

Teil X

Crustacea

X. a

Phyllopoda

32690

von WALTER RAMMNER, Leipzig

Mit 23 Abbildungen

Charakteristik Die *Phyllopoda* oder Blattfüßer sind Entomostraken mit meist undeutlich gegliedertem, gestrecktem Körper, der ganz oder teilweise von einer zweiklappigen Schale eingehüllt sein kann. Der Kopf trägt 2 Antennenpaare und ein Paar tasterlose Mandibeln; die Maxillen sind verkümmert. Die Beinpaare des Rumpfes werden nach hinten zu kürzer; sie sind in der Regel blattförmig gelappte, zweiästige Schwimmfüße, die zugleich durch Strudelung als Hilfsorgane der Nahrungsaufnahme dienen; nur bei wenigen Gattungen sind sie zu Raubfüßen umgebildet. Nach der Zahl der Beine sind die deutlich gegliederten *Euphyllopoda* mit mindestens 10 Paar Beinen von den undeutlich gegliederten *Cladocera* mit 4 bis 6 Paar Beinen zu unterscheiden.

In Nord- und Ostsee kommen nur letztere vor. Sie sind gekennzeichnet durch die stark entwickelten II. Antennen („Ruderfühler“), die der Fortbewegung dienen. Der beinlose Hinterleib ist in Abdomen (3 Segmente) und Postabdomen gesondert; letzteres beginnt dort, wo sich auf zwei oder einem Höcker die beiden meist großen Schwanz- oder Tastborsten erheben. Das Postabdomen endet an der Spitze gewöhnlich mit einem Paar Endkrallen und schließt den After ein. Die Geschlechter sind getrennt, doch sind die ♂ meist nur zeitweilig vorhanden, während in der übrigen Zeit die Vermehrung rein parthenogenetisch durch nicht befruchtungsbedürftige Subitaneier („Sommereier“) erfolgt. Die ♂ treten meist mit Einsetzen ungünstiger Lebensbedingungen auf, ihr Erscheinen ist jedoch nicht nur durch äußere Faktoren, sondern auch durch innere Faktoren („Sexualrhythmus“) bedingt. Die befruchteten Eier werden zu Latenziern (Dauereiern), die sich erst nach einer längeren Ruhepause unter dem Einfluß günstiger Umweltbedingungen, besonders bei Temperaturerhöhung, entwickeln.

Die wenigen marinen *Cladocera* gehören den Familien *Bosminidae* und *Polyphemidae* an und leben pelagisch. Zahlreiche Vertreter anderer Familien kommen im schwach salzhaltigen Wasser der Küsten vor.

Systematik

Bestimmungstabelle der marinen *Cladocera*.

I. Zweiklappige Schale bedeckt Thorax, Abdomen und Postabdomen;
erste Antennen hörnerartig verlängert

Bosmina coregoni maritima P. E. Müll. (s. S. X. a 3).

II. Schale bis auf den Brutraum rückgebildet, Beine daher frei

A. Kopf und Körper durch tiefe Einschnürung getrennt

Podon Lillj. (s. S. X. a 3).

a) Der 4-gliedrige Ruderast mit 6 Ruderborsten

P. leuckarti G. O. Sars.

b) Der 4-gliedrige Ruderast mit 7 Ruderborsten

1) Exopodit des I. Beines mit 2 Borsten

P. intermedius Lillj.

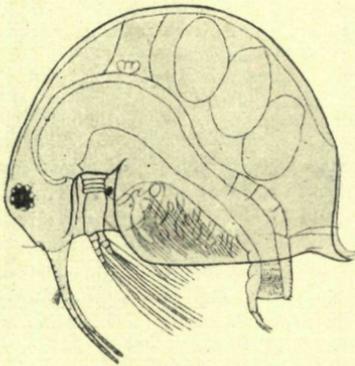


Fig. 1.
Bosmina coregoni maritima P. E. Müll.;
♀; 85:1. — Nach LILLJEBORG.

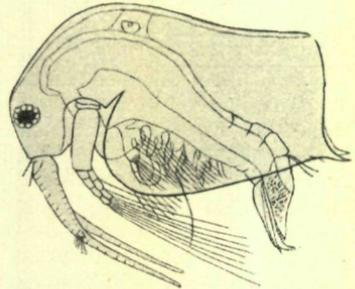


Fig. 2.
Bosmina coregoni maritima P. E. Müll.;
♂; 85:1. — Nach LILLJEBORG.

2) Exopodit des I. Beines mit 3 Borsten

P. polyphemoides Leuck.

B. Kopf ohne Einschnürung in die tütenförmige Schale übergehend

Evadne Lov. (s. S. X. a 4).

a) Die beiden Muskeln der Ruderantennen berühren sich

E. nordmanni Lov.

b) Die beiden Muskeln sind getrennt. *E. spinifera* P. E. Müll.

1. Familie: *Bosminidae* Baird.

Zweiklappige Schale; erstes Antennenpaar sehr lang, dem runden, ventralwärts gerichtetem Rostrum beiderseits aufsitzend, nur beim ♂ beweglich; kein Nebenauge; 6 Beinpaare, das VI. Paar verkümmert, beim ♂ das I. Paar mit starkem Haken und mit langer Geißel.

Gattung *Bosmina* Baird.

