMEYER (1911, p. 119) nachgewiesen hat, münden bei *Pennatula* und *Pteroeides* der dorsale und ventrale Hauptkanal mit je einer sehr feinen Öffnung getrennt nach außen. Der Verschuß der Stielporen geschieht durch Ringmuskulatur, deren Wirkung durch die Anordnung der mesoglöalen Lamellen in der Stielwand wesentlich erleichtert wird (NIEDERMEYER 1912, p. 193). Bezüglich der Funktion der Stielporen vgl. S. III. e 303. Das zentrale Kanalsystem wird von einem kavernösen Gewebe umgeben, das selbst wieder von zahlreichen Kanälen durchzogen wird. Diese kommunizieren nicht nur mit dem zentralen und dem peripheren Kanalsystem, sondern stehen auch mit den Gastralräumen der Autozooiden und Siphonozooide in Verbindung. Das periphere Kanalsystem besteht aus einer Reihe von Längsgefäßen (Parietalkanälen), die durch mesoglöale Radiallamellen voneinander geschieden werden. Daneben treten im Stiel Querkanäle auf, die ringförmig zwischen den Transversallamellen der Mesogloea liegen. In das periphere Kanalsystem münden die Gastralräume der Polypen. Die Gattungen *Virgularia* und *Stylatula* sind ferner durch den Besitz von Radiärkanälen ausgezeichnet, die im oberen Teile des Kieles auftreten und in zwei äußerlich sichtbaren, seitlich von der dorsalen Mittellinie verlaufenden Längswülsten liegen (KÜKENTHAL, Handb. d. Zool., 1, p. 752; 1925). Schließlich sei noch erwähnt, daß bei den Virgulariiden Radiärkanäle

beschrieben worden sind, die von Ringmuskulatur gebildete Verschlüsse nach Art des bereits oben erwähnten Verschußmechanismus der Stielporen aufweisen.

8. Mesenterien. — Wie bei allen Oktokorallien wird der Gastralraum der Seefedern durch acht Mesenterien gekammert, die sämtlich das Schlundrohr erreichen, unterhalb desselben aber als verhältnismäßig schmale Scheidewände in das Innere des Gastralraumes vorspringen. In der Anordnung ihrer Retraktoren gleichen die Mesenterien der Pennatularen denjenigen der Alcyonarien (S. III. e 235) und Gorgonarien (S. III. e 265). Auch in Bau und Herkunft der Mesenterialfilamente stimmen Lederkorallen und Seefedern überein. Stets sind die beiden dorsalen Mesenterialfilamente wesentlich länger als alle übrigen. Während aber bei den Alcyonarien die lateralen und ventralen Filamente keine Flimmerstreifen tragen (S. III. e 237), ist bei den Pennatularen das Epithel aller Mesenterialfilamente bewimpert (KÜKENTHAL, Handb. d. Zool., 1, p. 748; 1925). In den Siphonozoiden reichen die Mesenterien nicht weit hinab, sondern sind im allgemeinen auf den distalen Teil des Körpers beschränkt; Retraktoren fehlen ihnen meist ganz, ebenso Mesenterialfilamente. Kommt es doch zur Ausbildung von Filamenten, so erscheinen sie nur an den beiden dorsalen Mesenterien der Siphonozooide. Schließlich kann die Reduktion zu völligem Schwund der Mesenterien führen. Das Siphonozoid erscheint dann nur noch als eine ektodermale, in der Tiefe mit Flimmern besetzte Einsenkung (KÜKENTHAL 1925).

9. Gonaden. — Nur die 6 lateralen und ventralen Mesenterien der Autozooide tragen Gonaden; die dorsalen Mesenterien sind immer steril. In den Siphonozoiden entwickeln sich bei den Pennatularen niemals Geschlechtsprodukte. Es ist dies ein wesentlicher Unterschied gegenüber den Alcyonarien und Gorgonarien, wo wir eine Anzahl Fälle kennen, in denen auch in den Siphonozoiden Gonaden auftreten. Es sei hier nur an die Alcyonariengattung *Anthomastus* (S. III. e 226) sowie an die Paragorgiiden und Coralliiden unter den Gorgonarien (S. III. e 266) erinnert.

Vorkommen Örtlichkeit. — Alle Seefedern sind Bewohner weicher Böden, in die sie sich mit ihrem Stiel einbohren (S. III. e 303). Die meisten Arten bevorzugen Schlamm, doch werden auch Schill- und Sandgründe von ihnen besiedelt.

Dichte des Vorkommens. — Geringe Flächendichte bei stellenweise großer Ortsdichte kennzeichnet die Verteilung der Seefedern in Nord- und Ostsee. Im Sund fand PETERSEN (Rep. Danish Biol. Stat. 21, [1913] 1914) nördlich der Insel Hven auf einem grauen, sandigen Detritus von zäher Beschaffenheit 4.2 Exemplare von *Virgularia mirabilis* pro *qm*, an der W-Küste von Bornholm auf dunklem Schlack 2 *Pennatula phosphorea* pro *qm*. „*Funiculina quadrangularis*“, schreibt MARSHALL (1883, p. 11), „is generally considered a rare species. It is certainly a very local one; but our Oban experience would lead us to infer that where it does occur it is to be found in quantity, an inference

borne out by Sir WYVILLE THOMSON, who speaks of passing over a »forest of *Funiculina*« when dredging in Raasay Sound during the Porcupine expedition. It appears to have been hitherto obtained at Oban only in small numbers, a result we believe to be due entirely to the use of instruments ill-adapted to its capture« (vgl. hierzu S. III. e 289).

Salzgehalt. — Wie manche Seeanemonen (S. III. e 144) vertragen gewisse Seefedern eine beträchtliche Herabsetzung des Salzgehalts. Das schon von OSTROUMOFF (1896) gemeldete Vorkommen von *Virgularia mirabilis* im Schwarzen Meer wurde von BALSS (1911) bestätigt. HAMID (1931) wies *Virgularia gracillima* im Chilka Lake nach. In beiden Fällen handelt es sich also um eine *Virgularia*-Art, die sich dem Leben im salzarmen Wasser angepaßt hat.

Temperatur. — Eine Abhängigkeit der Pennatularen von der Temperatur zeigt sich darin, daß es unter ihnen neben ausgesprochenen Warmwasserbewohnern (*Cavernularia*, *Veretillum*, *Pteroeides*) typische Kaltwassertiere gibt, zu denen die Mehrzahl der in unseren Meeren heimischen Arten gehört. *Funiculina quadrangularis* findet sich nur im Bereich positiver Bodentemperaturen (von $+2^{\circ}$ bis $+9^{\circ}C$), *Kophobelemnon stelliferum* bewohnt dagegen auch Gewässer, deren Temperatur $-1^{\circ}C$ beträgt. Eine Wassertemperatur von $+5^{\circ}C$ bezeichnet für sie die obere Grenze des Vorkommens.

Verbreitung Horizontale Verbreitung. — Von den 11 Arten, die in der Nord- und Ostsee sowie den angrenzenden Gewässern vorkommen, sind 5 in ihrer Verbreitung auf den nördlichen Atlantik beschränkt: *Protoptilum thomsoni*, *Stylatula elegans*, *Virgularia tuberculata*, *V. mirabilis* und *Pennatula grandis*. *Pavonaria finmarchica* bewohnt die borealen Teile des Atlantik und des Pazifik. Die übrigen (*Kophobelemnon stelliferum*, *Funiculina quadrangularis*, *Pavonaria christi*, *Pennatula phosphorea* und *P. aculeata* sind \pm kosmopolitisch. Eine Art (*Pennatula phosphorea*) hat eine auf die Nord- und Ostsee beschränkte Subspezies entwickelt, die also als Leitform unserer Gewässer zu betrachten ist (vgl. hierzu S. III. e 310).

Die Pennatularenfauna der Nord- und Ostsee ist zweifellos von Norden eingewandert, und zwar hat in erster Linie die Norwegische Rinne als Wanderweg gedient. Auf sie sind innerhalb unseres Gebietes *Protoptilum thomsoni* und *Pennatula aculeata* beschränkt, während *Stylatula elegans* bis in den Skagerak (Oslofjord) vordringt. Eine Reihe weiterer Arten hat noch im Kattegat festen Fuß gefaßt (siehe Tabelle auf S. III. e 302).

