

III. f

Ctenophora

von THILO KRUMBACH, Berlin

Mit 27 Abbildungen

Charakteristik Die bisher aus Nord- und Ostsee bekannt gewordenen Ctenophoren oder Rippenquallen sind Cölenteraten ohne Nesselzellen (*Acnidaria*), mit mächtig entwickelter mesenchymatischer Mittelschicht, mit einem reich durch diese Mittelschicht hin verzweigten röhrenförmigen Darmsystem, mit einem aus 4 Paar meridional gestellten Reihen von Ruderplättchen bestehenden Lokomotionsapparate des Epiderms, und mit Zwitterdrüsen.

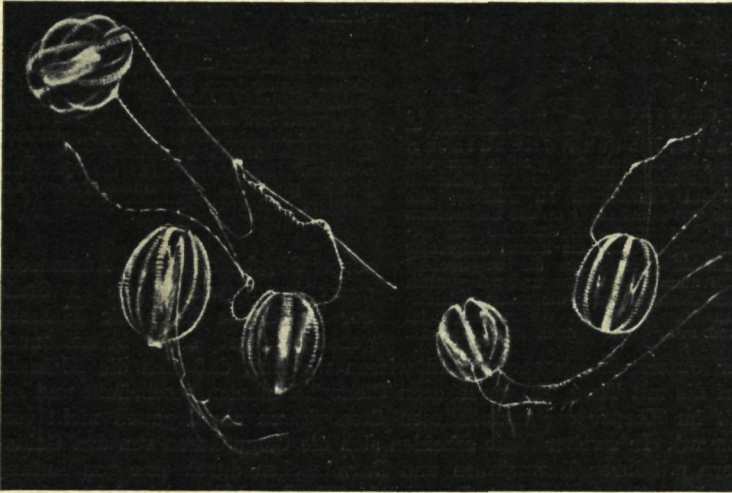


Fig. 1.

Pleurobrachia pileus (Othfried Müller 1776): Schwimmende Tiere im Aquarium. — Nach einer Aufnahme von F. SCHENSKY in Helgoland für das „Tier- und Pflanzenleben der Nordsee, herausgegeben von der Staatlichen Biologischen Anstalt auf Helgoland“. Die Ctenophoren sind in einem Aquarium photographiert worden, das ihnen in der Breite und Höhe genügend Spielraum gewährte, sie in der Tiefe aber beengte. Das Bild zeigt daher das Spiel der Tentakel mehrfach gestört. Vgl. Fig. 9 und S. III. f 7, 8 und 9.

Grimpe & Wagler, Tierwelt der Nord- und Ostsee.

III. f 1

Diese Umgrenzung gilt, wie gesagt, nur für die bisher aus Nord- und Ostsee bekannt gewordenen 3, 4 oder 5 Arten von Ctenophoren, nicht für die ganze Klasse: sie umschließt nur pelagische Formen (Fig. 1), nicht auch kriechende, sitzende und parasitische. Nach dieser Definition sind die Ctenophoren in erster Linie Cölenteraten ohne Nesselzellen, d. h., architektonisch genommen, Körper, die einer heteropolen Achse zugeordnet sind, in der sich Richtebenen kreuzen, und, organologisch gesprochen, Hohltiere, die sich nicht durch die Nesselzelle des Hydro-

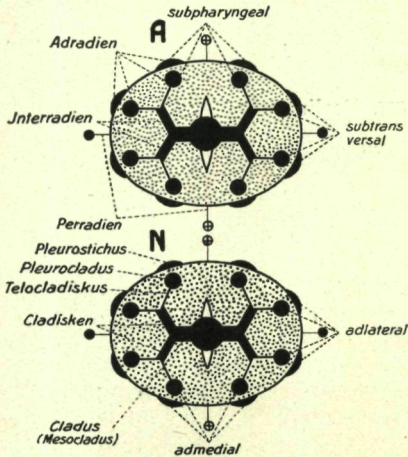


Fig. 2.

Architektonik der Ctenophoren. In der Äquatorialebene. — A alte, N neue Nomenklatur. Die alte Nomenklatur glaubte mit den für die niederen Cölenteraten geltenden Termini auskommen zu können; die neue verwendet dafür an die Röhrenform des Cölenterons sich anschließende Bezeichnungen. Die als lateral aufgefaßte Richtebene (im Bilde die wagerechte) heißt auch Magenebene und gelegentlich auch Tentakel Ebene; die mediane Richtebene (im Bilde die senkrechte) heißt (und zwar besser) auch Pharynxebene.

der Untersuchung; vorderhand wissen wir nur, daß sich die Klebzelle auf die mit Tentakeln versehenen Ctenophorenarten beschränkt und somit im Körper der tentakellosen Ctenophoren als Organell nicht vorkommt). In zweiter Linie scheiden sich die Ctenophoren von den Cnidariern mit ihren Darmrinnen und Darmtaschen durch eine von Anfang an röhrenförmig angelegte Darmhöhle (Fig. 2 und 3) und in dritter durch eine zwischen Darm und Epiderm mächtig entwickelte mesenchymatische Mittelschicht. In letzter Hinsicht rücken die pelagischen Ctenophoren von den pelagischen Cnidariern ab durch Wahrung der primitiven Form der Bewegung durch Wimperzellen der äußeren Haut (Fig. 1, 6, 9). Daß sich pelagische Ctenophoren daneben auch noch durch eine reiche, das Mesenchym durchsetzende Muskulatur fortbewegen, nähert sie zwar

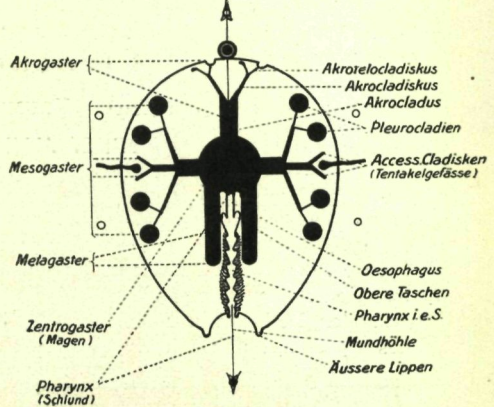


Fig. 3.

Nomenklatur des Cölenterons der Ctenophoren. — Die Röhren sind in einem senkrechten Schnitte gesehen, der durch die Tentakel Ebene gelegt ist; nur der Mesogaster ist so dargestellt, wie er in der Äquatorialebene erscheint, die Äquatorialebene ist also in die Tentakel Ebene gedreht worden. Senkrecht durch die Mitte des Bildes geht die heteropole Achse des Körpers mit dem Sinneskörper oben und der Mundöffnung unten.

zoons, Scyphozoons und Anthozoons auszeichnen (wieweit sie an Stelle der Nesselzelle durch die Klebzelle gekennzeichnet sind, bedarf noch

für einen Augenblick wieder den Hydromedusen und Scyphomedusen, schließt sie aber doch eher an niedere Wurmformen als an diese Cölenteraten an.

Die Ctenophoren sind also innerhalb des Stammes der Cölenteraten durch eine scharfe Trennungslinie von den Cnidariern geschieden und stehen als eine Gruppe für sich der Gruppe Polypen—Medusen gegenüber.

Systematik Aus der Nord- und Ostsee sind bisher mit Sicherheit nur 3 Ctenophorenarten bekannt geworden: die *Sphaerootenie Pleurobrachia pileus* (Othfried Müller 1776), die Lobootenie *Bolinopsis*

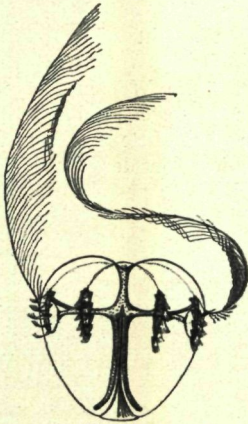


Fig. 4.

Bolinopsis infundibulum (Othfried Müller 1776), aus der Bucht von Neapel. Von CHUN 1880 *Bolina hydatina* genannt (und als solche identisch mit *Bolina vitrea* Louis Agassiz 1860 von der ostamerikanischen Küste). — Junge Larve von etwa 0,8 mm Durchmesser. Ist dennoch schon geschlechts-

reif; vgl. Fig. 6!

Nach CHUN 1892.

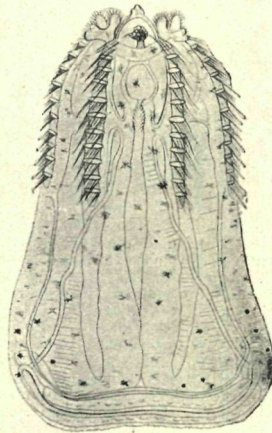


Fig. 5.

Beroë cucumis Fabricius 1780, von Cayo Confites, N-Küste von Cuba (Februar). Von A. G. MAYER 1912 *Beroë ovata* genannt. — Junge Larve von etwa 2 mm Achsenlänge. Die Ränder der Polplatten sind tentakelartig ausgezogen. In dem Epiderm Pigmentflecken.

Nach A. G. MAYER 1912.

infundibulum (Othfried Müller 1776) und die Pithootenie *Beroë cucumis* Fabricius 1780. Während die Bestimmung und Benennung der *Pleurobrachia* (Fig. 1) ohne Zweifel dasteht, kann man bei *Bolinopsis* (Fig. 11) schon fragen, ob nicht die Artdefinition durch Hinzuziehung anders benannter Formen (*vitrea* Louis Agassiz 1860 und *hydatina* Chun 1880) erweitert werden müsse und muß bei *Beroë* (Fig. 15) stark in Erwägung ziehen, die Form durch Aufnahme von *B. ovata* Chamisso & Eysenhardt 1821 (Fig. 19) abzuschließen. — Die lobate Gattung *Lesueurina* Milne Edwards 1841 ist weder in der mediterranen *vitrea* Milne Edwards 1841, noch in der amerikanischen *hyboptera* Alexander Agassiz 1865 länger aufrecht zu erhalten, da sich herausgestellt hat, daß diese „Ctenophoren mit rudimentären Mundlappen“ nichts als *Bo-*

linopsis sind, die die Lappen durch hohen Seegang oder eine andere äußere Gewalt verloren haben. — Was jedoch MCINTOSH 1888 aus der Bucht St. Andrews in Schottland als *Lesueuria* gemeldet hat, betrifft unbeschädigte *Bolinopsis* (Fig. 11).

Zumindest rechnen damit muß man, gelegentlich einmal an den Eingängen der Nordsee auf die arktische Ctenophore *Mertensia ovum* Fabricius 1780 und den Bewohner warmer Gewässer *Cestum veneris* Lesueur 1813 zu stoßen. Über das Vorkommen der *Mertensia* urteilt jedoch TH. MORTENSEN 1918: Angivelsen af dens Forekomst i de dybere Vandlag i de norske Fjorde og i Skagerrak traenger til Bekraeftelse, und der Venusgürtel ist für unser Gebiet selbst noch nie gemeldet worden. Da er aber im Mittelmeere häufig ist und auch im tropischen Atlantischen „nicht selten“ auftritt,

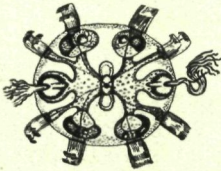


Fig. 6.

Bolinopsis infundibulum (Othfried Müller 1776), aus der Bucht von Neapel. Von CHUN 1880

Bolina hydatina genannt (und als solche identisch mit *Bolina vitrea* Louis Agassiz 1860 von der ost-amerikanischen Küste).

Junge Larve von etwa 0,8 mm Durchmesser. Ist dennoch schon geschlechtsreif; vgl. Fig. 4! In den 4 der Pharynxebene zunächst liegenden Pleurocladien je eine Zwitterdrüse; die Ovarien liegen der Pharynxebene zugekehrt (Dissogonie!). — In der Mitte der Sinneskörper mit den beiden Polplatten in der Pharynxebene und den 4 (später gegabelten) Flimmerrinnen. Rechts und links Tentakelbüschel in Tentakeltaschen. — Nach CHUN 1892.

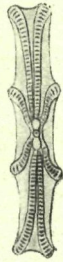


Fig. 7.

Beroë cucumis Fabricius 1780, von St. Mary's River in Maryland (November). Von

A. G. MAYER 1912
Beroë ovata genannt. — Auf $\frac{2}{3}$ verkleinert. In der Mitte der Sinneskörper mit den 2 Polplatten in der Pharynxebene. Rechts und links, in der Magenebene, keine Tentakel. Nach A. G. MAYER 1912.

NIKOLAUS WAGNER 1885 ihn zudem im Weißen Meere bei den Solowetzkschen Inseln „in der Mitte des Sommers südlich von der Pözzja-Luda recht oft“ gesehen hat oder doch gesehen haben will, könnte er wohl auch einmal im Kanal oder in der Höhe von Schottland auftauchen.

Die somit in Nord- und Ostsee zu erwartenden 3 oder 5 Ctenophorenarten gehören den beiden Legionen an, aus denen die Klasse gebildet wird, und zwar der Mehrzahl nach zu der durch 2 Tentakel ausgezeichneten Legion der *Tentaculata*, und in der einen Gattung *Beroë* zu der Legion der *Atentaculata* oder *Nuda*. Die tentakeltragenden Arten haben gleich-

zeitig einen kleineren Pharynx, sind also *Micropharyngea* (gegenüber den *Macropharyngea*). Der Ausdruck „*Eurystomae*“ für die mit weitem Pharynx versehenen Tiere ist nicht zutreffend: nicht der Mund ist weit, sondern der Schlundhohlraum ist es, im Verhältnis zum Körper. Innerhalb der *Macropharyngea* gibt es nur eine Ordnung, die *Beroidea*, der somit die einzige in unserem Gebiete vorkommende Gattung (und Art) *Beroë* zugehört, und die heimischen Vertreter der *Tentaculata* verteilen sich auf die Ordnungen *Cydippea* oder *Saccatae* (*Pleurobrachia* Fleming 1822 und *Mertensia* Lesson 1836), *Cestidea* (*Cestum* Lesueur 1813) und *Bolinopsidea* (*Bolinopsis* Louis Agassiz 1860 sens. emend. Alfred Goldsborough Mayer 1912). Jede der 3 oder 5 Arten gehört einer eigenen Familie an.

Schlüssel zur Bestimmung der Arten:

1. Reife Stadien und ältere Jugendformen.

- A.** Mit einem Paar glattrandiger Polplatten in der Pharynxebene und 1 Paar mit Klebzellen versehener Tentakel in der Magen- oder Tentakelebene (*Tentaculata*),
zugleich mit wenig geräumigem Pharynx . . . (*Micropharyngea*).
- a.** Ohne Lappen an den beiden Mundecken in der Pharynx- oder Mundebene
- 1) Von kugelig, birnförmiger oder ovoider Gestalt: — doch ist die Pharynxebene etwas kürzer als die senkrecht zu ihr stehende Tentakelebene (Fig. 1, 2) *Pleurobrachia*.
 - 2) Von herzförmiger Gestalt: — es ist die Pharynxebene merklich kürzer als die senkrecht zu ihr stehende Tentakelebene *Mertensia*.
 - 3) Von bandförmiger Gestalt: — es ist die Pharynxebene ganz beträchtlich länger als die senkrecht zu ihr stehende Tentakelebene *Cestum*.
- b.** Mit je einem breiten Schwimmlappen an jeder der beiden Mundecken in der Pharynx- oder Mundebene (*Lobatae*).
Von ovoider Gestalt: — doch ist die Pharynxebene etwas länger als die senkrecht zu ihr stehende Tentakelebene (Fig. 11) *Bolinopsis*.
- B.** Mit einem Paar mit Fiedern besetzter Polplatten in der Pharynxebene, aber ohne jede Andeutung von Tentakeln in der Magenebene (*Atentaculata*),
zugleich mit sehr geräumigem Pharynx (*Macropharyngea*).
Von mützenförmiger Gestalt: — es ist die Pharynxebene beträchtlich länger als die senkrecht zu ihr stehende Magenebene (Fig. 15) *Beroë*.

2. Larvenformen.

- A.** Noch vor dem Ausschlüpfen aus der Eihülle mit Tentakelanlagen oder schon mit fast fertigen Tentakeln versehen . . . (*Tentaculata*).
- B.** In keinem Stadium der Entfaltung mit Tentakelanlagen versehen (Fig. 27) *Beroë*.
Die Unterscheidung zwischen Larven von *Pleurobrachia* und *Bolinopsis* ist bei Stadien unter $\frac{1}{2}$ mm schwierig, gelingt aber bei älteren Stadien nach den Abbildungen (Fig. 22, 23, 24 und Fig. 4, 6, 12, 13, 14).

Technik der Untersuchung

1. Fang. — Reife Ctenophoren sollte man nie mit gewebten Netzen einfangen; unverletzt erhält man sie nur, wenn man sie behutsam einzeln mit Gläsern aus dem Meere schöpft oder noch besser, wenn man vorsichtig weite Glasröhren über sie schiebt, die man vor dem Herausheben an beiden Enden sorgsam verkorkt. Zur Beobachtung der lebenden Tiere verwende man nur geräumige Gefäße, in zu engen Aquarien kann man zum Beispiel nie das Spiel der Tentakel richtig verfolgen (Fig. 1 und 9). Ctenophoren-Larven mag man getrost mit einem Helgoländer Brutnetz fischen, in

das bekanntlich an Stelle des Eimers ein Glas eingebunden ist. Doch fische man immer nur ganz kurze Zeit.

2. Sehr große Schwierigkeiten bereitet das Konservieren der Ctenophoren. — „Während die Beroë-Arten“ (Fig. 15), sagt FRITZ RÖMER (1903), „mit Formol, Chromessigsäure und auch mit Sublimatgemischen recht gut gelingen und wieder zu erkennen sind, lassen sich andere Formen — unter den nordischen *Mertensia ovum* und *Bolinopsis infundibulum* (Fig. 11) — überhaupt nicht brauchbar konservieren. Während man bei *Mertensia* durch vorsichtige Behandlung mit Chromessigsäure immerhin noch erkennbare, wenn auch stark geschrumpfte Stücke erhielt, blieb bei der außerordentlich zarten *Bolinopsis* (Fig. 11) kaum etwas übrig. In dem Hafenglas, in welches sich bei dem Helgoländer Brutnetz der Fang ansammelt, sieht man sie nur zerfetzt. Diese Reste müssen vor der Konservierung des Fanges sorgfältig entfernt werden, weil sich sonst ein großer Teil der anderen, kleineren Planktonorganismen mit den Schleimmassen verwickelt und unbrauchbar wird.“

Auch nach MORTENSENs Erfahrung (1912) zerfällt *Bolinopsis* (Fig. 11) bei dem Versuche, sie mit Alkohol und Formalin zu konservieren, „almost in an explosive manner“ in kaum wiederzuerkennende Stücke, wiewohl ihre Gallertsubstanz eher fest als flüssig ist (wenn auch nicht so hart wie Knorpel, wie VOGT 1885 vermeldet). Der Grund dieser Schwierigkeit liegt in einer auffälligen Impermeabilität der Gallerte. Man sieht, wie MORTENSEN berichtet, mit Erstaunen, daß, während die Haut bereits fixiert ist, der Wimperschlag im Pharynx und die Zirkulation in den Kanälen noch ruhig weitergeht, als wenn nichts geschehen wäre, und daß, wenn die Fixationsflüssigkeit endlich eindringt, sich die Muskelfasern so heftig kontrahieren, daß die inneren Organe zerreißen. Mit LO BIANCOs Chrom-Osmium-Essigsäure-Gemisch kann man immerhin die Haut konservieren und die äußere Gestalt einigermaßen intakt erhalten, wenigstens bei kleineren Tieren, aber die inneren Organe gehen dabei in Stücke. Versuche, die Tiere vor dem Konservieren zu narkotisieren, ergaben das überraschende Ergebnis, daß sie gegen Äther, Kokain, Chloral, Tabak unempfindlich sind; so blieb ein Exemplar in einer dunkelbraunen Tabaklösung 2 Tage lebendig und zerfiel dann doch, als die Reagentien zugesetzt wurden. Als aber dem Wasser, in dem die Tiere lebten, Alkohol in Tropfen zugesetzt wurde, ergab sich ein ausgezeichnetes Resultat: es trat völlige Narkotisierung ein, und als dann LO BIANCOs Gemisch zugesetzt wurde, gelang die Konservierung — in cold weather! Bei normaler Sommer-Temperatur mißglückte sie wieder.

Pleurobrachia (Fig. 1) läßt sich schon mit Formol recht gut konservieren.

Edonomie und Anatomie 1. *Pleurobrachia pileus* Othfried Müller 1776 (= der *Cydippe* vieler Schriftsteller seit ESCHSCHOLTZ 1829, = *Pl. rhododactyla* Louis Agassiz 1849 von den östlichen Küsten der nördlichen Vereinigten Staaten (Fig. 8 und 10), und *Pl. rhodopis* Chun 1880 aus dem Golfe von Neapel) ist zweifellos die primitivste unter den heimischen Ctenophoren und überhaupt eine sehr primitive Form. Sie erinnert in Gestalt und Größe (Fig. 1) an eine Stachelbeere

(Sea-Gooseberry). Die Pharynx- oder Medianebene (Fig. 2) ist um ein Geringes kürzer als die Magen- oder Tentakelebene (Fig. 8), das Verhältnis der Ebenen zueinander ist etwa wie 10:12,5. Man hat in dieser Ungleichheit der Ebenen eine Hinneigung, „to assume a bilateral character“, erkennen wollen; doch sind die Ctenophoren in jedem Sinne des Wortes Achsentierte und niemals und nirgends Ebenentiere: von Bilateralität kann also keine Rede sein.

Man gibt die Größe der heimischen Pleurobrachien, an der Achse gemessen, gewöhnlich mit 15 mm an (Fig. 1) und glaubt, daß die amerikanische Form (Fig. 8 und 10) doppelt so groß sei. Doch hat A. G. MAYER (1912) die amerikanischen Formen meist 17 bis 20 mm hoch gefunden, und sah BROWNE die an der W-Küste Irlands im VIII. und IX. erscheinenden Tiere 15 bis 25 mm groß werden. EVANS & ASHWORTH fingen im XII. in Schottland bei Burntisland Harbor sogar ein Exemplar von 30 mm Achsenlänge, womit die ostatlantischen Formen nördlich der Tropen dieselbe Größe erreichen, die nach LOUIS AGASSIZ' Berichten die westatlantischen haben können. Eingehender ausgemessen worden

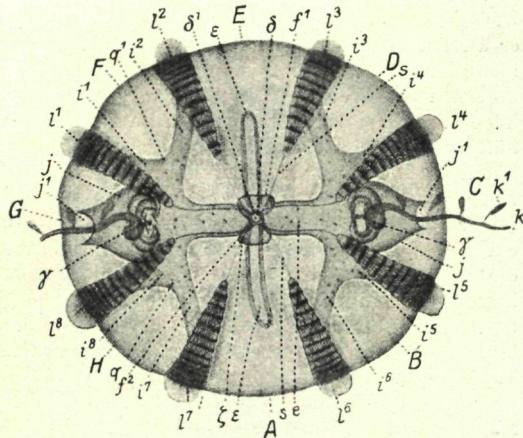


Fig. 8.