Die zahlreichen Süßwasserformen dieser Gattung verteilt RÜHE auf nur 2 Arten; die einzige marine Form (Unterart) gehört zu *Bos-*

mina coregoni Baird. Zuverlässigste Merkmale dieser Art: die Basalbewehrung der Endkrallen besteht aus 5 bis 12 breiten Zähnen, die Endkrallen ist fast immer gleichmäßig gebogen. Die von P. E. MÜLLER (1867) beschriebene marine Form *Bosmina maritima* bezeichnet LILLJEBORG als Varietät der Süßwasserform *Bosmina obtusirostris* G. O. Sars; RÜHE faßt sie als Unterart *Bosmina coregoni maritima* P. E. Müll. auf.

Bosmina coregoni maritima P. E. Müller. — Das Weibchen (Fig. 1) wird 400 bis 600 μ lang; Kopf- und Rumpfschale garniert oder un deutlich retikuliert, Stirn ragt vor dem Auge \pm hervor; Schalenstachel (Mucro) kurz; Länge der I. Antenne zeigt jahreszeitliche und örtliche Schwankungen. Das Männchen (Fig. 2) ist kleiner; die Rückenkontur ist nicht gewölbt, sondern fällt wie bei jungen Tieren zum Kaudalrand der Schale ab. — Vorwiegend in stark ausgesüßten Teilen der Ostsee.

2. Familie: *Polyphemidae* Baird.

Die Schale dient nur als Brutraum und läßt Kopf, Beine und Hinterkörper unbedeckt; Körper gedrungen; Auge sehr groß, den Vorderteil des Kopfes fast ganz ausfüllend; 4 Paar zylindrische Raubfüße, beim δ mit Haken am I. Paar; Brutraum groß. — Im Meere 2 Gattungen, *Podon* und *Evadne*.

1. Gattung: *Podon* Lilljeborg.

Brutraum oval, halbkugelig oder kugelig; Kopf etwas beweglich, dorsal durch Einschnürung vom Rumpf gesondert, mit Nackenorgan (Haftorgan); die I. Antennen fast rudimentär. — Alle Arten sind

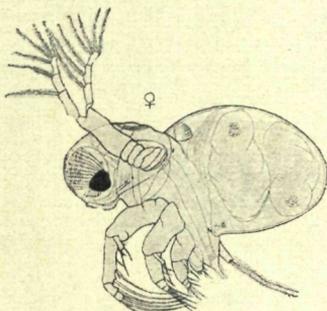


Fig. 3.
Podon intermedius Lillj.; 30:1. — Nach LILLJEBORG.

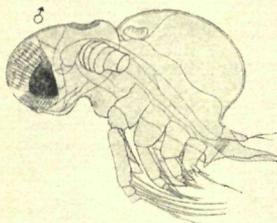


Fig. 4.

marin, ganz selten vereinzelt im Süßwasser. — Für uns kommen 3 Arten in Betracht:

1. *Podon intermedius* Lilljeborg. — ♀ bis 1000 μ lang, 1200 μ hoch, mit sehr großem, länglich-ovalem Brutraum (Fig. 3). ♂ etwa 900 μ lang, 1000 μ hoch; Schale sackförmig, niedrig infolge Fehlens der Bruthöhle (Fig. 4), jungen ♀ ähnlich, aber mit größerem Kopf und größerem Auge. — Nordsee, Ostsee, Labradorstrom, Mittelmeer; auch im Süßwasser (Ödelsee in Västernorrland, nach LILLJEBORG).

2. *Podon polyphemoides* Leuckart. — ♀ bis 660 μ lang, also durch Kleinheit leicht von der vorigen Art zu unterscheiden (Fig. 5); Brutraum halbkugelig bis kugelig, meist undeutlich retikuliert; Hinterkörper sehr kurz, mit kurzen Schwanzborsten; durchsichtiger als vorige Art.

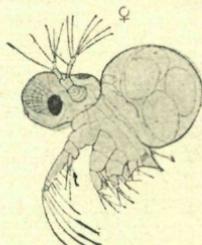


Fig. 5.
Podon polyphemoides Leuck.; 30:1. — Nach LILLJEBORG.

♂ wenig kleiner, bis 540 μ lang; Kopf größer, Schale kleiner als beim ♀ (Fig. 6).

— Nordsee, Ostsee, Atlantik, Mittelmeer, Schwarzes Meer, S-Afrika (Falsebay), SW-

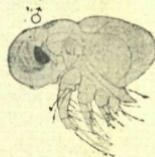


Fig. 6.

Afrika (Kap Croß).

3. *Podon leuckarti* G. O. Sars. — ♀ bis 1000 μ lang; Brutraum klein, halbkugelig, kürzer, Enden des Hinterkörpers daher weit vorragend (Fig. 7), Endzipfel sehr lang. ♂

ebenso groß, Schale klein (Fig. 8). — Nordsee, Ostsee, W-Europäische Küsten, Mittelmeer.

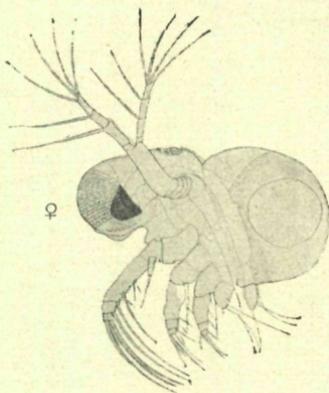


Fig. 7.
Podon leuckarti G. O. Sars; 30:1. — Nach LILLJEBORG.