Dahin gehören *Kophobelemnon stelliferum*, *Funiculina quadrangularis*, *Pavonaria finmarchica*, *Virgularia tuberculata* und *Pennatula phosphorea*. Noch im Sund und in der Beltsee ist *Virgularia mirabilis* anzutreffen, die auch auf der Doggerbank und an der O-Küste Großbritannien vorkommt. Es ist diejenige Seefeder, die in unseren Gewässern am gleichmäßigsten verbreitet und daher mit Recht als Charaktertier der Nord- und Ostsee zu bezeichnen ist. Zwei Arten, die an der W-Küste Norwegens vorkommen, scheinen bereits im Skagerak und Kattegat zu fehlen: *Pavonaria christi* und *Pennatula grandis*. *Pavo-*

	W-Küste Norwegens	Skagerak	Kattegat	Sund	Beltsee	Große Fischerbank	Doggerbank	O-Küste Schottlands	O-Küste Englands
<i>Protoptilum thomsoni</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pennatula aculeata</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylatula elegans</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Kophobelemnion stelliferum</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Funiculina quadrangularis</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Paeonaria fınarchiea</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Virgularia tuberculata</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pennatula phosphorea</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Virgularia mirabilis</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Paeonaria christi</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Pennatula grandis</i>	+	-	-	-	-	+	-	-	-

naria christi kommt aber noch auf der Doggerbank und an der O-Küste Englands und *Pennatula grandis* auf der Großen Fischerbank vor.

Vertikale Verbreitung. — Alle in Nord- und Ostsee heimischen Seefedern kommen unterhalb der Gezeitenzone vor. In anderen Meeren werden Pennatularen auch im Tidengürtel angetroffen, so z. B. *Stylatula elongata* Verr. (Kalifornien) und *Scytaliopsis djiboutiensis* Grav. (Rotes Meer), die bei Niedrigwasser regelmäßig trocken gelegt werden (GRAVIER 1910). In unserem Gebiete hat das obere Litoral *Virgularia mirabilis* besiedelt, eine Art, die bei Eddystone an der S-Küste Englands in nur 6 m Tiefe lebt und im Halangspollen bei Dröbak (Oslofjord) in 10 bis 12 m Tiefe ganze Wiesen bildet (S. III. e 315). Die meisten Seefedern sind Bewohner des tieferen Litorals und des Küstenabysalls. Viele von ihnen sind ausgesprochen eurybath, wie *Pennatula grandis*, deren Siedlungsraum durch die Isobathen von 75 und 2700 m begrenzt wird. *Kophobelemnion stelliferum*, die in Tiefen von 40 bis 4400 m lebt, kommt in unseren Gewässern in 100 bis 750 m vor.

Verschleppung. — Eine Verschleppung durch Schiffe kommt bei so ausgesprochenen Schlammbewohnern wie den Seefedern nicht vor.

Bewegung Kriechen und Schwimmen. — Wie die Aktinien (S. III. e 153) gehören auch die Seefedern zu den halbsessilen Tieren, die sich langsam kriechend auf dem Meeresboden vorwärts bewegen können. Schwimmvermögen, das ihnen von manchen Autoren zugeschrieben wird, scheint ihnen zu fehlen.

Graben. — Das Eingraben der Kolonie und ihre Verankerung in dem weichen Untergrunde geschieht durch Einpumpen von Wasser in den Stiel unter Mitwirkung des Sphincter pedunculi. Man sieht in diesem Falle über die Kolonie langsam fortschreitende (S. III. e 312) Kontraktionswellen laufen, die bei *Pteroeides griseum* meist in der Region der untersten Blätter beginnen und allmählich bis zur Spitze fortschreiten. Wellenförmige Bewegungen, die in umgekehrter Richtung

erfolgen, verursachen eine Hebung des ganzen Stockes. Das Eingraben in den Schlamm spielt besonders bei solchen Seefeldern eine Rolle, die bei Ebbe trocken gelegt werden (S. III. e 302). Durch äußere Reize können die Pennatularien zu erstaunlich rascher Wasserabgabe veranlaßt werden, wie CHARLES DARWIN (Naturalist's voyage round the world, London 1845) bei *Stylatula darwini* an der Küste von Bahia Blanca beobachtete. „At low water“, schreibt DARWIN (p. 99), „hundreds of these zoophytes might be seen projecting like stubbles, with the truncate end upwards, a few inches above the surface of the muddy sand. When touched or pulled they suddenly drew themselves in with force so as nearly or quite to disappear.“ *Veretillum cynomorium*, das in ausgestrecktem Zustande eine Länge von 40 cm erreicht, schrumpft nach solcher Wasserabgabe auf 5 bis 6 cm zusammen. *Pteroeides griseum* mißt in Expansion 30, in Kontraktion etwa 10 cm, wobei die Zusammenziehung etwa 30 Sekunden in Anspruch nimmt. Das Wasser schießt während der Kontraktion, die durch eine Verkürzung der Stamm-muskulatur herbeigeführt wird, in kräftigen Strahlen heraus. Ob eine Abgabe des Wassers auch durch die Öffnungen der Hauptkanäle am Stielende erfolgt, erscheint unsicher.

Rhythmische Bewegungen. — Daß bei *Pteroeides griseum*, aber auch bei anderen Seefeldern, ein periodisches Anschwellen und Abschwollen der Kolonie stattfindet, wird von mehreren Autoren übereinstimmend angegeben. Nach GRAVIER (1910, p. 47) läßt sich eine Abhängigkeit jener Bewegungen vom Rhythmus der Gezeiten nicht nachweisen (vgl. hierzu auch S. III. e 169 und 242). Dagegen scheint diese Periodizität dem Wechsel von Tag und Nacht zu entsprechen. Wenigstens sagt BUJOR (1901), daß *Veretillum* sich bei Tage kontrahiere und bei Nacht ausstrecke, und das gleiche wird von *Pteroeides* berichtet. In anderen Fällen widersprechen die Beobachtungen einander. So hält DALYELL *Virgularia* für ein Nachttier, GRAVIER (1910) dagegen für ein Tagtier. Übrigens braucht das zu gewissen Zeiten erfolgende starke Anschwellen der Kolonien durchaus nicht immer mit einer Entfaltung der Polypen verbunden zu sein, wie KÜKENTHAL (Aus der Natur, 5. Jahrg., Heft 11, 1909, p. 325) ausdrücklich hervorhebt.

Ernährung

Die Pennatularien sind vorwiegend karnivor. Nach GRAVIER (Arch. zool. expér. gén. (4) 8, p. 231; 1908) scheint *Mesobelemonn gracile* ein ausgesprochener Fleischfresser zu sein, der sich von kleinen Borstenwürmern (Sylliden) nährt. JUNGENSEN (1904, p. 53) fand im Schlundrohr und in der Gastralhöhle mehrerer Polypen von *Protopilum carpenteri* Pteropodenschalen (*Limacina*), und *Virgularia mirabilis* nährt sich nach seinen Beobachtungen hauptsächlich von Muschellarven. Nicht selten enthalten die Gastralräume der Polypen auch Diatomeenschalen und Foraminiferensand. Letzteren fand A. M. MARSHALL (1887, p. 150) besonders in den Gastralräumen der in beträchtlicher Tiefe lebenden *Kophobelemonn*- und *Pennatula*-Arten. Die Aufnahme geformter Nahrung erfolgt durch die Autozooiden. Wie bei den Alcyonarien (S. III. e 243) findet die Verdauung in den Mesenterial-

filamenten statt. Inwieweit auch das Entoderm der Hauptkanäle und der Siphonozooide daran beteiligt ist, bedarf noch genauerer Feststellung. KÜKENTHAL (Aus der Natur, 5. Jahrg., Heft 11, 1909, p. 325) hält es nicht für unwahrscheinlich, daß die Seefedern einen Teil ihrer Nahrung in gelöstem Zustande dem Meerwasser entnehmen. „Die im Kanalsystem zirkulierende Flüssigkeit ist Seewasser, in welchem Nährstoffe gelöst oder in kleinen Partikeln suspendiert sind. Auch enthält sie ein schleimiges Sekret, in welches Fremdkörper eingehüllt und nach außen befördert werden“ (KÜKENTHAL 1925, p. 757). Die Aufnahme und Abgabe des Wassers erfolgt in erster Linie durch die Zooide, in schwächerem Maße auch durch die Polypen. Bei Jugendformen der Pennatularien wird die Wasserzirkulation nur von dem Scheitelpolypen unterhalten (JUNGERSEN 1888). Der zum Leben notwendige Sauerstoff wird durch die Flimmerepithelien der Körperoberfläche, insbesondere der Tentakel, dem Meerwasser entnommen (Hautatmung). Daneben steht aber auch die Flüssigkeitsbewegung im Innern der Kolonie im Dienste der Sauerstoffzufuhr (innere Atmung). Daß die zur Nahrungsaufnahme unfähigen Zooide für die Atmung von erheblicher Bedeutung sind, ergibt sich schon aus ihrer beträchtlichen Zahl (S. III. e 292). Die vom Wasserstrom berührte innere Oberfläche der Gastralhöhlen beträgt bei allen Pennatularien ein Vielfaches der gesamten Oberfläche der polypentragenden Krone. Daß die periodische Wasseraufnahme bei den Seefedern (S. III. e 303) Atmungszwecken dient, darf als sicher angenommen werden. Sollte es sich bewahrheiten, daß die Seefedern ihren Bedarf an Nahrung wenigstens teilweise in gelöster Form decken, so wäre mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die rhythmischen Bewegungen der Seefedern auch im Dienst der Nahrungsaufnahme stehen.