Pleurobrachia pilus (Othfried Müller 1776), von der Küste von Massachusetts und Maine. Von Louis Agassiz 1860 *Pleurobrachia rhododactyla* genannt. (A, B, C, D, E, F, G, H) die 8 etwas vorgewulsteten wimperlosen Partien des Körpers; durch A und E geht die Pharynxebene, durch C und G die Magen-ebene. (I¹ bis I⁸) die 8 Reihen der Ruderwimpern, Pleurostichen, zu denen von dem Sinneskörper (δ) je 1 Flimmerrinne (s) führt. In der Pharynxebene sind mit dem Sinneskörper die 2 Polplatten (ε) verbunden. In der Magen-ebene (C-G) erscheinen am Rande die beiden Tentakelapparate mit (i) der Tentakeltasche, (i') ihrer äußeren Öffnung, (k) dem langen Tentakelfaden und (k') den Seitenfäden, sowie (γ) den Tentakelwurzeln. Von dem Cölenteron zeigt das Bild besonders den Mesogaster mit (e) den beiden Mesocladien, (I¹-I⁸) den 8 Mesotolocladien und (q) den 4 Mesocladisken. (f¹, f²) sind die Endstücke des Akrogasters und (ζ) die Porenafter.

Nach LOUIS AGASSIZ 1860.

„Leider,“ bemerkt CHUN 1880, „ist in den sonst so trefflichen Abbildungen L. AGASSIZ von *Pl. rhod.* fast durchweg die Lage der Schwimmsplättchen verfehlt dargestellt, insofern sie alle ihre Spitze dem Sinnespol zukehren — eine Lage, welche wohl einzelne Plättchen bei der Lokomotion annehmen können, die jedoch nie von den gesamten Plättchen der 8 Rippen gleichzeitig eingehalten werden kann“ (vgl. S. III. f 30).

sind nur erst adriatische Formen. Für sie hat sich 1916 an rund 250 Tieren von 1 bis 10 mm Körperbreite ergeben, daß die auf der Tentakel Ebene erscheinenden Umrisslinien einbeschrieben sind einem Viereck, das mit einem Quadrat aus Körperhöhe und Körperbreite beginnt und sich durch eine allmählich wachsende Schar von Rechtecken auf der Quadratseite bis hin zu einem Rechteck von der doppelten Höhe des

Quadrats bewegt. Die Zahl der Formen 1:2 ist gering, die vom Werte 1:1 nur etwas größer. Die größte Menge liegt zwischen den Werten 1:1 und 2:3. Unter den Breitenmaßen kommt der Wert 5 mm am häufigsten vor. Unter den Achsenlängen ist 8 mm die häufigste und demnächst 6 mm. Prüft man in den den Quadraten einbeschriebenen Formen die Höhen, die der Pharynx erreicht, in ihrem Verhältnis zu den Grundmaßen des Körpers, so ergibt sich, daß der Pharynx keineswegs mit der zunehmenden Größe des Tieres anwächst: weder erhöht er die zuerst eingenommene Höhe bei, noch wird er stetig höher oder niedriger. Das Verhältnis der Pharynxhöhe zur Körperhöhe schwankt zwischen den Werten 1,208 und 2,235, und das Verhältnis der Pharynxhöhe zur Körperbreite bewegt sich zwischen 0,800 und 2,046. Das Verhältnis zu den Höhen ist also um $\pm 0,200$ kleiner als das zu den Breiten. Die Pharynxhöhen haben einen größeren Spielraum als die Körperhöhen. Die Zahl der Schwimmlättchen auf einem Pleurostichus (einer Rippe) schwankt zwischen 8 und 29. Im allgemeinen hat also ein großes Tier mehr Ruder als ein kleines. Aber nach welchem Gesetz die Zunahme vor sich geht, ist noch nicht bekannt. Vielleicht spielen hier Form und Größe der Plättchen neben dem Gewichte des Körpers und seiner Form eine Rolle. Bei jungen Tieren sind die Plättchen lange, schlanke Wimpern, bei alten kurze, breite Schaufeln. Was die Tatsache zu bedeuten hat, daß das 2. Plättchen jeder Reihe in dreierlei Größen auftreten kann — gleich den benachbarten oder größer oder kleiner als sie — ist noch nicht klar geworden. Die Längen der 8 Pleurostichen (Rippen) sind gleich. Doch zählte A. G. MAYER (1912) in N-Amerika an jeder adtentakularen (oder adlateralen) Reihe etwa 38 Ruder, und an jeder adpharyngealen (oder admedialen) Reihe 35. Es scheint, als wenn der Pleurostichus nur mundwärts an Größe und Plättchenzahl zunähme; denn mundwärts sind die Plättchen immer zart und schwach, und es besteht oft eine Spannung zwischen der Endigung des Pleurostichus und des unter ihm verlaufenden Pleurocladus. Jeder Pleurostichus erstreckt sich von einem Punkte nahe dem Sinnesorgan bis zu etwa $\frac{1}{4}$ der Achsenhöhe an den Seiten des Körpers herab (in N-Amerika).

Die beiden Polplatten, jene eigentümlichen Organe, die sich der Rippenqualle in der Pharynxebene über den Sinnespol hinweg wie ein Sattel auflegen (Fig. 8), reichen recht verschieden weit an den Flanken herab. Welcher Regel ihre Länge unterliegt, läßt sich noch nicht sagen. Vorderhand scheint es, als ob sie bei Tieren von mehr als 10 mm Körperbreite nicht mehr merklich länger würden.

An dem Tentakelapparate sieht man zunächst, wie er sich von einem hoch oben am Körper befindlichen Punkte der Oberfläche aus (Fig. 23, 24) immer tiefer in den Körper einsenkt und einpflanzt, bis seine Basis mit $\pm \frac{1}{4}$ der Körperhöhe ihren tiefsten Punkt erreicht. Mit diesem Spielraum von wenigstens $\frac{1}{4}$ eines Quadrates belegen die Tentakel ein größeres Stück des Cydippenkörpers als der Pharynx es tut. Je älter das Tier wird, desto höher ist relativ sein Schlund und desto umfangreicher das Fischereigerät, das zur Befriedigung der hauptsächlichsten Bedürfnisse dieses Schlundes dient. Die beiden Tentakel sind Angel-

apparate von ebenso großer Wirksamkeit wie überraschender Einfachheit. Sie sind der Idee nach genau das Gerät, das sich die Fischer in der Langleine geschaffen haben, also jene oft an tausend Meter langen Leinen, an die in kleinen und gleichen Zwischenräumen kurze Schnüre mit Angelhaken und Ködern geknüpft sind und die sie entweder auf den Meeresgrund hinbreiten oder mit dem Boote — je eine an jeder Seite — langsam dahinschleppen. Anstelle der Angelhaken verwendet die Cydippe Leimruten, und den Köder ersetzt sie durch die bessere Kenntnis der Biologie ihrer Umwelt. In der Ruhe und auf schneller Fahrt trägt sie die Leinen in den Taschen. Erst wenn sie fischen will, gibt sie sie langsam aus, — läßt sie sie behutsam „heraus tropfen“;

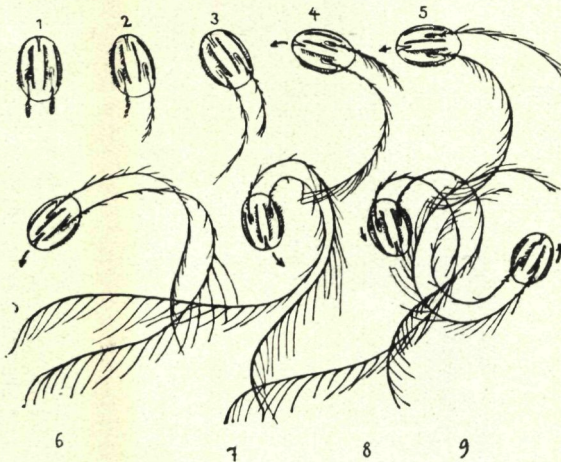


Fig. 9.
Pleurobrachia pileus (Othfried Müller 1776), von Helgoland: Auswertreaktion der Tentakel. — Nach dem Leben, von W. KUHL aus W. VON BUDDENBROCK 1924. — Vgl. Fig. 1 und S. III, f 32.

möchte man sagen, denn es sieht fast ganz so aus, als ob dicke Schleimtröpfchen aus den Taschen zu Boden sanken. Geht sie dabei langsam vorwärts, so entfalten sich die Parangali schneller und hängen schließlich als 2 lange mit unzählig vielen Schnürchen besetzte Leinen im Wasser. Eine Cydippe von $\frac{3}{4}$ cm Achsenhöhe kann leicht Fäden von $\frac{3}{4}$ m Länge auslegen und damit den sonst von ihr beherrschten Raum beträchtlich vergrößern. Etwas von den unerschöpflichen Reizen dieses wundervollen Linienspieles hat der Photograph in unserer Fig. 1 (für das Bilderwerk der Helgoländer Biologischen Anstalt) festgehalten. Zur ausgiebigen Entfaltung des Tentakelwerkes bedient sich *Pleurobrachia* letzten Endes eines sehr einfachen Mittels. Sie bringt die Tentakel in die durch den Schlag der Ruder hinter ihrem Körper erzeugten Wasserwirbelströme und erreicht eben damit das verblüffende Ergebnis, daß sich die beiden Leinen immer so wunderbar konform aushängen. Wo sich Wendungen im Linienverlauf finden, da hat das Tier während der Fahrt den Kurs geändert. Stärkere Störungen im Fluß der Rhythmen (Fig. 1) sind von außen verursacht, durch vorbeischwimmende andere

Cytippen, Fische oder Strömungsreflexe an den Wänden des Gefäßes. Hat sich irgendwo etwas in den Schnüren verhängt, ein Copepode, eine Flügelschnecke, ein Fischchen, so wird der Tentakel geschwind eingeholt und — im Munde abgelutscht.

Aber auch mit dem Munde selbst fischt *Pleurobrachia*. Mund und Schlund sind außerordentlich dehnbar. Wenn die Cydippe bei

ihren sehr beweglichen Lippen mit weit aufgerissenem Munde die Wasseroberfläche absucht, so umschreibt der Mund leicht ein Oval vom halben Durchmesser des Körpers, so daß selbst Beutetiere beträchtlicher Größe überwältigt werden können.

Als Durchschnittswert aller an nordadriatischen Formen gemachten Messungen hat sich ergeben eine *Pleurobrachia* von 6,6 mm Höhe, 5,4 mm Breite und 3,6 mm Schlundhöhe, mit 2,8 mm Entfernung zwischen Sinnespol und innerem Ende des Schlundes, mit einem

Pleurostichus von etwa

5,2 mm Länge (gemessen in der Projektion der Enden auf die Tentakalebene), der 1,8 mm über der den Mund berührenden Parallele zur Äquatorialebene endet, die 18 Schwimmplättchen hat, bis zu deren zweiten oder dritten sich die Polplatten vom Sinnespole her herablassen, deren Tentakelbasis 2,0 mm über dem Munde endet und in gleicher Höhe mit dem inneren Schlundende beginnt, deren Tentakeltasche sich bei 0,4 mm vom Sinnespol aus in den Körper einsenkt und deren

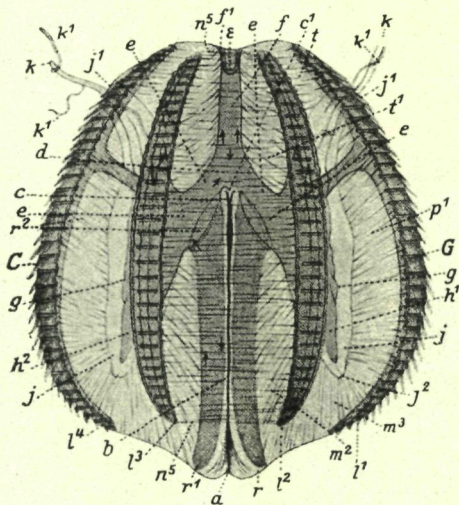


Fig. 10.

Pleurobrachia pileus (Othfried Müller 1776), von der Küste von Massachusetts und Maine. Von LOUIS AGASSIZ 1860 *Pleurobrachia rhodactyla* genannt. — In der Magen- (C G) oder Tentakalebene (auch Lateralebene) gesehen. (a) Mund, ein wenig geöffnet. (b) Pharynxhöhle. (c) Ösophagus. (c¹) Innerer Mund (Urmund). (d) Magen (Trichter). (e) Mesocladien, die Hauptstämme des Mesogasters. (f) Akrocladus, der Hauptstamm des Akrogasters. (f¹) Akrocladiskus. (g) Wurzeln der Tentakel. (h¹ und h²) die beiden Tentakelapparate. (j) Taschen der Tentakel. (j¹) Eingänge in die Tentakeltaschen, (j²) deren innere Enden. (k) Hauptfäden des Tentakels. (k¹) Seitenfäden des Tentakels. (l¹ bis l⁴) die 4 Pleurostichien der (im Bilde) vorderen Körperhälfte. (m², m³) radiale Muskelpartien. (n⁵) periphere Muskelpartien. (p¹) Muskelpartien zwischen Körperwand und Grund der Tentakeltasche. (r, r¹) Metacladien, die Hauptstämme des Metagasters. (r²) Eingang in den Metacladus. (t und t¹) radiale Muskelpartien in der Nähe des Scheitelfeldes. (e) Polplatten am Sinnespole. — Nach LOUIS AGASSIZ 1860.

Mesocladien wagrecht liegen. Das aber ist eine Form, die nicht nur ein Mittelmaß gibt, sondern nahezu genau in einem der 250 ausgemessenen Tiere verwirklicht ist. In Formol konservierte Pleurobrachien haben ergeben, daß bei der Konservierung der Ruderapparat unverändert bleibt, der Mundkegel aber sich etwas zusammenzieht und

die Achsenlänge sich somit um etwas verkürzt. Aber auch die Körperbreite verkleinert sich etwas. Das genauere Studium der Schrumpfungen hat ergeben, daß es möglich ist, durch bestimmte Behandlung der Maße des konservierten Tieres die ursprünglichen Maße wiederherzustellen. Doch muß die Methode noch ausgebaut werden. Vorderhand scheint sich ergeben zu haben, daß die Tiere aus der Nordsee in gewissen inneren Maßen aus dem Schema der adriatischen Tiere herausdrängen, also nach einem besonderen Kanon gebaut sind. In Höhe und Breite fügen sie sich dem Schema der adriatischen Tiere ein. So große Tiere aber, wie sie, absolut genommen, die Nordsee beherbergt, sind im ganzen Mittelmeere noch nicht gefunden worden.

Das apikale Sinnesorgan thront am aboralen Pole der Achse frei über dem Scheitelfelde (Fig. 3, 8 und 10). Der äußere Rand der beiden Polplatten verläuft glatt und schlicht (Fig. 8). Von den 4 sprungfederartig gestalteten Trägern des Statolithenballes laufen zu den 4 Paar Meridianen (den Ruderreihen) 4 Paar Flimmerrinnen. Diese Wimperinnenreihen enden genau da, wo die Ruder beginnen (Fig. 8).

In dem mechanischen Werte der Form ist der Körper ein Tauchboot, das, gleich den antiken Triären, Penteren, Hexeren, durch mehrere Reihen von Rudern bewegt wird. Das Ruderfeld, *Remigium*, ist das starrste Stück des Bootkörpers. Die 8 meridional gestellten Reihen von rhythmisch schwingenden Ruderplättchen, die so oft mit den „Rippen“ der Melonen verglichen worden sind, werden besser als Seitenreihen, *Pleurostichen*, bezeichnet. Die ersten embryonalen Wimperplättchen sind das Produkt je einer einzigen Zelle, später vereinigen sich ganze Zellreihen und Streifen zur Bildung einer einzigen Ruderfläche und schwellen dabei zu quergestellten Leisten an. Mit dem Alter des Tieres nimmt die Zahl der Ruder zu, und zwar geschieht der Zuwachs immer in der Richtung, in der das Tier gerade wächst, das ist bei *Pleurobrachia* mundwärts. Der Mund liegt am anderen Pole der Körperachse als ein enger, langer Schlitz, der senkrecht zur Tentakelenebene steht. Er schließt das kegelstumpfförmige Mundfeld, Peristom, mit sehr sensitiven Lippen ab, die sich durch einen gut entwickelten Hautmuskelschlauch (Fig. 10) leicht nach innen und außen umkrepeln können und gelegentlich sogar eine Art Kriechfläche herzustellen vermögen.

Das Darmsystem ist zweiteilig; es besteht in der Richtung der Achse aus Schlund, Magen und Akrogastrerohr, und in den zu der Achse senkrechten Richtungen aus einem vom Magen ausgehenden peripherischen Röhrendarme (Fig. 3). Der Schlund ist ektodermalen Ursprungs, Magen und Röhrendarm sind vom inneren Keimblatt gebildet. (Ein Afterdarm, Proktodäum, besteht nicht.) Der Schlund (Stomodäum oder Pharynx) ist bei allen pelagischen Formen (Fig. 6 und 7) ein flachgedrücktes Rohr, das mit der langen Achse seines Querschnittes genau in der Medianebene liegt. An seinem inneren Ende verengt er sich zu einem Ösophagus (Fig. 3). Der auf die Mundhöhle folgende Hohlraum ist durch verdickte und reich gefaltete Wandpartien ausgezeichnet. Kurz vor dem Eintritt in den Ösophagus liegen 2 Taschen. Die Mundhöhle ist mit Flimmerepithel austapeziert. Die Pha-

rynxbwülste sind schütterer mit Flimmerzellen durchsetzt und bestehen im übrigen aus Nährzellen und Schleimzellen. In diesem Abschnitte geht durch Pseudopodienbildung die Verdauung vor sich. Die inneren Pharynxtaschen sowie das Ösophagusrohr (Fig. 5) sind besonders lang und dicht bewimpert. Der Magen (ehemals Trichter genannt) ist ein nur wenig geräumiger, ellipsoider Sack, dessen Längsrichtung stets in die Tentakalebene fällt (Trichterebene). Die Eintrittsstelle des Ösophagus in den Magen, der innere Mund, ist der Urmund des Keimes. Von diesem axial und zentral gelegenen Darmteil (Fig. 3) wachsen 5 Darmrohre aus, mit dem Ziele, die gesamte Gallertmasse bis zu der Innenfläche des Epidermis zu durchdringen und so den ganzen Körper mit der im Schlunde gelösten Nahrung zu versehen. Alle diese Stämme liegen in der Tentakel- oder Lateralebene: einer (der auch noch zum axialen Darne gehört) stößt nach dem Scheitelpole hin vor und bildet die Grundlage des Akrogasters, zwei treiben senkrecht dazu aus und geben den Ursprung des Mesogasters ab, und zwei fallen nach dem Mund zu ab und bilden die Cladien des Metagasters (Fig. 3, 8 und 10). Jeder Cladus gabelt sich am Ende, und diese Cladisten gabeln sich noch einmal und erreichen so durch Telocladisten das Endziel. Dieses Endziel ist beim Akrogaster, die Epidermis des Scheitelfeldes zu berühren und mit 2 Porenöffnungen zu durchsetzen, beim Mesogaster, an das Perizom heranzukommen und sich dort unter den 8 Pleurostichen in den 8 Pleurocladien zu verbreiten, und beim Metagaster, in das Mundfeld vorzudringen. Außer diesen Rohren und Röhren sind noch 2 akzessorische Gefäße vorhanden; sie knospen aus der Gabel der Mesocladien hervor und legen sich mit je einer kurzen Gabel an die Tentakelwurzeln an. Alle Rohre enden blind, *Pleurobrachia* ist ein Typhlocölöier; alle Rohre verlaufen glatt, *Pleurobrachia* ist ein Rhabdocölöier. Hier und da sind die Wände der Gefäße, wo sie dünner sind, durch kleine Öffnungen unterbrochen, um welche Zellrosetten gruppiert sind, die lebhaft flimmern; nur der Magen ist ohne solche Wimperrosetten.

Die Gonaden werden, bei den Erwachsenen, fast nur in den Pleurocladien gebildet und liegen dort in Form dick angeschwollener Epithelstreifen an den peripheren Seiten. Sie sind dann weiterhin immer so geordnet, daß sie entlang der einen Längsseite immer nur Eier, und entlang der anderen immer nur Spermien produzieren und dabei in je 2 benachbarten Pleurocladien einander immer entweder die Ovarial- oder die Spermalhälften zukehren (wobei jedoch die Ovarien stets den gekreuzten Ebenen zugeordnet sind). Bei *Pleurobrachia* liegen die Gonaden in langen, schlanken Bändern (gänzlich unzerteilt) an den Rohrwänden. Entleert werden sie auf dem Wege durch die Darmrohre und letzten Endes durch den Mund.

Bei jungen Tieren sind die Gefäße sehr voluminös, später werden sie schlanker. Im Verlaufe des Wachstums verlagern sie sich, so daß man Artunterschiede auf die Form des Gefäßsystems und die Lagerung der Teile zueinander nicht gründen sollte, auch nicht ohne weiteres Rassenunterschiede. MORTENSEN bildet 1912 ein Exemplar mit sehr weit aufgesplittetem Akrocladus ab. Er macht ferner mit sehr guten

Gründen darauf aufmerksam, daß die von GARBE (1901) zu entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen verwendeten „*Pleurobrachia rhodopis*“ von Triest Larven gelappter Ctenophoren waren und nicht junge Cydippen.

Die gelatinöse Substanz des Körpers ist durchsichtig wie Glas, während die Tentakel und der Pharynx milchig getrübt erscheinen oder orange-gelblich oder bräunlich-orangerot gefärbt sind. Die Tentakel junger adriatischer Tiere sind um die Wurzeln der Nebenfäden und auch sonst in Ringeln pigmentiert; die der älteren sind überall karminrot getönt. Bei nordischen Exemplaren sah MORTENSEN (1912) das Pigment in 2 eng nebeneinander herlaufenden Reihen von Flecken von den Wurzeln der Tentakel ausgehen. Das Pigment erinnert an das von *Tomopteris* und vielen anderen Tieren des gleichen Lebensbezirkes.

An Cydippen von Helgoland hat BETHE (1895) mit Methylenblau den von R. HERTWIG an einer größeren Anzahl von Ctenophorenarten unterhalb des Epithels nachgewiesenen ektodermalen Plexus großer multipolarer Zellen wieder gefunden und ihn mit HERTWIG als das wirkliche und einzige Nervensystem der Ctenophoren gedeutet. Die Zellen des Plexus findet er „deutlich per continuitatem miteinander verbunden“. „Dicht unter dem Epithel der Körperoberfläche und des Stomodäums liegen einzelne große Zellen, von denen meist 3, seltener 4 Fortsätze ausgehen, welche sich gemeinlich noch weiter teilen. Mittels dieser Ausläufer stehen alle Zellen miteinander in Verbindung. Ein anderer Teil der Ausläufer scheint mit Elementen des Epithels in Verbindung zu stehen; mit welchen und in welcher Weise,“ sagt er, „kann ich zur Zeit noch nicht angeben. Ein dritter Teil senkt sich in die Gallerte und zeigt in seinem Verlauf eine Verdickung, in der ein länglicher Kern liegt. Ob diese Elemente den von HERTWIG als mesodermalen Teil des Nervensystems bezeichneten Gebilden entsprechen, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. Einen Zusammenhang dieser Fäden einerseits untereinander, andererseits mit den Muskeln konnte ich nicht wahrnehmen“ (BETHE). Über die Muskulatur gibt unsere Fig. 10 einige Auskunft.

