

XII. a<sub>2</sub>**Thaliacea**

von J. E. W. IHLE, Amsterdam

Mit 12 Abbildungen

**Charakteristik** Freischwimmende, zum Plankton gehörende Tunikaten; ohne Schwanz; mit durchscheinender Testa (Cuticula); Ingestionsöffnung vorn, Egestionsöffnung hinten gelegen, weit voneinander entfernt; Kloake im hinteren Körperteile gelegen, manchmal sich nach vorn ausbreitend; Pharynx mit 1 Paar großen oder mit mehreren schmalen, quergestellten Kiemenspalten. Hermaphroditen; Generationswechsel und Bildung von Ketten oder Kolonien.

**Systematik** Hier werden unter dem Namen *Thaliacea* drei Ordnungen zusammengefaßt: *Desmomyaria* (*Salpidae*), *Cyclomyaria* (*Doliolidae*) und *Pyrosomida* (*Synthaliacea*, *Pyrosomatidae*). Gegenwärtig beschränkt man den Namen *Thaliacea* vielfach auf die *Desmo-* und *Cyclomyaria*, da die Pyrosomen oft zu den *Ascidiacea* gerechnet werden. Der Fund der merkwürdigen Aszidie, *Cyathocormus mirabilis* (A. OKA 1913), die in mancher Hinsicht mit *Pyrosoma* übereinstimmt, gibt der Auffassung Stütze, welche die Pyrosomen von den Aszidien ableitet. Auch für die *Doliolidae* und *Salpidae* kann man eine ähnliche Abstammung annehmen, und mit Recht sieht man bei diesen Familien im Besitz der bedeutenden Körpergröße, eines kurzen Zentralnervensystems, eines sehr geräumigen Kiemendarmes und der stark ausgebildeten asexuellen Fortpflanzung einen Hinweis auf die Abstammung der Doliolen und Salpen von festsitzenden Vorfahren. Dieser von B. ULJANIN (1884) u. a. verteidigten Hypothese schließt sich neuerdings auch M. METCALF (1918) an.

Von den 3 Gruppen, die wir hier unter dem Namen *Thaliacea* vereinigen, haben die Pyrosomen die Übereinstimmung mit den Aszidien am deutlichsten bewahrt, während sich die Salpen im Körperbau am meisten von den festsitzenden Vorfahren entfernt haben. Andererseits bleibt der Generationswechsel bei den Salpen einfacher als bei den Doliolen, wo er mit einem komplizierten Polymorphismus zusammengesetzt.

**Bestimmungsschlüssel der Ordnungen.**

I. Stockbildende Tiere, in einer hohlzylindrischen Kolonie angeordnet  
*Pyrosomida* (s. S. XII. a 42).

## II. Tiere solitär oder in Ketten angeordnet.

- 1) Mit 1 Paar großer Kiemenspalten und einem schmalen Kiemenbalken . . . . . *Desmomyaria* (s. diese S.).
- 2) Mit zahlreichen quergestellten Kiemenspalten  
*Cyclomyaria* (s. S. XII. a 37).

Da die genannten Gruppen in Bau und Fortpflanzung stark voneinander abweichen, so erfordern sie eine getrennte Behandlung.

Bemerkt sei noch, daß *Thaliacea* in der Ostsee durchaus fehlen und eigentlich auch nicht zur Fauna der Nordsee gehören. Von den 3 Gruppen haben nur die *Desmomyaria* etwas mehr Bedeutung für unser Gebiet, während *Cyclomyaria* und *Pyrosomida* äußerst seltene Gäste in der Nordsee sind. Deshalb werden wir hier nur die Desmomyarier etwas ausführlicher behandeln. Wir beginnen mit ihnen, obwohl sie sich im Körperbau am meisten von den Vorfahren entfernt haben.

I. *Desmomyaria* (*Salpidae*).

**Charakteristik** Ingestionsöffnung vorn, Egestionsöffnung hinten, dorsal oder terminal; Kloakenhöhle sich von hinten nach vorn erstreckend, hinter dem Pharynx und dorsal von ihm gelegen; seine dorsale und hintere Wand von einem Paar großer, länglicher Kiemenspalten durchbohrt, so daß nur ein medianer „Kiemenbalken“ übrigbleibt; Muskulatur besteht aus meist ventral offenen Muskelbändern. — Generationswechsel zwischen dem asexuellen, mit Stolo versehenen Oozoid (*Proles solitaria*; solitäre Salpe) und dem sexuellen Blastozoid (*Proles gregata*; Kettensalpe). Das Blastozoid erzeugt einen oder mehrere Embryonen, jeder mit Plazenta.

**Systematik** Die meisten Salpen sind Planktonen des warmen Wassers und gehören deshalb nicht zu unserem Gebiet. Einige Arten aber werden mit dem Golfstrom weit nach N geführt, bis zu oder über 60° N hinaus, wo sie schließlich zugrunde gehen. In der Nordsee ist nur eine Art (*Salpa fusiformis* Cuvier) als Gast angetroffen. Im angrenzenden Gebiet dagegen (Kanal, W-Küste Irlands, N-Atlantik) kommen auch andere Arten, die wir hier ebenfalls erwähnen, als Gäste vor.

## Übersicht der Gattungen und Arten.

## I. Gattungen:

- A. Darmkanal bildet keinen Knäuel . . . . . *Cyclosalpa* Blv.
- B. Darmkanal bildet einen Knäuel (Nucleus) . . . . . *Salpa* Forsk.

## II. Arten:

1. *Cyclosalpa* Blainville (s. S. XII. a 24).
  - A. Tiere mit Stolo; 5 Paar Seitenorgane; Darmkanal im Kiemenbalken eingeschlossen . . . . . *C. pinnata* Forsk. sol.
  - B. Tiere ohne Stolo; 1 Paar Seitenorgane; Darmkanal ventral vom Pharynx . . . . . *C. pinnata* Forsk. greg.
2. *Salpa* Forskål (s. S. XII. a 24 ff.).
  - A. Tiere mit Stolo; ohne Geschlechtsorgane.

- 1) Testa mit einem Paar langer Anhänge.
  - a) Hinter dem Hirnganglion 18 bis 22 teils unterbrochene Muskeln . . . . . *S. vagina* Tiles. sol. (s. S. XII. a 30).
  - b) Hinter dem Hirnganglion 6 Muskeln (C 2 und Körpermuskel 1 bis 5) . . . . . *S. democratica* Forsk. sol. (s. S. XII. a 29).
- 2) Testa ohne lange Anhänge.
  - a) Seitliche Längsmuskeln vorhanden  
*S. asymmetrica* H. Fowl. sol. (s. S. XII. a 25).
  - b) Ohne seitliche Längsmuskeln.
    - aa) Muskeln parallel oder fast parallel.
      - \*) Hinter dem Hirnganglion 9 Muskeln (einschließlich Muskel X) *S. maxima* Forsk. sol. (s. S. XII. a 26).
      - \*\*) Hinter dem Hirnganglion 5 Muskeln  
*S. zonaria* (Pall.) sol. (s. S. XII. a 28).
    - bb) Muskeln nicht parallel.
      - \*) Nur 4 Muskeln, die auf dem Rücken 2 liegende Kreuze bilden  
*S. confoederata* Forsk. sol. (s. S. XII. a 30).
      - \*\*) 9 Muskeln (einschl. Muskel X).
        - §) Testa nicht gezackt  
*S. fusiformis* Cuv. sol. (s. S. XII. a 26).
        - §§) Testa gezackt  
*S. fusiformis* Cuv. f. *aspera* Cham. sol. (s. S. XII. a 28).
- B. Tiere ohne Stolo, mit Geschlechtsorganen.
  - 1) Muskulatur an der ventralen Seite durchaus asymmetrisch  
*S. asymmetrica* H. Fowl. greg. (s. S. XII. a 25).
  - 2) Muskulatur an der ventralen Seite der Hauptsache nach symmetrisch.
    - a) Alle Muskeln parallel, keine Gruppen bildend  
*S. zonaria* (Pall.) greg. (s. S. XII. a 29).
    - b) Nicht alle Muskeln parallel, teilweise Gruppen bildend.
      - aa) 1. und 2. Muskel, ebenso wie 3. und 4., bilden ein liegendes Kreuz *S. confoederata* Forsk. greg. (s. S. XII. a 31).
      - bb) 1. bis 3. Muskel mediodorsal konvergierend, nicht zusammenhängend *S. vagina* Tiles. greg. (s. S. XII. a 30).
      - cc) 1. bis 3. Muskel bilden auf dem Rücken eine Gruppe  
*S. democratica* Forsk. greg. (s. S. XII. a 30).
      - dd) 1. bis 4. Muskel wie 5. und 6. bilden auf dem Rücken je eine Gruppe.
        - \*) Der dorsale Teil des Bogenmuskels (C) dem Flimmerbogen parallel; 4. und 5. Muskeln nähern sich seitlich nicht *S. maxima* Forsk. greg. (s. S. XII. a 26).
        - \*\*) Der dorsale Teil des Bogenmuskels (C) vom Flimmerbogen abweichend, nach hinten gerichtet; 4. und 5. Muskeln nähern sich meistens seitlich.

§) Testa nicht gezackt

*S. fusiformis* Cuv. greg. (s. S. XII. a 27).

§§) Testa gezackt

*S. fusiformis* Cuv. f. *aspera* Cham. greg.  
(s. S. XII. a 28).

### 1. Gattung: *Cyclosalpa* Blainville.

Solitäre Form mit 6, gregate Form mit 4 Körpermuskeln; Darmkanal bildet nie einen Nucleus, mit 1 oder 2 Blindsäcken, bei der solitären Form im Kiemenbalken nach vorn verlaufend; Kette fast immer ringförmig; Kettensalpe mit einem Haftorgan; die Haftorgane hängen im Zentrum der Kette zusammen. — Hierher:

1. *C. pinnata* (Forskål). — Proles solitaria: Körper langgestreckt; In- und Egestionsöffnung terminal; 6 dorsal und ventral unterbrochene Körpermuskeln; 5 Paar Seitenorgane; Flimmergrube geschlängelt und manchmal verzweigt; Darm mit 2 nach hinten gerichteten Blindsäcken; After kurz hinter der Querebene des Hirnganglions in die Kloake mündend; Stolo gerade nach vorn gestreckt; Länge bis 75 mm, meist 40 mm. — Proles gregata: Körper langgestreckt, ventral mit beilförmigem Haftorgan; In- und Egestionsöffnung terminal; 4 an der Ventralseite unterbrochene Körpermuskeln, 1. und 2.

dorsal und ventral miteinander verwachsen, 4. kurz, den Rücken nicht erreichend, an Muskel X endend; 1 Paar Seitenorgane zwischen 3. und 4. Muskel; Flimmergrube geschlängelt, hufeisenförmig; Darm mit einem nach hinten gerichteten Blindsack, ventral vom Pharynx nach vorn verlaufend und neben dem Vorderende des Endostyls in den Pharynx mündend; Testis langgestreckt, dorsal vom Darm; ein Embryo zwischen dem 3. Muskel und Muskel X; Länge meist 40 mm, bis 56 mm. — Verbreitung: Warmwasserform in allen Ozeanen, auch im N-Atlantik gefunden (56° 8' N 26° 30' W; TRAUSTEDT 1885, p. 356). Auch im Mittelmeer.

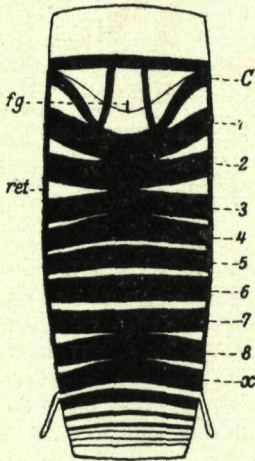


Fig. 1.

*Salpa asymmetrica* sol.;  
von der Rückenseite.

C Bogenmuskel; fg Flimmergrube; ret Retraktormuskel;

x 1. Kloakenmuskel;

1 bis 8 1. bis 8. Körpermuskel.

Nach IHLE 1912 (fig. 32).

### 2. Gattung: *Salpa* Forskål.

Zahl der Körpermuskeln sehr verschieden; Darmkanal gekrümmt, einen ± dichten Knäuel (Nucleus) bildend; Kette zweizeilig; Kettensalpe mit 8 selbständigen Haftorganen.