Sinnesleben

Über das Sinnesleben der Pennatularien ist so gut wie nichts bekannt. Nach BROCH (1912, p. 51) sind die Seefedern im allgemeinen ausgesprochen nächtliche Tiere, und der Zustand der Kontraktion ist bei den meisten Arten die normale Tagstellung (S. III. e 303). Bei Tage ist auch ihr Leuchtvermögen herabgesetzt (S. III. e 313).

Fortpflanzung

Wie die Dörnchenkorallen (S. III. e 23) sind auch die Seefedern getrenntgeschlechtig. Hermaphroditismus ist unter den Pennatularien unbekannt. Innerhalb eines Stockes finden sich ausschließlich Individuen gleichen Geschlechts. Weibliche Kolonien sind wesentlich häufiger als männliche. Bei *Virgularia*, wo die Ausbildung der Geschlechtsprodukte sehr frühzeitig erfolgt, sind bisweilen nur die unteren, noch nicht entwickelten Polypen fertil, die oberen vollkommen ausgebildeten dagegen steril.

Eigröße. — Die kugeligen Eier von *Renilla* erreichen einen Durchmesser von 350 μ (WILSON 1884).

Eiablage. — Die reifen Geschlechtsprodukte werden durch Dehiszenz frei, fallen in den Gastralraum der Polypen und gelangen von da durch antiperistaltische Bewegungen des Schlundrohrs in das umgebende Meerwasser, wo im allgemeinen die Befruchtung stattfindet.

Bei *Renilla* geschieht die Eiablage regelmäßig in den frühen Morgenstunden, und zwar, wie es scheint, unabhängig von der Temperatur des Meerwassers. Auch *Veretillum* laicht am frühen Morgen. Nach WILSON (1884, p. 729) werden die Eier von *Renilla* in großen Massen, eingehüllt in beträchtliche Mengen Schleim, ausgestoßen. „During the discharge of the eggs by the females“, berichtet WILSON, „the males pour out the spermatic fluid in a milky cloud rising from the colony.“

Fortpflanzungszeit. — DALYELL (Rare and remarkable animals of Scotland, vol. 2, London 1848, p. 133) fand bei *Pennatula phosphorea* reife Eier im III. bis IX., JUNGERSEN (1888) im VII. Larven von *Virgularia mirabilis* treten nach DALYELL im V. und VI., nach GRANT (Frorieps Notizen 24, p. 247) im IV. auf. Die beiden häufigsten Seefedern unserer Gewässer scheinen also Frühjahrs- und Sommerlaicher zu sein. Auch bei *Renilla reniformis* treten reife Geschlechtsprodukte im Sommer (V. bis VII.) auf. Das mediterrane *Pteroeides griseum* ist dagegen Herbstlaicher (X.).

Viviparie. — Nur wenige Arten, bei denen im Gegensatz zu dem normalen Verhalten der Seefedern eine innere Befruchtung stattfindet, sind vivipar. Die in Nord- und Ostsee heimischen Spezies sind ovipar.

Ungeschlechtliche Fortpflanzung. — Eine sehr auffällige Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung hat man bei der in der Davisstraße heimischen *Pennatula prolifera* beobachtet (JUNGERSEN 1904, p. 22 ff.). Durch Ausbildung einer sich allmählich vertiefenden Furche kann sich das obere Ende dieser Seefeder abschnüren und zu einer neuen Kolonie heranwachsen. Wie JUNGERSEN mit Recht betont, erinnert diese Form der Querteilung an den Generationswechsel der Steinkorallengattung *Fungia* (KÜKENTHAL-KRUMBACH, Handb. d. Zool., 1. Bd., 1925, p. 837) oder auch an die Querteilung der in unseren Gewässern vorkommenden Seeanemone *Gonactinia prolifera* (vgl. S. III. e 174). Allerdings besteht insofern ein wesentlicher Unterschied, als es sich bei *Fungia* und *Gonactinia* um die Teilung eines Korallenindividuums, bei *Pennatula* dagegen um die Abschnürung eines Teiles einer kompliziert gebauten Anthozoenkolonie handelt. Die innerhalb der Ordnung der Seefedern einzig dastehende Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung wird dadurch ermöglicht, daß die Achse von *Pennatula prolifera* nicht bis in den abgeschnürten Teil hineinreicht, in dem sich nach vollzogener Querteilung ein neues Achsen skelett entwickelt.

Entwicklungsgeschichte Die Furchung der Seefedern verläuft im allgemeinen total und äqual, doch kommt bei ihnen auch inäquale Furchung vor. Bei *Renilla* beginnt die Furchung meist 90 min nach Eintritt der Befruchtung. In der Anordnung der Blastomeren herrscht eine überaus große Variabilität. Während bei den Aktiniarien Delamination bisher nicht beobachtet werden konnte (S. III. e 180), erfolgt die Bildung der Keimblätter bei den Pennatariern ausschließlich auf diesem Wege. Im Ablauf der ersten Entwicklungsvorgänge stimmen also Alcyonarien (S. III. e 245), Gorgonarien (S. III. e 271) und Penna-

tularien überein. Die Delamination liefert eine solide Planula mit einem Lager kubischer Ektodermzellen und einer zentralen Masse großer, abgerundeter Entodermzellen. Nach ROULE (1932) ist die Planula von *Veretillum* etwa 1 mm lang. Die Anlage des Schlundrohrs ist bei *Renilla* schon in der etwa 40 Std. alten Larve nachweisbar. Ungefähr gleichzeitig mit dem Stomodaeum entstehen die Mesenterien, von denen die dorsalen sich im vorderen Teil der Larve mit den dorsolateralen vereinigen. Bei *Renilla* tritt schon vorher die erste Anlage des Stielmesenteriums auf, das den basalen Teil der Gastralhöhle in eine dorsale und eine ventrale Kammer zerlegt. An der Stelle, wo dorsale und dorsolaterale Mesenterien miteinander verschmelzen, findet auch eine Vereinigung mit dem Mesenterium transversum statt. Nach v. KOCH entsteht bei *Pteroeides* das Mesenterium transversum ausschließlich durch Verschmelzung des dorsalen Mesenterienpaares. Demnach wäre der dorsale Hauptkanal homolog dem dorsalen Richtungsfach, während der ventrale Hauptkanal den sieben übrigen Radialkammern des Primärpolypen entsprechen würde. Sind nach dieser Auffassung schon der dorsale und der ventrale Hauptkanal nicht vollkommen gleichwertig, so besteht ein noch größerer Unterschied zwischen den medialen und lateralen Hauptkanälen. Dorsaler und ventraler Hauptkanal gehen unmittelbar aus dem Gastralraume des Primärpolypen hervor; die beiden lateralen Hauptkanäle entstehen dagegen nach JUNGERSEN bei *Pennatula* durch sekundäre Erweiterung von Ernährungsgefäßen im Mesenterium transversum.

Das Larvenleben ist kurz; seine Dauer beträgt wohl im Höchstfalle etwa 10 Tage. Sehr bald, nachdem die Larve sich festgesetzt hat, entwickeln sich als hohle Ausstülpungen die anfänglich ungefierten Tentakel des Primärpolypen, dessen apikaler Teil später den Terminalpolypen der Kolonie liefert, während der basale Teil sich in den Stiel umwandelt. Bei *Renilla* treten die ersten Anlagen der sekundären Polypen schon an der 72 Std. alten, noch freischwimmenden Larve auf. In rascher Folge sprossen nun an der Wand des Primärpolypen Autozooiden und Siphonozoiden hervor. Von den beiden medialen Hauptkanälen steht der ventrale mit dem Terminalpolypen, der dorsale mit dem Terminalzooid in Verbindung.