2. *Mertensia ovum* Fabricius 1780 (höchstwahrscheinlich der Mützner-Rotzfisch, den MARTENS 1671 in Spitzbergen sah, und identisch mit den beiden „äußerst schönen“ Beroën, *B. compressa* und *B. octoptera*, die MERTENS [1828] im Behringsmeer beobachtet hat), ein hocharktisches Tier, „eine Leitform für die kältesten Stromgebiete“, eine Form, die unter den „arktischen Ctenophoren die engste Verbreitung nach S hat und gegen Temperaturerhöhungen am empfindlichsten ist“ (FRITZ RÖMER 1903), gehört wohl kaum zur Fauna der Nord- und Ostsee. Doch versichern DAMAS & KOEFOED (1905): „Nous ne l'avons observé dans les regions septentrionales que dans les fiords profonds de la Norvège et elle est signalée dans le Skagerak. Mais elle se trouve là exclusivement dans les couches profondes, tandis qu'au Spitzbergen c'est une forme de surface.“ Durch welche Literaturstelle oder welchen Fund das Vorkommen in den Tiefen des Skagerak belegt ist, wird nicht gesagt, und „but even if *Mertensia ovum* has really been recorded from there“.

urteilt MORTENSEN (1912) gewiß mit Recht, ist doch zu „doubt the correctness“ der Meldung. Bei dieser Lage der Sache verlangt die Form hier immerhin eine gewisse Berücksichtigung. — Vielen gilt *Mertensia* für primitiver als *Pleurobrachia*. Daß sie aber schon eine differenziertere Cydippide ist, zeigt bereits die Architektonik ihres Körpers. *Mertensia* ähnelt viel eher einer hohen, seitlich zusammengedrückten Pelzmütze als einem Ei (warum dann aber nicht *pileus*, sondern *ovum*?). Ihre pharyngeale oder mediane Ebene ist viel kürzer als die tentakulare oder laterale (siehe VANHÖFFEN, in: Nordisches Plankton 1903, Fig. 1 und 2), beide verhalten sich etwa wie 1:3 oder 1:4. Die admedialen Pleurostichen sind viel kürzer als die adtentakularen (adlateralen). Die 4 längeren Pleurostichen entspringen höher und weiter vom Sinnespol entfernt. Die Tentakelbasen sind eigentümlich geschweift (siehe MORTENSEN 1912, fig. 11) und auffallend groß. Die Tentakeltaschen münden am Ende des aboralen Körperviertels im Perizom aus. Der Schlund ist ein Pharynx compositus wie bei *Pleurobrachia*, aber mit besonders stark entwickelter Faltenpartie, wie bereits MERTENS wußte (1833). Die Metacladien verlaufen, wie bei *Pleurobrachia*, dem Schlunde genähert, und nicht, wie oft angegeben, im Bogen von ihm abstehend. An den adtentakularen (adlateralen) Pleurocladien beobachtete MERTENS (1833) deutlich, daß sich von ihren oralen Enden „baumartig verzweigte Gefäße gegen den Darmkanal erstrecken“. Wenn sich das bestätigt, so wäre damit der Vorrang der *Mertensiidae* vor den *Pleurobrachiidae*, ihre größere Differenzierung, bewiesen, die Mertensien wären Dendro-Typhlocölrier.

Ein sehr überraschender Zug der *Mertensia* ist auch die starke Entfaltung des Muskelsystems. Der Akrocladus ist ganz umscheidet von einer dicken Lage longitudinaler Faserzüge und einer dünneren radialer Muskeln. In der Höhe des Magens und der Mesocladien löst sich diese Scheide in einzelne Gruppen auf, um sich oralwärts wieder einigermaßen zu vereinigen. „This strong development of the musculature is quite unique in the Ctenophores. It may be supposed that the nervous system will prove to be considerably more developed than usual among Ctenophores, judging from its muscular system“ (MORTENSEN 1912). Vielleicht erklärt sich, wenn überhaupt, aus diesem Zustande der Muskulatur die sonst nicht zu verstehende Beobachtung von MERTENS (1833), die ihn überzeugte, daß die Fangarme dem Tiere auch „dazu dienen, sich bei stürmischem Wetter in der Tiefe an Steinen zu fesseln, um nicht an die sturmbewegte Oberfläche getrieben zu werden. Es heftet sich mit diesen Organen“, schreibt MERTENS, „an den Boden des Meeres, wenn ich mich so ausdrücken darf, wie ein Schiff mit seinen Ankern, namentlich wenn dasselbe, wie an gefährlichen Plätzen geschieht, auf 2 Ankern reitet. Ich beobachtete während einer ziemlich Weile, wie mehrere Exemplare dieser *Beroë* es auf diese Weise zu verhüten wußten, daß sie nicht von der wachsenden Flut gegen den Strand geschleudert wurden.“ Der Körper ist zartrosa gefärbt, die Pleurostichen dunkelrot mit stark irisierenden Wimperplättchen, die beiden langen Tentakel ebenfalls rot, aber etwas heller als die Rippen. Die größten Tiere, die RÖMER & SCHAUDINN bei

Spitzbergen sahen, maßen 80 mm und konnten die Tentakel 500 mm ausstrecken; nach VANHÖFFEN (1903) erreichen große Tiere eine Höhe von 55 mm bei 45 mm Breite und 15 mm Dicke und schleppen die blutroten Tentakel meterlang nach. Auch A. G. MAYER (1912) nennt 55 mm Höhe als Höchstmaß. — In die Entfaltung der Körperform fehlt noch jeder geordnete Einblick. Sehr junge Körper sind meist sphärisch mit zugespitztem Mundende. Die Reihen der Wimperplättchen sind voller entwickelt als in jungen Pleurobrachien von gleicher Größe, während die Tentakel relativ kleiner und einfacher sind und ihre Nebenfäden erst später treiben. Junge Mertensien haben auch prominente orange-farbene Pigmentzellen entlang den Wimperreihen (was bei *Pleurobrachia* nicht der Fall ist). — Die Oberflächentemperaturen, bei denen RÖMER & SCHAUDINN um Spitzbergen ihre Mertensien fischten, lagen zwischen $-1,2$ und $5,4^{\circ}$ C. Geschlechtsreife, mit Eiern vollgepfropfte Tiere wurden von ihnen nicht beobachtet.

3. *Cestum* Lesueur 1813. — In der Nordsee sind die Venus gürtel noch nicht gefunden worden. Da sie aber im Mittelmeere gemein sind und auch alle warmen Stromgebiete des freien Atlantischen bewohnen, so könnten sie wohl auch einmal an den Eingängen der Nordsee erscheinen. Der Golfstrom könnte sie, wie bereits VANHÖFFEN vermutete, über den $50. ^{\circ}$ hinaus nach N führen, und das aus der Straße von Gibraltar ausströmende mediterrane Wasser, das bis Irland nachweisbar ist, sie an den Eingang des Kanals bringen. Deshalb seien sie wenigstens genannt. Sie auch zu charakterisieren liegt kein zureichender Grund vor. Die beiden Gattungen — *Cestum* und *Velamen* (*Vexillum*) — sind so von jeder anderen Tierform verschieden, daß sie jedem unbedingt auffallen müssen, der sie zum ersten Male erblickt.

4. *Bolinopsis infundibulum* Othfried Müller 1776 (früher *Bolina* Mertens 1833, identisch mit dem „sehr kunstreichen Rotzfisch“, den MARTENS 1675 von Spitzbergen als Springbrunner beschrieb, wie mit *Bolina septentrionalis* Mertens 1833, *alata* Louis Agassiz 1849, *hydantina* Chun 1880, *norvegica* Vogt & Yung 1885, *vitrea* Alexander Agassiz 1860, *Alcyonöe vermicularis* Gould 1841 und *Lesueurina vitrea* Milne Edwards 1841 im Sinne von MCINTOSH 1888 und 1890) (Fig. 4, 6, 11). Die gelappten Ctenophoren halten die architektonischen Errungenschaften der bandförmigen — die Streckung der Körperachse in der Mundhälfte, die Ausdehnung des Körpers in der Schlundebene und den Zusammenschluß der peripherischen Teile des Darmes in den neuerworbenen Körperteilen — fest und erweitern sie durch den Anbau neuer Elemente an den 2 Ecken des Mundes, die beiden Mundlappen. Da die Lappen parallel zur Äquatorialebene stehen und so schlagen müssen, daß der Körper sich mit dem Sinnespole voran bewegt, so muß der Körper die ovoide Grundform der kugelförmigen Ctenophoren beibehalten, darf also in der pharyngealen (medianen) Ebene nur wenig länger werden als in der tentakularen. Die Mundlappen sind durch ein zierliches Muskelsystem aus Quer- und Längsfasern, die sich rechtwinklig kreuzen, befähigt, einerseits wie Ruderplatten zu schlagen und sich andererseits wie weite Mantelfalten vor dem Munde teilweise zu überdecken (Fig. 11).

Die 4 admedialen Pleurostichen sind bedeutend länger als die 4 adtentakularen, weil sie sich weit über die äußeren Flächen der Lappen, fast bis hin zum Rande, fortsetzen. Die 4 kurzen Pleurostichen, also die adtentakularen, setzen sich an ihren oralen Enden auf 4 sehr bewegliche Anhänge des Körpers, die Aurikel, fort und besetzen deren Ränder mit einer Reihe dichtgedrängter und sehr feiner Schwimmplättchen. Bei

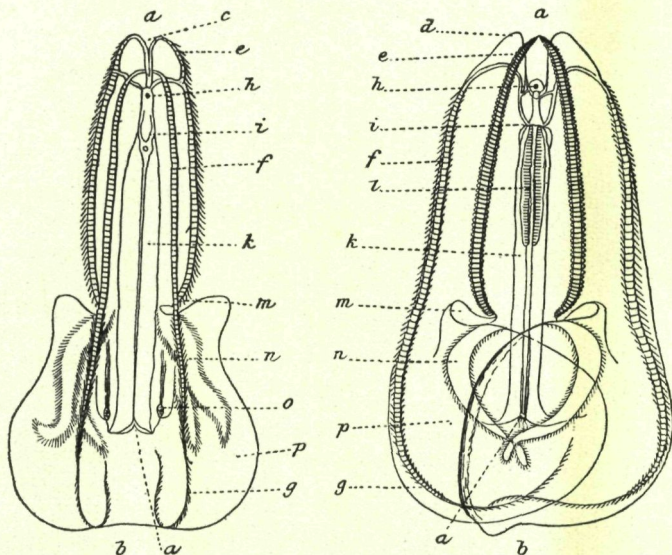


Fig. 11.

Bolinopsis infundibulum (Othfried Müller 1776), von der norwegischen Küste. Von M. Sars 1835 *Mucma norvegica*, von Voigt & Yung 1885 *Bolina norvegica* genannt. — Links in der Tentakelenebene gesehen, rechts in der Pharynxebene. — Völlig durchsichtig.

(aa) Achse. (b) Schwimmlappen am Mundende, vor dem Munde zusammengeschlagen. (c) spaltartige Grube, die zum Sinneskörper (h) führt. (d) 4 Hügel, die den Sinneskörper umlaufen und überdachen. (e) kurze Pleurostichen, adtentakular gestellt; sie setzen sich über die Aurikel (n) hin fort. (f) lange Pleurostichen, adpharyngeal gestellt; sie setzen sich auf die Schwimmlappen (g) fort. (i) Ösophagus an der Stelle, wo er in den Magen mündet. (k) Pharynxhöhle. (l) Pharynxwülste. (m) Falten der Ansatzstellen der Schwimmlappen. (n) Aurikel. (o) Tentakel. (p) äußere Wölbung der Schwimmlappen. — Nach Voigt & Yung 1885 (nicht 1888).

den verschiedenen Gattungen, „bald kurz und halbkreisförmig geschwungen, bald dolchförmig gestaltet, bald wurmförmig ausgezogen oder in Spiraltouren aufgerollt (*Leucothea*) dienen offenbar die Aurikel,“ meint CHUN 1892, „durch das lebhafte Schlagen ihrer Schwimmplättchensäume zur Unterhaltung eines energischen Wasserwechsels.“ Nach dem Sinnespol zu übersteigen oder umgehen die Pleurostichen 4 Gallertwülste, die den Sinneskörper umbauen und überdachen und damit in eine grubenförmige Vertiefung des apikalen Poles verweisen. „Die großen Schwimmplättchen stehen“ — bei den Lobaten zum Unterschiede von den Pleurobrachien und Beroen — „in relativ weiten Abständen und da ihre Basalpolster sich nicht berühren, so setzen sich die Flimmer-

rinnen durch die ganze Länge der Rippen von Schwimmplättchen zu Schwimmplättchen fort und vermitteln die Fortpflanzung des im Sinneskörper gegebenen Bewegungsanstoßes“ (CHUN 1892). Bei *Pleurobrachia* enden die 8 Flimmerrinnen vor der ersten Ruderwimper jeder Reihe. Der Tentakelapparat ist ähnlich wie bei den Cestiden gebaut (Fig. 4, 6, 12, 13, 14). Er differenziert viele Seitenfäden, die in die Tentakelrinnen zu liegen kommen, die an dem Mundrande bis zur Ursprungsstelle der Aurikel verstreichen. Tentakelscheiden sind nicht vorhanden.

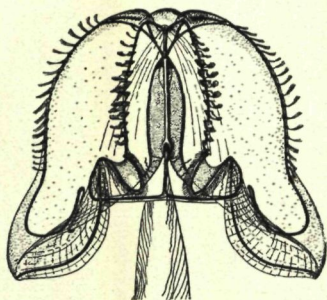


Fig. 12.

Bolinopsis infundibulum (Othfried Müller 1776), aus der Bucht von Neapel. Von CHUN 1880 *Bolina hydatina* genannt. — In der Pharynxebene gesehen.

Vgl. Fig. 4, 6, 13 und 14. Auf der inneren Seite der Schwimm-lappen die Muskulatur. Etwa 3mal vergrößert. — Nach CHUN 1892.

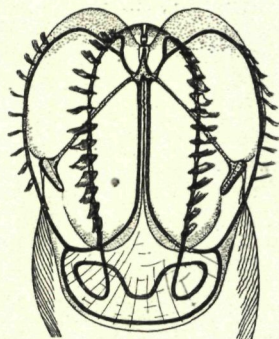


Fig. 13.

Bolinopsis infundibulum (Othfried Müller 1776), aus der Bucht von Neapel.

Von CHUN 1880 *Bolina hydatina* genannt. — In der Tentakel-ebene gesehen. Vgl. Fig. 4, 6, 12 und 14. Die Tentakel-apparate haben sich schon bis zur unteren Grenze des Ruder-feldes gesenkt. Die Muskulatur in den Schwimm-lappen wird deutlicher als in Fig. 14. Die Pleurocladien verwachsen in den Lappen. Etwa 3mal vergrößert. Nach CHUN 1892.

Der Schlund (Fig. 12 u. 13) ist wie bei den Cestiden gebaut, also schlanker als bei den Cydippen und Mertensien, im übrigen aber genau wie dort gegliedert in Mundhöhle, Pharynxwülste, Pharynxtaschen und Ösophagus. Der Magen (Fig. 12 und 13) bietet zu besonderen Bemerkungen keinen Anlaß. Der Mesogaster geht unmittelbar mit den 4 Cladissen aus dem Magen hervor, ganz wie bei den Cestiden. Und ebenso wie dort vereinigen sich die 2 adtentakularen Pleurocladien jeder Körperhälfte — das sind die 4 die 4 Aurikel umkreisenden Pleurocladien — mit den aus der oralen Spitze des Metacladus jeder Körperhälfte gabelförmig auskeimenden Stolonstücken. Die 2 admedialen Pleurocladien aber jeder der durch einen Schwimmlappen gekennzeichneten Körperhälften (Fig. 13) vereinigen sich in den Lappen in arabeskenartigen Figuren miteinander. Von jeder Vereinigungsstelle eines Metacladus mit einem adtentakularen Pleurocladus entspringt schließlich noch ein Verbindungsgefäß, das bogenförmig am Außenrande der Lappen verläuft und somit die adtentakularen (adlateralen) Systeme zweier benachbarter Quadranten zusammenschließt (Fig. 12 und 13).

Die Gonaden werden in den 8 Pleurocladien gebildet. Sie entstehen in Divertikeln, sind also pseudometamerisch gelagert. Bisweilen, so eben bei *Bolinopsis*, liegen die Ausbuchtungen in den zwischen je 2 Rudern gelegenen Gefäßabschnitten.

Von der Muskulatur sei nur so viel bemerkt, daß sie gar so mächtig, wie sie gern geschildert wird, nicht ist. Faserbündel, die als Retraktoren des Sinnesorgans dienen (Fig. 12), gehen vom apikalen Pole zu den admedialen Gefäßen (nicht in die Lappen). Als Antagonisten des Muskelnetzes auf der oralen Seite der Lappen, also zum Öffnen der vor dem Munde zusammengeschlagenen Lappen, wirken einige longitudinale Fasern, die in den Lappen nach dem Munde konvergieren. Von den Pleurocladien ziehen radiale Züge nach innen; andere Faserzüge gleichen die durch sie bewirkte Kontraktion des Körpers und die Runzelung der Oberfläche wieder aus. Die Ruderreihen (Pleurostichen) liegen immer in etwas flachen Furchen, und selbst die Räume zwischen den Rippen sind an den Seiten des Tieres immer etwas konkav, am apikalen Pole allerdings stets entschieden konvex (Fig. 13).

Nach dieser für alle *Bolinopsidae* und lobaten Ctenophoren geltenden Schilderung und unseren Bildern wird man eine *Bolinopsis* leicht erkennen, — und zwar auch deshalb leicht und sicher identifizieren, weil es andere Loboctenien in unserem Gebiete nicht gibt. Die heutige Literatur meint freilich noch unter den atlantischen Formen 2 Arten unterscheiden zu können: die zuerst durch MARTENS aus Spitzbergen bekannt gewordene *B. infundibulum* (Othfried Müller) und sodann die 1860 von ALEXANDER AGASSIZ von der nordamerikanischen Küste als *B. vitrea* und 1880 durch CHUN aus dem Mittelmeer als *B. hydatina* (Fig. 12, 13, 14, auch 4 und 6) beschriebene Art *B. vitrea* Alexander Agassiz 1860. Wir nehmen jedoch mit TH. MORTENSEN (1912) an, daß es — wenigsten im ganzen atlantischen Gebiete — nur die eine Art, *Bolinopsis infundibulum*, gibt.

Das erwachsene Tier (*B. i. e. S.*; Fig. 11) hat eine Achse von 110 bis 150 mm Höhe. Der Sinnespol ist abgestumpft und konisch, während das Mundende durch die Lappen breit und gerundet ist. So ist der allgemeine Umriß birnförmig, obgleich das Tier seitlich komprimiert ist. Die Lappen sind etwa $\frac{1}{2}$ so lang wie der Körper; das Sinnesorgan ist auf den Boden einer tiefen engen Grube versenkt und sehr klein. Die 4 adtentakularen Wimperreihen gehen von der Höhe der konischen Hügel aus und verlaufen bis dahin, wo die 4 Aurikel beginnen, die an den Seiten des Tieres in etwa $\frac{1}{2}$ der Entfernung zwischen Mund und Scheitel stehen. Die 4 adtentakularen Reihen enthalten jede etwa 35 bis 40 Ruder; die Aurikel sind mit einer Reihe sehr feiner, ziliarer Ruder garniert. Die Aurikel sind flach und rippenförmig und etwa $\frac{1}{4}$ so lang wie das ganze Tier. Die 4 admedialen Ruderreihen gehen von den Basen der 4 Hügel des Scheitelfeldes aus und enden erst kurz vor dem Rande der Lappen. Jede zählt etwa 50 Ruder, so daß sie schon wegen der größeren Zahl tiefer hinabreichen als die anderen Pleurostichen. Die Mundlappen sind weit, abgerundet, biegsam und gewöhnlich so gefaltet, daß sie den gesamten Mundrand überlappen. Die *Bolinopsis* sind imstande, durch den Schlag der Muskulatur der Lappen zu schwimmen,

bewegen sich aber meistens durch den Schlag der Wimperruder vorwärts. Auf jeder der langen Seiten des Mundes hängt eine Reihe kleiner, fadenförmiger, einfacher Tentakel. Die 2 medianen Tentakel an jeder Seite in der Lateralebene sind länger als die anderen und mit einfachen Nebenfäden versehen. Das sind die Haupttentakel der Larve (Fig. 14), die noch persistieren. Der Magen mißt $\frac{1}{7}$ der Länge des Schlundes. Die Röhren des peripheren Darmes sind von engem Kaliber. Die admedialen Tuben legen sich in sehr komplexe und variable Windungen (Fig. 12 und 13). Das ganze Tier ist meist durchscheinend, aber in der Reife milchig überhaucht.

Dieser aus A. G. MAYER (1912) ausgezogenen Beschreibung der *B. infundibulum* stellen wir hier noch die Skizzierung der *B. vitrea* nach demselben Autor gegenüber. Im Alter ist der Körper oval, am Scheitel abgestumpft, seitlich merklich zusammengedrückt, so daß der Durchmesser der Tentakelebene nur etwas mehr als halb so lang ist wie der der Pharynx- oder Medianebene. Die Achse ist 80 mm hoch, das Scheitelfeld ganz abgestumpft. Die Mundlappen sind groß und etwa $\frac{3}{4}$ so lang wie der verbleibende Rest des Körpers. Das Sinnesorgan liegt auf dem Grunde einer weiten, nicht sehr tiefen Einsenkung. Die 4 Aurikel sind durch eine lineare Reihe von Wimperrudern garniert und gehen aus von den Seiten des Körpers, kurz über dem Munde und dicht an den Winkeln der Lappen. Die Lappen sind flach und lanzettlich, und jeder ist etwa $\frac{1}{2}$ so lang wie das ganze Tier. Die 4 admedialen Ruderreihen sind etwa zweimal so lang wie die 4 adtentakularen Reihen. Die Ruder sind klein und zahlreich, etwa 80 bis 100 an jeder admedialen und 40 bis 60 an jeder adtentakularen. An jeder Seite des Mundes hängt eine Reihe kurzer Tentakel, die sich aufwärts entlang den Seiten der Lappen zu den Basen der Aurikel (also den Ecken des Mundes) erstrecken. Der Tentakel in der Mitte jeder Reihe ist länger als die anderen und mit einfachen Seitenfäden versehen (Fig. 14), die Ränder der Aurikel sind mit langen, dichtgestellten Wimpern besetzt. Der Schlund ist lang und eng, der Magen kurz, $\frac{1}{2}$ so lang wie der Schlund. Die Röhren des peripherischen Darmes sind von engem Kaliber und die Windungen der admedialen in den Mundlappen sehr einfach, nicht kompliziert wie bei *B. infundibulum*. Diese sind mit einem zarten Netzwerk longitudinaler und transverser Muskelfasern versehen. Die gelatinöse Substanz ist von sehr zarter Konsistenz und entweder durchsichtig oder diffus getönt, die peripheren Röhren verschiedener gefärbt (vgl. Fig. 12, 13 und 14).