M. M. METCALF (1918, 1919) hat die Gattung *Salpa* in mehrere Untergattungen zerlegt, die wir hier übernehmen.

2. *Salpa (Ihlea) asymmetrica* H. Fowler (Fig. 1 bis 3). — Proles solitaria: Körper zylindrisch; Testa dünn, in der Nähe von Muskel X mit 1 Paar dünnen Anhängen; In- und Egestionsöffnung terminal; jederseits 2 lange Retraktormuskeln, von denen der dorsale am Vorderrand des 8. Muskels und der ventrale unter dem 5. endet; Bogenmuskel ringförmig geschlossen; 8 sehr breite, ringförmig geschlossene Körpermuskeln; Muskel C und die 2 vorderen Muskeln bilden eine Gruppe, ebenso 3. und 4., beide Gruppen berühren sich manchmal medio-dorsal; 7. und 8. Muskel bilden mit dem breiten Muskel X eine

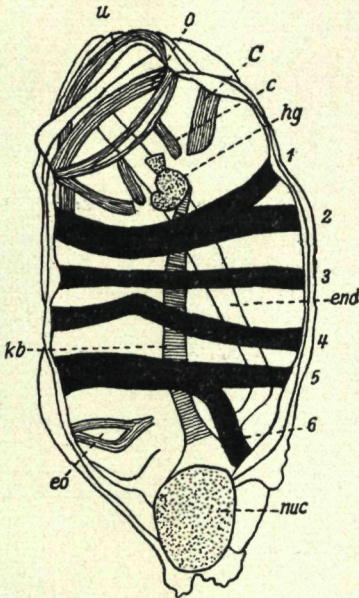


Fig. 2.

*Salpa asymmetrica* greg.;  
unreife gregate Form von der  
Rückenseite.

C Bogenmuskel; c Längsmuskel;  
end Endostyl; eo Egestionsöffnung;  
hg Hirnganglion; kb Kiemenbalken;  
nuc Nucleus; o Oberlippenmuskel;  
u Unterlippenmuskel;

1 bis 6 1. bis 6. Körpermuskel.  
Nach METCALF 1918 (fig. 145 A).

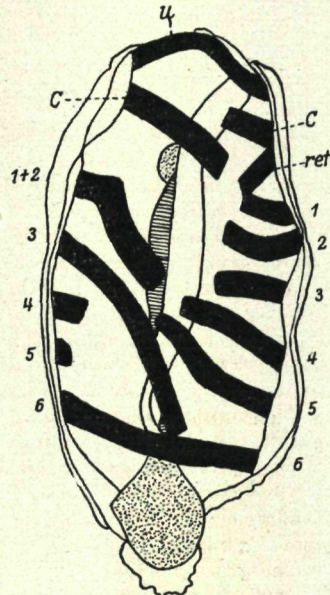


Fig. 3.

*Salpa asymmetrica* greg.;  
unreife gregate Form von der  
Bauchseite.

C Bogenmuskel; ret Retraktormuskel;  
u Unterlippenmuskel;  
1 bis 6 1. bis 6. Körpermuskel.  
Nach METCALF 1918 (fig. 145 B).

Gruppe; 5., 6. und 7. medio-ventral zusammenstoßend; Flimmergrube langgestreckt, in der Medianebene schwach gekrümmt; Nucleus länglich; Stolo um den Nucleus herum gekrümmt; Länge bis 23 mm. — Proles gregata: Körper oval; Testa sehr dünn, ohne Pigment an der Bauchseite; Ingestionsöffnung dorsal, Egestionsöffnung terminal; Muskulatur sehr stark asymmetrisch; Muskeln auf der einen Seite ventral viel weiter hinten endend als auf der anderen; Muskel C erstreckt sich dorsal bis zum 1. Muskel, die Hälfte der einen Seite überschreitet ventral den Endostyl; 6 asymmetrische Körpermuskeln,

der 1. bis 5. ventral unterbrochen und ventral stark asymmetrisch, die vorderen 4 stoßen auf dem Rücken zusammen oder nähern sich stark, die 2 vorderen auf dem Rücken in großer Ausdehnung verwachsen, der 3. der einen Seite überschreitet ventral die Medianlinie und endet hinter dem 5.; 5. und 6. dorsal verwachsen, der 6. ringförmig\*). — Verbreitung: Diese Salpenart besitzt ein beschränkteres Verbreitungsgebiet, ist im äquatorialen Atlantik einmal gefunden (APSTEIN, Valdivia-Expedition), häufig an der irischen Küste (FARRAN) und N bei den Faeröer (FOWLER) beobachtet, in unserem Gebiete noch nicht angetroffen. Fehlt im Mittelmeer.

3. *Salpa (Salpa) maxima* Forskål. — Proles solitaria: Langer, zylindrischer Körper; Testa in der Nukleargegend fast kugelig verdickt, mit 1 Paar dorso-lateraler Leisten und einer ventromedianen Leiste; In- und Egestionsöffnung terminal; auf dem Rücken zwischen 6. und 7. Muskel 1 Paar Ausstülpungen der Epidermis in die Testa (STIASNY); im Innern des Kloakenrohres 1 Paar baumförmige Fortsätze; 8 (bisweilen 9) parallele, auf die dorsale Seite des Körpers beschränkte Körpermuskeln; Muskel X ihnen ähnlich, ventral weit offen, dorsal der baumförmigen Fortsätze inserierend; Flimmergrube sehr groß, mit starken Buchten in der Medianebene; Stolo umgibt den Nucleus; Länge bis 160 mm, meist 50 bis 60 mm. — Proles gregata: Körper zylindrisch mit einem kegelförmigen, vorderen und hinteren Fortsatze, die meist kürzer sind als bei *S. fusiformis*; hinterer Fortsatz meist weiter von der Medianlinie entfernt als vorderer; Testa in der Nukleargegend stark verdickt; In- und Egestionsöffnung dorsal; Bogenmuskel im Gegensatz zu *S. fusiformis* auch dorsal den Flimmerbögen parallel; 6 ventral weit offene Körpermuskeln, die 4 vorderen bilden eine Gruppe (1. und 2. ebenso wie 3. und 4. dorso-median verwachsen), 2. und 3. berühren sich median oder sind einander genähert, 4. und 5. nähern sich seitlich nicht, 5. und 6. bilden eine Gruppe, Muskel X dorsal mit dem 6. verwachsen; Flimmergrube langgestreckt, in der Medianebene gekrümmt; ein Embryo zwischen dem 5. und 6. Körpermuskel; Länge meist 50 bis 60 mm, bis 150 mm. — Verbreitung: Namentlich im Atlantik, seltener im Indik und Pazifik, gelegentlich mit dem Golfstrom N bis in die Nähe der irischen Küste geführt (52° 47' N 13° 10' W; TRAUSTEDT 1885, p. 376). Auch im Mittelmeer.

4. *Salpa (Salpa) fusiformis* Cuvier (Fig. 4, 5). — Proles solitaria: Körper langgestreckt; Testa mit 1 Paar scharfer dorso-lateraler Kanten und 3 ventralen scharfen Leisten, von denen die mittlere sich gabelt; Testa hinten mit 5 Höckern, von denen ein Paar scharfe laterale Ecken bildet (STIASNY 1927); In- und Egestionsöffnung terminal; 8 ventral weit offene Körpermuskeln, von denen die 3 vorderen medio-dorsal einander genähert sind und sich meist berühren; Muskel X den Körpermuskeln ähnlich, berührt medio-dorsal

\*) In der Beschreibung der Muskeln bin ich METCALF (1918, p. 186) gefolgt, der Stolo-Individuen untersuchte, während ich selbst (1912, p. 36) etwas mangelhaft konservierte, erwachsene Individuen studierte.

den letzten Körpermuskel; Flimmergrube langgestreckt, mit gekrümmtem, konkavem Boden, gleich vor dem Hirnganglion liegend; Stolo verläuft erst nach vorn, biegt dann um und zieht an der linken Seite des Nucleus nach hinten; Länge meist 40 bis 50 mm, bis 80 mm. — *Proles gregata*: Körper spindel- oder schraubenförmig, mit sehr langem,

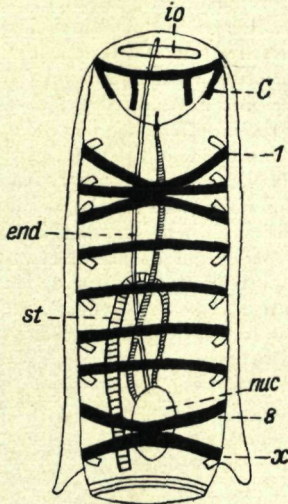


Fig. 4.  
*Salpa fusiformis* sol.;  
von der Rückenseite.  
C Bogenmuskel; end Endostyl;  
io Ingestionsöffnung; nuc Nucleus;  
st Stolo; x 1. Kloakenmuskel;  
1, 8 1., bzw. 8. Körpermuskel.  
Nach APSTEIN aus IHLE 1912  
(fig. 37).

vorderen und hinterem Fortsatz, die der Medianlinie meistens stark genähert sind; In- und Egestionsöffnung dorsal; der dorsale Teil des Bogenmuskels verläßt jederseits den Flimmerbogen und wendet sich nach hinten; 6 ventral weit offene Körpermuskeln, 1. und 4. wie 5. und 6. eine Gruppe bildend; an den Seiten stoßen 4. und 5. zusammen oder nähern sich  $\pm$  (bisweilen nur in geringem Maße; G. STIASNY 1919)

und entfernen sich dann wieder voneinander; Muskel X vorn mit dem 6. verwachsen, seine beiden Hälften sich hinter der Egestionsöffnung in der Medianlinie aneinander legend; Flimmergrube langgestreckt, in der Medianebene nicht, schwach oder stärker gekrümmt (STIASNY), ventral vom Hirnganglion liegend; ein Embryo hinter dem 5. Muskel;

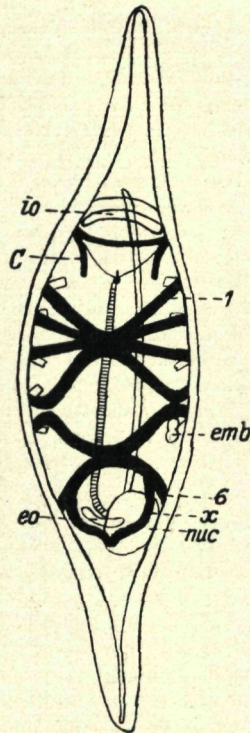


Fig. 5.  
*Salpa fusiformis* greg.;  
von der Rückenseite.  
C Bogenmuskel;  
emb Embryo;  
eo Egestionsöffnung;  
io Ingestionsöffnung;  
nuc Nucleus;  
x 1. Kloakenmuskel;  
1, 8 1., bzw. 8. Körpermuskel.  
Nach APSTEIN aus IHLE 1912  
(fig. 38).

Länge meist 35 bis 40 mm, bis 65 und 80 mm (STIASNY). — Verbreitung: Allgemein in allen Ozeanen, auch im Mittelmeer. Zwar eine Warmwasserform, wird *S. fusiformis* durch warme Strömungen aber auch in höhere Breiten transportiert und zwar bis zu den Faeröer (62° N, APSTEIN), und an der norwegischen Küste bis zu 61° 50' N (TRAUSTEDT). Sie tritt im V. an der irischen Küste auf, wo sie sich bis zum XI. hält; im VII. gelangt sie bis zu den Hebriden und den Shetlands, und im X. bis Bergen. Nach APSTEIN (1911) wird sie nämlich durch einen Ast des Golfstromes, N um Schottland, ausnahmsweise in die Nordsee geführt, wo sie ebensowenig wie im N-Atlantik heimisch ist. So wurde sie im VII. 1905 in zahllosen Exemplaren bei den Shetlands und weiter NO in der Richtung der nordischen Küste angetroffen (J. SCHMIDT 1909, p. 159). Im XI. 1905 lebten zahlreiche Exemplare in der Norwegischen Rinne und im Skagerrak (APSTEIN 1908, 1911). Wie 1905, so wurden auch 1920 und 1921 zahlreiche Exemplare dieser Art mit dem eindringenden atlantischen Wasser in die nördliche Nordsee geführt\*) (A. C. HARDY 1923, p. 9; A. BOWMAN 1923, p. 367). Herr Fischerei-Konsulent Dr. J. J. TESCH war so freundlich, mir mitzuteilen, daß dasselbe auch 1925 der Fall war. In den südlicheren Teilen der Nordsee ist diese Art nicht gefunden, wohl aber im XI. im W-Teile des Kanals. — Diese Art ist von der Oberfläche bis zu 300 und 720 m Tiefe gefunden; als Warmwasserform ist sie an hohen Salzgehalt angepaßt; im Wasser des Baltischen Stromes wurde sie aber bei nur 3.65° C und 23.64<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Salzgehalt im XI. angetroffen.

5. *Salpa (Salpa) fusiformis* Cuvier, forma *aspera* Charrisso, der Hauptform durchaus ähnlich. — Proles solitaria: Testa mit mehreren gezackten Längsleisten, über dem Nucleus stark verdickt und dort einen gezackten Kiel bildend; Länge meist 40 bis 50 mm. — Proles gregata: Vorderer und hinterer Anhang nicht so lang wie bei der typischen *S. fusiformis*; Testa (nach APSTEIN) an der einen Seite mit einer vorn doppelten, sich bis zum 6. Muskel erstreckenden Zackenreihe und an der anderen Seite mit einer hinten doppelten, sich vom 1. Muskel an nach hinten erstreckenden Zackenreihe; Länge bis 75 mm und 10 cm. — Nach METCALF (1918) ist diese Form nicht scharf von der typischen *S. fusiformis* getrennt, vielmehr beide durch Übergänge miteinander verbunden. — Verbreitung: In den drei Ozeanen und im Antarktischen Meere fast bis 70° S in der Nähe von Kaiser-Wilhelm-II-Land; im Atlantik N bis in die Nähe von Irland (nach G. P. FARRAN; vgl. IHLE 1912, p. 41), ist aber in unserem Gebiete noch nicht wahrgenommen, ebensowenig wie im Mittelmeer. Nach APSTEIN ist diese Art unter allen Salpen am meisten eurhythm, lebt in kaltem und warmem Wasser und könnte also in unserem Gebiet sehr gut vorkommen.