Wie bei den Alcyonarien (S. III. e 246) sind auch bei den Pennatularien die Skleriten das Produkt von Skleroblasten, die aus dem Ektoderm in die Mesogloea eingewandert sind. Die erste Anlage des Achsenskeletts stellt ein im Mesenterium transversum auftretender Zellstrang dar: die Achsenzellschicht der Embryologen. Nach KÜKENTHAL ist das Achsenskelett der Seefedern mesoglöaler Entstehung, wird aber von Zellen gebildet, die ursprünglich aus dem Ektoderm stammen. Demgegenüber hält v. KOCH, dem sich neuerdings auch ROULE (1932) anschließt, das Achsenskelett der Seefedern für eine rein ektodermale Bildung. Nach seiner Auffassung entstehen Pennatularienachse und Antipatharienachse auf gleiche Weise (vgl. hierzu S. III. e 35).

Ein von JUNGERSEN (1888) beschriebenes Jugendstadium von *Pennatula phosphorea* (Fig. 209) wies bei einer Gesamtlänge von 7 mm einen Terminalpolypen, vier laterale Knospen und ein medial gelegenes

Terminalzooïd auf. In einem Stadium von 12 mm Länge haben die beiden obersten Lateralpolypen die Größe des Terminalpolypen erreicht. Außerdem hat bereits die Entwicklung des Fiederblattes begonnen, indem am Grunde jedes der beiden Lateralpolypen ein neues Individuum angelegt wird. Während die Jugendformen von *Pennatula phosphorea* einen wohl entwickelten Terminalpolypen besitzen, fehlt ein solcher den erwachsenen Kolonien. Auch sonst machen sich bei den Seefedern ana-

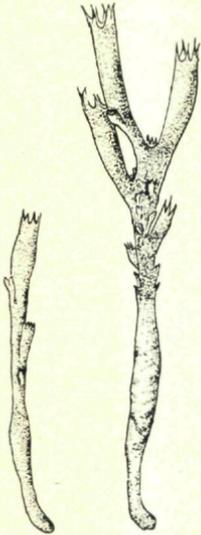


Fig. 209.

Jugendformen von *Pennatula phosphorea variegata*. Links: ein Exemplar von 7 mm Länge mit 1 Terminalpolypen, 4 lateralen Polypen und 1 medial gelegenen Knospe. Rechts: ein Exemplar von 12 mm Länge, bei dem die beiden obersten Lateralpolypen die Größe des Terminalpolypen erreicht haben. — Nach H. F. E. JUNGERSEN (1888).



Fig. 210.

Teil der Rhachis von *Pennatula phosphorea variegata* (Exemplar von 24 mm Länge). Nach H. F. E. JUNGERSEN (1888).

tomische Unterschiede zwischen den verschiedenen Altersstadien bemerkbar. So fehlt eine Siphonoglyphe, die in jugendlichen Polypen gut entwickelt ist, den älteren Polypen, während die Zooïde jeden Alters eine Schlundrinne besitzen (S. III. e 293). Bei *Funiculina quadrangularis* ist die Bewehrung mit Skleriten um so stärker, je jünger das Tier ist. Die Tentakel erwachsener Exemplare sind bei dieser Art frei von Skleriten.

Wachstum und Lebensdauer. — Die Wachstumszone liegt bei den Seefedern ausnahmslos basal, und zwar gilt dies sowohl für die ganze Kolonie wie für den einzelnen Polypen. So erfolgt bei den zur Familienreihe der *Penniformia* (S. III. e 285) gehörigen Arten der Zuwachs an blattförmigen Polypenträgern in akropetaler Richtung, und

auf den Blättern schreitet das Wachstum der Polypen von der Basis in der Richtung auf den dorsalen Blattrand fort. In der Familienreihe der *Junciformia* (S. III. e 285) ist allerdings, worauf bereits KÜKENTHAL (1925) aufmerksam gemacht hat, schon in der ersten Anlage der blattförmigen Wülste die vollständige Zahl von Polypen vorhanden. — Über die Lebensdauer der Pennatularen liegen keine zuverlässigen Beobachtungen vor. — Häufig wird im Schrifttum über Verstümmelungen des distalen Endes von *Virgularia mirabilis* berichtet. Bei dieser Art ragt meistens das obere nackte Achsenende weit aus der Kolonie heraus. Diese Erscheinung lediglich durch die bei der Fixierung erfolgte Kontraktion des Weichkörpers zu erklären, ist schon deswegen nicht zugänglich, weil sich in vielen Fällen keinerlei erhebliche Schrumpfung der Gewebe nachweisen läßt. Auch liegt ja vielfach eine Fraktur der Skelettachse vor. „Wie das obere Ende eines regelrechten Polypariums von *Virgularia* beschaffen ist“ — schreibt KÖLLIKER (1872, p. 184) — „ist unbekannt, und zeigten alle von mir untersuchten Stöcke hier eine dicke abgebrochene Axe, die entweder ganz nackt war oder von Sarcomas überwuchert erschien.“ Bisweilen mag der Bruch des zarten Achsenskeletts durch die Fanggeräte herbeigeführt werden. In anderen Fällen ist diese Vermutung sicher unzutreffend, wie JUNGENSEN (1904, p. 29) mit Recht hervorhebt: „Besides certain Virgulariae and Stylatulae have been observed in places where it was possible to wade out at low water, and draw them up with the hands, or where divers might easily see and take them; these forms showed the naked axis-stump. Here the mutilation cannot be due to the fishing apparatus.“ Die Tatsache, daß man in den Mägen von Kabeljau und Schellfisch Fragmente von Virgularienskeletten gefunden hat (S. III. e 315), legt den Gedanken nahe, die Fraktur des Achsenskeletts könnte durch Tierfraß bedingt sein. Aber es erscheint dann jedenfalls seltsam, daß man an solchen verstümmelten Exemplaren von *Virgularia mirabilis* niemals Spuren regenerativer Prozesse gefunden hat, was unbedingt zu erwarten wäre, wenn es sich wirklich um Bißwunden handelte. Offenbar waren es derartige Erwägungen, die schon im XVIII. Jahrhundert den dänischen Zoologen O. F. MÜLLER zu einer anderen Deutung des Phänomens veranlaßten. In seiner „Zoologia Danica“ (Bd. 1, 1781, p. 45) berichtet er über die „Straa-Søfjæren“ folgendes: „When it has grown to a certain height, the outermost polyp-hooks by and by die and wither away from above downwards at the outer end of the stalk, and only the shrunken skin remains some time. Finally this also drops away, and the end of the shalk is denuded.“ JUNGENSEN (1904, p. 30) dürfte daher das Richtige treffen, wenn er diese Erscheinungen als eine frühzeitig beginnende partielle Atrophie deutet.

Wie ich einer brieflichen Mitteilung H. BROCHS (Oslo) entnehme, zeigen im Halangspollen (Oslofjord) schon ganz jugendliche Kolonien von *Virgularia mirabilis* eine nackte Achsenspitze. Bei alten Stöcken trägt dieser vom Weichkörper entblößte distale Teil der Skelettachse regelmäßig einen dichten Besatz von Hydroiden (*Laomedea, Bougainvillia*).

Regeneration. — Daß die Seefedern über ein beträchtliches Regenerationsvermögen verfügen, war schon in der ersten Hälfte des XIX. Jahrhunderts bekannt. DALYELL (1848, p. 186) amputierte die beiden Enden einer lebenden *Virgularia mirabilis* und hing den Stumpf an einem Faden auf. Nach 3 Wochen war ein Ersatz der verloren gegangenen Teile eingetreten. Eine Wiederholung des Versuchs führte zu demselben Ergebnis. Die Neubildung der amputierten Teile erstreckte sich nur auf den Weichkörper; eine Regeneration des Achsenskeletts konnte niemals beobachtet werden. — Doppelbildungen der Skelettachse von *Virgularia mirabilis* treten im Kattegat, aber auch in anderen Teilen des Verbreitungsgebietes nicht selten auf (JUNGERSEN 1904, p. 31). Über den Mechanismus ihrer Bildung ist nichts bekannt.

Reduktionserscheinungen. — Schon *Ricchiardi* (1869, p. 15 und 28) hat darauf aufmerksam gemacht, daß bei *Pennatula* nach Eintritt der Geschlechtsreife eigentümliche Degenerationserscheinungen auftreten, die sich nicht nur auf die Polypen und die Blätter, sondern sogar auf den Kiel erstrecken. Auch KÖLLIKER (1872, p. 367) sah mit Eiern strotzend gefüllte Exemplare von *Pteroeides*, deren Blätter sich in einem Zustande weit fortgeschrittener Reduktion befanden. Es sei hier daran erinnert, daß ähnliche Beobachtungen bei Antipatharien gemacht worden sind (KÜKENTHAL, Handb. Zool., 1. Bd., 1925, p. 882).