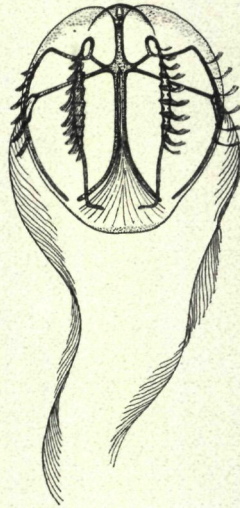


Fig. 14.
Bolinopsis infundibulum (Othfried Müller 1776), aus der Bucht von Neapel. Von CHUN 1880 *Bolina hydatina* genannt. — In der Tentakelebene gesehen. Vgl. Fig. 4, 6, 12 und 13. Es bilden sich die Schwimmlappen, und die 8 Pleurocladien wie die 2 Metacladien wachsen an den oralen Spitzen gegeneinander vor. Etwa 3mal vergrößert.
Nach CHUN 1892.

Bolinopsis infundibulum lebt an den kalten Küsten der Neu-England-Staaten, nördlich von Kap Cod, vor Neufundland, in den arktischen Regionen, an den Küsten Norwegens und Schottlands und geht südlich bis in

die Nordsee; *B. vitrea* be-

wohnt die warmen Küsten Floridas, Westindiens, sowie das europäische Mittelmeer. „*B. hydatina* of CHUN is evidently the immature *B. vitrea* from the Mediterranean“, urteilt A. G. MAYER (1912), während H. B. BIGELOW (1912) glaubt, „that we can safely say that the closest relationship of *hydatina* is with *vitrea*, not with *infundibulum* as MAYER supposes.“

Die Frage wird sich nur entscheiden lassen, wenn man Gelegenheit hat, sehr viele genaue Messungen und sehr viele gute Zeichnungen aus allen Teilen des Verbreitungsgebietes der Gattung und aus dem ganzen Jahreslaufe miteinander zu vergleichen.

5. Die lobaten Ctenophoren von der schottischen Küste, die MC INTOSH (1888, 1890) als *Lesueuria* bestimmte, sind normale *Bolinopsis* gewesen, wie bereits VANHÖFFEN (1895), RÖMER (1903), A. G. MAYER (1912) und TH. MORTENSEN (1912) geurteilt haben. Dagegen bezieht sich *Lesueuria hypobtera* Alexander Agassiz 1865 bestimmt auf solche nordische *Bolinopsis infundibulum* und *Lesueuria vitrea* Milne Edwards 1841 auf solche mediterrane *Bolinopsis vitrea* Louis Agassiz 1860 (= *hydatina* Chun 1880),

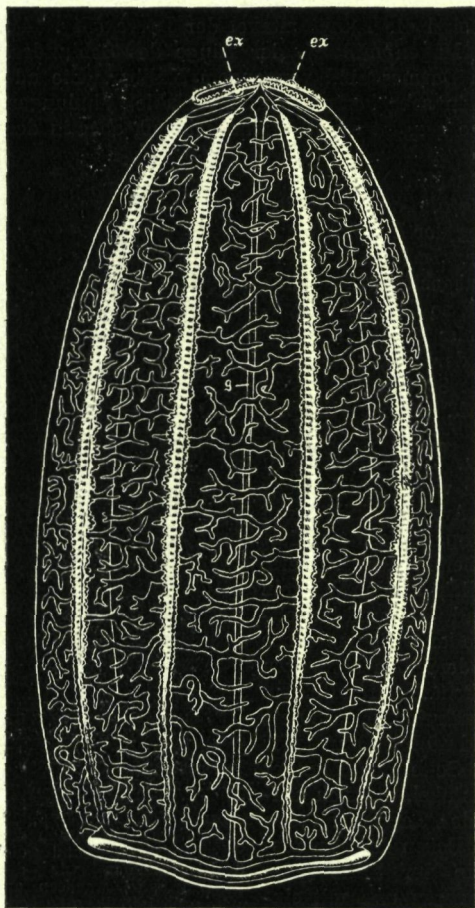


Fig. 15.

Beroë cucumis Fabricius 1780, aus dem Hafen von Halifax in Nova Scotia (September): Reifes Tier, 60 mm Achsenlänge. — (ex) Porenäfter (Exkretionsporen des Akrogasters). Dazwischen die 2 Polplatten mit den dendritisch verzweigten Rändern. (g) Metacladus, Cladus des Metagasters. Die von den 8 Pleurocladien und den 2 Metacladien ausgehenden Seitenzweige anastomosieren nicht miteinander. Unten der breite Mund. — Nach A. G. MAYER 1912.

infundibulum und *Lesueuria vitrea* Milne Edwards 1841 auf solche mediterrane *Bolinopsis vitrea* Louis Agassiz 1860 (= *hydatina* Chun 1880),

die durch stürmisches Wetter die Lappen verloren haben, und sind somit aus der Liste der Arten und Gattungen ganz zu streichen. Siehe ALFRED GOLDSBOROUGH MAYER 1912 (p. 19, 20) und besonders TH. MORTENSEN 1912 (p. 89).

6. *Beroë cucumis* Fabricius 1780 (= *Idyia roseola* Louis Agassiz 1860 (Fig. 25, 26 und 27), *Beroë ovata* Chamisso & Eysenhardt 1821 nach der Auffassung von A. G. MAYER 1912, *Beroë ovata* Eschscholtz 1829 nach der Auffassung von CHUN 1880, und *Beroë ovata* Bosc nach der Auffassung von CHUN 1898 und FANNY MOSER 1908). Eine Ctenophorenform, die von den architektonischen Grundzügen der Venusgürtel und der gelappten Ctenien die Streckung der Körperachse nach dem Munde zu (Fig. 4 und 5) und die Ausdehnung der Körperwände in der pharyngealen oder medianen Ebene aufnimmt (Fig. 7), die im organischen Grundbau wie die Venusgürtel die Darmrohre jederseits der medianen Ebene zu einem besonderen Zyklus zusammenschließt, wie die Venusgürtel und die gelappten Ctenien einen in der medianen Ebene ausgezogenen langen Mund haben, ihre Mesenchymschicht nach der Art der Mertensien reich — ja eigentlich noch viel reicher — mit Muskulatur durchsetzt und darüber hinaus (Fig. 4 und 5) den Schlund so geräumig ausbaut, wie es sonst keine ihrer Verwandten tut (und dabei freilich ganz auf Tentakelwerk [Fig. 7] verzichtet, eine solche Ctenophorenform heißt *Beroë* (Fig. 15). In der Grundform (und auch in der Beweglichkeit) erinnern die Beroen etwa an die Zunge des Menschen. Als konisch, eiförmig, zylindrisch sollte man diese Körper besser nicht beschreiben wollen, sondern eher auf zusammengedrückte, hohe Pelzmützen oder auf die seidenen Mützen für die Teekannen (teacoses), auch auf die Tiara anspielen (Fig. 16). Mit der Bezeichnung Melonenqualen hat man wohl ebensooft die Pleurobrachien wie die Beroen treffen wollen. Auf dem Scheitel solcher Mütze thront frei der Sinnesapparat, dessen 2 Polplatten an den Rändern (wie sonst bei keiner Ctenophore) dendritisch verzweigt sind (Fig. 15, 16, 17, 18, 19). Die 8 Pleurostichen laufen an den Seiten des Körpers

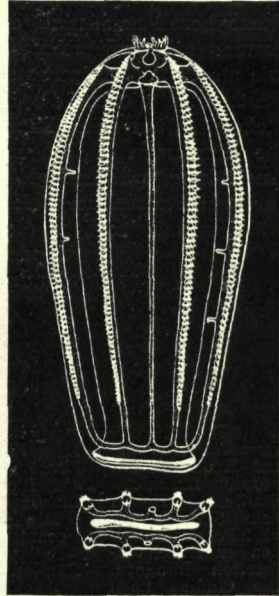


Fig. 16.

Beroë cucumis Fabricius 1780, aus dem Hafen von Halifax in Nova Scotia (September): Junges Tier, 19 mm Achsenlänge. — Oben die beiden Polplatten mit den dendritisch verzweigten Rändern. Unten der breite Mund. Wie der Vergleich mit dem unteren Bilde noch deutlicher macht, schließen sich die oralen Enden der 4 Pleurocladien jeder Körperhälfte mit dem oralen Ende des einen Metacladus am Mundrande zusammen. Ein Ringkanal, der beide Körperhälften zusammenschließt, besteht also nicht. Diese Verknüpfung des Kanalsystems ist auch für die Cestiden kennzeichnend. Von den Pleurocladien treiben die ersten Seitenzweige aus (vgl. Fig. 15).

Nach A. G. MAYER 1912.

hinunter, wo sie, je nach Alter und „Art“, in $\frac{1}{2}$ der Achsenhöhe bis nahe am Mundrande enden.

Der Mund ist sehr weit und durch sehr geschmeidige Lippen äußerst dehnbar gemacht. Der hinter ihm liegende Schlund verfügt absolut und relativ genommen über ein Hohlraumausmaß, wie es unter den Ctenophoren sonst nicht erreicht wird. Er ist zur Aufnahme und Verdauung sehr voluminöser Beutetiere geeignet, so daß das ganze Tier wie ein agiler Schöpfbeutel erscheint. Dem Aufspüren der Beute sollen Tastborsten dienen, die im Umkreis des Mundrandes dicht gedrängt stehen. „Um ein Entweichen der Beute zu verhüten, erhalten die Ringfasern der ungemein beweglichen Mundlippen eine kräftigere Ausbildung, während gleichzeitig eine wohlentwickelte Gallertmuskulatur dem Platzen der Gallerte bei Aufnahme der Beute (die Beroën bewältigen mit Vorliebe die sie an Größe oft übertreffenden gelappten Rippenquallen) verhüten. Dazu kommt, daß der Mundrand und das untere Drittel des Schlundes

dichtgedrängt mit säbelförmigen Cilien besetzt sind, welche als Widerhaken in die gefaßte Beute eingeschlagen werden“ (CHUN 1892). Die Zone säbelförmiger Cilien entspricht vermutlich der wulstigen Partie des Pharynx der tentakulaten Ctenophoren, so daß unterhalb ihrer die sehr niedrige, aber weite Mundhöhle zu denken wäre und über ihr die sehr geräumigen Pharynxtaschen. Ein kurzer Ösophagus vermittelt die Verbindung mit dem Magen.



Fig. 17.
Beroë, aus Newport auf Rhode Island (Juli). Larvales Stadium. — Neben dem Sinneskörper die 2 Polplatten mit den dendritisch verästelten Rändern. Die Cladien noch weit. — Nach A. G. MAYER 1912.



Fig. 18.
Beroë, aus Newport auf Rhode Island Larvales Stadium. Die Polplatten erhalten bereits ihre verzweigten Ränder. Der Mund ist noch enge. — Nach A. G. MAYER 1912.

Akrogaster und Mesogaster entspringen gleich mit den Cladischen aus dem Magen. Der Metacladus jeder Körperhälfte tritt am Mundrande mit den oralen Enden der 4 Pleurocladien derselben Körperhälfte durch einen Kanal in Verbindung. Und alle Cladien der Peripherie, also die 8 Pleurocladien, treiben nach den Seiten und in die tieferen Lagen der Gallerte hinein Verästelungen vor, die an manchen Stellen, zuweilen aber auch durch den ganzen Körper hin zu einem peripheren Maschenwerke zusammentreten. Diese peripheren Verästelungen können sich also unter Umständen auf die Körperhälften beschränken, aber auch — durch die mediane Ebene hindurch — die beiden getrennten Systeme zu einem einzigen verbinden. Auch die beiden Metacladien können sich verästeln, so daß also dann auch die beiden Schlundwände von dem ernährenden System seitlich überspannt werden.

Die Gonaden liegen in besonderen kurzen seitlichen Prolifikationen der 8 Pleurocladien (die 4 weiblichen Reihen dabei nach der Grundregel den beiden Richtebenen des Körpers zugekehrt).

Die in der Nordsee und Ostsee lebende Beroide wird allgemein *Beroë cucumis* Fabricius genannt. Zwar unterscheidet HARTLAUB 1894 noch eine kleinere *Beroë* der Nordsee, „die viel gemeiner und fast das

ganze Jahr über bei Helgoland vertretene kleine *Beroë* von etwa 1 cm Höhe, die von WAGENER und anderen Forschern des öfteren beobachtet wurde“, doch ist sie nie kenntlich beschrieben worden. Von jener *Beroë cucumis* Fabricius sagt VANHÖFFEN (1903): „Die Art ist zirkumpolar verbreitet, da die ostamerikanische *Idya roseola* Louis Agassiz und die pazifische *Idya cyathina* Alexander Agassiz als identisch mit ihr betrachtet werden müssen. Sie wurde etwas vikarierend im pazifischen Ozean von ALEXANDER AGASSIZ, bei Spitzbergen

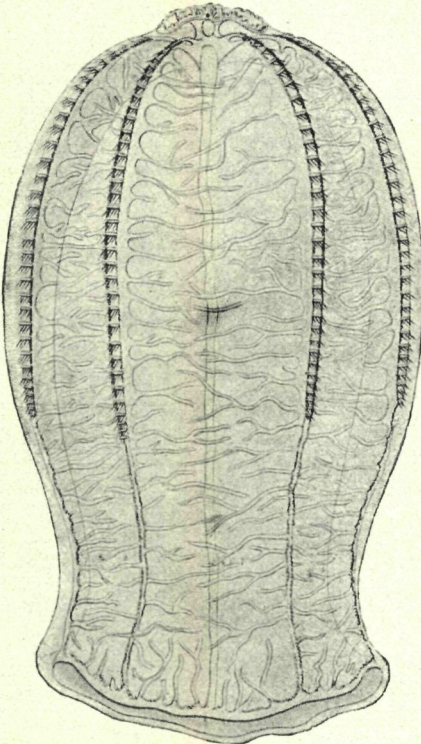


Fig. 19.

Beroë cucumis Fabricius 1780, von Eastport in Maine (August); Achse 29 mm. — Die Pleurostichen reichen über $\frac{2}{3}$ des Körpers hinweg. Der Sinneskörper liegt frei auf dem Körper. Die Ränder der Polplatten sind dendritisch verästelt. Die von den 4 Pleurocladien jeder Körperhälfte ausgehenden Prolifikationen anastomosieren nicht und sind auch nicht mit dem Metacladus verknüpft.

Nach A. G. MAYER 1912.



Fig. 20.

Beroë cucumis Fabricius 1780, von Willoughby Harbor bei Hampton Roads in Virginia (Oktober). Von A. G. MAYER 1912 als *Beroë ovata* Chamisso & Eysenhardt bestimmt. — Unreif; Achse 30 mm; Polplattenränder dendritisch verästelt. Die Pleurostichen reichen über $\frac{2}{3}$ des Körpers hinweg. Die Seitenäste der 4 Pleurocladien jeder Körperhälfte liegen dicht unter der Oberfläche; sie anastomosieren gelegentlich, verbinden sich aber nicht mit dem Metacladus. Gelbe parasitische (symbiotische?) Pflanzenzellen im Körper.

Nach A. G. MAYER 1912.

von KÜENTHAL & WALTER, an der norwegischen Küste von SARS, in der Davisstraße bereits von FABRICIUS gefunden. Auch in der Nordsee und westlichen Ostsee ist sie häufig anzutreffen.“ Nach FANNY MOSER (1908) ist sie ein Kosmopolit. „Im Mittelmeere wird sie,“ schreibt VANHÖFFEN (1903), „durch eine nahestehende Art, *Beroë ovata*, ersetzt, die sich nach CHUN (1898) von *Beroë cucumis* dadurch unter-

scheidet, daß bei ihr ein Teil der Gefäßprolifikationen nicht nur unter sich, sondern auch mit dem Magen Gefäß (Metacladus) Verbindungen eingehen, während bei *Beroë cucumis* die auf die Schlundwand übertretenden Prolifikationen der Meridionalgefäße blind endigen, ohne ein anastomosierendes Netzwerk von Gefäßmaschen zu bilden, welches mit dem Metacladus kommuniziert.“ Demgegenüber hat TH. MORTENSEN 1912 mit aller Bestimmtheit feststellen können, daß es ganz unmöglich

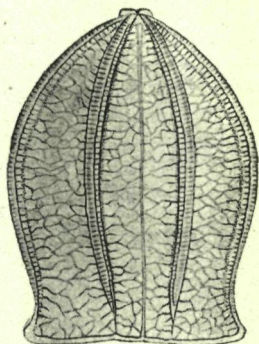


Fig. 21.

Beroë cucumis Fabricius 1780, von St. Mary's River in Maryland (November). Von A. G. MAYER 1912 als *Beroë ovata* Chamisso & Eysenhardt bestimmt.
²/₃ natürlicher Größe.

Polplattenränder dendritisch verästelt. Die Pleurostichen reichen bis nahe an den Mundrand heran. Die 8 Pleurocladien sind verbunden miteinander durch ein lockeres Netzwerk von Seitenzweigen, die durch die Gallertsubstanz hindurch anastomosieren; einige dieser Zweige verwachsen sogar mit den 2 Metacladien, „although never to the extent observed in *B. forskali* of the tropical Pacific“. Diese Verknüpfungen kommen nur bei voll erwachsenen Individuen der „*B. ovata*“ vor und trennen diese von der *B. cucumis* unserer nordischen Gewässer, wo keine Anastomosen der Seitenzweige oder Fusionen mit den Metacladien beobachtet sind.

Nach A. G. MAYER 1912.

gegeben hat: Höhe 60 bis 100 mm; mitraförmig; die laterale Kompression sehr merklich, die Ausdehnung in der medianen Ebene gut zweimal so groß wie in der lateralen. Die 8 Reihen von Ruderplättchen erstrecken sich über $\frac{3}{4}$ des Körpers, jede besteht aus gegen 100 Rudern. Das periphere „Netzwerk“ anastomosiert nicht, und keines dieser Gefäße verbindet sich mit den Metacladien; kein Ringkanal um den Mund. Die peripherischen Kanalsysteme der 2 breiten Seiten sind voneinander getrennt. Die intensiv rote Tönung der stern-

ist, *Beroë ovata* als besondere Art aufrecht zu erhalten, „the only character though to distinguish it from *Beroë cucumis*, the proliferations from the pharyngeal vessels, being quite unreliable on account of its great variability. All transitional stages may be found together in the same locality, in Greenland as well as in the Mediterranean. It is, however, evident that in the specimens from the North European Seas, and probably of the whole North Atlantic the general condition is that the pharyngeal vessels have no proliferations, while in the Mediterranean form there is generally a rich development of these proliferations.“ So mag also die mittellmeerische Form immerhin eine spezialisierte Form oder eine Varietät der *Beroë cucumis* sein. Dem stimmt auch TAKU KOMAI (1918) nach Befunden an der bei Misaki in Japan sehr häufigen *Beroë cucumis* bei. Doch fügt er hinzu, daß möglicherweise ein Unterschied zwischen *B. cucumis* und *B. ovata* in der Größe der Eier bestehe. Die Eier der *B. cucumis* maßen in Japan 0,4 bis 0,5 mm, in Nordamerika 0,5 bis 0,6 mm, die der *B. ovata* nach YATSU (1912) 1,0 bis 1,2 mm und nach CHUN 1,2 mm im Durchmesser, so daß also die Eier der *B. ovata* doppelt so groß wären.

Unter diesen Voraussetzungen seien hier noch die Kennzeichen wiedergegeben, die A. G. MAYER (1912) für nordatlantische Formen der *Beroë cucumis* ge-

förmigen Pigmentzellen der meridionalen Gefäße und des „circum oral canal“ ist tiefer als bei *Beroë ovata*. Die reifen Exemplare des nordatlantischen Gebietes, besonders von Neufundland, sind durch das Verhalten ihrer „netzförmigen“ Gefäße gekennzeichnet, die unreifen aber können nicht voneinander unterschieden werden.

Beroë ovata Chamisso & Eysenhardt von Westindien und von der nordamerikanischen Küste bis zur Chesapeake-Bay (wohl identisch mit der mediterranen Form) ist, ebenfalls nach A. G. MAYER (1912), mitraförmig, wird 70 bis 115 mm hoch und dreimal so lang wie breit im Querschnitt, die gelatinöse Substanz des reifen Tieres ist durchsichtig, stahlblau, in Florida aber milchig im Ton und im kälteren Wasser der Chesapeake-Bay kräftiger getönt, in den Kanälen tiefrosa oder rötlich-braun.

Vorkommen

1. *Pleurobrachia pileus*. — Das Genus findet sich, wie heute wohl allgemein angenommen wird, in allen Meeren; immerhin beseitigt das vorliegende Material noch nicht jeden Zweifel darüber, daß es vielleicht doch die hocharktischen und hochantarktischen Gewässer meidet. Strittig ist auch noch die Abgrenzung der Arten und demgemäß die Einsicht in ihre Verbreitung. Wahrscheinlich ist *Pl. pileus* in den Tropen seltener als nördlich und südlich davon. In den temperierten und borealen Gewässern des Atlantischen ist sie gemein. Sie findet sich rund um die britischen Inseln, im Kanal, der ganzen Nordsee, im Skagerrak, in den dänischen Gewässern, in der Ostsee bis zur Ålandsee, im Finnischen Busen und selbst am Eingang des Bottnischen. Nachgewiesen ist sie weiter von der norwegischen Küste, der südlichen Norwegischen See und von Spitzbergen. Von der O-Küste von Grönland ist sie noch nicht gemeldet worden. Untersuchungen KRAMPS an Netzfängen im Großen Belt und Kattegat aus dem Jahre 1909 haben ergeben, daß *Pleurobrachia* keinerlei Beziehungen zu hydrographischen Bedingungen erkennen läßt. Sie ist sehr euryhalin und sehr eurytherm. So hat sie denn auch DAHL einmal in der unteren Elbe am Ausgange des Eitzenloches gefangen, und REDEKE sie für das Wattenmeer bis „in De Meer door Oosterschelde“ nachgewiesen. Noch nicht gefunden ist sie, nach VAN BREEMEN (1905), in der Zuider Zee. Die Terminfänge der Internationalen Meeresforschung geben bedauerlicherweise kein klares Bild. Danach kommt sie z. B. W von England nur in kleinen Mengen, vom II. an und in steigender Zahl vor. Die Fundlisten von M. & C. DELAP, von Valencia Harbor in Irland, besagen aber bereits für 1899: gemein von IV. bis XI., im IV. und VIII. so häufig, daß sie gar nicht mehr mit dem Netze gefischt werden konnte; für 1900: häufig vom III. bis Ende X., und für 1901: vom III. bis Ende XI., in sehr großer Zahl im VI.

Unter diesen Umständen ist ihr Wert als Stromweiser sehr gering, wiewohl ihre Verbreitung von den Strömen abhängt; sie geht mit jedem Strome und fühlt sich in jedem gleich wohl.