2. Gattung: *Evadne* Lovén.

Der Kopf geht ohne Einschnürung in den Rumpf über; Brutsack des ♀ und Rückensack des ♂ weit nach hinten ausge-



Fig. 8.

zogen; I. Antennen rudimentär; mit Nackenorgan (Haftorgan). — Marin, selten in schwach salzigem Wasser. — 2 Arten:

1. *Evadne nordmanni* Lovén. — ♀ bis 500 μ lang (in der morphologischen Längsachse gemessen), 1000 bis 1200 μ hoch (in der größten Ausdehnung des Brutsackes gemessen); Brutraum elliptisch oder mehr dreieckig, mit kleiner Terminals Spitze (Fig. 9, der bald ein Jahrhundert alten, hervorragenden Originalbeschreibung LOVÉN's entnommen); die Embryonen ziehen sich wie ein breites Band durch die Längsachse der Schale. ♂ nur wenig kleiner; Rückensack kleiner als der Brutsack der ♀, dreieckig (Fig. 10); Kopf durch kleine Einbuchtung ein wenig vom Rumpf abgesetzt. — Nordsee, Ostsee, Labradorstrom, W-, S-Afrika.

2. *Evadne spinifera* P. E. Müller. — ♀ bis 700 μ lang, 1400 μ hoch, mit langem Stachelfortsatz am ovalen Brutraum (Fig. 11), bei jungen Tieren jedoch oft undeutlich; Kopf (relativ zum Brutraum) größer als bei voriger Art; die Embryonen bilden eine formlose Aussackung an der Schale. ♂ 600 μ lang, 1200 μ hoch; Rückensack ebenfalls mit

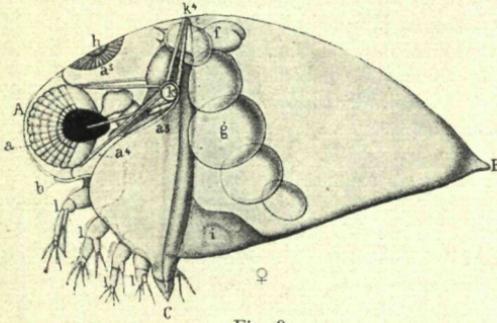


Fig. 9. *Evadne nordmanni* Lovén.

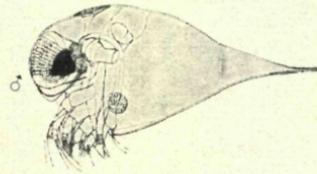


Fig. 10.

♀, 60:1; nach LOVÉN. — ♂, 35:1; nach LILLJEBORG.

A Kopf; B Schalen spitze; C Abdomen; a Facettenauge; a_3, a_4, a_5 dorsaler, ventraler, lateraler Augenmuskel; b 1. Antenne; f Herz; g Fettkörper; h Nackenorgan; i Ovarium; k Ruderantenne (abgeschnitten); k_4 Antennenmuskel; l Beine.

langem Stachel (Fig. 12). — Nordsee, Ostsee, Sargassosee, N-Äquatorialstrom, Mittelmeer, S-Afrika, Indik, W-Australien.

Nichtmarine *Cladocera*.

In schwach brackigem Wasser, besonders in den Haffen der Ostsee und an den Küsten des Bottnischen und des Finni-

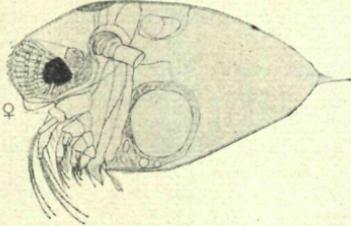


Fig. 11.

Evadne spinifera P. E. Müll.; 35:1. — Nach LILLJEBORG.

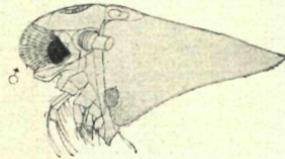


Fig. 12.

sehen Busens, kommen — oft neben rein marinen Formen — zahlreiche Süßwasser-*Cladocera* vor, deren Beschreibung in den einschlägigen Werken nachzulesen ist (z. B. LILLJEBORG; KEILHACK: *Phyllopora*; in: „Die Süßwasserfauna Deutschlands“, 10, 1909). So fand SCHOEDLER (1866) im Frischen Haff *Sida crystallina*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata*, *Simocephalus serrulatus*, *S. vetulus*, *Scapholeberis mucronata*, *Bosmina coregoni gibbera*, *Acroporus harpae*, *Peracantha truncata*, *Pleuroxus aduncus*. Die Salinität betrug (nach SELIGO 1903) an der Oberfläche 1 bis 3‰, in der Tiefe bedeutend mehr. Infolge der zunehmenden Versalzung des Frischen

Haffs seit 1915 (Absperrung des Nogat-Zuflusses) sind *Daphnia cucullata* und *Bosmina* verschwunden, *Leptodora* und *Diaphanosoma* auf die weniger salzigen Stellen ($1^0/_{00}$) zurückgedrängt worden (SELIGO). In den finnischen Küstengewässern kommen (nach LEVANDER) neben *Bosmina c. maritima*, *Podon intermedius*, *P. polyphemoides* und *Evadne nordmanni* folgende Süßwasserarten vor (in den Schären W von Helsingfors; Salinität August 1900 an der Oberfläche 2.89 bis $3.06^0/_{00}$): *Alona tenuicaudis*, *A. rectangula*, *A. quadrangularis*, *Ceriodaphnia pulchella*¹⁾, *Chydorus sphaericus*, *Ch. latus*, *Daphnia longispina cristata*¹⁾, *D. cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*¹⁾, *Eurycerus lamellatus*, *Leptodora kindli* (besonders in größerer Tiefe¹⁾), *Pleuroxus aduncus*, *Polyphemus pediculus*, *Scapholeberis mucronata*, *Sida crystallina*, *Simocephalus eximiosus*.