Rassenbildung Ökologische Rassen. — Wie unter den Aktinien gibt es auch unter den Seefedern Standortmodifikationen und ökologische Rassen. Die biologischen Gesetzmäßigkeiten, die ihrer Bildung zugrunde liegen, lassen sich etwa folgendermaßen formulieren (BROCHSche Regel)¹⁾:

a) *Die Bewohner der Tiefsee haben weniger, aber kräftiger entwickelte Polypen als ihre in der Flachsee lebenden Artgenossen.* Offenbar handelt es sich hier um einen Sonderfall der PAXschen Regel, der zufolge Strandformen kleinwüchsiger sind als Tiefwasserbewohner (S. III. e 192). Während die PAXsche Regel sich auf solitär lebende Korallentiere bezieht und nur solche Größenunterschiede berücksichtigt, die zwischen Bewohnern der Gezeitenzone und des tieferen Litorals bestehen, hat die BROCHSche Regel für Anthozoenkolonien Geltung und umfaßt Wuchsdifferenzen in Litoral und Abyssal. Im Einzelfalle bleibt die Deutung mitunter freilich zweifelhaft. So wächst nach KÜKENTHAL & BROCH (1911, p. 250) *Funiculina quadrangularis* in bedeutenden Meerestiefen nicht zu der gleichen Größe heran wie an Standorten im Flachwasser. Dieselbe Beobachtung hatte schon früher JUNGERSEN (1904, p. 92) gemacht. „The reason may possibly be“, schreibt dieser Forscher, „that the severe conditions of life which are undoubtedly found at great depths, check the growth, so that the few individuals which have emigrated from better regions, become more or less dwarfed. But the reason“ — so fährt er fort — „may possibly be the more casual

¹⁾ Vergl. hierzu auch H. Broch, Einige Probleme der biogeographischen Abgrenzung der arktischen Region, in: Festschr. f. CARL ZIMMER (Mitt. Zool. Mus. Berlin, 19: 1933), S. 1—20. 6 Kart., u. H. Broch, Größe der Meerestiere und Temperatur ihres Lebensraumes, in: Naturwissenschaften, 21. Jahrg., Heft 48, 1933, S. 844—845.

one that hitherto the great depths have been fished so little and over so small an extent, and that the apparatus used have been very defective.“ Bei dieser Sachlage werden wir gut tun, weitere Beobachtungen abzuwarten. Jedenfalls ist Zwergwuchs unter den Seefedern der Tiefsee bestimmt nicht allgemein verbreitet.

b) *Bewohner kälterer Meere haben weniger zahlreiche und größere Polypen als ihre Artgenossen in Warmwassergebieten.* So macht BROCH (1912, p. 28) darauf aufmerksam, daß die nordische *Virgularia mirabilis* im allgemeinen 5 bis 10 größere Polypen auf einem Blatte trage, während die aus dem Mittelmeer beschriebene Form *multiflora* 10 bis 16 kleinere Polypen aufweise. Merkwürdigerweise tritt nun *multiflora* im Romsdalsfjord und Trondhjemsfjord neben dem nordischen Typus auf. ARNDT (1912, p. 93) schließt daraus, daß die Trennung der beiden Formen unberechtigt sei und *multiflora* nur ein älteres Stadium der typischen *mirabilis* darstelle. BROCH (1912, p. 28) zieht daraus den umgekehrten Schluß, daß die unter dem Einflusse des Golfstromes stehenden Fjorde der norwegischen W-Küste, deren Tierbevölkerung ein unverkennbar südliches Gepräge trage, diese faunistische Sonderstellung auch in der Ausbildung der Form *multiflora* beweise.

Geographische Rassen. — Inwieweit das Prinzip des Rassenkreises (S. III. e 193) auf die Pennatularen anwendbar ist, erscheint noch nicht vollkommen geklärt. Immerhin sei hier daran erinnert, daß bereits KÜKENTHAL (1915) eine Anzahl Rassenkreise unterschieden hat, deren Charakter er durch die Anwendung trinärer Nomenklatur hinlänglich kennzeichnete (*Pennatula phosphorea*, *Pteroeides esperi*, *Pteroeides argenteum*, *Pteroeides hystrix*). Uns interessiert hier nur der weltweit verbreitete Rassenkreis *Pennatula phosphorea*, der sich in 6 Rassen gliedert. Auf die Nord- und Ostsee beschränkt ist die Rasse *variegata*. Die Rasse *candida* kommt an den Färöer, bei Island und angeblich auch im Marmarameer vor, während *rubella* auf das Mittelmeer beschränkt ist. Bemerkenswerterweise gehört nun die Population des Trondhjemsfjords zwar der Rasse *variegata* an, zeigt aber in gewisser Hinsicht Anklänge an die mediterrane *rubella*. BROCH (1912) erblickt darin wiederum einen Beweis für das Vorhandensein südlicher Lebensbedingungen im Trondhjemsfjord. Offenbar liegen die Verhältnisse bei den Pennatularen ähnlich wie bei manchen Aktinien, wo ökologische und geographische Rassenbildung nebeneinander vorkommt (S. III. e 193).

Beziehungen zur Umwelt Anpassungen der Körperform an die Umwelt. — Bei manchen Seefedern des bewegten Wassers ist es in Anpassung an die Gefahr des Zerrissenwerdens durch Wellenschlag vielfach zu einer Rückbildung der Kalkachse (S. III. e 296) gekommen, die entweder noch in Rudimenten vorhanden ist (*Veretillum*, *Cavernularia*) oder ganz fehlt (*Renilla*, *Echinoptilum*). Doch gibt es auch Flachwasserbewohner mit wohl entwickeltem Achsen skelett (*Pennatula phosphorea*, *Pteroeides griseum*). In den mittleren Tiefen (200 bis 300 m) treffen wir im allgemeinen kleinwüchsige, gedrungene Formen

von etwa 20 bis 30 cm Länge, deren Polypen nicht auf Blättern stehen, sondern dem Stiele unmittelbar aufsitzen. Solche Kolonien gleichen einem im Schlamm steckenden Stab (*Protoptilum*, *Distichoptilum*). Ihre Polypen sind durch Kelche geschützt und mit Skleriten bewehrt. Die Bewohner der Tiefsee bilden lange, einer Ähre vergleichbare Stöcke mit sehr elastischer Achse (*Ballicina*, *Funiculina*, *Halipteris*). Ihre Polypen zeichnen sich häufig durch eine beträchtliche Größe aus (*Umbellula*, *Chunella*, *Scleroptilum*, *Anthoptilum*).

Leuchtvermögen. — Unter den Pennatularien ist Leuchtvermögen weit verbreitet. Schon GESSNER (1555) waren leuchtende Seefedern bekannt. Von den 14 Familien der Pennatularien, die die Systematik unterscheidet, zeigen Vertreter von 7 die Erscheinung der Lumineszenz. Im Schrifttum werden etwa 20 Arten als leuchtend bezeichnet. Wenn wir die Gesamtzahl der bisher beschriebenen Arten auf rund 300 veranschlagen, würde allerdings nur bei 7% Lichtproduktion nachgewiesen sein. Dieser Prozentsatz ist aber deswegen zweifellos zu niedrig gegriffen, weil ein großer Teil, besonders die abyssalen Formen, bis jetzt noch gar nicht lebend beobachtet worden ist. Manche Forscher vermuten, daß die Mehrzahl der Seefedern Lichtproduzieren (KÜKENTHAL 1925), andere gehen so weit, sämtlichen Pennatularien Leuchtvermögen zuzuschreiben. Die Schätzungen bewegen sich also zwischen 7 und 100%. Bezüglich der räumlichen Verteilung der Lumineszenz-

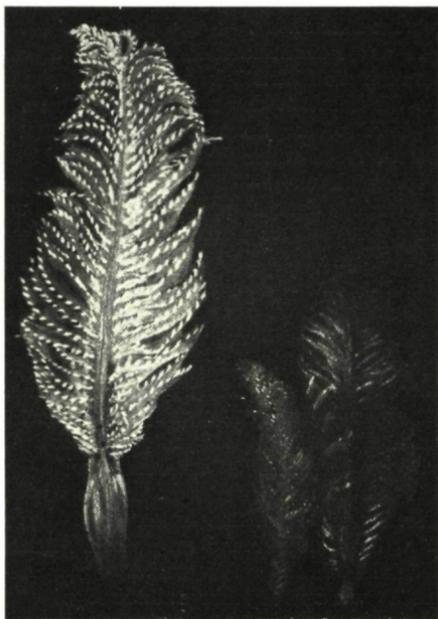


Fig. 211.
Leuchtende Seefedern (*Pennatula phosphorea*).
Nach U. DAHLGREN (1916).