Im Kanal und der südwestlichen Nordsee ist sie nach den Berichten der Internationalen Meeresforschung konstant häufig. Von Schottland ist sie durch diese Institution nicht gemeldet worden (wie-

wohl sie dort vorkommt). Vor der norwegischen Küste, im Skagerrak und in den dänischen Gewässern lebt sie konstant im V. und XI., im Kattegat häufig im II., in der Beltsee im V. Um Dänemark fand man sie im VIII. selten. Feste Regeln über ihr Erscheinen, ob es periodisch ist oder nicht, haben sich aus den mit unzureichender Methode gewonnenen Daten nicht ermitteln lassen. Im II. war sie überall selten, außer im Kattegat, wo sie häufig war, im V. war sie häufig im Kanal, in der östlichen Nordsee, im Skagerrak und in der Beltsee, selten im Kattegat und in der Mitte der Nordsee; im VIII. war sie im Kanal häufig, selten in der Nordsee und um Dänemark; im XI. fischte man sie häufig im Skagerrak, selten in allen anderen Regionen. Im Jahre 1903 war sie überall häufig. GRIMPE fand sie im VIII. 1909 und 1910 in größerer Zahl südlich von Sylt (briefliche Mitteilung). Wahrscheinlich sterben sie im Herbst ab, und wahrscheinlich überwintern die Jungen in tieferem Wasser und erscheinen erst wieder im Frühjahr vor den Küsten. In den dänischen Gewässern sah man ein Maximum vom XII. bis III. und fand ein Minimum im VIII. und IX. Das sieht wieder nach Regel, nach Periodizität aus. Trotzdem hat sich der Eindruck befestigt, daß *Pleurobrachia* kommt und geht, ganz ohne Rücksicht auf Jahreszeit, Temperatur und Tiefe. So hat MÖBIUS sie in Kiel im Winter und Frühjahr an der Oberfläche getroffen. Daß sie nur eine Küstenform sei, wie noch der Bericht des „Michael Sars“ von 1912 will, hat MORTENSEN 1912 entkräftet durch den Hinweis, daß die Deutsche Südpolar-Expedition 1 Exemplar zwischen Ascension und den Kapverden gefangen hat, und durch die Mitteilung, daß das Kopenhagener Museum Exemplare besitzt, die (1889) bei 50° 20' N und 30° 10' W erbeutet worden sind.

In die vertikale Verbreitung gibt einen Einblick das Auftreten der *Pleurobrachia* im Großen Belt im Frühjahr 1909. Damals fanden sich nach Netzzügen vom Grunde zur Oberfläche unter 1 qm Oberfläche im Laufe von acht 10 tägigen Perioden 14,3 bis 40,7 Exemplare (oder im Laufe von vier 20 tägigen Perioden 15 bis 38 Individuen). *Pleurobrachia* war während der ganzen Zeit ziemlich gemein, nahm aber gegen den VI. hin an Zahl beständig ab. Von der Gesamtzahl der erbeuteten Stücke (623) hielten sich in den oberen Wasserschichten nur 53 auf, die Mehrzahl lebte also in der Zeit (10. IV.—27. VI.) in den tieferen Schichten, „but the predominance in the lower strata increases very considerably at the time as the number of individuals decreases“ (KRAMP 1915). Sollte sie also nicht doch das obere, das brackische Wasser zu meiden suchen? Man vgl. hierzu noch S. III. f 46.

2. *Bolinopsis infundibulum*. — Wenn man diesen Namen auch auf die im europäischen und im amerikanischen Mittelmeere lebenden Formen *Bolina hydatina* Chun und *Bolina vitrea* Louis Agassiz ausdehnt, wozu ja außer sehr vielen besonderen auch alle allgemeinen Gründe drängen, so ergibt sich, daß *Bolinopsis* bestimmt den ganzen nördlichen Atlantischen bewohnt. Da sie weiterhin, wie VANHÖFFEN bereits 1903 gezeigt hat, für die nördliche Halbkugel zirkumpolar ist — FABRICIUS (1780) und VANHÖFFEN (1892) haben sie aus der Baffinsbai, MARTENS (1671) von Spitzbergen, und MERTENS (1833) aus dem Behringsmeer

gemeldet — so dürfte sich bei näherer Betrachtung der aus dem Pazifischen beschriebenen Stücke (*Bolina vitrea* Bigelow 1912, *Bolina mikado* Moser 1908 und Komai 1918, *Bolina ovalis* Bigelow 1904, *Bolina chuni* Lendenfeld 1884) wohl einmal ergeben, daß nicht zumindest das Genus (wenn nicht selbst die Art) etwa in demselben Sinne Kosmopolit ist wie *Pleurobrachia*. Im Gebiete des Atlantischen ist die Kaltwasserform (*Bolinopsis infundibulum* s. str.) nach A. G. MAYER (1912) eine der gemeinsten Ctenophoren an der Neu-Englischen Küste nordwärts von Kap Cod. An der S-Küste von Neu-England wird sie nicht gefunden, aber sehr häufig ist sie vor Neufundland und im nördlichen Maine im Sommer. Sie „wurde an der norwegischen Küste von SARS 1835 und VOGT 1861, dann in der Nordsee von HARTLAUB 1893, in der westlichen Ostsee von MÖBIUS 1883, von VANHÖFFEN im Kieler Hafen 1894 gefunden“. MÖBIUS sah dieses „sonst der Ostsee fremde“ Tier zuerst in Kiel, im IX. 1866, als langandauernde W-Winde geherrscht hatten (und nannte es mit AGASSIZ *Bolina alata*); nach dem „Michael Sars“ (1912) lebt sie gern in tieferem Wasser, z. B. in den norwegischen Fjorden. Bei Plymouth ist sie häufig im V. in verschiedenen Jahren und einmal im IX. (1900) aufgetreten. VAN BREEMEN (1905) sah sie im VI. „of de Bruine Bank talrijk“. M. & C. DELAP 1905 fanden sie in Valencia Harbor in Irland 1899: vom III. bis XI., am häufigsten im V. und VIII.; 1900: im IV. einige wenige große Exemplare, 75 mm hoch, sehr viele im VI. und VII., darunter eine von 120 mm Höhe; im IX. verschwanden sie; 1901: gemein vom III. bis XI.; die größten Mengen kamen in der ersten Woche des XI., ein schwerer Sturm vertrieb sie und später zeigten sich nur noch sehr wenige. Sicherlich hängt unter den heimischen Ctenophoren diese Art am meisten von den Bewegungen des Wassers ab; ihre Kraft, sich gegen einen Strom zu halten, ist sehr gering, und es ist wohl nur ein Gedächtnisfehler, wenn CARL VOGT ihr 1885 einen Körper von beträchtlicher Festigkeit zuschreibt. — Die Warmwasserform aus dem Gebiete des Atlantischen (*Bolinopsis vitrea* s. str.) ist in Amerika an den Küsten von Florida und in Westindien gefunden worden und geht wahrscheinlich bis nach Charleston in S-Karolina. Im übrigen ist sie nur erst noch aus dem europäischen Mittelmeere bekannt geworden. An windstillen, heißen Tagen kommt sie in großen Mengen an die Oberfläche, vor aufkommendem Segang rettet sie sich durch Absinken in die Tiefe. Im Sommer findet man sie sehr oft in flachem Wasser an der Oberfläche dahintreiben. Die japanische Form *Bolina mikado* Moser 1907 (ob wirkliche Art, ob bloße Varietät bleibe hier außer acht) trat im Golf von Tokyo im Spätsommer 1918 in solchen Mengen auf, daß den Fischern die Maschen der Netze verstopft wurden. In Misaki trifft man sie immer in großen Mengen im Sommer und Winter. Nach stürmischen Tagen sind dann immer viele Individuen in der Region des Mundes verletzt.

3. *Beroë cucumis*. — Die dritte und letzte unserer heimischen Ctenophoren ist in einem strengeren Sinne als die beiden anderen, vielleicht sogar im vollen Sinne des Wortes, Kosmopolit. Sie ist in der Arktis von RÖMER & SCHAUDINN noch N des 81.° gefischt und von

NANSEN auf 79° 50' N mit dem Schwebenetze aus dem Sibirischen Eismeer gehoben worden: sie kommt also vermutlich auch noch weiter nördlich, im zirkumpolaren kalten Wasser vor. Dafür spricht auch, daß einmal einige große Beroen in NO-Grönland in einer Öffnung im Eise gefangen wurden, wohin nur Tiere gekommen sein können, die weithin unter dem Eise leben. Die Deutsche Südpolar-Expedition hat an einem umfangreichen Material zeigen können (F. MOSER 1909), daß sie ebenso auf der südlichen Halbkugel und in der Antarktis heimisch ist. Und begründete Erörterungen zur Artfrage haben ergeben, daß sie in der kräftiger gebauten Form *Beroë ovata* die warmen Meere bewohnt. Wenn man also entschlossen in *B. cucumis* und *B. ovata* nur zwei Phasen ein und desselben Spezies erkennt, so bewohnt die *Beroë cucumis* bestimmt alle Meere des Erdballes. Im Atlantischen ist sie die auffälligste und gemeinste der nordischen Ctenophoren: sie erscheint oft in ausgedehnten Schwärmen bei Spitzbergen und im Labradorstrom, tritt in sehr großen Exemplaren im Hafen von Halifax, häufig in Westindien und bis zur Chesapeake-Bay wie im Mittelmeere (als *Beroë ovata*) auf. Im Pazifischen ist sie „one of the commonest ctenophores in the vicinity of Misaki“ und lebt um Neuseeland als *Beroë shakespearei* Benham.

In der Nordsee ist sie nachgewiesen 1835 durch SARS für die Florø an der norwegischen Küste, 1843 durch LESSON für die Küste von Kent, 1888 durch MCINTOSH für die St. Andrews-Bay, die Shetland-Inseln und den Firth of Forth, und 1894 durch HARTLAUB für Helgoland. In der Ostsee sah sie 1882 MÖBIUS im IV. und 1895 VANHÖFFEN im VI. im Kieler Hafen, 1893 LEVINSEN an den dänischen Küsten, und 1898 AURIVILLIUS vom II.—VI. im Skagerrak. Andere ältere Fundortsangaben für die Nordsee und Ostsee sind auf *Beroë ovata* (oder „*ovatus*“ oder „*sp.*“) bezogen worden und gehören sicher auch hierher, sofern sie sich nur überhaupt auf *Beroë* beziehen. Doch lohnt es nicht, das zu erörtern. Aus neuerer Zeit wird *B. cucumis* gemeldet aus dem Faeröer-Kanal durch FOWLER 1903 (wo das für kalte arktische Ströme charakteristische Tier aus 170 bis zu 500 Faden (319 bis 941 m) gehoben worden ist), ferner aus dem Gebiete der Plymouth Marine Invertebrate Fauna 1904 (in einigen kleinen Exemplaren aufgefunden), von der holländischen Küste durch VAN BREEMEN 1905 (als Beute der Netze, mit denen nach Fischlarven gefischt wurde: sehr große Exemplare etwa 80 mm hoch, im Sommer), und von Valencia Harbor in Irland durch M. & C. DELAP 1905 (wo sie 1899 gemein im VIII. und IX. waren und zuerst im VI. gesehen wurden um 1901, wo bereits eine im II., die meisten aber vom V. bis XI. auftraten). Nach den von KRAMP (1913) bearbeiteten Ergebnissen der Internationalen Meeresforschung ist *Beroë* für Schottland nicht erwähnt, südlich von Irland gesehen worden, im Kanal im II. und III. selten und vom VIII.—XI. oft gefischt worden, in Belgien sehr gemein aufgetreten, in Norwegen im V. und VIII. und in der Barentssee im VIII. gefangen worden. Durch die Herbststürme verschlagen, verschwindet sie ganz. Die Jungen wachsen den Winter über heran und sind im Sommer erwachsen. Doch gibt es auch zu Anfang des Jahres große Exemplare. So sind auch Junge zu allen Zeiten zu finden, aber in Mengen doch erst im Herbst. Im

Großen Belt zählte KRAMP (1915) vom 10. IV.—27. VI. 1909 im ganzen 6 *Beroë cucumis*. Davon fanden sich in 3 zehntägigen Perioden unter 1 qm Oberfläche 0,6, 0,3 und 1,0 Stück. Alle diese Funde entfielen auf den VI. Auf welche Wasserschichten sich die Funde verteilten, ließ sich bei der Geringfügigkeit der Gesamtausbeute nicht ermitteln.

Bewegung 1. Bewegungsformen. — „Die Schwimmorgane sind äußerliche Reihen von Schwimmfäden.“ Erstaunlicherweise hat dieser Satz eines anerkannten Forschers — er stammt von ESCHSCHOLTZ und bereits aus dem Jahre 1829 — ein halbes Jahrhundert auf Anerkennung warten müssen. „Ohne hier die Ansichten alle aufzuzählen,“ schreibt CHUN 1880, „mag nur bemerkt sein, daß, während die älteren Forscher eine Fortbewegung entweder ausschließlich vermittels der Ruderplättchen (ESCHSCHOLTZ) oder ausschließlich vermittels der Muskulatur (LAMARCK, MERTENS) annehmen, andere hingegen zu einer Vereinigung beider Ansichten geführt wurden (GEGENBAUR), gerade die neuesten Beobachter (FOL, EIMER) mit WILL und AGASSIZ den Ruderplättchen entweder gar keine oder nur eine sehr untergeordnete Rolle (BUEKERS) bei der Fortbewegung zuerkennen.“ Demgegenüber ist CHUN (1880) „zu der Ansicht gelangt, daß sämtliche Ctenophoren“ (gemeint sind aber nur die pelagischen) „sich zum weitaus größten Teil ausschließlich vermittels der Schwimmplättchen, zum kleinen Teil nur gelegentlich vermittels Muskelkontraktionen bewegen.“ Ein andermal drückt CHUN es so aus, daß ihn seine Untersuchungen gelehrt haben, „daß vermittels Muskelkontraktionen nur in exceptionellen Fällen (Cestiden, Lappen der Lobaten) eine Ortsbewegung bei den Rippenquallen vermittelt werden kann, daß jedoch bei weitaus den meisten Ctenophoren eine Beteiligung der Muskulatur an der Fortbewegung infolge ihrer Anordnung undenkbar ist.“ Mit der gleichen Entschiedenheit äußert sich 1891 VERWORN: „Jedem,“ sagt er, „der auch nur eine Stunde lang lebende Ctenophoren bei ihren Bewegungen genauer verfolgt, tritt die Tatsache, daß nur die Tätigkeit der Schwimmplättchen allein die aktive Lokomotion vermittelt, so evident vor Augen, daß es unbegreiflich erscheint, wie die Tatsache überhaupt ernstlich in Zweifel gezogen werden konnte.“ So ist gewiß: „das Spiel der Ruderplättchen trägt den Körper beim aktiven Schwimmen durch das Wasser,“ aber wenn die Ctenophore kriecht — und das tut auch unter den pelagischen so manche, und tut es gar nicht so selten —, so wird, wie immer wieder übersehen worden ist, noch ein anderer Teil des Flimmerkleides des Tieres zum Lokomotionsorgan: die feine Bewimperung des Schlundes. Und, wenn man nun schon einmal beim Formulieren ist, sollte man sich doch erinnern und zugeben, daß die „ruckartigen Biegungen“, die der Körper „durch plötzliche Kontraktionen lokaler Natur“ erfährt, „die besonders bei Reizung eintreten und die Rippen in die Tiefe des Gewebes ziehen, so daß der Plättchenschlag momentan aufhört, und teils in langsamen, oft ringförmig von einem zum andern Pol des Tieres verlaufenden Einschnürungen von peristaltischem Charakter“ bestehen, schließlich noch eine dritte Art von Lokomotionsbewegungen sind, in dem Sinne nämlich, daß sie

Richtung und Schnelligkeit der freien Fahrt bestimmen helfen. Das hauptsächlichste und bezeichnendste Lokomotionsorgan der schwimmenden Ctenophore ist freilich die Ruder-Wimper, wie sie in den 8 meridionalen Seitenreihen auftritt und zusammen mit den 8 Wimperrinnen auf dem Scheitelfelde und den 4 Wimperfedern in bewimperter (und überdeckter) Grube und einem Häufchen Statolithen auf den Wimperfedern sowie auch mit zwei bewimperten Polplatten (mit hohen Wimpern auf den Rändern und kurzen auf den zentralen Teilen) vom Scheitelpol des Tieres aus den allergrößten Teil des Körpers beherrscht.

Jede Ruderwimper besteht aus einer großen Zahl untereinander verklebter feinsten Flimmerhaare. Infolge ihrer fibrillären Struktur glänzen sie prächtig wie Perlmutter. „In der Ruhelage liegen die einzelnen Plättchen nach dem Mundpol zu umgebogen, dachziegelförmig angeordnet der Körperoberfläche an. Beim Schlagen schnell jedes Plättchen nach rückwärts, d. h. nach dem Sinnespol hin, und kehrt dann wieder in die Ruhelage zurück. Der Einwand FOLs, daß die 2. Phase dieser Bewegung, also die Rückkehr in die Ruhelage, den Effekt der 1. Phase wieder aufheben müßte, widerspricht einfach den elementaren Tatsachen der Flimmerbewegung. Wäre er stichhaltig, so käme ein Infusor oder ein Turbellar während seines ganzen Lebens nicht von der Stelle. Gestalt der Plättchen und verschiedene Energie des Schlages nach beiden Seiten bedingen es eben, daß der motorische Effekt in der einen Richtung wirksamer ist als in der anderen. Wie bei jeder Flimmerbewegung schlagen nun die Schwingplättchen nicht regellos, sondern es laufen kontinuierliche Schlagwellen über die ganze Rippe hin, und zwar nehmen dieselben vom Sinnespol ihren Anfang. Jedes Plättchen schlägt nur nachdem das vorhergehende geschlagen hat. Schlägt das erste Plättchen schnell, so schlagen die folgenden ebenso schnell; schlägt es langsam, so schlagen alle übrigen ebenfalls langsam; hört es ganz auf, so schlagen die anderen auch nicht mehr. Auf diese Weise kommt eine ganz geordnete metachrone Bewegung auf jeder Rippe zustande, deren lokomotorischer Effekt der ist, daß das Tier mit dem Mundpol voran durch das Wasser getragen wird. In manchen Fällen kann man auch nach Reizung eine Flimmerbewegung der Plättchen mit entgegengesetztem lokomotorischen Effekt beobachten. Reizt man z. B. eine *Leucothea (Eucharis)*, die vollständig ungestört war, plötzlich durch einen Stich oder Stoß, am besten am Mundpol, so tritt nach 1 bis 3 Sekunden diese Wirkung ein, und das Tier schwimmt für einige Sekunden mit dem Sinnespol voran, um dann plötzlich wieder zu dem normalen Bewegungsmodus überzugehen. Diese Flimmerbewegung mit umgekehrtem lokomotorischem Effekt ist aber selten. „Ich habe sie,“ so berichtet VERWORN (1891), „nie spontan, sondern stets nur nach Reizung eintreten sehen, und zwar nur bei *Leucothea multicornis* und *Callianira bialata*,“ die Beobachtung ist aber auch bei unserer heimischen *Bolinopsis* zu machen. „Die Form der Bewegungsbahn wird nun, wie sich ohne weiteres ergibt, unter verschiedenen Verhältnissen eine ganz verschiedene sein müssen. Schlagen die Plättchen auf allen Rippen mit derselben Energie, in derselben Frequenz und um dieselbe

Mittellage, so muß bei dem vollkommen symmetrischen Bau und in der Ruheform des Körpers die Bewegung eine geradlinige sein. Schlagen dagegen die Plättchen der Rippen auf einer Körperseite gar nicht oder mit geringerer Energie und Frequenz, oder schlagen auf der betreffenden Seite nur einige, nicht sämtliche Rippen, so muß die Schwimmbahn eine Kurve darstellen, und zwar muß die Konkavität der Kurve derjenigen Seite des Körpers entsprechen, auf welcher die Plättchenbewegung der Rippen stillsteht, da ja diese Seite hinter der anderen bei vorwärts gerichteter Bewegung zurückbleibt. Tiere, bei denen nur auf einer Seite die Plättchen der Rippen schlagen, werden also, so lange dieser Zustand dauert, fortwährend in einem Kreis herumschwimmen, bei dem die in Ruhe befindliche Seite dem Mittelpunkt zugekehrt ist. Je nachdem die Plättchen der einen Seite heftig oder schwach, die der anderen schwach oder gar nicht lokomotorisch tätig sind, wird der Radius des Kreises klein oder groß sein, und je nachdem diese Verhältnisse wechseln, wird die Schwimmbahn des Tieres eine mehr oder weniger komplizierte Form haben. — Wenn die Tiere lebhaft schwimmen, so kann man sie bald in geradlinigen, bald in kreisförmigen, bald in verschlungenen Bahnen wechselnd sich bewegen sehen und bei genauer Beobachtung erkennt man leicht den Grund dieses Wechsels in der wechselnden Energie, Tätigkeit oder Ruhe der Rippen.“

Daß das Schlagen der Ruderwimpern abhängig ist von dem Sinnesorgan am Scheitelpol, ist bereits durch CHUN geschildert worden. Der von den 4 Wimperfedern „getragene Otolithenhaufen“, so drückte CHUN sich 1891 aus, „wird dadurch in zitternde Bewegung gesetzt, daß dieselben in längeren oder kürzeren Intervallen an ihn anschlagen. Übt die einzelne Feder eine derartige zuckende Bewegung aus, so pflanzt sich der Bewegungsanstoß über die beiden an die Federn herantretenden Flimmerrinnen fort und veranlaßt die beiden ersten Schwimmplättchen der zusammengehörigen Rippen eines Quadranten zu einem Schlag. Sukzessive führen dann vom Sinnespol nach dem Mundpol fortschreitend die übrigen Schwimmplättchen einen Schlag aus und gleichzeitig gleiten über die zu einem Quadranten gehörigen Rippen die Wellenbewegungen der Ruderplättchen hinweg. Offenbar repräsentiert der Sinneskörper der Ctenophoren ein Zentralorgan für die Gleichgewichtslage des Körpers und für die Steuerung der Ortsbewegung. Die Flimmerrinnen wirken in physiologischer Hinsicht als Nerven, insofern sie durch Zellenkontakt einen die Bewegung der Zilien respektive der Ruderplättchen auslösenden Reiz weiterleiten. Es ist möglich, daß die Steuerung der Bewegung und Erhaltung der Gleichgewichtslage durch einen elementaren Reflexprozeß vermittelt wird. Bei vertikaler Lage der Hauptachse muß nämlich der Otolithenhaufen gleich stark auf jede der 4 Federn drücken. Neigt sich die Hauptachse, so werden jene Federn eine Drucksteigerung erfahren, welche nach der betreffenden Seite gelegen sind. Indem sie an den Otolithen anschlagen, geben sie Veranlassung, daß der Bewegungsanstoß durch die Flimmerrinnen den betreffenden Rippen zugeleitet wird und diese in Aktion treten. Durch das Schlagen ihrer Schwimmplättchen wird eine Drehung und Wiederherstellung der Ruhelage herbeigeführt.“ In dem gleichen Jahre, 1891,

drang, wie bekannt, VERWORN völlig mit der Auffassung durch, daß dieser zentrale Apparat am Scheitelpole ein statischer sei. Später, 1910, bestätigte BAUER das. Doch ist, wie FREIHERR v. BUDDENBROCK 1924 darlegte, die Lehre von der Gleichgewichtserhaltung der Ctenophoren immer noch „in manchen Punkten unklar“. „Bringt man eine *Beroë* in eine zur Schwerkraft geneigte Lage, so tritt als Folge des ungleichen Druckes, welchen der Statolith auf seine Tragfedern ausübt, eine verschiedene Erregung der oberen und unteren Schwimmplättchen ein. Je nach dem allgemeinen Reizzustande, in welchem das Tier sich befindet, werden die oberen oder die unteren Reihen stärker bewegt, so daß in jedem Falle eine Aufrichtung des Tieres zustande kommt, bis seine Medianachse wieder senkrecht steht. Nach Zerstörung des Sinnespoles kommt dieser typische Stellreflex nicht mehr zustande. Die Richtigkeit dieser Beobachtung konnte neuerdings auch für *Pleurobrachia pileus* bestätigt werden, es scheint somit sicher zu sein, daß hier ein echter Statoapparat vorliegt. Unerklärt ist dagegen die Tatsache, daß die sich selbst überlassene Rippenqualle keineswegs immer den geschilderten Aufrichtreflex zeigt, sondern sich häufig spontan schräg einstellt, ohne daß eine Korrektur erfolgt. Alle Beobachter, besonders CHUN, weisen darauf hin, mit welcher Eleganz die Rippenquallen in jeder beliebigen Richtung durchs Wasser eilen und Hindernissen auszuweichen wissen. Sehr deutlich ist dies bei *Pleurobrachia pileus* zu sehen. Das Ausbreiten der langen Fangtentakel dieser Art geschieht durch eine sehr charakteristische Bewegungsfolge (Fig. 9). Das erste Bild zeigt die Rippenqualle in ihrer gewöhnlichen Ruhestellung mit stark verkürzten Tentakeln. Sie führt nun eine energische Drehbewegung aus und schwimmt ein Stück schräg nach unten, während die Tentakeln sich allmählich verlängern (2 bis 6). Indem dieser Prozeß weiter fortschreitet, überschlägt sich das Tier vollständig (7 und 8) und dreht sich dann wieder allmählich in die senkrechte Lage zurück (9), so daß es am Ende der Reaktion mit maximal ausgebreiteten Tentakeln ebenso da hängt, wie zu Anfang mit eingezogenen.“ „Diese ganze Reaktion ist nach der Statozystenhypothese kaum zu verstehen, neue Untersuchungen werden daher diesen Widerspruch erst aufzuklären haben, bevor eine endgültige Stellungnahme möglich ist.“

Die Theorie der Flimmerbewegung, so interessant sie ist, bleibe hier im übrigen außer Betracht. Wir dienen unserer Aufgabe besser, wenn wir für unsere heimischen Ctenophorenarten Daten zusammentragen, die für künftige Beobachter und Theoretiker von Wert sein können.