In den Gewässern um Rügen und im Greifswalder Bodden findet sich überraschenderweise ein vorwiegend aus Süßwasserformen zusammengesetztes Plankton (APSTEIN 1901), obwohl diese Gewässer nirgends gegen die Ostsee vollkommen abgeschlossen sind, sich sogar z. T. weit gegen sie öffnen.

Im allgemeinen sind die *Cladocera* gegen salzhaltiges Wasser außerordentlich empfindlich. In Salzwässern des Binnenlandes sind nur selten Vertreter der einen oder anderen Art anzutreffen. So stellte z. B. ROB. SCHMIDT (1913) in Salinen und Salzwässern Westfalens nur einmal in einem Salztümpel in Sassendorf *Chydorus sphaericus* und *Simocephalus vetulus* in größerer Menge bei einem Salzgehalt von 59 g in 1 l fest. Und KLIE fand im Salzwasser von Oldesloe nicht eine einzige Cladocere, „ein Beweis dafür, wie empfindlich Vertreter dieser Gruppe, die in dem schwach brackigen Finnischen Meerbusen zahlreich vorkommen, gegen eine stärkere Salzkonzentration sind“ (p. 133). — In der Zuider Zee kommen wegen des hohen Salzgehaltes des Brackwassers (10 bis $30^0/_{00}$) Süßwasser-Cladoceren nur ausnahmsweise in wenigen Exemplaren vor; sie sind zweifellos eingeschwemmt und halten sich kaum längere Zeit. G. DE LINT fand ganz vereinzelt *Scapholeberis mucronata*, *Simocephalus vetulus*, *Bosmina longirostris*, *Alona quadrangularis* und *rectangula*, *Rhynchotalona rostrata* und, etwas häufiger, die außerordentlich widerstandsfähige kosmopolitische Art *Chydorus sphaericus*. Der marine *Podon polyphemoides* ist in der Zuider Zee dagegen zeitweise sehr häufig, und auch REDEKE meldet *Podon polyphemoides* aus mesohalinem (1 bis 10 g Cl in 1 l) und polyhalinem Brackwasser (über 10 g Cl) der Niederlande, während er in oligohalinem Brackwasser (0.1 bis 1 g Cl) besonders *Leptodora kindli*, manchmal in Menge sogar in kleinen, untiefen Gräben, und *Diaphanosoma brachyurum* fand.

Technik Die Cladoceren werden zusammen mit andern Planktonorganismen mit Planktonnetzen aus den oberflächlichen Wasserschichten herausgefischt; Netze mit zu feiner Gaze sind zu vermeiden, Untersuchung von lebendem Material ist sehr zu empfehlen, da sich hierbei die Organisation der durchsichtigen Tiere oft am besten studieren läßt; die Tiere bleiben jedoch nur kurze Zeit am Leben. Die

¹⁾ Für Brackwasser besonders kennzeichnend.

Konservierung erfolgt meist in 70% Alkohol oder in verdünntem Formalin; Formol (4%) mit einigen Tropfen Essigsäure ist empfehlenswert, anschließend Auswaschung mit Wasser, zur Aufbewahrung dann am besten in 70% Alkohol, zuletzt in 90% Alkohol überführen. Für histologische Zwecke reicht die Alkoholkonservierung meist aus; Chromosmiumessigsäure und Essigsäure haben sich besser bewährt als Sublimat. Unter den Färbungsmitteln sind alkoholisches und salzsaures Karmin am vorteilhaftesten.

Eidonomie Wie die überwiegende Mehrzahl der Cladoceren hat *Bosmina coregoni maritima* eine zweiklappige Chitin-Schale, die Rumpf, Hinterleib und Beine umschließt; sie ist durch Ausstülpung einer Hautduplikatur entstanden; die Retikulierung der Schale („Netzzeichnung“) ist ganz undeutlich oder fehlt überhaupt. Der Hohlraum innerhalb der Schalenklappen über dem Rumpf dient beim ♀ als Brutraum und ist zur Aufnahme der Eier geräumig ausgestaltet. Der Kopfkontur geht ohne Einsenkung in die Rückenkontur über. Das auffallendste Merkmal sind die im Vergleich zu anderen Cladoceren außerordentlich langen I. Antennen, die den Kopf, dem ein eigentliches Rostrum fehlt, hörnerartig verlängern; sie dienen wohl als Steuerorgane. Beim ♀ sind sie unbeweglich; beim ♂ haben sie, wie bei den meisten Cladoceren, ihre Beweglichkeit bewahrt, bzw. im Verlauf der Postembryonalentwicklung wieder erworben (es ist anzunehmen, daß auch bei *B. c. maritima* wie bei den hierauf untersuchten Süßwasserformen die während der ersten Jugendstadien unbeweglichen Antennen mit Eintritt der Geschlechtsreife durch gewisse Umbildungen des Integuments beweglich werden). Je nach der Länge sind die I. Antennen mit 6 bis 12 Einschnitten (Inzisuren) versehen. Unter einem dreieckigen Schild liegen 9 „Riechstäbchen“.