6. *Salpa (Jasis) zonaria* (Pall.). — Proles solitaria: Körper langgestreckt, prismatisch; Hinterende zugespitzt und mit 1 Paar

\*) Mit diesem und anderen durch das eindringende Ozeanwasser bedingten Faktoren steht vielleicht auch das Mißlingen der Herings-Fischerei in den Jahren 1920 und 1921 in Zusammenhang.



kleinen, dorso-lateralen Fortsätzen; Testa fest und sehr hart; Ingestionsöffnung terminal, Egestionsöffnung dorsal, mit Klappe; Bogenmuskel sehr breit, den Körpermuskeln ähnlich; 5 sehr breite, medio-dorsal und medio-ventral unterbrochene Körpermuskeln, nur der 5. schmaler; Flimmergrube langgestreckt, gerade; Stolo spiralig um den Nucleus gewunden; Länge meist 25 mm, bis 65 mm. — *Proles gregata*: Körper vorn und hinten abgestutzt, mit einem immer rechtsseitigen hinteren Fortsatz; Testa fest und hart; In- und Egestionsöffnung dorsal, letztgenannte mit Klappe; Bogenmuskel breit, den Körpermuskeln ähnlich; 5 parallele, breite, ventral offene Körpermuskeln, der 1. außerdem medio-dorsal unterbrochen, der 5. an der rechten Seite gespalten; Flimmergrube länglich, gerade; 3, 4 oder 5 Embryonen schräg hintereinander zwischen dem 4. und 5. Muskel; Länge meist 20 mm, bis 50 mm. — *Verbreitung*: In den wärmeren Teilen der 3 Ozeane, bisweilen aber durch den Golfstrom weit nach N geführt und bei der irischen Küste, den Shetlands, bei Island und in der Nähe der Südspitze von Grönland gefunden. Auch im Mittelmeer.

7. *Salpa (Thalia) democratica* Forskål (= *S. mucronata* Forsk.; Fig. 6 und 7). — *Proles solitaria*: Körper tonnenförmig;

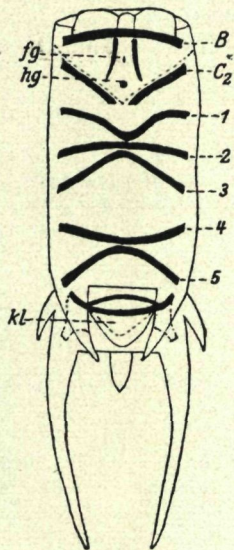


Fig. 6.

*Salpa democratica sol.*;  
von der Rückenseite.

B Oberlippenmuskel; C<sub>2</sub> Bogenmuskel;  
fg Flimmergrube; hg Hirnganglion;  
kl Klappe der Egestionsöffnung;  
1 bis 5 1. bis 5. Körpermuskel.

Nach STREIFF aus IHLE 1912 (fig. 57).

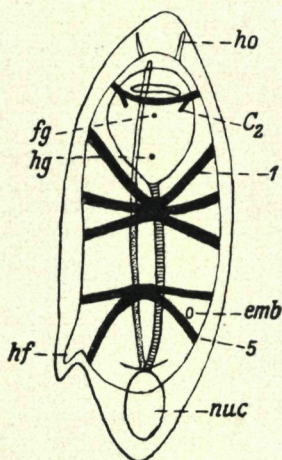


Fig. 7.

*Salpa democratica greg.*;  
von der Rückenseite.

C<sub>2</sub> Bogenmuskel;  
emb Embryo; fg Flimmergrube;  
hf hinterer Fortsatz;  
hg Hirnganglion;  
ho Haftorgan; nuc Nucleus;  
1, 5 1., bzw. 5. Körpermuskel.

Nach APSTEIN aus IHLE 1912  
(fig. 58).

Testa hinten mit mehreren seitlichen Fortsätzen, von denen 1 Paar bisweilen ziemlich lang; auf dem Nucleus ein kürzerer und ein längerer

Fortsatz; Ingestionsöffnung terminal, Egestionsöffnung dorsal mit Klappe; Bogenmuskel den Körpermuskeln ähnlich, dorso-median unterbrochen, hinter den Flimmerbögen liegend, ventro-median geschlossen; 5 Körpermuskeln, 1. bis 3. wie 4. und 5. auf dem Rücken eine Gruppe bildend, 3. und 4. ventro-median zusammenstoßend; Körpermuskeln, mit Ausnahme des 5., ventro-median geschlossen; Flimmergrube weit nach vorn liegend, länglich, mit langem Tentakel; Endostyl kurz; Stolo spiralig um den Nucleus gekrümmt; Länge bis 24 mm, ohne die Anhänge bis 16 mm. — *Proles gregata*: Körper mit einem seitlichen hinteren Fortsatz und oft mit spitzem Endfortsatz; Testa mit 3 Längsleisten auf der Ventralseite; bisweilen mit zahlreichen Zackenreihen, wodurch das Tier das Aussehen eines unregelmäßigen Kristalls erhält; In- und Egestionsöffnung dorsal, letztgenannte mit Klappe; 5 ventral offene Körpermuskeln, 1. bis 3. und 4. und 5. bilden eine Gruppe, der 1. liegt hinter den Flimmerbögen, der 5. ist sehr dünn und kurz; Flimmergrube weit nach vorn, klein, mit langem Tentakel; Endostyl kurz; ein Embryo; Haftorgane lang und dünn; Länge bis 15 mm. — *Verbreitung*: Allgemein im warmen Wasser aller Ozeane, kann aber durch Strömungen in höhere Breiten geführt werden, so vom Golfstrom bis zur irischen Küste, zu den Hebriden und bis nach Bergen an der norwegischen Küste. An der irischen erscheint sie zwischen V. und VIII. und hält sich bis XI., ausnahmsweise auch bis II. in einzelnen Exemplaren. Auch im Kanal ist sie beobachtet, aber noch nicht in der eigentlichen Nordsee; im Mittelmeer häufig.

8. *Salpa (Thetys) vagina* (Tilesius). — *Proles solitaria* (= *S. Tilesii* Cuvier): Körper ungefähr sohlenförmig, mit breitem Vorderende; Hinterende abgestutzt, mit 1 Paar seitlichen, flachen Anhängen; Testa dick, fest, mit zahlreichen niedrigen Dornen; In- und Egestionsöffnung terminal, erstgenannte sehr groß; hinter dem Hirnganglion 16 bis 22, medio-dorsal und teilweise auch dorso-lateral unterbrochene, auf den Rücken beschränkte, schmale, parallele Muskeln; Flimmergrube in der Medianebene stark gekrümmt; Nucleus weit vom Hinterende entfernt; Stolo beim erwachsenen Tier erst nach vorn und dann an der linken Seite des Nucleus nach hinten gerichtet; Länge meist 120 bis 150 mm, bis 190 mm ohne Anhänge (mit Anhängen 226 mm). — *Proles gregata*: Körper ungefähr zylindrisch; Testa dick, fest, manchmal mit kleinen Dornen; 6 auf den Rücken beschränkte, medio-dorsal unterbrochene Körpermuskeln, 1. bis 3. medio-dorsal konvergierend, manchmal und meist nur an einer Körperseite seitlich unterbrochen, 4. und 5. weit voneinander entfernt und parallel, 6. ausgedehnt mit dem 5. verwachsen; Flimmergrube in der Medianebene stark gekrümmt; 3 oder 4 Embryonen zwischen dem 4. und 5. Muskel; Länge bis 190 mm. — *Verbreitung*: In den wärmeren Teilen aller Ozeane, auch im Mittelmeer; die nördlichste Fundstelle ist bisher der Kanal (TRAUSTEDT 1885, p. 382).

9. *Salpa (Pegea) confederata* Forskål. — *Proles solitaria*: Körper kurz und breit, hinten abgestutzt; Dorsalseite sehr flach, Ventralseite stark gewölbt; Testa ziemlich dick, hart; In- und

Egestionsöffnung terminal, letztgenannte röhrenförmig; Bogenmuskel besteht jederseits aus 2, durch den Flimmerbogen getrennten Teilen (*C1* und *C2*). Mit *C1* verwächst jederseits Muskel *c* zu einem gebogenen Muskel mit nach vorn gerichteter Konkavität; 4 auf den Rücken beschränkte Körpermuskeln, 1 und 2, wie 3 und 4 je eine kreuzförmige Gruppe bildend; Flimmergrube in der Medianlinie sehr stark gekrümmt; Stolo umgibt den Nucleus spiralgig; Länge 40 bis 120 mm. — *Proles gregata*: Körper etwas abgeflacht, hinten abgerundet; Testa um den Nucleus sehr stark verdickt; Ingestionsöffnung terminal, Egestionsöffnung dorsal, mit Klappe; Bogenmuskel und Körpermuskeln wie bei der solitären Form, letztere sind nur etwas breiter; Flimmergrube in der Medianebene stark gekrümmt. — Verbreitung: Diese Art findet sich in den warmen und gemäßigten Teilen der Ozeane und ist als seltener Gast in der Nähe der SW-Spitze Irlands beobachtet, wo die nördlichste Fundstelle liegt (50 Sm. W $\frac{1}{4}$ N vor Tearaght-L.; FARRAN 1906, p. 10); auch im Mittelmeer.

### Eidonomie und Anatomie

Der Körper der Salpen (Fig. 8) ist zylindrisch, prismatisch oder spindelförmig, mit vorn (terminal oder dorsal) gelegener Ingestions- und hinten (terminal oder dorsal) gelegener Egestionsöffnung. Die durchscheinende, oft dicke Testa bildet oft charakteristische Kämme und Fortsätze, die systematische Bedeutung haben und von G. STIASNY neuerdings (1927) ausführlich studiert sind. Nach der Regel BROOKS' zeigt die Testa in vielen, aber nicht in allen Fällen an der Rückenseite eine dorso-mediane Längsfurche, begrenzt von Kanten, und ein Paar dorso-lateraler Kanten, an der Ventralseite einen medianen und ein Paar ventro-laterale Kiele.

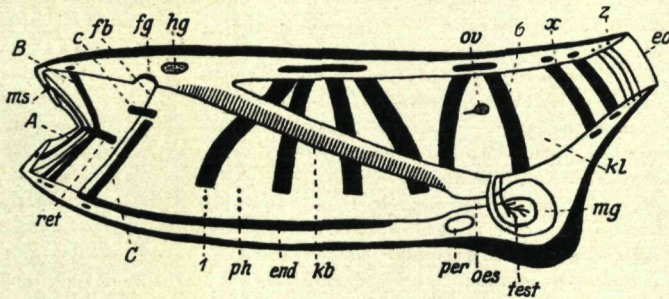


Fig. 8.

Schema einer Kettensalpe; nur die rechte Hälfte des median durchgeschnittenen Tieres ist dargestellt.

A Segelmuskel; B Lippenmuskel; C Bogenmuskel; c Längsmuskel; end Endostyl; eo Egestionsöffnung; fb Flimmerbogen; fg Flimmergrube; hg Hirnganglion; kb Kiemenbalken; kl Kloake; mg Magen; ms Mundsegel; oes Ösophagus; ov Ovarium; per Perikardblase; ph Pharynxhöhle; ret oraler Retraktormuskel; test Hoden; x, z Kloakenmuskeln; 1, 6 1. und 6. Körpermuskel.