erscheinungen ergibt sich keine Bevorzugung bestimmter klimatischer Zonen, wie auch die Lichtproduktion der Seefedern von der Tiefe des Standorts unabhängig zu sein scheint. Unter den in der Nordsee heimischen Arten ist Leuchtvermögen bei *Funiculina quadrangularis*, *Virgularia mirabilis* und *Pennatula phosphorea* (Fig. 211) nachgewiesen worden. KRUKENBERG bezeichnet die Farbe eines leuchtenden *Veretillum* als ein ziemlich reines Weiß, ein Urteil, dem auch WYVILLE THOMSON auf Grund von Erfahrungen, die er an Bord des „Porcupine“ gemacht hat,

für *Pennatula* und *Virgularia* zustimmt. Bei einer anderen Gelegenheit nennt derselbe Autor die Farbe einer leuchtenden *Pavonaria* hellviolett. DAHLGREN (1916, p. 260) gibt an, daß das Pennatularienlicht „ranges from silvery-white to lilac or violet“. „In sehr ungesättigtem Blau“, schreibt PÜTTER (1912), „leuchtet *Pennatula phosphorea*“. Auch *Funiculina quadrangularis* erstrahlt in blauem Licht (JOHNSTON, British Zoophytes, vol. 1, p. 166; 1847); wie W. THOMSON (Depths of the sea, p. 149) sagt, „a steady pale lilac phosphorescence like the flame of cyanogen“. PARKER (1920) spricht in bezug auf *Renilla amethystina* von einem „wonderfully clear blue-green light“. L. AGASSIZ (1850) berichtet, daß *Renilla reniformis* „shines at night with a golden green light of a most wonderful softness“. Auch JOUBIN (1922) nennt das Licht von *Pennatula* grün. FLOERICKE (1925) spricht von „grün-goldenen Funken“. — Die Angaben der Literatur über die Intensität des Pennatularienlichtes sind durchaus subjektiver Natur, indem nämlich die Lichtstärke durch die Lesbarkeit von Buchstaben oder durch die Sichtbarkeit des leuchtenden Tieres in bestimmter Entfernung angegeben wird. So berichtet WYVILLE THOMSON (1877), daß er im Schein leuchtender *Pennatula* und *Virgularia* das Zifferblatt der Uhr erkennen konnte. — Das Spektrum des Pennatularienlichtes ist kontinuierlich, aber sowohl am roten wie am blauen Ende stark verkürzt. Nach THOMSONs Bericht (Voyage „Challenger“, Atlantic, vol. 1, 1877, p. 151) war *Umbellula* „so brightly phosphorescent, that Captain MACLEAR found it easy to determine the character of the light by the spectroscope. It gave a very restricted specimen, sharply included between the lines b and D.“ Zu demselben Ergebnis führte die Untersuchung des Spektrums von *Umbellula* durch MOSELEY (Quart. Journ. micr. Science N. S. 17, p. 15; 1877). Das Spektrum des *Virgularia*-Lichtes reicht nach MOSELEY von der FRAUNHOFERSchen Linie B bis E. — Nach HARVEY (1926) zeigen *Pennatula phosphorea* und *Funiculina quadrangularis* trotz ihres Leuchtvermögens keine Fluoreszenz. — Daß die Seefedern nur nach vorausgegangener Reizung Licht produzieren, wird von NIEDERMEYER (1911), PARKER (1920), MOORE (1926) u. a. übereinstimmend angegeben. Auch ALCOCK (1902) schreibt ausdrücklich, daß *Cavernularia obesa* leuchte, „when irritated“. Von BROCH (1911) werden allerdings Zweifel geäußert, ob Lumineszenzerscheinungen lediglich durch äußere Reize ausgelöst werden. — Bei *Pennatula phosphorea* gehen nach den Beobachtungen von MOORE (1926) von der gereizten Stelle Lichtwellen aus, die mit dunklen Bändern abwechseln, wobei die Ausbreitung der Wellen in akropetaler Richtung leichter vonstatten geht als in basipetaler. Ein Reiz, der an der Basis der Seefeder 11 Lichtwellen auslöst, ruft an der Spitze nur 3 Wellen hervor. Im allgemeinen entstehen bei terminaler Reizung so lange neue Lichtwellen, wie die Reizung selbst andauert. Werden Spitze und Basis der Kolonie gleichzeitig gereizt, so löschen die in der Mitte des Stockes einander begegnenden Wellensysteme sich gegenseitig aus. Auch bei *Renilla amethystina* sah PARKER (1920) von der gereizten Stelle aus sich Lichtwellen konzentrisch ausbreiten. Erfolgt die Reizung mit einer Nadelspitze, so entsteht ein einzelner Lichtpunkt, der höchstens einige Punkte

seiner Umgebung zum Aufleuchten bringt, aber niemals zum Mittelpunkt eines Systems von Lichtwellen wird. Durch Einschnitte in die Rhachis wird die Ausbreitung der Lichtwellen nicht gehindert, da diese um die künstlich hergestellten Gewebslücken herumlaufen. Spaltet man eine Seefeder durch einen medialen Längsschnitt, so daß nur noch im proximalen Teile des Stieles eine Verbindung zwischen den beiden Hälften besteht, so ruft ein in der einen Hälfte erzeugter Lichtblitz ein Aufleuchten der anderen hervor. Die Erregungswellen pflanzen sich also auch über den selbst nicht leuchtenden Stiel fort. — Bei *Pennatula* beträgt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Lichtwellen nach PANCERI (1871) 5 cm in der sek, bei *Renilla* nach PARKER (1920) 7.39 cm pro sek. Die Geschwindigkeit der Lichtwellen ist abhängig von der Temperatur. Mit steigender Temperatur nimmt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit zu, und zwar innerhalb mittlerer Temperaturgrenzen (+ 10 und + 30°) entsprechend der VAN'T HOFFSchen Temperaturregel. Die Geschwindigkeit der Lichtwellen, deren Ausbreitung durch das diffuse Nervennetz geschieht, ist 60- bis 65 mal so groß wie diejenige der peristaltischen Bewegungen der Rhachis und des Stieles, die myogenen Ursprungs sind. — Nach NIEDERMEYER (1911) ist das Leuchtvermögen bei Tage stark herabgesetzt. Wird eine dem Tageslicht ausgesetzte *Renilla* in die Dunkelkammer gebracht und gereizt, so tritt keine Lumineszenz ein. Erst nach Ablauf von mindestens ½ Stunde hat das Experiment Erfolg. Setzt man ein solches Versuchstier erneut dem Tageslicht aus, so verschwindet die Lichtproduktion nach 5 min. Künstliche Lichtquellen sind nicht so wirksam wie Sonnenlicht. Anders als *Pteroeides* und *Renilla* verhält sich nach HARVEYS (1921) Erfahrungen *Ptilosarcus*. Individuen, die aus grellem Sonnenlicht in den Dunkelraum gebracht wurden, leuchteten nach erfolgter Reizung ebenso hell wie in der Nacht. Hier ließ sich also eine hemmende Wirkung der Belichtung auf die Lumineszenz nicht nachweisen. — Bei *Pteroeides griseum* ist die Lichtproduktion nach KRUKENBERG an eine minimale Temperatur von + 28° C und eine maximale Temperatur von + 40.5° C gebunden. + 34° C bis + 39° C stellen das Optimum dar. Dagegen konnte HARVEY (Amer. Journ. Physiol. 42, p. 349—358; 1917) bei der japanischen *Cavernularia habereri* die Wassertemperatur auf 0° erniedrigen, ohne daß die Leuchtfähigkeit auf Reizung verloren ging. Erst bei + 52° erlosch das Licht, um auch nach erneuter Abkühlung nicht wieder aufzutreten. Eine Erhöhung der Temperatur löst Lumineszenz aus. So beobachtete NIEDERMEYER (1911) bei *Pteroeides griseum* „mäßig helles Aufleuchten“, wenn das Versuchstier mit Seewasser von + 35° C übergossen wurde. — Süßwasser löst bei *Pteroeides* und *Pennatula* Lichtproduktion aus. Durch Zufuhr von Sauerstoff wird das Leuchtvermögen von *Pteroeides griseum* erhöht (NIEDERMEYER 1911). Durch Magnesiumsulfat konnte PARKER (1920) die Lumineszenz von *Renilla* aufheben. Bestreute man einen Teil der Rhachis mit Kristallen von Magnesiumsulfat, so konnte nach etwa 4 bis 5 min in diesem Teile der Kolonie kein Licht mehr erzeugt werden. Auch hörten Lichtwellen, die aus nicht behandelten Körperteilen kamen, an der Grenze des anästhesierten Bezirkes auf. Nach NIEDERMEYER (1911)

leuchtete ein Exemplar von *Pteroeides griseum*, das mit Sublimatlösung übergossen wurde, „vier Minuten lang mit ruhigem Lichte“. Eine mit einer 4%igen Formaldehydlösung „behandelte Kolonie leuchtete sogar zwölf Minuten lang“.