Die Schale läuft jederseits hinten in einen kurzen Mucro aus, dessen Länge wie die der Antennen schwankt. Die II. Antennen (Ruderantennen) sind relativ kurz und können deshalb außerordentlich rasche Bewegungen ausführen („Schwirren“); ihr dorsaler Ast (Außenast) ist 4-gliedrig und trägt 4 ungefederte Schwimmborsten, der ventrale Ast (Innenast) ist 3-gliedrig und hat 5 Schwimmborsten. Die Mandibeln stehen senkrecht zur Längsachse des Tieres, sind stark chitinisiert, quer abgestutzt und auf der Kaufläche mit Stacheln besetzt, wodurch sie zum Zermahlen kleinster Nahrungsteilchen geeignet sind. Die Maxillen sind klein, die Lippe besteht aus einer zwischen den Maxillen gelegenen behaarten Scheibe, deren vorderes zugespitztes Ende gegen den Mund gerichtet ist.

Die äußere Gestalt von *Podon* und *Evadne* weicht völlig von dem gewohnten Bild der Cladoceren ab, weil eine den ganzen Körper bedeckende zweiklappige Schale fehlt. Kopf, Beine und Hinterleib sind frei, und die Schale ist nur noch als Brutraum (bzw. Rückensack beim ♂) erhalten. Die Rückbildung der Schale ist durch die abweichende Lebensweise dieser Tiere zu erklären: sie sind Räuber. Die Beine müssen freiliegen, da sie zum Ergreifen der Beute dienen. Der bei den meisten andern Cladoceren vorhandene, aus den Beinen gebildete Filter-

apparat ist in Wegfall gekommen, und mit dieser Änderung auch die ventralen Schalenklappen, die sonst die Wandung des Pumpenapparats abgeben. Die Schalenwandung des Brutsackes ist sehr dünn; sie zeigt manchmal bei beiden Gattungen eine undeutliche polygonale Felderung.

Der Körper ist undeutlich gegliedert, der Kopf bei *Podon* durch eine Einschnürung von dem etwa halbkugeligen Brutsack abgesetzt, während er sich bei *Evadne* unmittelbar in den tütenförmigen Brutsack fortsetzt. Der stark verkürzte Thorax besteht aus 4 Segmenten mit je einem Beinpaar. Abdomen und Postabdomen sind reduziert, wohl, weil sie nicht wie bei den filtrierenden Cladoceren als Putzorgan des Filterapparats funktionieren. Die I. Antennen gliedern sich nicht vom Kopfe ab, sind stark verkümmert und liegen dem Kopfe dicht an, so daß fast nur die Spürborsten erkennbar sind. Die II. Antennen sind mächtig entwickelt und dienen als Ruderorgane; auf ein kräftiges, langgestrecktes Stammglied folgen 2 ziemlich gleichlange Ruderäste, von denen der dorsale Ast 4-gliedrig, der ventrale 3-gliedrig ist. Der dorsale Ruderast trägt bei *Podon intermedius* und *P. polyphemoides* 7 feingefiederte Schwimmborsten, bei *P. leuckarti* sowie bei unseren *Evadne*-Arten 6 Schwimmborsten; die Zahl der Borsten des ventralen Astes beträgt bei den Vertretern der beiden Gattungen stets 6.

Die Mandibeln sind, entsprechend der räuberischen Lebensweise, außerordentlich kräftig; die Kaufläche besteht aus längeren, mehrzackigen Zahnsitzen und ist zum Zerschneiden animalischer Nahrung geeignet (Fig. 13). Die Anordnung der Zackenbewehrung ist bei den einzelnen Arten etwas verschieden. Die Maxillen sind bis auf kleine, schwer zu beobachtende Wärzchen verkümmert.

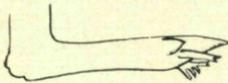


Fig. 13.
Podon intermedius; Mandibel.
Nach P. E. MÜLLER.

Die 4 Paar Beine haben den für die meisten Cladoceren kennzeichnenden Blattfußcharakter verloren und sind zu schlanken Raubbeinen geworden, die sich dicht hinter der Mundöffnung zusammendrängen; nach hinten nehmen sie an Größe allmählich ab. Die Maxillar-

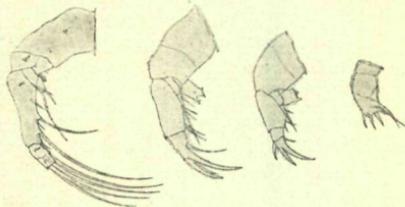


Fig. 14. *Podon intermedius*; Beine. — Nach LILLJEBORG.

fortsätze des typischen Phyllopodenbeines sind hier zu \pm umfangreichen gezähnten Kauplatten umgewandelt. Die Innenseiten der Beine sind mit kräftigen Stacheln bewehrt und daher zum Packen und Festhalten lebender Beute geeignet. Das I. bis III. Beinpaar ist 5-gliedrig, das verkümmerte IV. Beinpaar läßt noch 3 Glieder erkennen. Als Bei-

spiel seien die Beine von *Podon intermedius* und *Evadne nordmanni* hier abgebildet (Fig. 14, 15).