Sehr wichtig ist, wie wir sahen, für die Systematik der Salpen die Anordnung der Muskulatur, die unter der Epidermis in der primären Leibeshöhle liegt. Man unterscheidet: Mund-, Körper- und

Kloakenmuskulatur. Erstgenannte besteht aus den Schließmuskeln der Ingestionsöffnung, die als halbe oder vollständige Ringe in der Ober- und Unterlippe liegen. Dorsal und ventral gehört der vordere dieser Schließmuskeln (Segelmuskel, A. STREIFF) zum Mundsegel, d. h. zu dem nach innen umgeklappten, morphologisch vorderen Abschnitt der Ober- und Unterlippe. Die Schließmuskeln sind rechts und links teilweise durch horizontale, orale Retraktormuskeln miteinander verbunden. Zur Mundmuskulatur gehört noch der Bogenmuskel (C; STREIFF) oder der Intermediäre Muskel (METCALF), der in der Nähe der Flimmerbögen verläuft und ein Paar kleiner Längsmuskeln (c), die hinter den oralen Ringmuskeln ansetzen und sich fast bis zum 1. Körpermuskel erstrecken können. Der Bogenmuskel kann in Teilmuskeln (C1 und C2) gespalten sein. Oft ist die Körpermuskulatur nicht scharf von der Mund- und Kloakenmuskulatur getrennt. — Mit STREIFF betrachten wir den Muskel hinter C als 1. Körpermuskel, und als letzten den Muskel, der ventral jederseits neben dem Darmknäuel endet. Die Körpermuskeln, deren Verlauf für die Systematik besonders wichtig ist, sind sehr verschieden an Zahl und meist, aber nicht immer, ventral unterbrochen. Die ursprünglichsten Salpen besaßen wohl zahlreiche Körpermuskeln, die einander parallel waren und vollständige Ringe bildeten, eine Anordnung, die wir jetzt bei *Doliolum* und, wenig geändert, bei *Salpa punctata* sol. und *S. asymmetrica* sol. antreffen. Meist aber wird die Zahl der Muskeln geringer und ihre regelmäßige Anordnung gestört. Wenn einige Körpermuskeln medio-dorsal sich stark nähern, sich berühren oder miteinander verschmelzen, so sagt man, daß sie eine „Gruppe“ bilden. — Die Kloakenmuskulatur besteht meist aus Ringmuskeln, welche die Egestionsöffnung schließen können. STREIFF unterscheidet hier 3 Ringmuskeln (X, Y, Z), die in Teilmuskeln zerfallen können.

Das Hirnganglion liegt dorsal vom Pharynx, ursprünglich dort, wo die Flimmerbögen zusammenkommen. Die Ingestionsöffnung oder der Mund wird von einer Ober- und Unterlippe begrenzt, von denen die letztere immer mit einem Mundsegel (s. diese S.) ausgerüstet ist. Der Mund führt in den Pharynx, und dieser besitzt medio-ventral eine Schleim sezernierende Rinne, den Endostyl. Von dessen Vorderende steigen die Flimmerbögen an der Seitenwand des Pharynx bis zur Basis des Kiemenbalkens (s. diese S.) empor. Das Retropharyngealband verbindet das Hinterende des Endostyls mit der Öffnung des Ösophagus. Hinter dem Pharynx und dorsal von ihm liegt die Kloake. Seine obere und hintere Wand und die ihr anliegende untere und vordere Wand der Kloake wird von einem Paar riesiger Kiemenpalten durchbohrt, so daß von den genannten Wänden nur ein medianer Streifen, der Kiemenbalken, übrigbleibt. Dieser erstreckt sich durch die Pharynx-Kloaken-Höhle von der Gegend des Hirnganglions ventrad und nach hinten bis in die Nähe der Ösophagusöffnung. Man darf wohl annehmen, daß die Scheidewand zwischen Pharynx und Kloake ursprünglich von mehreren Kiemenpalten durchbohrt war, wie bei *Doliolum*, und daß die Spalten jeder Körperseite sich zu einer großen Spalte sekundär vereinigt haben. Im hinteren

Teil der Pharynx-Höhle führt die ventral gelegene Ösophagusöffnung in den eigentlichen Darmtraktus, der bei *Salpa* zu einem  $\pm$  dichten Knäuel (Nucleus) eingerollt ist. Der After mündet in die Kloakenhöhle. Die Egestionsöffnung ist ursprünglich röhrenförmig, bei den mehr spezialisierten Arten aber mit einer Klappe versehen.

Das Herz liegt ventral vom Pharynx vor dem Nucleus. Geschlechtsorgane findet man nur bei der Kettensalpe. Der Hoden liegt bei *Salpa* im Nucleus eingeschlossen; sein Ausführungsgang mündet neben dem After in die Kloakenhöhle. Der Ovidukt mündet an der rechten Körperseite ebenfalls in die Kloakenhöhle.

**Fortpflanzung** Die Kettensalpe produziert ein oder mehrere Eier, die sich in der Kloake der Mutter zu Embryonen entwickeln und hier mittelst einer Plazenta von der Mutter ernährt werden. Der reife Embryo verläßt als junge solitäre Salpe (Oozoid) den mütterlichen Körper. Diese, das Oozoid, besitzt keine Geschlechtsorgane und trägt in der Nähe des Hinterendes des Endostyls einen frei hervorragenden Stolo. An diesem entstehen durch Knospung unter Bildung von Einschnürungen die sexuellen Kettensalpen (Blastozoid). Letztgenannte entstehen in Sätzen, in denen die Einzelindividuen ungefähr den gleichen Entwicklungszustand besitzen. Der jüngste Satz liegt am proximalen Ende des Stolo, der älteste am distalen. Durch Längenwachstum des Stolo wandert also jeder Satz vom proximalen zum distalen Ende, wo er sich schließlich als Salpenkette ablöst. Anfänglich hängen die Individuen einer Kette durch den Stolo zusammen. Dieser bildet sich später zurück, und dann bekommen die Blastozoid eine neue Verbindung durch die als Ausstülpungen der Körperwand entstehenden Haftpapillen. Bei *Salpa* sind die Individuen einer Kette zweizeilig und alternierend angeordnet. Sie kehren dann die dorsale Seite nach außen, die ventrale nach der Achse der Kette. Die Exemplare einer Kette können sich, nach Erreichung einer gewissen Länge, leicht voneinander lösen.

**Vorkommen** Wie wir schon sahen, sind die meisten Salpen Planktonen des warmen Wassers, die zwar durch den Golfstrom in höhere Breiten geführt werden, sich aber im kalten Wasser nicht dauernd halten können. Sie gehören namentlich dem Plankton der Oberfläche an. Als Warmwasserformen können sie im allgemeinen nicht in größere Tiefen vordringen und sind deshalb jenseits 400 m selten. Nur *S. democratica* steigt bis 500 und sogar 2000 m herab (BJERKAN).

Manchmal kommen Salpen massenhaft vor. Solche regellosen lokalen Anhäufungen einer Tierart nennt man Schwärme. Wenn aber solche Anhäufungen gesetzmäßig alljährlich zur gleichen Zeit und am selben Orte erscheinen, so spricht man, mit APSTEIN, von Ansammlungen (Produktionen). Ansammlungen entstehen durch Ablagerung von Tieren am Rande eines Stromes in ruhigem Wasser (Selbstreinigung des Stromes), und durch Anhäufung, dort, wo ein Strom auf ein Hindernis stößt, sei es eine Küste oder ein anderer

Strom. So ist öfters im VII. und VIII. eine Ansammlung von *S. fusiformis* in der Gegend der Hebriden und Shetlands verzeichnet (AP-STEIN). Hier stößt eine Kante des Golfstromes auf die NW-Seite Schottlands. Eine Ansammlung von *S. democratica* wird auch im VII. und VIII. aus dem westlichen Teile des Kanals erwähnt (A. BORGERT). An manchen Stellen des Indik, wo der Salzgehalt des Oberflächenwassers periodisch steigt und fällt, hat man wahrgenommen, daß das Erscheinen von Salpen-Ansammlungen mit dem Zeitpunkt des maximalen Salzgehalts zusammenfällt oder ihm bald folgt (SEWELL 1926). Überhaupt verursacht Erniedrigung des Salzgehalts Verringerung der Zahl der Salpen im Wasser der Oberfläche.

**Bewegung** Die Salpen schwimmen stoßweise, indem sie unter Verschuß der Ingestionsöffnung durch Kontraktion der Körpermuskeln das Wasser aus der Pharynx-Kloakenhöhle durch die Egestionsöffnung ausstoßen. Der Mund geht also beim Schwimmen voran. Zustande kommt der Verschuß der Ingestionsöffnung durch Kontraktion der oralen Schließmuskeln, wodurch die Mundsegel gegeneinander gedrückt werden oder, wenn das obere Mundsegel fehlt, das untere gegen die Oberlippe gepreßt wird. Auf diese Systole folgt eine Diastole, wobei die Egestionsöffnung sich unter der Kontraktion der Kloakalsphinkteren schließt, während nach Erschlaffung der Mund- und Körpermuskeln der Körper sich unter Öffnung der Ingestionsöffnung durch die Elastizität der Testa ausdehnt und Wasser in die Pharynx-Kloakenhöhle eingesogen wird. Bei manchen Salpen ist die röhrlige Egestionsöffnung in eine klappenartige umgebildet, wodurch ein festerer Verschuß dieser Öffnung erreicht wird.

**Stoffwechsel** 1. Ernährung. — Wie die übrigen Tunikaten sind die Salpen „Sedimentierer“ (H. LOHMANN), d. h. sie bringen Wasser in strömende Bewegung und schlagen daraus die darin enthaltenen Organismen nieder. Das so gewonnene Sediment dient als Nahrung, und das Sedimentieren geschieht mittelst des Endostyls, der als Schleimdrüse funktioniert und dessen Sekretionsprodukt mit Nahrungs- und Detritusteilchen verklebt, die mit dem Wasserstrom durch die Ingestionsöffnung in die Pharyngealhöhle eintreten. In Übereinstimmung mit dem von anderen Tunikaten bekannten darf man annehmen, daß dieser Wasserstrom kontinuierlich ist und durch das koordinierte Zusammenarbeiten aller Flimmerhaare des Pharynx verursacht wird. Wahrscheinlich wird der vom Endostyl sezernierte Schleim mit den damit verklebten Nahrungsteilchen vom Vorderende dieses Organs den Flimmerbögen entlang dorsad und dann weiter nach hinten zur Ösophagealöffnung geführt und ebenso vom Hinterende des Endostyls dem Retropharyngealbande entlang direkt zu dieser Öffnung.

Die Salpen ernähren sich im allgemeinen von sehr kleinen planktonischen Organismen. Im Darm findet man, nach H. LOHMANN und A. STEUER, die Schalen von Kkokolithophoriden, Diatomeen, Peridineen, Radiolarien, Tintinnen. Größere Salpen können auch Kopepoden erbeuten. Dieser Art der Nahrungsaufnahme entsprechend wird

bei ihr keinerlei Auswahl getroffen, infolgedessen auch allerhand Detritus aufgenommen, selbst z. B. Kohlenstaub (A. STEUER).

2. *Atmung*. — Das Wasser, das den Körper der Salpe durchströmt, führt zu gleicher Zeit dem Tier den aufgelösten Sauerstoff zu. Als Atmungsorgan funktioniert wohl an erster Stelle der dünnwandige, mit ventralen, bewimperten, queren Rippen versehene Kiemenbalken, durch den das Blut strömt. Außerdem ist die äußere und innere Körperoberfläche von Bedeutung für die Atmung.

3. *Zirkulation*. — Das Herz liegt ventral vom Pharynx vor dem Nucleus. Vorhanden ist eine geschlossene Perikardblase, deren ventrale Wand durch Einstülpung das röhrenförmige Herz bildet, während bei den übrigen Tunikaten die dorsale Wand der Perikardblase durch Einstülpung die Herzwand bildet. Diese enthält quergestreifte Muskelfibrillen. Durch Bindegewebe ist die Einstülpungsrhaphe geschlossen. Die Herzhöhle ist aber vorn und hinten offen. Hier entspringen die Blutgefäße, die nichts als Lücken im Bindegewebe sind und von einer Verdichtungsmembran der Fasern des umgebenden Bindegewebes ausgekleidet werden. Diese Membran setzt sich an den Öffnungen des Herzens in die Bindegewebsmembran fort, welche die von der Herzwand umschlossene Herzhöhle auskleidet.

Wie bei anderen Tunikaten pulsiert das Herz z. B. erst einige Male von vorn nach hinten; darauf folgt eine Wechsellpause, und dann kontrahiert sich das Herz von hinten nach vorn. Man nennt das vordere Ende des Herzens das hypobranchiale, das hintere das viszerale Ende. Aus dem ersteren entspringen die zum Endostyl und zur Testa verlaufenden, aus dem viszeralen Ende die zum Nucleus und zum Kiemenbalken ziehenden Gefäße. Die Herzschläge, die das Blut zu den Eingeweiden treiben, heißen die adviszeralen, die, welche das Blut nach vorn treiben, die abviszeralen.

Wir geben ein Beispiel nach L. S. SCHULTZE (1901). Das Herz von *Salpa maxima* greg. führt erst 15 abviszerale Pulsationen in 20 sec aus; darauf steht es 3 sec still (Wechsellpause); dann folgen 17 adviszeraler Pulsationen in 25 sec, darauf wieder eine Wechsellpause von 2 sec usw., mit kleineren oder größeren Variationen.

4. *Exkretion*. — Über die Exkretion ist wenig bekannt. DAHLGRÜN (1901) fand in der primären Leibeshöhle Harnkonkretionen enthaltende Zellen; TODARO (1902) beschrieb bei einigen Arten in den Ösophagus und den Magen mündende Aussackungen als Nieren.