Pleurobrachia. — Wie es bei der oblong-sphäroidischen Grundform des Körpers nicht anders zu erwarten ist, sind die 8 Reihen der Ruderplättchen von $\pm$ gleicher Größe. Exemplare von etwa 16 mm Achsenhöhe haben etwa 40 Platten in jeder Reihe. Sind die adtentakularen Reihen etwas größer, was leicht der Fall ist, so haben sie auch ein paar Plättchen mehr als die adpharyngealen. — Bei jungen Tieren liegen die beiden Reihen jedes Quadranten dicht nebeneinander (Fig. 24), im Laufe des Wachstums weichen sie bis zu 45° auseinander. — In der Ruhelage decken die Wimperplättchen einer Reihe einander wie Dach-

ziegel. — Die Wimperrinnen reichen von den Wimperfedern nur bis zu den ersten Plättchen jeder Reihe (gehen also nicht auch in die Reihen hinein). Oft schlägt die eine Reihe eines Quadranten unisono mit der anderen, oft schlagen beide aber auch unabhängig voneinander. Wenn die 2 Reihen eines Quadranten unisono schlagen, können die der anderen Quadranten anders schlagen. Schneidet man den Sinneskörper weg, so hört die Regulierung der Bewegung der Schwimmlättchen gänzlich auf. Gelegentlich läuft die Wellenbewegung („Reizwelle“, „propagation wave“) in umgekehrter Richtung ab, nicht von *a* nach *z*, sondern von *z* nach *a*, doch legt sie dabei selten mehr als $\frac{1}{2}$ der ganzen Länge der Reihe zurück. Solche Wellen können durch mechanische Reizung des oralen Endes einer Reihe erregt werden. — Rückwärtsbewegung tritt auch ein, wenn das Tier inmitten schneller Bewegung mit dem Munde plötzlich auf ein Hindernis stößt. „I have never seen any evidence of the reversal of the effective stroke in either *Pleurobrachia* or *Mnemiopsis* and I am inclined to believe that CHUN's statement that the effective stroke can be reversed in all ctenophores, may be a mistake based upon a confusion of this form of reversal with the reversal of the propagation wave“ (G. H. PARKER 1905). Bei *Pleurobrachia* kann man leicht sehen, daß sich, wenn die Propagationswelle umkehrt (wenn sie umschlägt aus der oralen in die aborale Richtung), die Schwimmlättchen doch in der aboralen Richtung schlagen, ganz wie zuvor. — Wenn eine Schwimmlättchenreihe irgendwo quer durchschnitten wird, so hören zunächst die Plättchen beider Teile zu schlagen auf, und wenn sie dann ihre Aktivität wiedergewonnen haben, so schlagen sie unabhängig voneinander, d. h. jeder Teil hat seine eigenen Propagationswellen.

Bolinopsis und *Mnemiopsis*. — Da mit der heimischen *Bolinopsis* noch kaum experimentiert worden ist, sei hier über Versuche berichtet, die außer an ihrer Mittelmeerform (*hydatina* = *vitrea*) an den Arten der Gattung *Mnemiopsis* von der amerikanischen Küste des Atlantischen angestellt sind. Beide Gattungen sind nahe miteinander verwandt, „for *Mnemiopsis* in its growth passes through a *Bolinopsis* stage; phylogenetically speaking *Bolinopsis* is simply an arrested form of *Mnemiopsis*, or *Mnemiopsis* an advanced condition of *Bolinopsis*“ (A. G. MAYER 1912). — Eine 0,6 molare Lösung von NaCl hemmt und unterdrückt schließlich die Bewegungen der Wimperruder der *Bolinopsis vitrea*, aber Lösungen von 0,4 molarem $MgCl_2$, die dem NaCl des Seewassers isotonisch sind, haben einen gegenteiligen Effekt, denn sie lassen die Wimperplättchen abnorm rasch schlagen, wobei jedes Ruder unabhängig schlägt und die Koordination der Reihen der Ruder gänzlich aufgehoben ist. — In Lösungen, die K in schwachen Konzentrationen enthalten, hört der Ruderschlag momentan auf, stellt sich dann aber wieder her. — Das umgekehrte Verhältnis zwischen Wimper- und Muskelbewegung mag daran erkannt werden: wenn sich der Muskel kontrahiert, so hört die über ihm liegende Ruderwimper auf zu schlagen und beginnt erst wieder, wenn der Muskel erschlafft, weshalb, wenn die Oberfläche der Ctenophore gepreßt oder gedehnt wird, die Ruderwimper der gedehnten Fläche nicht schlägt. Ferner: Mg wirkt nicht stimu-

lierend, sondern sogar leise dämpfend auf den Wimperschlag, auf Nerven und Muskeln aber ausgesprochen inhibierend, es erschläft den Muskel, vermindert den Tonus des Muskels und verringert den Druck, der normalerweise durch das Epithel auf die bewimperten Zellen ausgeübt wird, so daß alsdann die Wimpern so ungehindert schlagen, wie sie es in isolierten Wimperzellen tun. Endlich: das sogenannte umgekehrte Verhalten zwischen Wimper- und Muskelbewegung beruht auf mechanischen Ursachen, nicht auf umgekehrten chemischen Wirkungen der Kationen des Seewassers auf Muskeln oder Wimpern. — *Mnemiopsis leidyi* ruht, nach HUNTER 1904, an der Oberfläche des Aquariums mit dem Munde nach oben, und am Boden mit dem Munde nach unten. Ein konstanter elektrischer Strom von 0,5 bis 3 Volt veranlaßt sie, den Scheitelpol der Anode zuzukehren und sich nach der Kathode hin zu bewegen. Sie erträgt leichter Fallen der Temperatur des Seewassers als Ansteigen. Ihre Antworten auf elektrische Reize bei größerer Hitze als der normalen zeigen Abnahme der Reaktionszeit bis zu 29° C und dann rapide Zunahme. Eine geringe Zunahme der Reaktionszeit kommt unter 15° C vor. — *Mnemiopsis leidyi* mißt oft 70 bis 80 mm in der Achse. Die adtentakularen Ruderreihen sind kürzer als die adpharyngealen, bei einem Tier von 8 mm zählen die kurzen Reihen 13, die langen 19 Ruder, bei einem Tier von 60 mm die kurzen 39 und die langen 73. Jeder Quadrant hat eine lange und eine kurze Reihe. Bei allen gelappten Ctenophoren setzen sich die Wimperrinnen durch die ganze Reihe der Ruder hin fort. Bei *Mnemiopsis* sind die Räume zwischen den einzelnen Rudern nur zerstreut mit diesen feinen Wimpern besetzt. — Durch den Schlag der Ruder wird *Mnemiopsis* mit dem Munde voran vorwärts bewegt. — Es schlagen immer die 2 Reihen eines Quadranten unisono. — Wegschneiden des Sinneskörpers wirkt wie bei *Pleurobrachia*.

Rücklaufende Propagationswellen erstrecken sich selten weiter als über 6 oder 8 Ruder. „This short wave is the only evidence of reversal that I found in *Mnemiopsis*“ (G. H. PARKER, 1905). — Der Schlag der Wimperruder selbst kann nicht umgekehrt werden. — Durchschneiden einer Ruderreihe wirkt wie bei *Pleurobrachia*. — Wenn eine *Mnemiopsis* in Seewasser geschüttelt wird, geht sie in Stücke, aber die an diesen Stücken hängenden Ruder schlagen rhythmisch und metachronisch noch 1 bis 2 Tage weiter. Auch ein einzelnes Ruder schlägt noch rhythmisch weiter, wenn es nur noch mit basalem Protoplasma versehen ist. Ebenso schlägt ein längsgespaltenes Ruder unter den gleichen Umständen noch weiter. — Ganze Ruder oder Bruchstücke von solchen hören zu schlagen auf, wenn die Basis fehlt, aber nicht darum, weil sie etwa im Absterben begriffen wären, sondern weil sie der zur Kontraktion drängende Reiz nicht mehr erreicht. — Schneidet man ein oder mehrere Ruder weg, so laufen trotzdem die Propagationswellen regelmäßig über die ganze Rippe hinweg und machen vor der Lücke nicht im geringsten Halt. Die naheliegende Annahme, daß der mechanische Zusammenhang der Ruder ja durch die fortlaufenden Wimperrinnen gewahrt sei, hält nicht Stich, weil so viel Wimpermaterial, als zur mechanischen Übertragung notwendig wäre, nicht vorhanden ist, womit die Theorie

einer mechanischen Transmission der Wellen widerlegt wäre. — Wollte man ein oder mehrere Ruder, wie VERWORN das bei *Beroë* mit Erfolg getan, festhalten und damit die Reizübertragung hindern, so würde man erleben, daß *Mnemiopsis* jedes berührte Stück der Plattenreihe durch Muskelkontraktion in den Körper versenkte und damit dem Versuch entzöge, und daß somit die Welle regelmäßig abliefe. — Plötzliche Abkühlung einer Strecke der Reihe durch kaltes Wasser (von 21° C auf 4 bis 5° C) hemmt die Bewegung, ohne doch die Leitung wesentlich zu stören. — Zerzt man eine Reihe, so hört das Schlagen auf, obwohl die Leitung selbst nicht unterbrochen ist. — Durch diese Beobachtungen sah sich PARKER 1905 genötigt, die ältere Auffassung von einem mechanischen Einfluß von einer Ruderwimper auf die benachbarte aufzugeben zugunsten der Vorstellung einer tiefliegenden Transmission von Zelle zu Zelle und nervenähnlichem Charakter. — R. S. LILLIE fand 1908, daß mechanische Reizung die automatische Aktivität der Ruderplatten arretierte. Das geschieht jedoch nicht, wenn Ca abwesend ist, und der Effekt nimmt in dem Maße ab, als Ca abnimmt.

Nach CHUN 1880 besteht der mineralische Teil des Statolithen aus phosphorsaurem Ca, während nach A. G. MAYER 1912 der der Scyphomedusen aus oxalsaurem Ca besteht. — A. G. MAYER fand, daß der Schlag der Wimperruder manchmal umgekehrt wird durch eine 0,625 molare Lösung ($100 \text{ NaCl} + 11,6 \text{ MgCl}_2$), so daß also das Tier dann „rückwärts“ schwimmt (das ist mit dem Sinnespole voran). — Wenn *Mnemiopsis mccradyi* Mayer in eine Mischung von 33 Teilen Seewasser mit 67 Teilen einer 0,4 molaren Lösung von MgCl_2 gesetzt wird, so hören die Wimperruder für etwa 3 Minuten zu schlagen auf, worauf Wellen mit ganz abnormer Schnelligkeit über die Reihen laufen und immer wieder laufen. Diese abnorme Geschwindigkeit hält 15 Stunden an; die Muskeln sind während dieser Zeit zur Kontraktion unfähig. — Setzt man aber 33 Teilen Seewassers 67 Teile einer 0,625 molaren NaCl-Lösung zu, so hören die Ruder nach 12 Minuten zu schlagen auf und die Wimpern an den Aurikeln erst nach 19 Minuten, während die Muskeln hochgespannt und krampfhaft kontrahiert sind, und zwar mehr als eine halbe Stunde hindurch. Die Aurikel sind ohne Muskeln und daher zumeist unfähig zur Kontraktion. Eine lokale Kontraktion der Muskeln macht, daß die über ihnen liegenden Wimperruder zu schlagen aufhören, bis der Muskel erschlaft, denn wenn die Ruderreihe gedehnt wird durch die Kontraktion der unter ihr liegenden Muskulatur, wird der Schlag unterbrochen, aber wenn die Muskulatur erschlaft, wie durch Mg, läßt die Spannung der Oberfläche nach und die Wimpern sind wieder frei zum Schlagen.

Beroë. — Die Beroen, hauptsächlich die von Neapel, sind die Ctenophoren, mit denen am meisten experimentiert worden ist; sie sind zugleich diejenigen, denen man im Experiment am meisten zumuten kann. KINOSHITA (1910) fand, daß bei *Beroë* die Ruderwimpern stillstehen, wenn der orale Pol mechanisch gereizt wird, oder der mundwärtige Teil eines Ausschnittes des Tieres. Umgekehrt setzt der Reiz des Sinnespoles ein ruhendes Tier in Bewegung. — Reizung erhöht die Schnelligkeit der Wellen, die die Reihen hinunterlaufen. — VERWORN

1891 fand, daß die Konkretionen des Sinnesorganes nicht als Otolithen, sondern als Statolithen aufgefaßt werden müssen (Vergleiche ENGELMANN 1887 und CHUN 1891.) — In Halifax stirbt *Beroë cucumis* ab, wenn die Temperatur des Hafenwassers $27,8^{\circ}$ bis $29,8^{\circ}$ C erreicht; das Tier ist am muntersten bei 18° C. — *Beroë* werden zwei verschiedene Schwimmstellungen zugeschrieben, eine, bei der der Mund nach unten gerichtet ist, die Erregungsstellung, die andere, bei der der Mund nach oben zeigt, die Ruhestellung. Die Erregungsstellung soll das Tier einnehmen, wenn es durch äußere Reize, wie Wellenschlag oder starke Besonnung, veranlaßt wird, in die Tiefe des Meeres zu tauchen; der anderen soll es sich bedienen, wenn es auf der Nahrungssuche ruhig durch das Wasser schwimmt. In der einen Stellung wirkt der Statolith durch Zug verstärkend, in der anderen durch Druck hemmend auf die zu oberst gelegenen Ruderwimpern.

Das Lokomotionsorgan der kriechenden Ctenophore ist die einfache Schlag-Wimper, wie sie den Eingang in den Schlund, die ganze Mundhöhle, dicht besetzt hält. Die Naturgeschichte dieser Wimperform im Ctenophorenkörper ist bisher noch kaum genauer betrachtet worden; noch ganz unbekannt sind die Beziehungen zur Ruder-Wimper. Eigentlich kriechende Ctenophoren gibt es in unserm Gebiete nicht, aber die pelagische Form *Pleurobrachia* kriecht zuweilen am Boden oder am Flüssigkeitsoberhäutchen dahin, indem sie den Mund weit öffnet und sich durch die Wimpern fortbewegt. Eine Bewegung gleich der vieler Schnecken am Flüssigkeitsoberhäutchen ist das nicht, denn die Schnecke durchstößt das Oberhäutchen und treibt nur wie ein Floß dahin. Wahrscheinlich ist die Bewegung völlig gleich der der Turbellarien, vollzieht sich also in einer Schicht von Schleim, die das Tier selbst erzeugt. Siehe S. III. f 46.

Endlich ist auch Organ der Lokomotion, sowohl der kriechenden wie der pelagischen Ctenophore, der Hautmuskelschlauch. „Die Muskulatur,“ sagt CHUN 1891, „ist im allgemeinen schwach entwickelt, da die Ortsbewegung durch die Tätigkeit der Rippen vermittelt wird. Nie treten bei den Ctenophoren Epithelmuskelzellen auf, da die kontraktilen Zellen frühzeitig, aber auch das ganze Leben hindurch, aus dem Epithel der äußeren Haut und des Schlundes in die weiche Gallerte einwandern. Sie ziehen sich hier zu glatten, an ihren Enden reich verästelten Muskelfasern aus (Fig. 10, 12). Besonders kräftig ist diese Gallertmuskulatur bei den Beroiden entwickelt. Dazu gesellen sich direkt unter der Epidermis verstreichende Längs- und Quermuskelfasern, die zu den mannigfachen Formänderungen des Körpers Veranlassung geben. Bei den Bandquallen (*Cestidae*) verlaufen sie regelmäßig nebeneinander auf den Seitenflächen des bandförmigen Körpers und vermitteln eine Ortsbewegung durch schlängelnde Krümmungen.“ Eine zierliche Muskelplatte in den Lappen der Lobaten, aus Quer- und Längsfasern gebildet, „die sich quadratisch kreuzen (Fig. 12, 13, 14), befähigt die Lappen zum Zusammenschlagen und Einrollen, das, wenn energisch ausgeübt, sogar zu einer Ortsbewegung nach Art der Medusen (mit dem aboralen Pole voran) Veranlassung geben kann. Auch dem Schlunde und den peripheren Gefäßen liegen Längs- und Quermuskelszüge auf.

Letztere umkreisen als ringförmige Fasersysteme die den Gefäßen direkt anliegenden Längsmuskeln.“ Mit dem Ringmuskel am Mundrande kann *Pleurobrachia* (Fig. 10) die Lippen fortgesetzt nach innen und außen umkrepeln. *Beroë* ist sogar imstande, die gesamte Schlundwand nach außen und wieder nach innen umzukrepeln. Mit einem besonders stark ausgeprägten Muskelsystem ist der Tentakel versehen, und auch die Tentakel sind ja sichtlich an der Art der Ortsbewegung der Ctenophoren beteiligt (s. S. III. f 8, 9 und 14; Fig. 9).

2. Wanderungen. — Wenn es sich wirklich bestätigen sollte, daß der Venusgürtel auch im Weißen Meere auftritt, so könnten ihn nur die Wasser des Golfstromes dorthin getragen haben. Die Ctenophoren wandern nicht, sie werden gewandert, so daß, wenn *Bolinopsis* in der Ostsee erscheinen, das immer nur nach lang andauernden Weststürmen geschieht. „Den Launen von Wind und Witterung wissen sie sich dadurch zu entziehen, daß sie in größere Tiefen steigen und nur bei ruhiger See an die Oberfläche kommen. Das Aufsteigen erfolgt regelmäßig in der Nacht, so daß, wer auf einen reichen Fang rechnen will, genötigt ist, bei Tagesgrauen auszufahren. Sobald der Morgenwind die Wellen kräuselt, beginnen sie allmählich wieder in die Tiefe zu steigen, obwohl man bei glatter See auch den ganzen Tag auf ihre Anwesenheit in den oberflächlichen Wasserschichten rechnen kann. Allerdings scheinen sie den grellen Sonnenschein vorzüglich in der heißen Jahreszeit zu meiden“ (CHUN 1880, über Ctenophoren von Neapel). Daß man so wenig von den Ctenophoren der Hochsee weiß, kommt daher, daß der Ozean stundenlang glatt sein müßte wie ein Spiegel, wenn sich die Ctenophoren angeregt fühlen sollten, aus der sicheren Ruhe der tieferen Gründe emporzusteigen.

Ernährung

Art der Nahrung. „Sämtliche kleineren pelagischen Tiere scheinen von ihnen verzehrt zu werden, obwohl ihnen vorwiegend die Crustaceen und deren Larven zusagen. Ich müßte fast die gesamte pelagische Copepodenfauna und die Zoenen aufzählen, wollte ich ausführlich aller der Formen gedenken, welche ich im Magen (lies: Pharynx) vorfand,“ sagt CHUN 1880. Daher duften gekochte Ctenophoren oft nach Krebsen. „Gelegentlich findet man im Schlunde kleinere Medusen, Salpen, Sagitten und die Jugendformen der meisten übrigen pelagischen Tiere. Die Beroen sind gefräßige Räuber. Bereits WILL wußte, daß die Lieblingsspeise dieser gewandtesten Rippenquallen die (*Eucharis*) *Leucothea* ist. Ganz gewaltige Bissen vermag eine *Beroë* zu bewältigen. So hatte ich einmal eine der größten (*Eucharis*) *Leucothea* in ein geräumiges Bassin gesetzt. Ich achtete nicht eher auf eine halb so große *Beroë forskälü*, die schon seit längerer Zeit gehungert hatte, als bis dieselbe, offenbar von ihrem Geruchsvermögen geleitet, in großen Kreisen mit weit geöffnetem Maul umherzuschwimmen begann. In der Nähe der *Leucothea* angelangt, schoß sie mit gewandter Wendung auf dieselbe los, faßte sie mit ihrem breiten Maul und begann das lebhaft mit den Schwimmplättchen schlagende wehrlose Tier hinabzuwürgen“ (CHUN 1880). MORTENSEN 1912 hielt einmal in Trondhjem eine *Beroë cucumis*, der die ganze Scheitel-

hälfte verloren gegangen war, so daß sie nur noch einem breiten Ringe gleich, in einem Gefäß zusammen mit einer *Bolinopsis*, und sah, wie sich der Ring über die *Bolinopsis* stürzte. Natürlich glitt die *Bolinopsis* auf der anderen Seite wieder hinaus (was den belustigten Beobachter lebhaft an das Pferd bei Münchhausen erinnerte). In den nordischen Gewässern, wo die Ctenophoren häufig in unermeßlichen Schwärmen auftreten, sind die Tiere eine ernste Gefahr für die Kabeljaufischerei, da sie die Eier und Jungen vernichten.