Ein besonders auffallendes Gebilde ist das sogenannte Nackenorgan (Haftorgan) in der Nackengegend, das früher (LOVÉN, LEUCKART) als muskulöser Saugnapf aufgefaßt wurde, nach CLAUS jedoch aus großen Drüsenzellen gebildet wird (vgl. S. X. a 11).

Besondere Färbungen treten nur selten auf; sie beschränken sich bei *Podon* auf Pigmentkörnchen in den Hypodermiszellen, die an

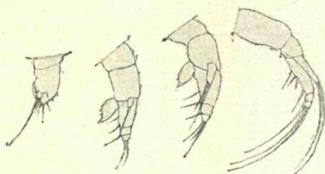


Fig. 15. *Evadne nordmanni*, Beine. — Nach LILLJEBORG.

der Brutraumperipherie einen bräunlichen Streifen hervorrufen können. Häufiger ist das bei Krebsen verbreitete diffuse violette Pigment an den Beinen und am Abdomen (CLAUS). Im übrigen sind die Tiere hyalin; im Wasser sieht man von ihnen fast nur das tiefschwarze Augenpigment und die gelbliche Darmfüllung; nur die älteren Tiere von *Podon* sind im ganzen ein wenig gelblicher gefärbt.

Anatomie 1. Integument. — Die äußere Körperbedeckung wird von einer Chitinlamelle gebildet, die von der darunterliegenden einschichtigen Hypodermis abgetrennt wird. Bei *Bosmina coregoni maritima* besteht die Schale aus 2 durch einen Zwischenraum getrennten Lamellen, die durch die sogenannten Stützbalken zusammengehalten werden. In den Zwischenräumen fließt das Blut. Die Substanz der Schale besteht aus einer chitinösen Grundmasse, in die Kalksalze eingelagert sind. Die Chitin-Cuticula zeigt stellenweise eine ± deutliche Reticulierung, die durch feine Chitinleisten an den Stellen gebildet wird, an welchen Hypodermiszellen aneinanderstoßen. Eine die ganze Schale bedeckende Schalenfelderung, wie sie sich bei manchen Bosminen des Süßwassers und vor allem bei Daphniden findet, ist jedoch nie vorhanden. Noch weniger deutliche, rautenförmige Skulpturen sind bei *Podon* und *Evadne* zu sehen; nur an den Antennen, den Beinen, besonders auch an der Lippe, sind kleine schuppenförmige Erhebungen oder Härchen vorhanden. Andeutungen einer Schalenfelderung zeigt *Evadne* am deutlichsten in der Gegend der Schalendrüsen. Die Hypodermis als zusammenhängende Schicht polygonaler Zellen ist besonders schön bei *Podon* und *Evadne* zur Darstellung zu bringen. Schon LOVÉN hat sie als besondere Hautlage erkannt, die nach außen periodisch eine neue Chitin-Cuticula abscheidet. Durch regelmäßig stattfindende Häutungen wird diese Cuticula von Zeit zu Zeit abgeworfen. Vgl. auch S. X. a 22.

2. **Muskulatur.** — Die kontraktile Substanz der Muskulatur besteht meist aus quergestreiften Fibrillen; das Verhältnis zwischen kontraktiler Substanz und Sarkoplasma ist in den einzelnen Muskeln recht verschieden; im allgemeinen ist viel undifferenziertes Sarkoplasma vorhanden. Oberhalb und unterhalb des Darmkanals erstrecken sich Längsmuskelbänder, bei *Bosmina* verläuft vom ventralen Band außerdem ein kräftiger Muskelstrang als Beugemuskel in das Abdomen und ermöglicht in Verbindung mit dem dorsalen Längsmuskel die „Putzbewegung“ des Abdomens (Aus- und Einschlagen).

Am auffälligsten sind die kräftigen Antennenmuskeln, die sich in der Nackenregion anheften; bei *Evadne* ist ihre Lage zueinander verschieden und kann dazu dienen, die beiden Arten auseinander zu halten (s. die Tabelle, S. X. a 3). Die Beinmuskulatur ist natürlich reich entwickelt; mehrere Muskelbündel ziehen von der Darmregion nach den Gliedmaßen, die bei *Bosmina* als „Planktonfilter“ dauernd in rascher Bewegung sind, und die bei *Podon* und *Evadne* als Greiforgane nicht minder stark beansprucht werden. Weiter ist die Muskulatur der Mandibeln und der Lippe zu erwähnen. Die Augenmuskulatur besteht bei *Bosmina* aus einem Paar ventraler Depressoren, die das Auge senken, einem Paar dorsaler Levatoren, die es heben, und einem Paar seitlich ansitzender Lateralmuskeln, die das Auge um die Medianachse rollen. In entsprechender Weise ist auch die Augenmuskulatur von *Podon* und *Evadne* angeordnet.