**Sinnesleben** Zu den Sinneswerkzeugen wird gewöhnlich als Organ des chemischen Sinnes die Flimmergrube gerechnet. Diese mündet in die Pharynxhöhle, ursprünglich gleich vor und ventral von dem Hirnganglion, unmittelbar vor der Stelle, wo die Flimmerbögen zusammenstoßen. Es ist aber nicht sicher, ob die Flimmergrube die Bedeutung eines Sinnesorgans hat, da eine Innervierung dieses Gebildes bei den Tunikaten im allgemeinen nicht nachgewiesen ist. Auch die von METCALF für *Salpa* beschriebene Innervierung durch einen aus dem Hirnganglion entspringenden Nerven wird neuerdings von M. FEDELE (1920) geleugnet. Die Möglichkeit, daß die

Flimmergrube ein Sinnesorgan ist, scheidet aber durchaus nicht aus, da bei den Appendikularen, wo auch ein Sinnesnerv fehlt, die Grube ein Sinnesorgan zu sein scheint (vgl. BÜCKMANN, S. XII. a 16). Daneben hat man die Flimmergrube als Exkretionsorgan betrachtet. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß die Flimmerbewegung in der Flimmergrube den Zweck hat, den Schleim, der, den Flimmerbögen entlang, dorsad geführt wird, nach hinten zu befördern.

Die Oberlippe ist mit zahlreichen Tastzellen versehen. Von mehreren Autoren (USSOW, TODARO, FERNANDEZ) werden in der Nähe des Hirnganglions ein oder ein Paar Tentakelchen beschrieben, die von einer Ausstülpung des Körperepithels gebildet werden und Sinnesorgane sind. Ein rundes Hautsinnesorgan in der Nähe der Flimmergrube beschrieb M. FEDELE (1920), der meint, daß dieses Organ ein Werkzeug sei für die Perzeption der Änderungen in Druck und Bewegung des umgebenden Wassers und eine Rolle spiele für die richtige Fortbewegung und die Erhaltung des Gleichgewichtes.

Für letztgenannte Funktion ist auch das gut entwickelte Auge von großer Bedeutung (M. FEDELE). Dieses ist bei der solitären Form hufeisenförmig und liegt dem Hirnganglion unmittelbar auf. Bei der gregaten Form ist es sehr kompliziert gebaut und bildet einen vorderen, dorsalen Fortsatz am Hirnganglion.

**Leuchtvermögen** Leuchten ist bei Salpen eine sehr allgemein vorkommende Eigenschaft; vor allem kann der Nucleus Licht ausstrahlen. Besondere Leuchtorgane (Seitenorgane) findet man bei *Cyclosalpa*. Ihr Licht ist nach BROOKS selbst unter der tropischen Mittagssonne sichtbar. In diesen Organen werden, nach FERNANDEZ (1905), durch mitotische Teilung neue Blutkörperchen gebildet. Es ist nicht bekannt, ob — aber wohl wahrscheinlich, daß — hier dem Leuchten die gleiche Ursache zugrunde liegt wie bei *Pyrosoma* (vgl. S. XII. a 45, 47).

**Beziehungen zu anderen Lebewesen** Selbstverständlich werden die Salpen von allen größeren Planktonfressern verzehrt. Mehrere Arten der Kopepodengattung *Sapphirina* sind Kommensalen der Salpen: man findet die ♀ dieser Krebse mit ihrer Brut in der Pharynx-Kloakenhöhle der Salpen, während die ♂ frei herumschwimmen (A. STEUER; A. SIGL 1912). Die Sapphirinen können sich aber auch in die Testa eingraben. Auch planktonische *Hyperidea* (Amphipoden) werden in der Pharynx-Kloakenhöhle der Salpen gefunden, z. B. *Vibilia* und *Lycaea* (MARION 1874). Manche unter ihnen werden den Salpen und Pyrosomen gefährlich, z. B. *Phronima sedentaria*, von welcher Art das ♀ das Salpentönnchen oder die Pyrosomen-Kolonie ausfrißt, um im übrig bleibenden leeren Gehäuse mit seiner Brut Wohnung zu nehmen. Das *Phronima*-♀ hält sich mit den Thorakalfüßen im Gehäuse fest, während das Abdomen nach außen gekehrt ist. Durch abwechselndes Beugen und Strecken des Abdomens wird das Gehäuse fortbewegt. Als Parasiten von Salpen nennt STEUER Gregarinen und Gymnodinien. Wieweit das auch für die Salpen der Nordsee zutrifft, bedarf noch der Bestätigung.



## II. *Cyclomyaria* (*Doliolidae*).

### Charakteristik

In- und Egestionsöffnung terminal; Wand zwischen Pharynx- und Kloakenhöhle von einer doppelten Reihe quergestellter Spalten durchbohrt; Kloake der Hauptsache nach hinter dem Pharynx gelegen; Muskulatur besteht meist aus mehreren ringförmig geschlossenen, parallel verlaufenden Muskelbändern. — Generationswechsel durch Polymorphismus kompliziert. Auf gewisser Entwicklungsstufe koloniebildend.

### Systematik

Für unser Gebiet kommt nur die Gattung *Doliolum* in Betracht.

#### *Doliolum* Quoy & Gaimard.

Die meisten Doliolen sind Planktonen des Warmwassers, können aber wie die Salpen weit nach N geführt werden (nördlichster Punkt: 63° 3' N). In der Nordsee sind Doliolen nur höchst seltene Gäste. Wir erwähnen aber auch die Arten, die im angrenzenden Gebiete aufgefunden werden.

#### Bestimmungstabelle der Arten.

A. Kieme eine nahezu gestreckte, aufrecht stehende Lamelle (*Doliolina*); jederseits 12 bis 45 Kiemenspalten, dorsal und ventral beim 5. Muskelreifen beginnend.

1) Hoden schlauchförmig, parallel zur Längsachse des Körpers

*D. intermedium* G. Neum.

2) Hoden gedrungen, birnförmig

*D. krohni* Herdm.

B. Kieme eine stark nach hinten vorgewölbte Lamelle (*Dolioletta*).

1) Kiemenspalten beginnen dorsal beim 3. Muskelreifen und enden ventral zwischen 4. und 5.; Darm beschreibt eine Spiralwindung

*D. tritonis* Herdm.

2) Kiemenspalten beginnen dorsal beim 2. Muskelreifen, ventral zwischen 4. und 5. Muskelring; Darm knieförmig gebogen

*D. nationalis* Borg.

1. *Doliolum* (*Doliolina*) *intermedium* G. Neumann. —

Geschlechtstier: Kiemenslamelle nach hinten schwach vorgewölbt; Kiemenspalten beginnen dorsal und ventral beim 5. Muskelreifen; Endostyl vor dem 2. Muskelreifen beginnend und bis kurz vor den 5. reichend; Darmtraktus U-förmig; Hoden schlauchförmig, parallel zur Längsachse; Ovarium hinter dem 6. Muskelreifen; Länge bis 6 mm. — Pflgetier: Dem Geschlechtstier ähnlich. — Verbreitung: Ist im N-Atlantik, und zwar W von Irland und noch nördlicher bei 60° N gefunden. Diese Art kommt besonders im kühleren Wasser vor und wurde nur einmal im Roten Meere gefunden. Fehlt im Mittelmeer.

2. *Doliolum* (*Doliolina*) *krohni* Herdman. — Ge-

schlechtstier: Kiemenslamelle nur schwach nach hinten vorgewölbt; Kiemenspalten beginnen dorsal wie ventral beim 5. Muskelreifen; Endostyl beginnt eben hinter dem 2. und reicht bis zum 5. Muskelring; Darm U-förmig; Hoden birnförmig, wie das Ovar im 5. Inter-muskularraum; Länge bis 7 mm. — Pflgetier: Dem Geschlechts-

tier vollkommen ähnlich. — Verbreitung: Ein Kosmopolit mit besonders weitgehender Anpassungsfähigkeit für das kühle Wasser, dringt auch in die Antarktis ein und ist im N-Atlantik NW von den Hebriden und in der Irminger See bei  $60^{\circ} 30' N$  gefunden (A. BOR-GERT). Auch im Mittelmeer.

3. *Doliolum (Dolioletta) tritonis* Herdman. — Geschlechtstier: Kiemenlamelle stark nach hinten vorgewölbt, mit zahlreichen Kiemenpalten, dorsal beim 3. Muskelring anfangend, ventral zwischen 4. und 5. endend; Endostyl beginnt etwas hinter der Mitte des 2. Intermuskelraumes und reicht bis in die Mitte des 4.; Darm bildet eine Spiralwindung; Ovarium im 6. Intermuskelraum;

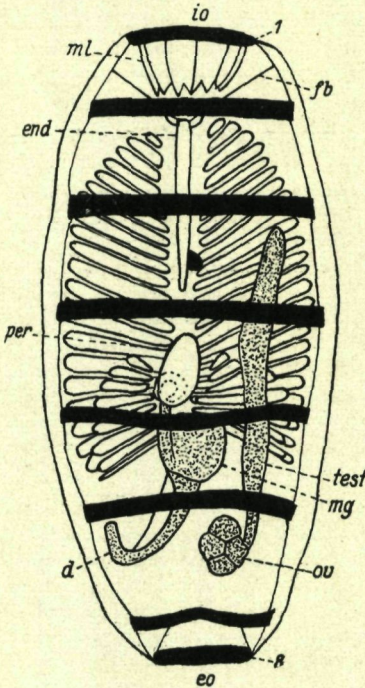


Fig. 9.  
*Doliolum nationalis*, Geschlechtstier von der ventralen Seite.  
*d* Darm; *end* Endostyl;  
*eo* Egestionsöffnung; *fb* Flimmerbogen;  
*io* Ingestionsöffnung;  
*mg* Magen; *ml* Mundlappchen;  
*ou* Eierstock; *per* Perikardblase;  
*test* Hoden; 1. 8 I. bzw. 8. Muskelring.  
Nach Borgert 1894 (tab. 5, fig. 1).

Hoden wurstförmig, von hinten-ventral nach vorn-dorsal verlaufend; Länge bis 15 mm. — Pflagetier: Dem Geschlechtstier vollkommen ähnlich. — Verbreitung: In den 3 Ozeanen, auch in kühleres Wasser vordringend. Mit dem Golfstrom wird diese Art alljährlich zu bestimmter Zeit an die W-Küste Irlands und weiter in den N-Atlantik geführt, um im Winter zugrunde zu gehen. Sie ist bei den Hebriden und weiter W ( $59^{\circ} 4' N 13^{\circ} 3' W$ ; A. BORGERT) gefunden, aber auch zwischen Schottland und den Faeröer (FOWLER), sowie in der Nähe der Shetlands. Wahrscheinlich wurde auch einmal ein Exemplar in der Nordsee gefangen (XI. 1903,  $57^{\circ} 55' N 4^{\circ} 45' O$ , APSTEIN 1911, p. 155). Fehlt im Mittelmeer.

4. *Doliolum (Dolioletta) nationalis* Borgert (Fig. 9). — Geschlechtstier: Kieme eine nach hinten stark vorgewölbte Lamelle mit zahlreichen Kiemenpalten, die dorsal beim 2. Muskelring beginnen und ventral zwischen 4. und 5. Muskelring enden; Endostyl etwa vom 2. bis zum 4. Muskelring reichend; Darm knieförmig gebogen, beim 6. Muskelring auf der rechten Körperseite ausmündend; Ovarium im 6. Intermuskelraum; Hoden gestreckt, parallel zur

Längsachse des Tieres nach vorn verlaufend; Länge 3 mm und mehr. — Pflagetier: Dem Geschlechtstier vollkommen ähnlich. — Verbreitung: Diese Art ist eine kosmopolitische Warmwasserform, die

übrigens bis zur S-Spitze Irlands und im W-Teile des Kanals gefunden ist. Im warmen Sommer von 1911 wurde sie im südlichen Teile der Nordsee bei dem Feuerschiff „Haaks“ (53° N) gefischt (DELSMAN 1911), und zwar zuerst am 25. IX. Von diesem Datum ab wurde sie in zahlreichen Exemplaren während der nächsten 5 Wochen wahrgenommen. Anfang des X. fand man 182 000 Exemplare unter 1 qm Meeresoberfläche, so daß die Tiere einen dichten Schwarm gebildet haben. Auch im Mittelmeer.

### Eidonomie und Anatomie

Wir beschreiben zunächst das Geschlechts- und das Pflgetier (Fig. 10). Der Körper ist schlauch- oder tonnenförmig, mit am Vorderende der Körperachse gelegener Ingestionsöffnung, am Hinterende gelegener Egestionsöffnung.

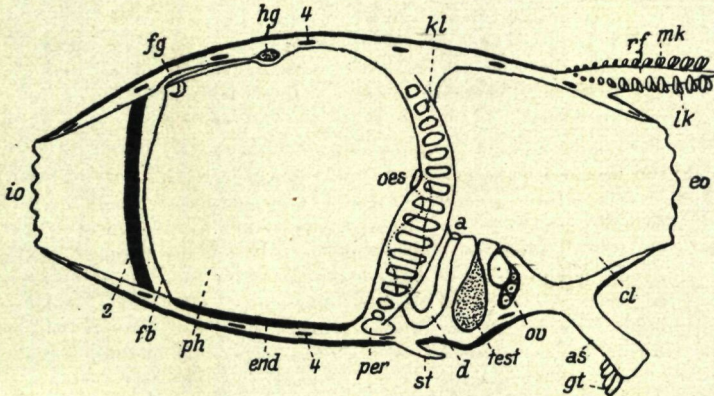


Fig. 10.