Schon PANCERI (1871) hat beobachtet, daß bei *Pennatula* nur Polypen und Zooide leuchten, eine Feststellung, deren Richtigkeit in neuerer Zeit von HERDMAN bestätigt wurde (Fig. 211). Bei *Pteroeides* ist das Leuchtvermögen gleichfalls auf Polypen und Zooide beschränkt (NIEDERMEYER 1911), wie auch bei *Renilla* nur die mit Zooiden bedeckte Dorsalseite der Rhachis Licht produziert (PARKER 1920). Im Gegensatz hierzu soll bei *Cavernularia* gerade der polypenfreie Stiel besonders hell leuchten (HARVEY 1917).

Spezifische Leuchtorgane fehlen den Seefedern. Hauptsitz des Leuchtvermögens scheinen Drüsenzellen des Ektoderms im Mauerblatt und in den Tentakeln der Polypen zu sein, und zwar glaubt man gewisse kugelige oder körnige Einschlüsse der Ektodermzellen als die eigentlich leuchtende Substanz erkannt zu haben. Über die chemische Natur dieser Einschlüsse ist nichts Sicheres bekannt. PANCERI (1871) und BUJOR (1901) denken an Lipide, HARVEY (1917) rechnet mit einer eiweißartigen Substanz, die durch das Hinzutreten eines Ferments zum Aufleuchten gebracht wird; BUCHNER (Tierisches Leuchten und Symbiose, Berlin 1926, p. 46) hält es für wahrscheinlich, daß das Leuchtvermögen der Seefedern auf demselben Prinzip beruht wie die Lichtproduktion der Pyrosomen, d. h. er deutet die Einschlüsse der Ektodermzellen als Mikroorganismen.

Ob die Pennatularien intrazellulär oder extrazellulär leuchten, konnte NIEDERMEYER (1911) nicht einwandfrei entscheiden. Da er aber bei *Pteroeides* keinen leuchtenden Schleim nachweisen konnte, hielt er die Annahme intrazellulärer Lumineszenz für wahrscheinlicher, eine Auffassung, der sich auch KÜKENTHAL (1924) anschloß. Tatsächlich hat nun aber schon RAPP (1829) das Vorkommen eines Leuchtsekrets bei *Pennatula*, *Veretillum* und *Pteroeides* nachgewiesen. „Das Leuchten“, so schreibt dieser Forscher, „teilt sich daher auch den Fingern mit, mit denen man diese Tiere berührt hat ... Es rühren also diese Lichterscheinungen von einem ausgeworfenen oder von einem toten Stoff her.“ Die gleiche Beobachtung machte PARKER (1930) bei *Renilla*. Verreibt man etwas von der weißlichen Substanz, die die Siphonozooide und die Basis der Autozooide umgibt, auf einer Glasplatte, so treten auch dort Lichterscheinungen auf. Schließlich gibt HARVEY (1917) an, daß die äußere Oberfläche von *Cavernularia* einen leuchtenden Schleim absondere. Damit soll natürlich keineswegs die Möglichkeit einer Lechtsymbiose geleugnet werden. Wie bisher der sichere Nachweis von Mikroorganismen in den als Sitz der Lichtproduktion erkannten Zellen noch aussteht, so ist es HARVEY auch nicht gelungen, in einem aus *Cavernularia* hergestellten Extrakt Luciferin und Luciferase zu finden. Dagegen konnte er das Vorhandensein mikroskopisch nachweisbarer Körnchen und Kügelchen bestätigen, von denen die Lichterscheinungen ihren Ausgang nehmen.

Teilnahme an Biozönosen. — *Virgularia mirabilis* bildet im Gullmarfjord (W-Küste Schwedens) ansehnliche Bestände. Sie ist dort die Leitform der nach ihr benannten *Virgularia*-Assoziation (Kristinebergs Zool. Station Nr. 4, Uppsala 1930, p. 351), in der als immerhin charakteristischer Bestandteil *Cerianthus lloydii* auftritt (vgl. S. III. e 13). Auch im Halangspollen bei Dröbak (Oslofjord) erreicht sie in einer Tiefe von 10 bis 12 m eine sehr erhebliche Ortsdichte (BROCH in litt.). *Pennatula phosphorea* bildet im Skagerak und Kattegat gleichfalls ganze Wiesen.

Epöken. — Im allgemeinen zeichnen sich die Seefedern durch schwachen Bewuchs aus. In unseren Gewässern sind Borstenwürmer aus der Familie der Serpuliden bei weitem die häufigsten Epöken der Pennatularien. Bezüglich des Hydroidenbewuchses von *Virgularia mirabilis* im Oslofjord vergl. S. III. e 308. Auf *Funiculina quadrangularis* lebt in der Nordsee fast immer der Schlangensterne *Asteronyx loveni*. Außerhalb der Nord- und Ostsee kommen noch andere Epöken vor. So hat man in der Timor-See einen gymnoblastischen Hydroiden (*Ptilocodium repens*) gefunden, der am freien Rande der Blätter einer *Sarcophyllum*-Art sitzt (COWARD 1909), und zwischen den großen Fiederblättern von *Pteroeides* kommen öfters Porcellaniden der Gattung *Petrolisthes* vor (briefl. Mitt. von H. BALSS).

Intrazelluläre Symbionten. — Die in Nord- und Ostsee heimischen Seefedern sind algenfrei. Auch sonst sind wohl nur sehr wenige Arten mit Zooxanthellen vergesellschaftet, eine Tatsache, die offenbar mit der Tiefenverbreitung der Pennatularien zusammenhängt.

Parasiten. — In der Rhachis einer *Virgularia mirabilis* fand JUNGENSEN (1904, p. 27) zwei Parasiten. „On account of the transparent sarcosome“, so schreibt der dänische Forscher, „the lower one may distinctly be recognized as a *Distoma*.“ In dem Kanalsystem und den Gastralräumen von Seefedern (*Anthoptilum*, *Renilla*) trifft man gelegentlich Kopepoden der Gattung *Lamippe*, also Vertreter desselben Genus, das wir schon als Schmarotzer von Gorgonarien (S. III. e 278) kennen gelernt haben. In den Kanälen des Stieles von *Echinoptilum echinatum* leben parasitische Amphipoden.

Feinde. — Bruchstücke von Seefedern, insbesondere von *Virgularia*, finden sich nach H. BLEGVAD (On the food of fish in the Danish waters; in: Rep. Danish Biol. Stat. Copenhagen 24, p. 19—71; 1916) bisweilen im Magen von Kabeljau und Schellfisch (S. III. e 308). Nach STEPHENSEN (Meddelelser Grønland 79, p. 38; 1933) bilden *Virgularia* und *Umbellula* die Nahrung des Pantopoden *Boreonymphon robustum*, der in seinem Körperbau Anpassungen an diese Art der Ernährung zeigt. „The large chelae“, schreibt STEPHENSEN, „with curved jaws of a shape not found in any other large northern Pycnogonid would seem to be well adapted to grasp round the tentacles of the *Umbellula*.“ Auch Schnecken scheinen *Virgularia* anzugreifen (BALSS 1910, p. 43).

Wirtschaftliche Bedeutung

Eine Nutzung der in der Nord- und Ostsee vorkommenden Seefedern findet nicht statt. In Java werden die

Achsenskelette von Pennatularien von der einheimischen Bevölkerung zu medizinischen Zwecken verwendet. Vergl. hierzu BOORSMA, in: Bull. Jard. Bot. Buitenzorg, sér. 3, vol. 8, livr. 1, p. 96; 1926).

Literatur

1. Zusammenfassende Darstellungen.

- BALSS, H.: Japanische Pennatuliden; in: Abhandl. mathem.-phys. Klasse Königl. Bayr. Akad. Wissensch., 1. Suppl.-Bd., 10. Abhandlg., p. 1—106, 6 Taf., 31 Textabb.; 1910.
 KÜENTHAL, W.: Pennatularia; in: Das Tierreich, 43. Liefg. XVI, 132 p., 126 Abb.; 1915.
 — u. H. BROCH: Pennatulacea; in: Wissenschaftl. Ergebn. Deutsch. Tiefsee-Exped., 13, p. 113—576, Taf. 13—29, 295 Textfig.; 1911.