3. Der **Verdauungsapparat** beginnt mit einer Art Vestibulum am Grunde der beweglichen Lippe (die wohl, wie bei den meisten Cladoceren, mit Lippendrüsen [„Speicheldrüsen“] versehen ist); daran schließt sich die schräg aufsteigende Speiseröhre an, die zapfenförmig in den Hohlraum des Magendarmes vorspringt. Bei *Bosmina* ist der Magendarm einfach, bei *Podon* und *Evadne* bildet er oberhalb der Eintrittsstelle der Speiseröhre 2 seitliche Ausstülpungen, die allerdings leicht übersehen werden, da sie in die Transversalebene fallen. Sie entsprechen den „Leberhörnchen“ der Daphniden und haben wohl drüsige Funktion (Hepatopankreas?). Im Abdomen geht der Magendarm in den kurzen Enddarm über, der mit seitlich angeordneten Muskelbündeln (Dilatatoren) am Integument des Postabdomens befestigt ist. Lebhaft peristaltische Bewegungen zeigt besonders der Magendarm.

4. Der **Fettkörper** ist bei *Podon* und *Evadne* als eine paarige Reihe großer, mit heller Flüssigkeit erfüllter Blasen ausgebildet („blasenförmiges Organ“); Zahl und Größe dieser Blasen (s. Fig. 9, g) wechseln, ebenso Aussehen und Beschaffenheit des Inhalts; durchschnittlich sind 5 Blasen vorhanden.

5. Das **Exkretionssystem** besteht außer den rudimentären Cölomsäckchen der paarigen Antennennephridien aus der paarigen Maxillar(Schalen-)drüse, die aus Cölomsäckchen (Endsäckchen), Nephrostom, Nephridial(Schleifen-)kanal und Sammelblase zusammengesetzt ist und in der Nähe der rudimentären II. Maxille ausmündet. Bei *Bosmina* verläuft der Schleifenkanal teilweise in der Schalenduplikatur (daher „Schalendrüse“), bei *Podon* und *Evadne* ist das Organ sehr gestreckt und liegt frei im Leibraum am Integument, da hier ja die Schale verkümmert

ist; die Schleifenkanäle sind im Vergleich zu anderen Cladoceren bedeutend verkürzt, der Endgang blasig erweitert.

6. Kreislauforgane. — Das Kreislaufsystem besteht nur aus einem Herzen, das im dorsalen Teil der Maxillarregion liegt; Andeutungen einer kopfwärts gerichteten Aorta sind bei *Podon* und *Evadne* nur geringfügig. Das Herz ist sackförmig (Fig. 9, f) und hat jederseits ein Ostium; das Blut bewegt sich geregelt in Körperlakunen. LOVÉN zählte bei *Evadne nordmanni* 150 bis 180 Herzschläge in 1 min.

7. Atmungsorgane. — Kiemen als Anhangsorgane der Beine (Epipoditen) finden sich nur bei beschalteten Cladoceren, unter den marinen Formen also nur bei *Bosmina*. Bei *Podon* und *Evadne* erfolgt die Atmung durch die Haut. Ob außerdem noch der Enddarm eine Atmungsfunktion ausübt, ist nicht erwiesen; meist wird diese Möglichkeit abgelehnt.

8. Geschlechtsorgane. — Die Eierstöcke sind paarig und erstrecken sich als sackförmige Gebilde beiderseits vom Darm; sie gehen am Hinterende in einen nur während der Eiablage erkennbaren kurzen Eileiter über, der in den Brutraum mündet. Sehr bemerkenswert ist der innere Aufbau der Eierstöcke dadurch, daß das Keimlager am hinteren Ende und die Wachstumszone der Oozyten am vorderen Ende des Eierstockes liegen, dem Ausgang aus dem Eierstock also gerade gegenüber. Infolgedessen müssen die herangereiften Eier beim Verlassen des Eierstockes das ganze Keimlager passieren. Das ist nur dadurch möglich, daß die Eier noch keine feste Eihülle besitzen, ihre Gestalt also sehr stark ändern können. Sie „fließen“ förmlich vom blinden Ende des Eierstockes her mitten durch das Keimlager hindurch und gelangen beinahe tröpfchenweise durch den recht engen Eileiter in den Brutraum; wahrscheinlich wird das Ganze zunächst nur durch eine zähe Protoplasmarinde zusammengehalten. — Die ebenfalls paari- gen Hoden ähneln in Gestalt und Lage den Eierstöcken; sie gehen in Samenleiter über, die bei *Bosmina* dicht an der Endkrallen münden, bei *Podon* und *Evadne* in einer erheblichen, als Penis zu bezeichnenden Vorstülpung auf dem rudimentären Postabdomen.

9. Das Nervensystem besteht aus einem Paar Augen- und einem Paar Hirnganglien; diesen im Kopf gelegenen Zentralorganen schließt sich eine Bauchganglien- kette an, die bei den beschalteten Cladoceren nur mit einigen Schwierigkeiten zu erkennen, bei *Podon* und *Evadne* dagegen sehr deutlich ist. Die Bauchganglien- kette besitzt (nach CLAUS) 4 Anschwellungen mit austretenden Nerven.