Schema eines *Doliolum* (*Doliolina*); nur die rechte Hälfte des 2. Muskelringes ist eingezeichnet. Das Schema zeigt gleichzeitig die Geschlechtsorgane des Geschlechtstieres, den Stolo und den Rückenfortsatz des Oozoids und den ventralen Anheftungsstiel des Phorozoids. — a After, as Anheftungsstiel des Phorozoids; ct Kloake; d Darm; end Endostyl; eo Egestionsöffnung; fb Flimmerbogen; fg Flimmerbogensöffnung; kl linke Hälfte der Kiemenlamelle; lk laterale Knospen am Rückenfortsatz des Oozoids; mk mediane Knospen am Rückenfortsatz des Oozoids; oes Eingang zum Oesophagus; ov Eierstock; per Perikardblase; ph Pharynxhöhle; rf Rückenfortsatz des Oozoids; st Stolo des Oozoids; test Hoden; 2, 4 2., bzw. 4. Muskelring.

Die Muskulatur ist einfacher gebaut als bei den Salpen und besteht aus 8 ringsum geschlossenen Muskelreifen, von denen der vordere als Sphinkter der Ingestions-, der hintere als Sphinkter der Egestionsöffnung bezeichnet werden darf.

Das Hirnganglion liegt dorsal im 3. Intermuskelarraum; vor ihm befindet sich die Flimmergrube. Die Ingestionsöffnung ist mit 12, die Egestionsöffnung mit 10 dreieckigen Läppchen umgeben. Die Flimmerbögen besitzen dorsal, wo sie ineinander übergehen, eine eigentümliche Spiraldrehung. Im einfachsten Falle liegt die Kloake hinter dem Pharynx und die ungefähr dorsoventral gestellte Scheidewand zwischen beiden Höhlen wird an jeder Körperseite von einer Reihe quergestellter

Kiemenspalten durchbohrt. An der Dorsal- und Ventralseite kann sich die Kloakenhöhle aber nach vorn ausbreiten, und dadurch wird die Scheidewand zwischen Pharynx und Kloake eine nach hinten vorgewölbte Lamelle, während die Zahl der Kiemenspalten jederseits stark (bis 100) zunimmt. Der Pharynx setzt sich in den eigentlichen Darmtraktus fort, der U-förmig, knieartig oder spiralig verläuft. Er besteht aus Ösophagus, Magen und Darm; der After mündet in die Kloake. Die Geschlechtsorgane liegen an der linken Körperseite und öffnen sich in die Kloake. Im 5. oder 6. Intermuskelraum befindet sich das kleine Ovarium; der Hoden ist meist schlauch-, manchmal keulenförmig.

#### **Fortpflanzung**

Aus dem Ei entsteht das asexuelle Oozoid („Amme“), das hinter dem Endostyl einen ventralen Stolo und am hinteren Ende dorsal einen Rückenfortsatz trägt. Das Oozoid besitzt 9 Muskelreifen und eine schräg dorso-ventral gestellte Kiemenslamelle mit 4 Paar Spalten. Allmählich werden die Muskelbänder der Amme sehr breit und schließlich degenerieren die Eingeweide.

Am ventralen Stolo der Amme entstehen Urknospen, die sich abschnüren und mittels amöboider Trägerzellen (Phorozysten) zum Rückenfortsatz geführt werden. Diese Urknospen fixieren sich hier in einer medianen und zwei lateralen Doppelreihen. Die Knospen der beiden lateralen Reihen werden zu den sterilen, löffelförmigen Nährtieren (Trophozoiden). Diese besitzen eine sehr kurze Hauptachse und längere Dorsoventralachse, spärliche Muskulatur und keine Kloakenhöhle. Sie sorgen für die Ernährung der jetzt eingeweidelosen Amme, mit der sie verbunden bleiben. Die Knospen der medianen Reihe werden zu den sterilen Pflөгetieren (Phorozoiden), die bis auf das Fehlen der Geschlechtsorgane den Geschlechtstieren ähnlich sind. Außerdem besitzen sie einen ventralen Stiel, mit dem sie am Rückenfortsatz der Amme festsitzen. Auf diesem Stiel fixiert sich eine Urknosppe, die zahlreiche Knospen abschnürt, welche sich ihrerseits am Stiele festheften. Nun lösen sich die ausgewachsenen Pflөгetiere vom Rückenfortsatz der Amme ab, und die am Stiel fixierten Knospen wachsen zu Geschlechtstieren (Gonozoiden) aus. Schließlich lösen sich auch die entwickelten Geschlechtstiere vom Stiel des Pflөгetieres ab und werden selbständig. Die Geschlechtstiere bilden Eier, die ausgestoßen werden und sich zu freischwimmenden, mit einer Chorda dorsalis versehenen Larven entwickeln. Unter Rückbildung der Chorda entsteht aus der Larve das Oozoid (Amme).

Die Doliolen weisen also einen Generationswechsel auf, bei dem das aus dem befruchteten Ei entstandene asexuelle Oozoid durch Knospung trimorphe Blastozoiden erzeugt, von denen Trophozoid und Phorozoid steril sind, das Gonozoid Hermaphrodit ist und Eier bildet.

#### **Vorkommen**

Die Doliolen sind eigentlich Planktonen des warmen Wassers. Doch werden einige Arten, die sich dem kühleren Wasser anzupassen vermögen, durch den Golfstrom weit nach N geführt. Nach G. NEUMANN sind *Doliolum intermedium* und *D. krohni* im N-Atlantik

bis zu 63° 3' N hinauf gefischt worden. Die letztgenannten Arten können auch bis zu beträchtlichen Tiefen (850 m und 930 m) hinabsteigen.

### **Bewegung**

Die Doliolen schwimmen auf dieselbe Weise wie die Salpen. Der Schließmuskel der In- (oder E-)gestionsöffnung zieht sich zusammen und schließt die Öffnung. Dann kontrahieren sich die übrigen Muskeln und stoßen das Wasser aus der Pharynx-Kloakenhöhle. Der Körper wird darauf in der Richtung der geschlossenen Körperöffnung fortgestoßen. Im allgemeinen arbeiten, nach M. FEDELE (1923), die Muskeln, die zwischen den Körperenden liegen, synchron. Ihre Kontraktionen sind unabhängig von denen der Schließmuskeln an In- und Egestionsöffnung; die letztgenannten arbeiten antagonistisch.

### **Stoffwechsel**

1. Ernährung. — Bei der Aufnahme der Nahrung wirken die Flimmerhaare der Kiemenlamelle, die der Flimmerbögen und die des Darmtraktes zusammen. Gemeinsam erzeugen sie einen Wasserstrom, der in den Pharynx eindringt. Der vom Endostyl sezernierte Schleim wird den Flimmerbögen entlang dorsad geführt, teilweise bis zu der Spiraldrehung, und verklebt mit Nahrungsteilchen. Er wird in der Gestalt von Schleimfäden und -trabekeln mit den ihnen verklebten Nahrungsteilchen von den Flimmerbögen, besonders von der Spiraldrehung im Diagonal der Pharynxhöhle in den Ösophagus geleitet. Vom Hinterende des Endostyls gelangt er direkt zum Ösophaguseingang (M. FEDELE 1923). Die Erbeutung größerer Objekte (bis etwa 400  $\mu$ ) geschieht unter Mithilfe von Kontraktionen der Muskeln, durch welche die Beutetiere zusammengedrückt werden (M. FEDELE 1921).

2. Atmung. — Nebst der ganzen äußeren und inneren Körperoberfläche ist die reichlich von Blut durchströmte Kiemenlamelle das wichtigste Atmungsorgan. Mit dem oben erwähnten, zum Ösophagus gerichteten und für die Nahrungsaufnahme wichtigen Wasserstrom wechselt ein anderer unregelmäßig ab. Dieser kommt zustande, wenn die oben genannten, für den Eintritt in den Ösophagus nötigen Faktoren nicht koordiniert zusammenwirken; und dann entsteht ein Wasserstrom durch den Pharynx, die Kiemenpalten und die Kloakenhöhle (M. FEDELE 1923).

3. Zirkulation. — Das Herz liegt am Hinterende des Endostyls. Die schwach eingestülpte dorsale Wand der Perikardblase wird zur Herzwand. Ein stark abgeflächtes Säckchen (Epikard) bedeckt die Einstülpung dorsal, so daß das Blut in einem Raume fließt, der dorsal vom Epikard, ventral von der Herzwand begrenzt wird. Auch hier ist die Richtung des Blutstromes eine wechselnde (vgl. S. XII. a 35). B. ULJANIN (1884) bemerkt, daß bei der Wechsepause die Flimmerbewegung der Kiemenlamelle und der Flimmerbögen aufhört.

### **Sinnesleben**

Die Haut trägt mehrere Tastsinneszellen, auch an der In- und Egestionsöffnung. Sehorgane fehlen, und nur das Oozoid besitzt eine von der Epidermis gebildete Statoryste, die links lateral

im 3. Inter-muskularräum liegt. Über das Sinnesleben ist nur wenig bekannt, und die spezielle Physiologie der Sinnesorgane ist nicht näher untersucht; aber FEDELE (1923) hat gezeigt, daß die Doliolen durch mechanische und chemische Reize erregbar sind und thermische und hydrostatische Änderungen in der Umgebung empfinden. Auch hat er nachgewiesen, daß die Doliolen (wie die Salpen) Tiere von hoher nervöser Organisation sind und eine Reihe von Reflexen besitzen (Bewegungs-, Verteidigungsreflex usw.), die sich durch Kontraktion bestimmter Muskeln, Flimmerbewegung und Sekretion des Endostyls äußern. Auch der Ingestionsmechanismus kann erklärt werden als das Ergebnis des koordinierten Zusammenarbeitens von Endostyl, Flimmerhaaren, Muskeln und Nervensystem.

\*

### III. *Pyrosomida*.

**Charakteristik** Die Einzeltiere (Ascidiozoide) bilden eine zylindrische Kolonie, in deren Wand sie in einer Schicht angeordnet sind; In- und Egestionsöffnung terminal; Ingestionsöffnungen an der Oberfläche der Kolonie, Egestionsöffnungen der gemeinsamen Kloakenhöhle zugekehrt; Kloakenhöhle am Hinterende des Körpers mit 1 Paar Peribranchialräumen; Kiemenspalten zahlreich, quergestellt; Muskulatur schwach entwickelt; 1 Paar Leuchtorgane vorhanden. — Generationswechsel zwischen dem asexuellen Cyathozoid (Oozoid), das durch Knospung 4 Primärascidiozoide bildet, und den Ascidiozoiden, die sich durch Knospung und sexuell vermehren.

**Systematik** Nur die Gattung *Pyrosoma* (Feuerwalzen) kommt in Betracht.

#### *Pyrosoma* Péron.

Die Pyrosomen sind Warmwasserplanktonen, die nördlich bis zu 52° N wahrgenommen werden. In der Nordsee sind sie sehr seltene Gäste; doch erwähnen wir auch die in den benachbarten Gebieten angetroffenen Arten.

Bestimmungsschlüssel der beiden Sektionen  
(nach NEUMANN).

- A. Knospen nicht wandernd; je ein dorniger Mantelfortsatz vor jeder Ingestionsöffnung; Kloakenmuskel über dem Peribranchialraum gelegen . . . . . *Pyrosomata fixata*.
- B. Knospen mittels Phorozyten wandernd; Mantelfortsätze fehlend, oder je einer dorsal vor jeder Ingestionsöffnung; Kloakenmuskel über der Kloake gelegen . . . . . *Pyrosomata ambulata*.

Bestimmungstabelle der Arten.

#### I. *Pyrosomata fixata*

- A. Körper elliptisch, höher als lang; Kloake sehr kurz  
*P. agassizi* Ritt. & Byxb.
- B. Körper langgestreckt, birn- bis keulenförmig; Kloake sehr lang  
*P. spinosum* Herdm.

II. *Pyrosomata ambulata*

C. Mantel glatt, ohne Fortsätze; Körper langgestreckt; Schlundrohr fehlt . . . . . *P. atlanticum* Pér. f. *levatum* Slgr.

1. *Pyrosoma agassizi* Ritter & Byxbee. — Stock dünn; Körper der Einzeltiere elliptisch, höher als lang; Kiemenpalten jederseits 30 bis 33, schräg stehend; Längsgefäße meist 16; Dorsaltentakel meist 6; Kloake sehr kurz, weit (verkehrt herzförmig) geöffnet; Länge des Stockes bis 110 cm; Höhe des Einzeltieres 4 mm, seine Länge 3 mm. — Verbreitung: In allen Ozeanen, im Atlantik bis 44° N. NEUMANN hält es für möglich, daß diese Art von FARRAN in der Nähe der irischen Küste gefunden ist (vgl. unter *P. spinosum*). Fehlt im Mittelmeer.