Nahrungserwerb. *Pleurobrachia* fängt größere Beute in derselben Weise wie *Beroë* es tut, unmittelbar mit den Lippen und dem Schlunde ein, und angelt kleinere mit den wie Leimruten wirkenden Seitenfäden der Tentakel. *Bolinopsis* fischt wohl nur mit den Tentakeln, nicht auch mit den (wohl zu starren) Rändern des Mundes.

Assimilation. Die Verdauung beginnt bereits im Schlunde und ist intrazellulär. Das Protoplasma umfließt die Reste der im Schlunde halbverdauten Beute durch Pseudopodienbildung und nimmt die Nährsubstanzen, Fett, Eiweißstoffe usw., in sich auf. In dieser Zeit sind die Zellgrenzen in den distalen Zellbezirken verwischt; nach der Aufnahme des Nährstoffes nehmen die Zellen wieder die normale Form an.

Defäkation. Unverdauliche Beutereste werden, mit Schleim umgeben, wieder durch den Mund ausgestoßen. Ob die Porenafter zur regelmäßigen Ausscheidung in gewisser Hinsicht verbrauchter Flüssigkeit dienen, ist nicht sicher bekannt.

Sinnesleben Sichere Anzeichen von Lichtsinn sind bei den Ctenophoren noch nicht beobachtet worden.

Über den statischen Sinn hat sich schon bei den Betrachtungen des Sinnespoles manches ergeben (s. S. III. f 30 und 32). Hier sei noch ergänzend bemerkt, daß, wenn die Ruderplättchen auch rückläufige Bewegungen ausführen können, und daß, wenn durch Ausschneiden des Statolithen gezeigt werden kann, daß die Ruderreihen auch ohne ihn geordnet zu schlagen vermögen, bewiesen ist, daß noch ein zweites reizleitendes System im Spiele ist und man vermuten darf, daß diese Reize Bahnen gehen, die irgendwie auch einmal anatomisch definierbar sind. Es hat sich auch schon herausgestellt, daß eine Reizleitung von der Mundgegend zu den Ruderreihen besteht, daß schwache mechanische Reize den Ruderschlag hemmen, starke ihn beschleunigen, und daß bei gesteigerter Erregbarkeit und bei Wiederholung die schwachen Reize wie starke wirken, was gar nicht anders verstanden werden kann als auf Grundlage eines Nervensystems. — Zu BETHES Nachweis eines Nervennetzes (1895) bemerkt jedoch A. G. MAYER 1912, daß, wenn sich die Fortsätze jeder Ganglienzelle mit den gleichen Prozessen anderer Ganglienzellen vereinigen, „without separate neurons“, dies ein so außerordentlicher Fund sei, „that confirmatory studies must be made before we can accept it as proven“. Siehe auch S. III. f 46.

Wie die Ruderwimper und das Statolithenorgan sind auch die Polplatten von hoher mechanischer Reizbarkeit. Für chemische Reize und besonders Geruchsreize sind die Polplatten nicht empfänglich.

Die ganze Haut soll Temperaturreize aufnehmen können. Bei *Beroë* soll der Temperatursinn noch besonders auf ein flimmerndes Organ am inneren Rande des Mundes lokalisiert sein. Wenn *Beroë ovata* (das ist hier eine ostamerikanische Form der *Beroë cucumis*) durch einen Strom lauwarmen Wassers aus einer Pipette getroffen wird, so antwortet sie durch Kontraktion und wogende Bewegungen des Mundrandes.

Die ganze Haut ist empfindlich für gewisse chemische Reize, die das Epithel nicht ätzen und keine sichtbare Veränderung in der Haut zurücklassen. Eine sehr starke Steigerung dieser Empfindlichkeit beobachtet man an dem bandförmigen Sinnesorgan etwas innerhalb des Mundrandes.

Künstliche Teilung einer *Beroë* liefert Segmente, deren jedes bedeutend erregbarer ist als das Ganze. Nicht nur die Schnittländer, sondern auch die vom Schnitte nicht direkt betroffenen Stellen nehmen an Erregbarkeit zu. Die Innenwand des Schlundes ist für eine Anzahl chemischer Reize unempfindlich. (Nach NAGEL, BAUER, MAST, HERTER u. a.)

„Die psychischen Tätigkeiten der Rippenquallen stehen selbstverständlich auf einer sehr niederen Stufe.“ Die „psychisch am höchsten stehenden Rippenquallen“ sind (ebenfalls nach CHUN 1880) die Beroen.

Fortpflanzung „Sämtliche Ctenophoren pflanzen sich lediglich auf geschlechtlichem Wege fort,“ durfte CHUN noch 1892 schreiben. Inzwischen hat sich jedoch, zuerst an den sitzenden und kriechenden Arten, dann aber auch an *Bolinopsis* ergeben, daß sie sich auch durch Teilung fortpflanzen. Den bestimmten Nachweis hat MORTENSEN 1912 und 1913 erbracht (s. S. III. f 44). „Ein Generationswechsel ist nie bei ihnen beobachtet worden. Wohl aber kommt eine eigenartige Zeugungsform, die Dissogonie (CHUN), den gelappten Ctenophoren zu. Ihre cydippenförmigen Larven werden nämlich während der warmen Jahreszeit direkt nach dem Verlassen der Eihülle bei einer Größe von nur 0,5—2 mm geschlechtsreif, indem die 4 subsagittalen (adpharyngealen) Gefäße zu kleinen mit Samen und Eiern erfüllten Zwitterdrüsen anschwellen (Fig. 4 und 6). Aus den befruchteten Eiern entwickeln sich wiederum kleine cydippenförmige Larven. Nachdem die geschlechtliche Tätigkeit der Jugendformen einige Tage hindurch andauert, werden die Sexualprodukte rückgebildet, während gleichzeitig die Larven zu einer komplizierten Metamorphose sich in die ausgebildeten gelappten Ctenophoren verwandelt haben, wird wiederum eine zweite Periode geschlechtlicher Tätigkeit eingeleitet, indem sämtliche 8 Meridionalgefäße die Sexualprodukte ausbilden. Die Zeugung durch Dissogonie ist demnach dadurch charakterisiert, daß ein und dasselbe Individuum in zwei durchaus verschiedenen Formzuständen, zwischen welche eine durch Rückbildung der Geschlechtsprodukte ausgezeichnete Metamorphose sich einschaltet, geschlechtlich tätig ist“ (CHUN 1892). Der Vorstellung CHUNS gegenüber, daß Disso-

gonie „nur unter dem Einfluß einer erhöhten Oberflächentemperatur des Seewassers eintritt“, ist MORTENSEN 1912 der Überzeugung, daß sie auch bei der *Bolinopsis* der nordischen Meere zu finden sein wird oder schon gefunden ist, und daß z. B. die „junge *Pleurobrachia rhodopsis*“ von Helgoland, die GARBE 1901 untersucht hat, eine junge, bereits geschlechtsreife *Bolinopsis* war.

Die Eier der *Pleurobrachia* werden (im Mittelmeere) in kleinen Schnüren von 6 oder 8 Eiern gelegt und immer frühmorgens ausgestoßen (KOWALEVSKY 1866). „Die Beroen legen wie alle anderen Ctenophoren ihre Eier das ganze Jahr hindurch. Hält man eine große Beroide nur ein paar Tage gefangen, so ist man sicher, Eier zu erhalten. Diese entwickeln sich ohne große Mühe, halten das Wechseln des Wassers sehr gut aus und sind überhaupt die beständigsten von allen Ctenophoreneiern“ (KOWALEVSKY 1866).

Entwicklungsgeschichte Über die Eier unserer heimischen Ctenophoren liegen noch keine geordneten Erfahrungen vor. Auch die Spermien sind noch nicht untersucht worden.

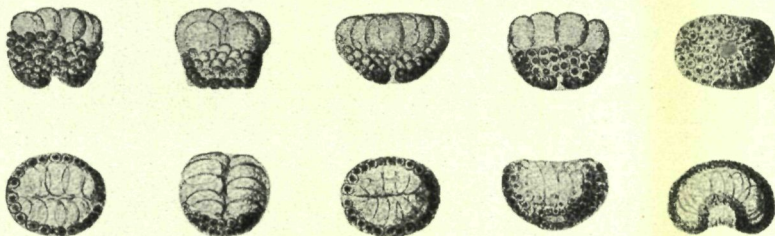


Fig. 22.

Pleurobrachia pileus (von A. AGASSIZ als *Pl. rhododactyla* bestimmt), Embryonen in der Eihülle. — Die Mikromeren umwachsen allmählich die Makromeren und stülpen sich zuletzt an dem einen Körperpole ein. — Nach ALEXANDER AGASSIZ 1874.

Die Furchung ist inäqual. Sie führt bald zu einer Scheidung in Mikromeren und Makromeren (Fig. 22 und 25). Durch einen Vorgang, der zwischen Epibolie und Embolie die Mitte hält, wird die Gastrula gebildet.

Mertensia ovum. — Die von A. AGASSIZ 1865 gegebenen 9 Figuren, bis jetzt die einzigen, lassen sich leider nicht auswerten, weil sie ohne Angabe von Maß und Zahl sind. Junge Tiere sind meist sphärisch, jedoch mit zugespitztem Mundende. Die Pleurostichen sind voller entwickelt als bei jungen *Pleurobrachia* gleichen Alters. Die Tentakel sind relativ kleiner und erhalten ihre Seitenzweige erst später. Das orange-rote Pigment der Pleurostichen tritt schon sehr früh auf.

Pleurobrachia pileus (s. ALEXANDER AGASSIZ 1865 und 1874). — In der ersten Jugend ist die Tentakelebene (wie bei *Mertensia*) die größte (Fig. 22). Die Ruderwimpern erscheinen als 4 Doppelreihen einfacher Geißeln (Fig. 24). Fast gleichzeitig mit ihnen legen sich die Tentakel an (Fig. 23), erscheinen zuerst als knopfähnliche Anschwellungen (Fig. 23), werden darauf zu schlanken Fäden und erhalten alsdann

die Seitenfäden. Die ersten Seitenfäden bilden sich am proximalen Ende des Tentakels (Fig. 24). Nach und nach werden die Tentakelwurzeln in den Körper versenkt und ragen dann aus Taschen heraus (Fig. 10). Die junge *Pleurobrachia**) ist birnförmig und ge-

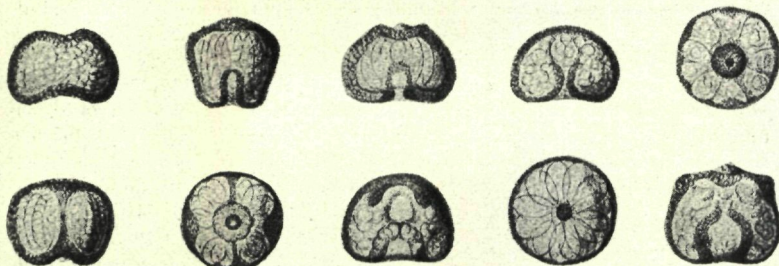


Fig. 23.

Pleurobrachia pileus (von A. AGASSIZ als *Pl. rhododactyla* bestimmt), Embryonen in der Eihülle. — Die erste Spur des Sinneskörpers tritt auf. Das Cölenteron bildet sich. Die ersten Anlagen der Pleurostichen sind zu sehen. Die Tentakel legen sich an. Vom Pharynx scheidet sich der Ösophagus ab. — Diese Prozesse können sich in verschiedenen Reihenfolgen vollziehen. — Nach ALEXANDER AGASSIZ 1874.

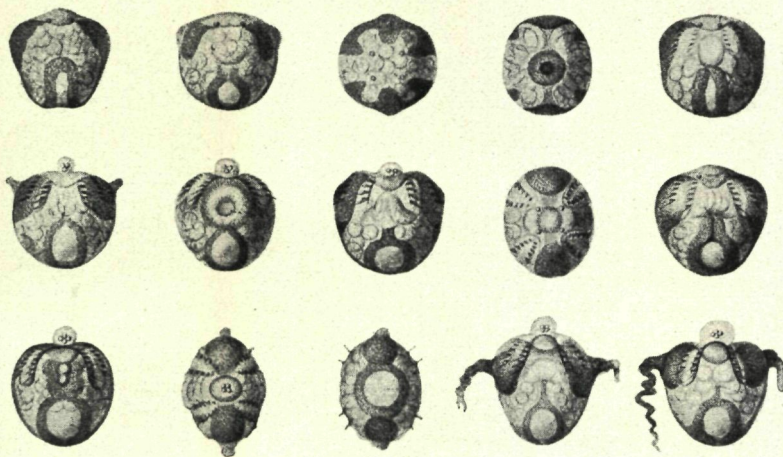


Fig. 24.

Pleurobrachia pileus (von A. AGASSIZ als *Pl. rhododactyla* bestimmt), Embryonen in der Eihülle. — Der Embryo ist birnförmig geworden. Der Statolith bildet sich von jedem Quadranten aus. Die Pleurostichen werden deutlicher. Sie scheiden sich dann in 4 Doppelreihen. Im Entoderm sondern sich die Darmröhren ab. Der Statolith tritt nahezu fertig hervor. Aus der Tentakelanlage tritt der Hauptpfaden heraus. — Nach ALEXANDER AGASSIZ 1874.

streckt (Fig. 24), dann wird sie kugelig (Fig. 24). Schon vorher schlüpft sie aus. Im Ei ist sie sehr beweglich und dreht sich viel um ihre Achse.

*) Beim Bestimmen von Ctenophorenlarven ist Vorsicht geboten. Man mache es sich zur Regel, über keine Larve ein sicheres Urteil abzugeben, die man nicht selbst gezüchtet hat. GARBS (1901) Larven aus Helgoland und Triest sind höchstwahrscheinlich *Bolinopsis* (Fig. 6) und *Leucothea*, und nicht, wie er glaubte, *Pleurobrachia*.

Bolinopsis infundibulum (s. einige Stadien, CHUN 1892: Dissogonie, und A. AGASSIZ 1865 und 1874). — Junge sehen fast ganz wie junge *Mertensia* und *Pleurobrachia* aus. Die Tentakel sind lang und schmiegsam und mit vielen einfachen Seitenzweigen versehen (Fig. 4 und 6) wie bei Mertensien. Der Schlund und der periphere Darm sind schlanker als bei *Pleurobrachia* gleichen Alters. Mit fortschreitender Entwicklung wird der Körper eiförmig, spitzt sich in der Mundgegend zu und wächst sich in der medianen Ebene aus (Fig. 14 und 12). Die Mundlappen erscheinen sehr spät an den Ecken des Mundes (Fig. 4) und noch später die Aurikeln (Fig. 12) in den inneren Winkeln der Basen der Lappen. Um dieselbe Zeit beginnen die Basen der 2 Tentakel vom Scheitelfeld her durch das Ruderfeld zu wandern, bis sie zu beiden Seiten des Mundes zur Ruhe kommen (Fig. 14 und 13). Mit den Tentakeln wandern die zugehörigen Gefäße mundwärts. Die 8 Pleurocladien sind zuerst einfach und blind endigend wie bei *Pleurobrachia* und

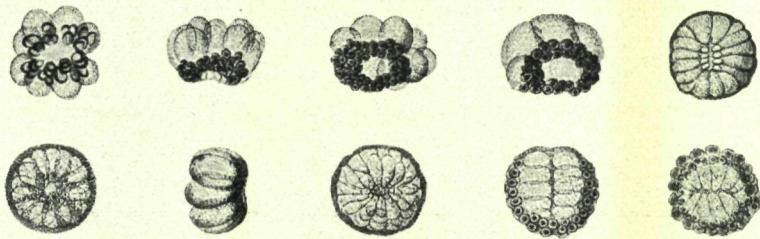


Fig. 25.

Beroë (von A. AGASSIZ als *Idya roseola* bestimmt), Embryonen in der Eihülle. Ein Kranz Makromeren an dem einen, ein Kranz Mikromeren an dem anderen Pole der Achse. Zunächst ist noch die Anordnung in Quadranten sichtbar. Die Mikromeren schicken sich an, die Makromeren zu umwachsen. — Nach ALEXANDER AGASSIZ 1874.

liegen dicht unter den Pleurostichen (Fig. 4). Aber sobald die Mundlappen zu erscheinen beginnen, wachsen sie mundwärts aus und formen in den Lappen 2 geschlossene Schleifen (Fig. 13): die beiden medialen (adpharyngealen) jedes Lappens legen sich in arabeskenartige Windungen (Fig. 13), die beiden adtentakularen durchsetzen zuerst die Aurikel und suchen erst dann die Vereinigung in dem Lappen, und zwar an seinem Rande (Fig. 12 und 13).

Über die Entwicklung der nahverwandten Gattung *Mnemiopsis* hat sich A. AGASSIZ etwas eingehender geäußert. Die Larven durchschreiten nacheinander an *Pleurobrachia* und *Bolinopsis* erinnernde Stadien.

Beroë cucumis. — An der *ovata* genannten Form von Neapel haben CHUN, DRIESCH, MORGAN, FISCHER, ZIEGLER, YATSU u. a. Versuche und Beobachtungen über das Verhalten der Blastomeren angestellt. Über die Entfaltung der Körperform liegen Untersuchungen von A. AGASSIZ 1874 vor (Fig. 25, 26, 27). — Auch bei den Larven der tentakellosen Ctenophoren ist der Zeitpunkt des Ausschlüpfens in dem Augenblick gekommen, wo Scheitelfeld, Ruderfeld und vor allem das Mundfeld deutlich voneinander geschieden sind (Fig. 27). Den Abschluß des Larvenlebens bezeichnet die Ausgestaltung des Randes der Polplatten (Fig. 18, 17). Wenigstens erhalten um dieselbe Zeit, wo sich die

Pleurocladien mit den Metacladien in der Mundgegend vereinigen (Fig. 16) oder vielleicht schon ein wenig früher (Fig. 5) die Ränder der Polplatten ihre sie kennzeichnenden bäumchenförmigen Zotten. 2.0 mm hohe Tiere (Fig. 5) sind stark mit Pigmentflecken versehen. Jede Pol-

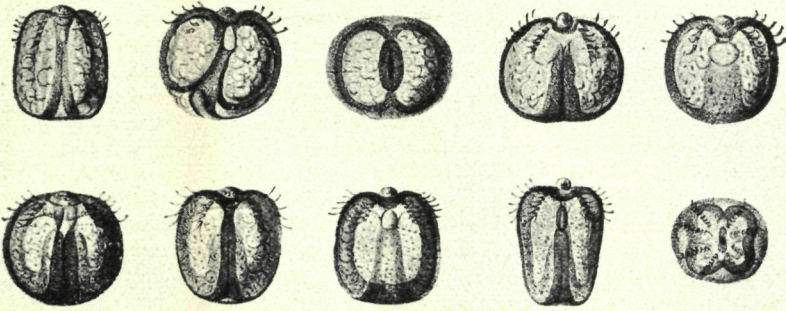


Fig. 26.

Beroë (von A. AGASSIZ als *Idya roseola* bestimmt), Embryonen in der Eihülle. Der Sinneskörper, die Pleurostichen, der Mund und der Pharynx haben sich gebildet. Die Pharynxebene ist scharf ausgeprägt. (Von Tentakelanlagen ist nirgends eine Spur zu entdecken.) Der Embryo streckt sich in der Achse mundwärts. Darüber wird der Pharynx immer geräumiger. Zuletzt beginnt die Gliederung des Cölenterons.

Nach ALEXANDER AGASSIZ 1874.

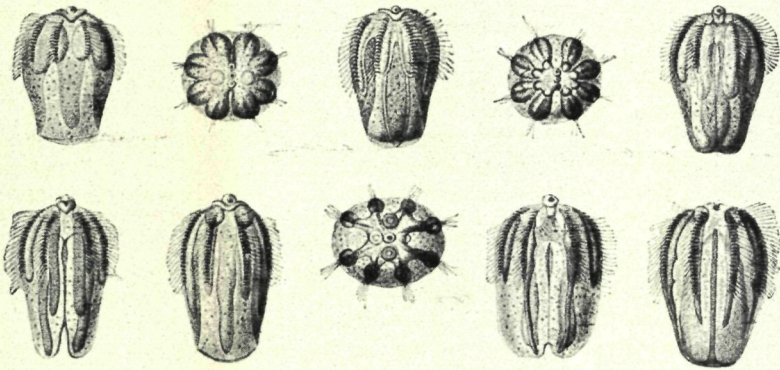


Fig. 27.

Beroë (von A. AGASSIZ als *Idya roseola* bestimmt), Embryonen in der Eihülle. Der Embryo wird immer schlanker. Neben dem Sinneskörper erscheinen die 2 Polplatten. Im Entoderm schreitet die Differenzierung vorwärts, es sind bereits die Metacladien gebildet (zweites Bild). Die Polplatten erhalten an den Rändern die dendritische Verästelung. Je weiter die 8 Pleurostichen den Körper überziehen, desto deutlicher werden unter ihnen die 8 Pleurocladien. Zuletzt haben sich 2 der Pleurocladien (die 2 adpharyngealen) am Mundrande mit den Ausläufern des Metacladus derselben Körperhälfte vereinigt. (Später werden auch die 2 adstomachalen Pleurocladien diese Verbindung suchen und gewinnen, so daß das Bild von Fig. 16 entsteht.) Vgl. das letzte Stadium auch mit Fig. 18 und 17. — Nach ALEXANDER AGASSIZ 1874.

platte ist relativ sehr groß und hat 4 verzweigte und bewimperte Zotten. Die Ruderreihen reichen bis zur Hälfte des Körpers hinab. 15 bis 20 mm hohe Tiere sind ganz durchsichtig (Fig. 16). Die 8 Pleurocladien treiben dann die ersten Zweige vor (Fig. 16). Die Zahl der

Zotten an der Polplatte mehrtsich. Etwas später wird die Gallerte stahlblau und die Farbe der Pleurocladien rosa. Bei 26 mm hohen Tieren wird das Zweigwerk dichter, doch greift es noch nicht, wie später oft, von den 4 Pleurocladien jeder Seite auf den Metacladus über. Das Tier ist jetzt ausgesprochen rosenfarbig.

Regeneration. — Sicherlich regenerieren alle unsere Ctenophoren verlorengegangene Körperteile. Doch liegen Versuche darüber erst an *Bolinopsis* vor. MORTENSEN (1913) sah im Sommer 1911 in Trondhjem, wie beim Fangen beschädigte *Bolinopsis* bereits nach 5 Tagen die verlorenen Teile fast vollständig wiederhergestellt hatten und stellte daraufhin (als Erster) planmäßig Versuche an. Er hielt die operierten Tiere in geräumigen Gefäßen, ohne Durchlüftung, aber bei öfterem Wasserwechsel. Als warmes Wetter eintrat, litten die Tiere etwas unter der zu hohen Temperatur in den Gefäßen. Doch war das Ergebnis der Versuche sehr befriedigend. Ein 24 mm hohes Tier, dem das Organ am Scheitel ausgeschnitten war, hatte am 7. Tage das Organ vollständig wiederhergestellt. — Ein 22 mm hohes Tier, das in der Tentakelebene in zwei Teile zerlegt war, zeigte am 7. Tage in der Hälfte, die das Scheitelorgan enthielt, 4 neue (kurze) Ruderreihen, 2 neue (kleine) Aurikel und Reduktionen in der Größe der alten Aurikel und des alten Lappens, in der anderen Hälfte aber bis dahin noch keine neuen Ruderreihen. — Ein 20 mm hohes Tier, das in der Höhe des Magens querschnitt war, zeigte am 7. Tage, daß das apikale Stück geschwächt, das andere aber vollständig regeneriert war, nur die Akrocladien und die Polplatten waren noch nicht normal groß geworden. MORTENSEN zweifelt nicht, daß auch *Pleurobrachia* und *Beroë* in weitem Maße regenerieren können. Andere, nicht bei uns vorkommende Arten, tun es bestimmt.