2. Schriften über Pennatularien der Nordsee und ihrer Nachbargebiete.

- ARNDT, W.: Notiz über *Virgularia mirabilis*; in: Zool. Anz., 40, p. 93—94; 1912.
 BROCH, H.: Die Oktokorallen der Arktis; in: Fauna Arctica, 5, p. 1045—1052; 1929.
 — Die Bedeutung der Drobak-Schwelle für die Bodenfauna der Garnelenfelder; in: Abhandl. Norske Vidensk.-Akad. Oslo, matem.-naturvid. Kl., no. 5, p. 1—32; 1935 [p. 25 Coelenterata].
 DANIELSEN u. KOREN: Bidrag til de ved den norske kyst levende Pennatulider; in: Fauna litt. Norvegiae, 3; 1877.
 GRIEG, J. A.: Oversigt over Norges pennatulider; in: Bergens Mus. Aarsberetn. f. 1891, no. 1, p. 1—23, 1 Taf.; 1892.
 — Bidrag til Kundskaapen om Hardangerfjordens fauna; in: Bergens Mus. Aarbok, p. 1—148, 2 Taf., 1 Karte; 1913.
 JÄGERSKIÖLD, L. A.: Koraller i Svenska hav; in: Jorden Runt, p. 449—458, 7 Fig.; 1933.
 JUNGENSEN, H. F. E.: Pennatulida; in: Danish Ingolf Exped., 5, no. 1, 95 p., 3 Taf., 3 Textfig., 1 Karte; 1904.
 KRAMP, P. L.: Alcyonaria; in: Zool. Faeroes Nr. 7a, p. 1—12, 5 Fig.; 1930.
 — Alcyonaria, Antipatharia and Madreporaria. Godthaab Expedition 1928; in: Meddelels. Grønland, 79, no. 4, p. 1—20, 7 Fig.; 1932.
 MARSHALL, A. M.: A new dredging animal; in: Nature (London), 27, p. 11; 1883.
 — Report on the Pennatulida dredged by H. M. S. „Triton”; in: Transact. Roy. Soc. Edinburgh, 32, p. 119—152, Taf. 21—25; 1887.
 — u. W. P.: Report on the Pennatulida collected in the Oban Dredging Excursion of the Birmingham Natural History and Microscopical Society. Birmingham 1882.
 MOROFF, T.: Studien über Octocorallien; in: Zool. Jahrb., Abt. System., 17. Bd., H. 3, p. 363—410, Taf. 14—18; 1902.
 PETERSEN, C. G. J.: On the animal communities of the sea bottom in the Skagerak, the Christiania Fjord and the Danish waters; in: Rep. Danish Biol. Stat., 23, p. 3—28; 1915.
 SCHULZE, F. E.: Coelenteraten; in: Jahresber. Comm. wiss. Untersuchg. deutsch. Meere, 2. u. 3. Jahrg., p. 121—142, Taf. 2; 1875.
 THEEL, H.: Om utvecklingen af Sveriges zoologiska hafstation Kristineberg och om djurlifvet i angränsande haf och fjordar; in: Ark. f. Zool., 4, no. 5, p. 1—136, 3 Kart., 2 Textfig., 5 Taf.; 1908.

3. Morphologie und Entwicklungsgeschichte.

- ENDERS, M.: Calcit und Aragonit im Skelett der Anthozoen; in: Arch. f. Naturgesch. (N. F.), 1. 4, p. 646—653; 1932.
 JUNGENSEN, H. F. E.: Über Bau und Entwicklung der Kolonie von *Pennatula phosphorea* L.; in: Zeitschr. f. wiss. Zool., 47. Bd., p. 626—649, Taf. 39; 1888.
 LIGHTBOWN, C. M.: The dorsal mesenteric filaments in the Siphonozooids of Pennatulacea; in: Mem. Proc. Manchester Lit. Philos. Soc., 62, Pt. 1, p. 1—20, 1 Taf.; 1918.
 MÖRNER, C. T.: Zur Kenntnis der organischen Gerüstsubstanz des Anthozoen skeletts; in: Zeitschr. f. physiol. Chemie, 55. Bd., p. 77—83; 1908.
 NIEDERMAYER, A.: Studien über den Bau von *Pteroides griseum* (Bohadsch); in: Arb. zool. Instit. Wien u. Triest, 19, p. 99—164, 2 Taf., 8 Textabb.; 1911.
 — Über den Verschlussmechanismus der Stielporen bei *Pennatula* und *Pteroides*; in: Zool. Anz., 39, p. 190—196, 7 Fig.; 1912.
 — Beiträge zur Kenntnis des histologischen Baues von *Vcrotillum cynomorium* (Pall.); in: Zeitschr. f. wiss. Zool., 109, p. 531—590, 2 Taf.; 1914.
 PAX, F.: Die Achsenskelette der Anthozoen im Röntgenbilde; in: Zeitschr. f. Morphol. u. Ökol. d. Tiere, 9, p. 710—718, 4 Fig.; 1927.
 — Das Durchsichtigmachen von Anthozoenkolonien nach dem Verfahren von Spalteholz; in: Prakt. Mikroskopie, Jahrg. 1936, p. 126—128, 1 Abb.

- ROULE, L.: Observations sur l'ontogenèse du Vérétille (*Veretillum cynomorium* Pall.); in: Arch. zool. expér. gén., **74**, p. 233—247, 20 Fig.; 1932.
- THOMSON, J. A., u. RENNET, N.: Alcyonaria, Madreporaria and Antipatharia; in: Rep. Australas. Antarct. Exped., C 9, no. 3, p. 1—46, Taf. 8—14; 1931.
- WILSON, E. B.: The development of *Renilla*; in: Philos. Transact. Roy. Soc. London, **174**, p. 723—816, Taf. 52—67; (1883) 1884.

4. Bewegung.

- BUJOR, P.: Sur l'organisation de la Vérétille (*Veretillum cynomorium*); in: Arch. zool. expér. gén., **9** (notes no. 4), p. 49—60; 1901.
- GRAVIER, C.: Sur la biologie des Pennatulidés; in: Proc. VII. Internat. Zool. Congr. Boston Meeting 1907. Cambridge 1910. 4 S.
- MUSGRAVE, E.: Experimental observations on the organs of circulation and the powers of locomotion in Pennatulids; in: Quart. Journ. microsc. scienc., **54**, p. 443—481, 2 Taf.; 1909.

5. Beziehungen zur Umwelt.

- COWARD, W. E.: On *Ptilocodium repens*, a new gymnoblastic Hydroid epizoic on a Pennatulid; in: Koninkl. Akad. Wetensch. Amsterdam, **11**, p. 635—641, 1 Taf.; 1909.
- STEPHENSEN, K.: The Godthaab Expedition 1928. Pycnogonida; in: Meddelelser Grønland, **79**, no. 6; 1933.

6. Leuchtvermögen.

- DAHLGREN, U.: The production of light by animals; in: Journ. Franklin Inst., **180**, p. 513—537, 711—727; 1915; **181**, p. 109—125, 243—261, 377—400, 525—556, 659—696, 805—843; 1916.
- DUBOIS, R.: La vie et la lumière. Paris, Librairie Félix Alcan, 1914. (Chap. III. Les Coelentérés lumineux.)
- HARVEY, E. N.: Studies on bioluminescence. XIII. Luminescence in the Coelenterates; in: Biol. Bull. Woods Holl, **41**, p. 280—287; 1921.
- Bioluminescence and fluorescence in the living world; in: Amer. Journ. Physiol., **77**, p. 555—561; 1926.
- MCINTOSH, W. C.: Phosphorescence of marine animals; in: Nature (London), **32**, p. 476—481; 1885.
- MOORE, A. R.: On the nature of inhibition in Pennatula; in: Amer. Journ. Physiol., **76**, p. 12—115; 1926.
- PANCERI, P.: Gli organi luminosi e la luce delle Pennatule; in: Rendic. R. Accad. Sci. fis. matem. Napoli fasc. 10, p. 1—7; 1871.
- PARKER, G. H.: The phosphorescence of *Renilla*; in: Proc. Amer. Philos. Soc. **19**, p. 171—175; 1920.
- Activities of colonial animals. 2. Neuromuscular movements and phosphorescence of *Renilla*; in: Journ. exper. Zool., **31**, p. 475—513, 12 Fig., 1 Taf.; 1920.

7. Pennatularien des Brackwassers.

- BALSS, H.: Notiz über einige Pennatuliden des Zoologischen Museums der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg; in: Annuaire Mus. Zool. Acad. Imp. Scienc. St. Pétersbourg, **16**, p. 158—159; 1911.
- HAMID, A.: On *Virgularia gracilima* (Kölliker) from the Chilka Lake; in: Rec. Ind. Mus. Calcutta, **33**, p. 483—487, 1 Fig., 1 Taf.; 1931.