2. *Pyrosoma spinosum* Herdman. — Stock dünn; Körper der Einzeltiere langgestreckt, birn- bis keulenförmig; Kiemenpalten jederseits bis 50, längs verlaufend; Längsgefäße bis 46, schräg dorso-ventral verlaufend; Dorsaltentakel bis 22; Kloake sehr lang, schlotförmig; Kloakenöffnung auf der

Ventralseite schlitzförmig; Hoden zwischen Magen und Enddarm gelegen; Länge des Stockes bis 4 m, Länge der Einzeltiere bis 18 mm. — Verbreitung: Diese Art ist im Atlantik bis zu 38° N und im Indik gefunden worden. FARRAN (1906, p. 15) erwähnt sie aber auch von der Nähe der irischen Küste; doch NEUMANN (Valdivia, p. 381, 382) erachtet es für möglich, daß der einzige, junge, dort gefischte Stock zu *P. agassizi* gehört. Fehlt im Mittelmeer.

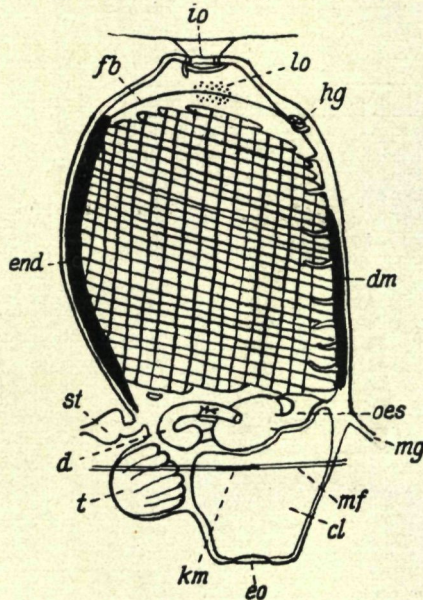


Fig. 11.

*Pyrosoma atlanticum levatum*;

Ascidiozoid von der linken Seite.

cl Kloake; d Darm; dm dorsaler Mesenchymzellaufen; end Endostyl; eo Egestionsöffnung; fb Flimmerbogen; hg Hirnganglion; io Ingestionsöffnung; km Kloakenmuskel; lo Leuchtorgan; mf Mantelfaserzug; mg Mantelgefäß; oes Ösophagus; st Stolo; t Hoden.

Nach SEELIGER 1895 (tab. 3, fig. 11).

3. *Pyrosoma atlanticum* Péron forma *levatum* Seeliger (Fig. 11). — Kolonie kegel- oder walzenförmig; Mantel glatt, ohne Fortsätze, dorsal von der Ingestionsöffnung im Umkreise dieser Öffnung trichterförmig eingesenkt; Körper prismatisch, langgestreckt, bis 5 mm lang; Präbranchialzone sehr kurz; Schlundrohr fehlt; Zirkumoralfeld nicht geneigt; Endostyl (und Rückenfläche) in der Jugend gekrümmt,

später gerade; Kiemenpalten jederseits bis 45; Längsfalten bis 16; Rückenzapfen 9; Kloake von mittlerer Länge, Hoden buchtet die ventrale Körperwand stark bruchsackartig vor und besteht aus 12 bis 15 Lappchen; Länge der Kolonie bis 26 cm. — METCALF (1919, p. 237) betrachtet *Pyrosoma atlanticum levatum*, deren Beschreibung ich NEUMANN (1913) entlehne, als eine intermediäre, nicht scharf umschriebene Form zwischen *P. atlanticum atlanticum* und *P. atlanticum giganteum*. — Verbreitung: Diese Form ist Kosmopolit, fehlt aber im Mittelmeer, wo nur *P. atlanticum elegans* Lsr. (= *giganteum* Lsr.) vorkommt (NEUMANN, in: Tierreich, 40, p. 33). Obwohl sie sich kühlerem Wasser anpassen kann, ist sie in den höheren Breiten Europas ein sehr seltener Gast. Wie G. NEUMANN so freundlich war, mir zu berichten, fand er in Pyrosomenmaterial des Berliner Zoologischen Museums 4 zu dieser Form gehörende Stöcke aus der Nordsee. SEELIGER (1895, p. 68) teilt ferner mit, daß in diesem Museum auch eine Anzahl junger Pyrosomen vorhanden seien, die von STEENSTRUP in der Nordsee gefischt wurden. Dieses Material hat NEUMANN, nach brieflicher Mitteilung, aber nicht wiedergefunden.

### Eidonomie und Anatomie

Die Pyrosomenkolonien haben eine zylindrische oder kegelförmige Gestalt (Fig. 12). Sie sind meist 3 bis

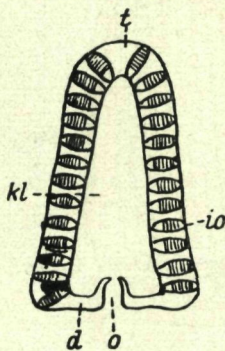


Fig. 12.  
*Pyrosoma*;  
schematischer Längsschnitt  
durch eine Kolonie.  
d Diaphragma;  
io Ingestionsöffnung eines  
Ascidiozooids; kl gemeinsame  
Kloakenhöhle; o Öffnung im  
Diaphragma;  
t gemeinsame Testa.  
Nach NEUMANN aus BRONN  
(Textfig. 3).

7 bis 15 cm lang; aber die Kolonien von *P. spinosum* können eine Länge von 50 cm bis 1.50 m und gar 4 m erreichen. Eine gemeinsame Kloakenhöhle nimmt das Innere der Kolonie ein. Diese Höhle ist am einen Ende geschlossen, am anderen liegt ein von der gemeinsamen Testa gebildetes Diaphragma, das keine Tiere einschließt und in der Mitte durchbohrt ist. In der gemeinsamen Testa, welche die Wand der Kolonie bildet, sind die Individuen (Ascidiozoide; Fig. 11) in einer Schicht angeordnet. Die Längsachse jedes dieser Individuen steht senkrecht auf der Oberfläche der Kolonie, während In- und Egestionsöffnung die Enden der Längsachse einnehmen. Die Ingestionsöffnungen sind nach der äußeren Oberfläche der Kolonie, die Egestionsöffnungen der gemeinsamen Kloakenhöhle zugekehrt, während die Individuen ihre Ventralseiten der geschlossenen Stockspitze zuwenden.

In die gemeinsame Testa, die alle Ascidiozoide einer Kolonie einhüllt, wandern Mesodermzellen ein, die vom Dorsalorgan (s. S. XII. a 45) stammen. Die gemeinsame Testa trägt oft dorsal oder ventral jeder Ingestionsöffnung einen Fortsatz. In der Testa liegen die Mantelfasernzüge, bandartige Gruppen spindelförmiger Mantelzellen, welche die Kloakenmuskeln (s. u.) benachbarter Ascidiozoide miteinander verbinden. Vom hinteren Teil des Rückens entspringen 1 oder 2 Mantel-



gefäße: röhrenförmige Auswüchse der Epidermis, die die primäre Leibeshöhle einschließen und deren Wand mit Längsmuskeln belegt ist. Ursprünglich reichen sie bis zum Diaphragma, wo sie blind enden. Später bilden sie sich teilweise zurück. Die Muskulatur ist schwach entwickelt. Außer den Sphinkteren der In- und Egestionsöffnung findet man einen Kloakenmuskel, der rechts und links in der Seitenwand des Körpers quer verläuft.

Das Hirnganglion liegt dorsal in der Höhe der ersten Kiemenpalten. Mit der ventralen Seite des Ganglions hängt die Flimmergrube zusammen, deren ventrale Wand die Neuraldrüse bildet. Die Ingestionsöffnung trägt einen Ring verdickten und gefalteten Epithels, das in den medianen Ventraltentakel ausgezogen ist. Die Öffnung führt in das Schlundrohr, das in den seitlich zusammengedrückten Pharynx übergeht. Der Endostyl ist an der ventralen Seite konvex. Die dorso-mediane Wand des Pharynx trägt eine gewisse Zahl von Tentakelchen (Rückenzapfen). Jederseits ist die Wand des Pharynx von mehreren Kiemenpalten durchbohrt, die als schmale Schlitz von der dorsalen Medianlinie des Pharynx bis zum Endostyl reichen. Zwischen den Spalten verlaufen Quergefäße, und Längsgefäße, von der inneren Kiemendarmwand gebildet, überbrücken die Kiemenpalten. Die letztgenannten münden in die beiden Peribranchialräume, die sich der Seitenwand des Pharynx anlegen. Hinter dem Darmtraktus vereinigen sich diese Räume zur Kloake, die das hintere Ende des Tieres einnimmt und durch die Egestionsöffnung in die gemeinsame Kloakenhöhle führt. Der Pharynx geht in den Darmtraktus über, der aus Ösophagus, Magen und Enddarm besteht. Letzterer mündet in die Kloakenhöhle.

Das Leuchtorgan wird von einem paarigen Zellhaufen gebildet, der jederseits an der Basis des Schlundrohres im peripharyngealen Blutsinus liegt. Als blutbildendes Organ wurde ein Mesenchymzellhaufen angesehen, der entweder dorsal vom Pharynx im dorsalen Blutsinus oder zwischen der Darmschleife liegt. PIERANTONI (1923) zeigte, daß dieses Dorsalorgan Zellen in den Blutsinus abgibt. Ein Teil derselben durchbohrt die Epidermis und wandert in die Testa ein; ein anderer Teil nimmt Mikroorganismen, die vom Leuchtorgan stammen, auf, wandert durch den Stolo in die Knospen ein, um deren photogene Zellen zu bilden. Die Geschlechtsdrüsen liegen ventral vom Verdauungstraktus, der Hoden rechts, der Eierstock links; Vas deferens und Ovidukt münden in die Kloakenhöhle.

**Fortpflanzung** Aus dem befruchteten Ei entsteht ein Embryo, der sich entweder in der Kloakenhöhle oder im rechten Peribranchialraum zum asexuellen Oozoid (Cyathozoid) entwickelt. Dieses ist von krugförmiger Gestalt und bildet auf larvalem Stadium an einem Stolo prolifer 4 Blastozoiden (Primärascidiozoide). Letztgenannte sind rings um das Cyathozoid angeordnet, das schließlich völlig resorbiert wird. Außer Geschlechtsdrüsen besitzen sie auch einen Stolo prolifer, an dem die übrigen Ascidiozoide entstehen. Diese pflanzen sich ebenfalls sexuell und asexuell fort. Durch die Tätigkeit

der 4 Primärascidiozoide und der übrigen Ascidiozoide wird die Kolonie aufgebaut, an deren geschlossener Spitze die 4 Primärascidiozoide liegen. In jungen Kolonien sind die Ascidiozoide in Ringen oder Etagen angeordnet; später geht diese regelmäßige Anordnung verloren.

**Vorkommen** Die Pyrosomen sind Planktonten, die ihr Hauptverbreitungsgebiet in tropischen und subtropischen Meeresteilen haben und 52° N nicht überschreiten. Nur sehr selten kommen sie als zufällige Gäste ins Gebiet der Nordsee (s. S. XII. a 44). In Bezug auf die vertikale Verbreitung sei bemerkt, daß die Pyrosomen namentlich in Tiefen vorkommen, die von der Oberfläche bis etwa 200 m reichen.

**Bewegung** Die Schwimmbewegung ist schwerfällig und geschieht, nach SEELIGER (1895, p. 46), wie folgt: Nach Verschuß der Ingestionsöffnungen der Ascidiozoide wird das vom Pharynx in die Kloake übergetretene Atemwasser durch synchrone Kontraktionen der Kloakenmuskeln in die gemeinsame Stockhöhle gepreßt. Nun schließen sich die Egestionsöffnungen, und durch die Kontraktionen der das Diaphragma durchsetzenden Mantelgefäße wird dieses nach innen eingeschlagen und der benachbarte Teil der Kolonie verkürzt. Dadurch wird die Höhle der Kolonie verengert und das Wasser aus der Höhle ausgestoßen, so daß die Kolonie durch Rückstoß mit dem spitzen Pol vorangetrieben wird. Wird das Diaphragma nach außen gestülpt, so kann, wie durch eine Ruderbewegung, ein Vorwärtsgleiten im gleichen Sinne erfolgen. Die erforderliche Gleichzeitigkeit in der Kontraktion der Kloakenmuskeln wird durch die Mantelfaserzüge und die Muskulatur der Mantelgefäße bewirkt.

**Stoffwechsel** Spezielle Untersuchungen über die Physiologie der Atmung und Ernährung der Pyrosomen liegen nicht vor. Diese Prozesse werden sich wohl nicht wesentlich von den bei anderen Tunicaten bekannten unterscheiden. Jedenfalls nehmen die Individuen einer Kolonie unabhängig voneinander Nahrung auf, und es besteht auch kein Nahrungstransport zwischen ihnen. Hierfür sind auch die Mantelgefäße bedeutungslos, die wohl zur Ernährung des Mantelgewebes beitragen.