Diese Ergebnisse regen vielleicht dazu an, auch das Experimentieren mit den Blastomeren von neuem aufzunehmen.

Ökologie „In den oberflächlichen Schichten des freien Ozeans bilden sie einen nicht unerheblichen Bruchteil des tierischen Planktons“ (CHUN 1898). „Die Plankton-Expedition begegnete gelegentlich Schwärmen von Ctenophoren, welche durch ihre Ausdehnung und Dichte imponierten. Am 29. und 30. VII. erschienen Massen der für die kalten Stromgebiete charakteristischen nordischen *Beroë cucumis* Fabr., zwischen Wolken von *Calanus finmarchicus*. Sie verschwanden vollständig bei dem Austritt (des Schiffes) aus dem kalten Labradorstrome. In dem warmen Südäquatorialstrome trat dann weiterhin am 7. IX. ein dichter, aber nur wenige Sm. langer Schwarm der zarten gelappten Ctenophore (*Eucharis*) *Leucothea multicornis* D. Ch. auf“ (CHUN 1898). „Die Ctenophoren sind meistens relativ zu anderen Planktontieren groß, z. T. sehr groß, daher haben wir sie öfter“, sagt HENSEN, der Führer der Plankton-Expedition, 1898, „in großen Mengen gesehen, und doch kam noch bei weitem kein Exemplar auf 1 qm Oberfläche. In solchem „Falle“, urteilt HENSEN, „wird dann nach dem Anblick der Oberfläche von einem „Schwarm“ gesprochen werden dürfen;

doch wird nicht leicht ein Exemplar ins Netz geraten.“ *Pleurobrachia* bildet in den kalten Wassern der Küste von Nova Scotia oder Maine während des Sommers häufig weitausgedehnte Schwärme, und zu Zeiten stößt geradezu eine an die andere über weite Flächen hin (A. G. MAYER 1912).

Die vollendete Durchsichtigkeit der *Bolinopsis* mag das Tier ja wohl vor Nachstellungen schützen, kann aber keineswegs nur von diesem Gesichtspunkte aus verstanden werden. „Glastiere“ sind uninteressiert an der Eigenschaftsfülle des Sonnenlichts, so daß die Glastiere Dunkeltiere sind, gleichgültig, ob sie an der Oberfläche des Meeres leben oder in der Tiefe.

Bekannt ist die Fähigkeit der Ctenophoren, zu leuchten. „So intensiv ist der bläuliche Schein, den eine *Beroë* verbreitet, daß“, wie PANCERI berichtet, „es gelingt, in die Nähe gebrachte Schriftzüge zu lesen oder die Physiognomie von Personen in der Dunkelheit zu erkennen.“ Bei den alten Tieren ist das Leuchten an die Cladien unterhalb der Ruderreihen gebunden; doch leuchten die Embryonen schon lange, bevor sie Ruderplättchen haben, selbst die Gastrulae und ersten Furchungsstadien können leuchten. Das ungefurchte Ei der *Beroë ovata* (des Mittelmeeres) erstrahlt, bei Betrachtung im Dunkelfelde, intensiv smaragdgrün. Doch hat nur der Ektoplasmasaum das grüne Leuchten, Endoplasmotropfen leuchten weißlich. Während der Furchung lagert sich die grüne Substanz mehrfach um: vor der 1. bis 3. Furchung strömt sie an die Einkerbungsstellen, dann umhüllt sie gleichmäßig die fertigen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ Blastomeren und bleibt am Ende der Achterteilung am animalen Pole angehäuft; sie wird in die animalasymmetrisch abgeschnürten Mikromeren gelagert. Die junge Larve verliert das Leuchten (SPEK 1926). — Die Leuchtkraft wird abhängig gedacht von einer besonderen Substanz, die auf mechanische oder chemische Reize hin zerlegt wird, oder von Leuchtbakterien, die in Symbiose mit der Ctenophore leben (BUCHNER, DUBOIS, DAHLGREN, HARVEY).

Den Beroen werden Giftzellen zugeschrieben, die in der Umgebung des Mundes in sehr großer Zahl stehen. Der Schleim und die Körpersubstanz der mediterranen *Beroë ovata* enthält eine für Frösche, Tauben, Kaninchen und Hunde giftige Substanz. Giftig sind wahrscheinlich auch die Klebzellen der tentakulaten Ctenophoren.

Über die Gewichte und die Menge der Trockensubstanz der heimischen Ctenophoren liegen noch keine Untersuchungen vor.

In Eis eingefrorene *Pleurobrachia*, die so hart waren, daß man sie wie Kugeln rollen konnte, hat man nach dem Auftauen weiter leben sehen (PAGENSTECHER).

Parasiten. — In der Gallerte der *Pleurobrachia* sah MORTENSEN 1912 einen unreifen Nematoden, dessen weitere Formzustände vielleicht in dem Fische *Cyclopterus lumpus*, der die Ctenophore frißt, leben, wie etwa *Ascaris succisa* Rud. und *Agamonema capsularia* Diesing. — Im Schlunde und in der Gallerte sah MORTENSEN dann noch einen jungen Trematoden, der, erwachsen, wohl ebenfalls in *Cyclopterus* vorkommt oder in *Acanthias vulgaris*. Über die Endo-

parasiten der anderen heimischen Arten liegt noch nichts vor, wohl aber einiges über die Ektoparasiten anderer Ctenophoren-Arten.

Die natürlichen Feinde unserer Ctenophoren sind unter den Fischen *Cyclopterus lumpus*, in dessen Magen *Pleurobrachia* und *Mertensia* gefunden sind, *Acanthias vulgaris*, der *Pleurobrachia* frißt, sowie *Salmo salar*, *Gadus morrhua* u. a. Nicht unmöglich, daß auch Sturmvögel sich von Ctenophoren nähren, etwa von Beroen und auch Pleurobrachien. Daß die Ctenophorenarten sich untereinander befehden, ist schon hervorgehoben worden.

Schaden für die Fischerei. Daß die Ctenophoren der Fischerei schaden, wird oft behauptet, doch liegen Zahlen darüber nicht vor. BIGELOW fand, daß *Mertensia ovum* an der Küste von Labrador vom Sculpin (dem Cottiden *Acanthocottus groenlandicus* Fabr.) lebt. A. G. MAYER 1912 meint, daß, wo Ctenophoren in großen Schwärmen auftreten, sie durch Vernichtung der Eier und Jungen eine ernste Gefahr für die Kabeljaufischerei sind (s. S. III. f 38).

Nachträge 1. Über den Schlag der Wimpern im Coelenteron der *Pleurobrachia pileus* von Millport hat JAMES F. GEMMILL (Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh, 1918) berichtet. — An treibenden Ölkügelchen, Nahrungsteilchen und Karminkörnchen kann man leicht feststellen, wie sich die Flüssigkeit in den Gastrovaskularräumen unter dem Einflusse der Wimpern bewegt. Im allgemeinen bestehen 2 Kreisläufe nebeneinander, einer im Schlunde und einer in den röhrenförmigen Darmgebieten; doch stellen zuweilen peristaltische Bewegungen offene Verbindungen zwischen ihnen her. Der Kreislauf im Schlunde beginnt mit der Tätigkeit der Wimpern, die den inneren Mundrand wie ein Band umsäumen und in die Schlundhöhle hineinschlagen. Entlang der Mitte jeder breiten Seite des Schlundes schlagen die Wimpern nach dem Magen hin; in allen übrigen Teilen des Schlundes schlagen sie mundwärts, am stärksten in den engen Winkeln des Schlundes. Im Magen und in allen horizontal liegenden Teilen des mittleren Darmes schlagen die Wimpern am Boden nach dem Äquator hin (und die an der Decke umgekehrt vom Äquator nach dem Mittelpunkt des Magens zu). In den 2 Cladien des Metagasters wie in den Gefäßen, die sich an die Wurzeln der Tentakeln anlehnen, schlagen die Wimpern in den axialen Teilen mundwärts, in den peripheren nach dem Magen hin. In den meridionalen Gefäßen ist der Schlag der Wimpern so geordnet, daß er in den den männlichen Gonaden entsprechenden Teilen nach dem Sinnespole und in den den weiblichen Gonaden entsprechenden Teilen nach dem Munde hin gerichtet ist und in allen axialen Hälften wieder aboralwärts. An den Wänden des Akrogasters bewegt sich die Flüssigkeit in der Tentakelebene nach dem Sinnespole hin, und in der Schlundebene wieder in den Magen zurück. Im Magen mischen sich die zurückkommenden Flüssigkeiten und werden sofort wieder in die peripherischen Röhrenabschnitte hinausgetrieben. (Zu: S. III f 33 und 38; siehe auch Fig. 10.)

2. Verbreitung der *Pleurobrachia pileus* im offenen Ozean. Nach einer oft übersehenen Literaturstelle hat FOL zu-

sammen mit HAECKEL im Winter 1866/67 (Dissertation 1869, p. 1) bei den Kanarischen Inseln „hie und da auch eine *Pleurobrachia*“ gesehen. (Zu: S. III. f 26.)

3. Über das Vorkommen von *Pleurobrachia pileus* in der Ostsee hat kürzlich W. MIELCK einen sehr dankenswerten Bericht gegeben (Die Untersuchungsfahrt des „Poseidon“ in der Ostsee im Frühjahr 1925, vorl. Mitt.; Berlin, Otto Salle, 1926, p. 88/89): „In der westlichen Ostsee war *Pleurobrachia* in mittleren und größeren Exemplaren an den meisten Fangplätzen, wenn auch nicht in großer Zahl, vertreten. Im Arkonabecken wurden auf der Ausreise nur junge Exemplare, auf der Rückreise auch mittelgroße gefangen neben den jetzt viel häufigeren jungen. In dem weiten Gebiet vom Arkonabecken bis N von Gotland hielt sich *Pl.* ganz vorzugsweise in tieferen Schichten auf. Im Arkonabecken nahm die Häufigkeit oberhalb von 40 m schnell ab, wobei junge Exemplare höhere Schichten erreichten; höher als 10 m fehlten aber auch diese. Auf den flachen Stationen bei Rügen und am Adlergrund wurde die Art nicht bemerkt. Auch auf der Oderbank fehlte sie auf der Ausreise, nicht dagegen auf der Rückreise, 14 Tage später, wo jedoch nur sehr jugendliche Exemplare festgestellt werden konnten. Im Bornholmbecken, wo nur junge Exemplare vorhanden waren, die hier ebenfalls auf der Rückreise in den Fängen zahlreicher waren, reichte *Pl.* bis etwa 40 m aufwärts, ebenso in der Stolper Rinne, wo mittelgroße Exemplare angetroffen wurden. Die Flachgebiete der mittleren Ostsee (S von Öland, Mittelbank, Rixhöft) waren ohne *Pleurobrachia*. Sehr zahlreich dagegen war sie im Danziger Tief und von hier aus an jeder Station im ganzen Tiefengebiet O, N und W von Gotland. Dabei handelt es sich hier überall durchweg nur um größere und sehr große Exemplare. Sie steigen nicht höher als bis etwa 80 oder, seltener, 60 m in die oberflächlichen Schichten auf; nur NW von Gotland überschritten sie diese Obergrenze, allerdings nur in geringer Anzahl. Dabei konnten sie noch in einem so niedrigen Salzgehalt wie 7‰ nachgewiesen werden.

Bemerkenswert ist die Erscheinung, daß diese Ostsee-*Pleurobrachia* viel zarter als die der Nordsee ist. Die Nordseeform behält, an die Luft gebracht, ihre kugelige Gestalt und bleibt so gut wie unversehrt, während die der östlichen Ostsee sich abplattete und zerfiel und in den Fängen sämtliche Exemplare so stark beschädigt waren, wie man es in der Nordsee in ähnlicher Weise nur bei *Bolina infundibulum* kennt.

Von besonderem Interesse dürfte die Feststellung sein, daß *Pl.* sich im N noch im Laichen befand, und zwar wurden z. B. im Landsorttief sehr zahlreiche schwebende Eier (mit einem Durchmesser der Hülle von 0,50 bis 0,57 mm) bemerkt. Während also hier im N, bei Gotland, nur große, laichende Exemplare nebst Eiern und übrigens auch eben ausgeschlüpfte Embryonen vorhanden waren, fanden wir in der Bornholmer Mulde keine großen Exemplare mehr, dafür aber bereits so viel herangewachsene Jungtiere, daß sie mit den weitmaschigen Fischbrutnetzen gefangen werden konnten. Man darf daher vermuten, daß das Abbläichen (und damit vielleicht das Absterben) der alten Tiere hier im

SW früher im Jahre geschieht als in der Danziger Bucht und in den Mulden rings um Gotland. Die jungen Tiere steigen wahrscheinlich aus der Tiefe in höhere Schichten auf und können sich so auf weitere und flachere Gebiete verbreiten, wofür das bei der Rückreise festgestellte zahlreiche Erscheinen jugendlicher Exemplare auf der Oderbank spricht. Diese Vermutungen bedürfen aber doch genauerer Nachprüfung.“

Besonders wertvoll an diesen Funden ist die Bemerkung über die zarte Konsistenz der *Pleurobrachia* der östlichen Ostsee. Wenn der Brauch, die Ctenophoren zu klassifizieren, nicht zufällig auf bloße Formbeschreibung (also Überbewertung der reinen Form) ausginge, würde diese Tatsache genügen, die Pleurobrachien der östlichen Ostsee mit besonderem Namen zu belegen. Nun das Tier aber bereits in hologäischem Lichte steht, muß gefragt werden, aus welchen Gründen die Ctenophore an diesen Orten so außerordentlich zart ist. Vermutlich ist es der geringe Salzgehalt der östlichen Ostsee, der die Gallertsubstanz so sehr verändert. Über *Bolinopsis* und *Beroë*, ja ebenfalls Tiere von sehr weiter Verbreitung, fehlt es bisher an solcher Erfahrung, wenn nicht CARL VOGTs Bemerkung (1885, p. 171), daß die *Bolina* von den Lofoten „beträchtliche Festigkeit besitzt“, bereits ein stummer, nunmehr bereiteter Zeuge dafür ist, daß es auch bei *Bolinopsis* harte und leicht zerfließende Formen gibt, — die „Lesueurien“ des Mittelmeeres wie die von Newport Harbor und aus der Massachusetts Bay würden dann zu den empfindlichsten Formen des Kreises gehören. Nicht unwahrscheinlich ist es nun auch, daß die japanische Ctenophorenforschung Auskunft darüber gibt, ob die MOSERSche *Bolina mikado* aus der Sagamibucht bei Misaki (deren Konservierung DOFLEIN einmal gelungen ist) nicht auch eine von den harten *Bolinopsis*-Formen (nicht -Arten) ist. (Zu: S. III. f 25/29.)

Die MIELCKESche Entdeckung ist dazu angetan, der anzustrebenden Formkreislehre ein neues Stück Grundlegung zu geben: bisher schien allein die Temperatur die Formen zu scheiden und zu vereinigen, von jetzt an wird auch auf den Salzgehalt acht gegeben werden müssen, — bei *Beroë* freilich, das sieht man schon heute, erklärt auch das noch nicht genug, wie ja selbstverständlich die Zahl der artbildenden Faktoren nicht mit 2 oder 3 erschöpft sein kann.

4. Die Habitusbilder von *Bolinopsis*, die CARL VOGT gegeben hat — unsere Fig. 11 —, werden gern wegen ihrer Naturtreue gelobt (1895, 1898, 1908), ohne daß jedoch einer der Autoren Material von den Lofoten zum Vergleich zur Verfügung gehabt hätte. Nach Kieler Exemplaren (von Ende VII. 1895) urteilt VANHÖFFEN 1895, „daß die am Grunde der kurzen Rippen durch Faltung bedingten Ecken der Mundlappen (Fig. 11, *m*) nur bei bestimmter Haltung der Mundlappen so stark hervortreten, wie es in der Zeichnung dargestellt ist“. Auch MORTENSEN 1912 hat VOGTs Darstellung „very careful and exact“ gefunden; doch setzt er aus, daß die 4 langen Ruderreihen (*f*) bei der Fortsetzung auf die Schwimmlappen (*g*) schwerlich in solche Härchenreihen auslaufen, wie VOGT das zeichnet, und daß sie auch nicht so weit über die Lappen hinstreichen, wie bei VOGT zu sehen ist, jedenfalls nicht „in the younger specimens“, die ihm zur Untersuchung vorlagen. Die weiten Falten an den Basen der Lappen (*m*) hat MORTENSEN niemals gesehen. Die von VOGT nicht gesehenen Windungen der Gefäße in den Lappen hat MORTENSEN so gefunden,

wie sie LOUIS AGASSIZ 1850 auf tab. 7, fig. 4 und tab. 8, fig. 7 gezeichnet hat, und stets unterschieden sich die Windungen beider Lappen etwas voneinander.

Sehr bemerkenswert und der Aufmerksamkeit künftiger Untersucher dringend zu empfehlen ist die Tatsache, daß sowohl VOGT wie MORTENSEN bei jungen *Bolinopsis* (VOGTs fig. 75 und 76) von 1 mm Durchmesser die Tentakelgefäße nicht aus der 1. Gabelung des Mitteldarmes, sondern von einem der Cladischen ausgehen sahen; bei CHUNS *hydantina* ist derartige nicht gesehen worden (1892, tab. 11, fig. 3)! Die Tatsache bedeutet unter anderem, daß sich die Ctenophoren doch nicht so streng symmetrisch entfalten, wie immer angenommen wird. (Zu: S. III. f 16, 1 und 40/44.)

5. Zur Physiologie des Schlages der Ruderreihen von *Beroë* hat OLDŘICH V. HYKEŠ (Brünn); in: Biologickýh Listů, 11. 3, 1925) kürzlich neue Versuche angestellt (K fysiologii žebřek žebřernatek [*Ctenophora*]). Der Verfasser hat in Villefranche gearbeitet und, wie es scheint (er schreibt tschechisch), besonders mit „*Beroë ovata*“ und „*Beroë forskåli*“, aber auch mit „*Lesueuria* sp.“ und *Eucharis multicornis* experimentiert. Nach der französischen geschriebenen Zusammenfassung hat sich ihm diese These ergeben: die Bewegung der Ruderreihen steht unter dem Einfluß des Nervensystems. Wenn man das Tier am Sinnespole mechanisch, chemisch, thermisch oder osmotisch reizt, so läuft der Rhythmus des Schlages schneller ab als gewöhnlich. Dasselbe ergibt sich, wenn man den Zusammenhang der Reihe unterbricht, sei es mit dem Seziersmesser, sei es mit Ätzmitteln. Wenn man aber an den Seiten dieser Unterbrechung kollateral und parallel zur Wimperreihe 2 Einschnitte anbringt, tritt dieser Erfolg nicht mehr ein. Es folgt daraus, daß die kollateralen Nerven den Reiz, der vom Sinnesorgan ausgeht, weiterleiten, wenn die unmittelbare Nervenleitung unterhalb der Wimperreihe zerstört ist.

Ein Sonnenstrahl, der das ruhende Tier mit Hilfe eines Spiegels trifft, beschleunigt den Ablauf der Wellen.

Auch die Elektrizität kann verschieden wirken, je nach der Richtung, in der sie den Tierkörper durchströmt. (Zu S. III f 30/36.)

Literatur Allgemeines:

AGASSIZ, LOUIS: Contributions to the Natural History of the United States of America, 2nd monograph, 1860.

AGASSIZ, ALEXANDER: North American *Acalephae*. 1865.

CHUN, CARL, in: Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel, 1, 1880.

— —, in: BRONNS Klassen u. Ordn. d. Tierreichs, 2, 1889/1892.

KRUMBACH, THILO, in: KÜKENTHALS Handb. d. Zoologie 1, 1923/1925. Anatomie:

EIMER, THEODOR: Zoologische Studien auf Capri 1873 (*Beroë*).

HERTWIG, RICHARD: Über den Bau der Ctenophoren, Jena 1880.

VOGT, CARL & EMIL YOUNG: Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie, 2. Lieferung, 1885 (*Bolina norvegica* = *Bolinopsis infundibulum*).

- SAMASSA, PAUL, in: Arch. mikr. Anat., **40**, 1892.
- CURRERI, GIUSEPPE, in: Soc. Zool. Ital., Roma, **9**, 1900.
- GARBE, AUGUST, in: Zeitschr. wiss. Zool., **69**, 1901.
- SCHNEIDER, KARL CAMILLO: Lehrbuch der vergleichenden Histologie. Jena 1902.
- Nordische Ctenophoren:
- MARTENS, FRIDERICH: Spitzbergische oder Groenlandische Reisebeschreibung; Hamburg 1675.
- AGASSIZ, ALEXANDER: Embryology of the Ctenophorae; in: Mem. American Acad. Arts Sci., **10**, 3; Cambridge 1874.
- WALTER, ALFRED: Die Quallen als Strömungsweiser; in: Deutsche Geogr. Bl., **13**; Bremen 1890.
- VANHÖFFEN, E.: Die grönländischen Ctenophoren; in: Bibliotheca Zoologica, **20**, 1; 1895.
- RÖMER: Die Ctenophoren; in: Fauna arctica, hrsg. von RÖMER & SCHAUDINN, **3**; 1893.
- CHUN, CARL: Die Ctenophoren; in: Ergebn. Plankton-Exped., **2**, K. a. 1898.
- VANHÖFFEN, E.: Ctenophoren in: Nordisches Plankton, **11**; 1903.
- PARKER, G. H.: Swimming Plates in Ctenophores; in: Journ. Exper. Zool., **2**, 3; Cambridge 1905.
- BIGELOW, HENRY B., in: Proc. U. S. Nation. Mus., **37**; Washington 1909.
- MORTENSEN, TH., in: The Danish Ingolf Expedition, **5**, 2; 1912.
- MAYER, A. G.: Ctenophores of the Atlantic Coast of North America; in: Carnegie Inst. Washington, **162**; 1912.
- MORTENSEN, TH.: Regeneration in Ctenophores; in: Vidensk. Meddel. Dansk Naturf. Foren., **66**; Kopenhagen 1913.
- KRAMP, P. L., in: Meddelelser Hafundersög.; Serie: Plankton, **1**, 12; Kopenhagen 1915.
- MORTENSEN, TH.: Conspectus Faunae Groenlandicae, Ctenophorer; in: Meddel. om Groenland, **23**, Suppl.; Kjöbenhavn 1918.
- W. V. BUDDENBROCK: Grundriß der vergleichenden Physiologie, **1**; Berlin 1924.