Die Zirkulation wurde von F. BURGHÄUSE (1914) untersucht. Die dorsale Wand der Perikardblase bildet die Herzwand. Das Blut bewegt sich in den von Gallerte nicht erfüllten Lückenräumen der primären Leibeshöhle. Der Blutstrom ist bei den Individuen einer Kolonie unabhängig voneinander. Die abviszeralen Pulsationen (S. XII. a 35) führen das Blut in 3 ventral vom Pharynx verlaufende Sinus. Von hier strömt es durch die Kanäle zwischen den Kiemenspalten dorsad; das meiste Blut fließt aber durch den peripharyngealen Sinus den Flimmerbögen entlang dorsad. Durch die Saugwirkung des Herzens wird nun das Blut der Rückenseite des Pharynx entlang zum Darmkanal geführt und von hier fließt es teilweise direkt, größtenteils aber über die Geschlechtsorgane zum Hinterende des Herzens. Die abviszeralen Pulsationen treiben das Blut in der umgekehrten Richtung.

**Sinnesleben, Leuchten** Die Haut der Pyrosomen ist arm an Sinneszellen, vielleicht im Zusammenhange mit dem Vorkommen einer sehr mächtigen Testa. Man findet aber Sinneszellen an der Ingestionsöffnung. Der Ventraltentakel ragt beim lebenden Tier frei in das Wasser hinaus und ist ein wenigstens für mechanische Reize sehr empfindliches Sinnesorgan (BURGHAUSE). Der hintere ventrale Abschnitt des Hirnganglions ist zu einem pigmentierten Auge umgebildet. Über die spezielle Sinnesphysiologie ist kaum etwas bekannt.

Die Leuchtorgane der Pyrosomen können ein sehr intensives Licht ausstrahlen, dessen Farbe zwischen allen Farben des Spektrums wechselt. Das Aufleuchten geschieht sowohl bei mechanischen (Reibung, Berührung, Druck und Stoß) als auch bei chemischen Reizen (Süßwasser, Alkohol, Ammoniak). Die Stelle, wo der Stock berührt wird, leuchtet hell auf, und von dort breitet sich dann das Leuchten in verschiedener Weise aus (O. POLIMANTI 1911). Reizübertragend wirken nach PANCERI und SEELIGER die Mantelfaserzüge; diese Autoren stellen sich vor, daß das Leuchten erfolgt, wenn die Kloakenmuskeln eines Tieres durch den Zug dieser Faserzüge erregt werden.

Man darf annehmen, daß das Leuchten auf einen Reiz hin die Folge der erhöhten Aktivität der Mund- und Kloakenmuskulatur ist; dadurch strömt das Atemwasser schneller durch den Pharynx. Hierdurch steigt der Sauerstoffgehalt des Blutes, und zugleich erhalten die Leuchtorgane mehr Sauerstoff. P. BUCHNER (1914) hat vermutet, und U. PIERANTONI (1921) hat bewiesen, daß die Zellen der Leuchtorgane symbiontische Bakterien enthalten, die das Leuchten verursachen. In degenerierenden Zellen des Leuchtorgans bilden die Bakterien Sporen, die mit dem Blutstrom zu den Zellen der Eifollikel geführt werden. In diese dringen sie ein, und in ihnen vermehren sich die Bakterien. Die infizierten Follikelzellen bilden durch amitotische Teilung die Testazellen, die schließlich zwischen die Blastomeren des sich entwickelnden Eies eindringen und die Leuchtorgane der 4 Primärascidiozoide bilden (CH. JULIN). In den primären Ascidiozoiden fallen Zellen des Leuchtorgans auseinander, und so kommen die Bakterien im Blute des Peripharyngealsinus frei. Mit diesen infizieren sich vom Dorsalorgan abgelöste Zellen, die in den Stolo eindringen, um im Peripharyngealsinus der Knospe, die sich zu einem sekundären Ascidiozoid entwickelt, das Leuchtorgan zu bilden. Auf dieselbe Weise entstehen die Leuchtorgane aller übrigen Individuen der Kolonie.

Über Beziehungen der Feuerwalzen zu anderen Organismen s. S. XII. a 36.

### Literatur

- APSTEIN, C.: *Ergebn. Plankt. Exp.*, 2. E. a.; B: *Vertheilg. d. Salpen*; 1894.  
 —, *Salpidae*; in: *Nord. Plankton*, 1; 1901.  
 —: *Wiss. Ergebn. Deutsch. Tiefsee-Exp.*, 12; 1906.  
 —: *Beteiligung Deutschlands Internat. Meeresforschung*, 4 und 5; 1908.  
 —, in: RÖMER & SCHAUDINN, *Fauna Arctica*, 5; 1909.  
 —: *Résumé des observations sur le plankton*, 2<sup>me</sup> part., *Bull. trimestr.* 1902/1908 (Cons. perm. internation. Explor. de la Mer); 1911.

- BORGERT, A.: *Ergebn. Plankt. Exp.*, 2. E. a.; C: Vertheilg. d. Doliolen; 1894.  
 —, Die nordischen Dolioliden; in: *Nord. Plankton*, 1; 1901.
- BOWMAN, A.: *Brit. Assoc. Adv. Sci., Rep. 19<sup>th</sup> Meet.* (1922); London 1923.
- BURGHAUSE, F.: *Zs. wiss. Zool.*, 108; 1914.
- DELSMAN, H. C.: *Jaarboek Rijksinst. onderzoek der Zee*; 1911.  
 —: *Bull. planktonique pour les années 1908—11*; 2<sup>me</sup> part. (Cons. perm. internat. Explor. de la Mer).
- FARRAN, G. P.: *Fisheries, Ireland, Sci. Invest.* 1906, I; 1906.
- FEDELE, M.: *Monit. zool. ital.*, 31; 1919.  
 —: *Mem. R. Com. Talass. Ital.*, 78, p. 1—26; 1921.  
 —: *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 4; 1923.
- FOWLER, G. H.: *Trans. Linn. Soc., London*, (2) 10; 1905.
- HARDY, A. C.: *Cons. perm. internat. Expl. de la Mer; Publ. de circonst.*, No. 78, 79, 80; 1923.
- IHLE, J. E. W., *Desmomyaria*; in: *Das Tierreich*, 32; 1912.
- METCALF, M. M.: *U. S. Nation. Mus., Bull.* 100, 2. 2; 1918; 2. 3; 1919.  
 — & BELL: *Science*, (N. S.), 50, 1279; 1919.
- NEUMANN, G.: *Wiss. Ergebn. Deutsch. Tiefsee-Exp. (Valdivia)*, 12; 1906.  
 —, in: *BRONNs Klass. u. Ordn. d. Tierreichs*, 3, Suppl., 1909/1913.  
 —, *Cyclomyaria et Pyrosomida*; in: *Das Tierreich*, 40; 1913.  
 —: *Wiss. Ergebn. Deutsch. Tiefsee-Exp. (Valdivia)*, 12; 1913.  
 —: *Ergebn. Deutsch. Südpolar-Exp. (Gauss)*, 14; *Zool.* 6; 1913.
- OKA, A.: *Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo*, 32. 12; 1913.
- PIERANTONI, U.: *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 3; 1921.  
 —: *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 4; 1923.
- SCHMIDT, JOHS.: *Cons. perm. internat. Expl. de la Mer, Rapp. et procès-verb.*, 10; 1909.
- SCHULTZE, L. S.: *Jena. Zeitschr. Naturwiss.*, 35; 1901.
- SEELIGER, O.: *Ergebn. Plankt.-Exp.*, 2. E. b.; 1895.
- SEWELL, R. B. S.: *Rec. Indian Mus.*, 28; 1926.
- SIGL, M. A.: *Denksch. math.-nat. Kl. K. K. Akad. Wiss. Wien*, 88; 1912.
- STIASNY, G.: *Zool. mededeel.*, 's Rijks Mus. Nat. Hist., Leiden, 5; 1919.  
 —: *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 7; 1927.
- STREIFF, R.: *Zool. Jahrb. [Syst.]* 27; 1908.
- TRAUSTEDT, M. P. A.: *Vidensk. Selsk. Skr.*, (6) nat. og math. afd., 2. 8; 1885.
- ULJANIN, B.: *Fauna Flora Golf Neapel*, 10; 1884.

## XII. f — XII. h

# Osteichthyes

Die *Osteichthyes* umfassen mehrere Gruppen fossiler und lebender Fische, die zwar sehr verschiedenartig voneinander erscheinen, aber doch gewisse Eigenschaften besitzen, welche sie von der Unterklasse der *Chondrichthyes* unterscheiden.

Wie schon der Name andeutet, unterscheiden sich diese beiden Unterklassen dadurch, daß die *Osteichthyes* kompakte Knochensubstanz besitzen, während die *Chondrichthyes* durch einen weicheren, knorpeligen Körper und gleichartigen Schädel gekennzeichnet sind. Nichtsdestoweniger besitzen die *Chondrichthyes* auch viel Hartsubstanz, die in ihrer Entstehung und Bildung, wenn auch nicht in Form und Aussehen, der verhärteten Substanz der *Osteichthyes* ähnlich ist.

Die Hautbekleidung der *Osteichthyes* besteht aus knöchernen Platten, die bei den modernen Teleostiern dünne, dachziegelartig übereinandergreifende Schuppen bilden. Dickere, rhombische und miteinander artikulierende Platten (Ganoid-Schuppen) kommen auch vor, und bei alten sedentären Formen bildeten die Platten über dem Kopf und Vorderkörper große Schilder (Panzerfische). Dagegen kann die Schuppenbekleidung in speziellen Fällen beinahe (wie bei den Aalarten) oder vollständig (*Siluridae* und manche *Dipneusti*) fehlen. Bei den *Chondrichthyes* besteht die Hautbekleidung aus Hautzähnen (Plakoid-Schuppen).

Die Flossensäume sind bei den *Osteichthyes* durch knöcherne Strahlen gestützt, die in ihrer Ausbildung sehr verschiedenartig sein und sogar fehlen können (wie beim Teleostier *Monopterus*). Der Mund ist fast immer endständig und öffnet sich nach vorn (*Acipenser* und einige alte Panzerfische bilden Ausnahmen). Der Oberkiefer (Maxillare oder Palatoquadratum) steht in direkter Verbindung mit dem vorderen Teil des Schädels (Ethmoideum), während bei den *Chondrichthyes* (ausgenommen *Holocephali*) der Oberkiefer von dem Ethmoideum getrennt ist.

Bei den *Osteichthyes* liegen die Kiemen unter dem hinteren Teil des Kopfes und haben nur eine Öffnung (ausgenommen *Birkenia*). Die einzelnen Kiemenbogen sind von der Haut getrennt und von einem Operkulum bedeckt. Ähnliche Verhältnisse kommen unter den *Chondrichthyes* nur bei den primitiven *Holocephalen* vor.

Luftsäcke, in der Form eines hydrostatischen Organs oder von lungenähnlichen Organen, finden sich nur bei den *Osteichthyes*. Da-

gegen besitzen diese keine Klammerorgane, die für das männliche Geschlecht der *Chondrichthyes* so charakteristisch sind. Die Art der Fortpflanzung ist also bei den *Osteichthyes* einfacher, da bei ihnen eine wohlentwickelte Kloake nie vorkommt und die Eier gewöhnlich vor der Befruchtung frei abgelegt werden.

Die *Osteichthyes* umfassen die ältesten Gruppen von Fischen (*Arthrodira*, *Ostracodermi*, *Anaspida* u. a.), anscheinende Relikten von sehr alten Gruppen (*Dipneusti*), eine Reihe mesozoischer Gruppen (*Crossopterygii*, *Chondrostei*, *Holostei*) und vermutliche Abkömmlinge von diesen (*Acipenseridae*, *Amiidae*, *Protopteridae*), sowie die modernen Teleostei und deren Vorgänger (z. B. *Palaeoniscidae*, die auch bis zum Paläozoikum zurückreichen).

\*

Übersicht  
über die nachfolgenden Kapitel der Fische.

XII. f <sub>1</sub> :	Chondrostei von E. EHRENBAUM . . .	S. XII. f 3.
XII. f <sub>2</sub> :	Teleostei Physostomi von H. M. KYLE & E. EHRENBAUM . . . . .	S. XII. f 9.
XII. g <sub>1</sub> :	Teleostei Physoclisti 1 bis 5 von G. DUNCKER & E. W. MOHR . . . . .	S. XII. g 3.
XII. g <sub>2</sub> :	Teleostei Physoclisti 6 von W. SCHNAKENBECK . . . . .	S. XII. g 45
XII. g <sub>3</sub> :	Teleostei Physoclisti 7 bis 9 von E. W. MOHR & G. DUNCKER . . . . .	S. XII. g 89.
XII. h <sub>1</sub> :	Teleostei Physoclisti 10 von W. SCHNAKENBECK . . . . .	S. XII. h 1.
XII. h <sub>2</sub> :	Teleostei Physoclisti 11 bis 15 von E. W. MOHR & G. DUNCKER . . . . .	S. XII. h 61.

\*