10. Nackenorgan. — Bei *Podon* und *Evadne* fällt in der Nackengegend ein kreisförmiges Organ auf. LEUCKART beschreibt es bei *Podon polyphemoides* als tellerförmige Grube mit aufgewulstemt- em Rande und einer deutlichen Muskulatur aus Ringfasern in der Peripherie und radiär verlaufenden Fasern in der Mitte; er sah auch, daß sich die Tiere mit Hilfe dieses Organes an der Glaswand des Aquariums anhefteten. Nach CLAUS wird das Nackenorgan jedoch nicht von Muskelzellen gebildet, sondern es ist aus großen Drüsenzellen mit streifigem Protoplasma zusammengesetzt (Fig. 16). In der Regel liegen innerhalb des doppelt konturierten Kutikularringes 2 Zellen, die außer-

halb des Kutikularrings von 8 weiteren Zellen peripher umgeben werden. Radiäre Streifen in den Zellen täuschen Muskelfibrillen vor, so daß die Bezeichnungen „zirkelrunder Muskel“ (LOVÉN) und „Saugnapf“ für dieses Organ durchaus verständlich sind, umsomehr, als bei anderen Cladoceren mit ähnlichen Organen in der Nackenregion (z. B. *Sida*) tatsächlich im Bereich des Organs Muskelfasern an das Integument herantreten und außerdem alle diese

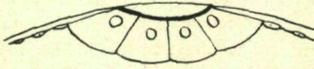


Fig. 16.
Nackenorgan von *Evadne spinifera*.
Nach CLAUD.

Organ durchaus verständlich sind, umsomehr, als bei anderen Cladoceren mit ähnlichen Organen in der Nackenregion (z. B. *Sida*) tatsächlich im Bereich des Organs Muskelfasern an das Integument herantreten und außerdem alle diese

Organe auch wirklich zum Anheften dienen.

Vorkommen Sämtliche marine Cladoceren gehören dem Plankton an und finden sich vorwiegend in den oberen Wasserschichten. Bei windstillem, sonnigem Wetter schwimmen sie unmittelbar unter der Oberfläche und können dann nicht selten massenhaft erbeutet werden. Oft findet man sowohl von *Bosmina* wie auch von *Podon* und *Evadne* viele Individuen, die an der Wasseroberfläche haften (adhärieren); ihre Kutikula stößt das Wasser ab, nachdem sie einmal mit der Oberfläche in Berührung gekommen sind, und macht es den Tieren unmöglich, wieder unter Wasser zu tauchen. — Die Arten von *Podon* und *Evadne* werden in der Hauptsache in der Nähe der Küsten angetroffen; allerdings nähern sie sich der Küste kaum mehr als auf 200 bis 100 m. Ob man die eine oder die andere Art trotz der Vorliebe für die Küsten als Hochseeform bezeichnen darf, ist noch umstritten. Wohl fand HANSEN W von Schottland überraschend große Mengen von *Evadne nordmanni*, und *Evadne spinifera* wird quer durch den N-Atlantik von den Bermudas bis zu den Kapverden angetroffen, so daß STEUER (p. 441) schreibt, „es sei an eine billionenweise Verirrung unter die Hochseetiere doch nicht zu denken, sondern es muß angenommen werden, daß auch noch der Ozean als Wohnsitz dieser Cladoceren sich erweise“. Ähnliches gilt für *Podon intermedius*. Dennoch glaubt GRAN, daß alle diese Tiere dem Untergang geweiht sind, wenn es ihnen nicht gelingt, wieder in Küstennähe zu gelangen; schon wegen der Bildung von Dauereiern seien sie als Küstenformen zu betrachten. Zweifellos ist *Evadne nordmanni* stärker an die Küsten gebunden als *E. spinifera*; bei der Verbreitung spielen aber wohl auch die Strömungen eine nicht unerhebliche Rolle; durch sie können die Tiere sicher weit in den Ozean hinaus verschlagen werden. Findet man daher z. B. *Evadne nordmanni* in der Hochsee, so ist anzunehmen, daß das betreffende Oberflächenwasser im Frühjahr oder Sommer mit der Küste in Berührung gekommen war und von dort die Cladoceren mitgenommen hatte.

1. Beziehungen zum Salzgehalt. — *Bosmina coregoni maritima* wird am häufigsten bei einer Salinität von 2.5 bis 5.3‰ angetroffen; als äußerste Werte gibt APSTEIN 1.22 und 10.17‰ an. Große Schwankungen des Salzgehalts erträgt *Podon polyphemoides*, nämlich 1.05 bis 35.1‰; am häufigsten finden sich diese Tiere zwischen 3.55 und 31.1‰. Die offensichtlich sehr große Anpassungsfähigkeit der Art an die Salzverhältnisse ermöglicht es ihr, sogar ins Süßwasser einzudringen

(nach LILLJEBORG im Ödelsee bei Örnkölvik in Västernorrland, also nicht sehr weit von der Küste entfernt; neuere Funddaten aus Süßwasser sind nicht bekannt). *Podon intermedius* ist schon weniger euryhalin und findet sich am häufigsten zwischen 3.55 und 35.33‰; als Grenzwerte gelten 24 und 35.35‰. *Podon leuckarti* schließlich verlangt einen ziemlich hohen Salzgehalt: 6.15 bis 35.49‰ sind die Grenzwerte, 23 bis 35‰ die optimalen Werte. *Evadne nordmanni* wird am häufigsten bei einem Salzgehalt von 2 bis 35‰ angetroffen (Grenzwerte 1.33 und 35.4‰); *Evadne spinifera* kommt im Nordmeer bei einem Salzgehalt von 8.55 bis 35.25‰ vor, im Sargassum bei 27‰.

2. Beziehungen zur Temperatur. — *Bosmina c. maritima* ist wärmeliebend, bevorzugt aus diesem Grunde die obersten Wasserschichten (5 bis 0 m) und geht deshalb im Herbst in die tieferen, wärmeren Wasserschichten herab. Die niedersten Temperaturen erträgt *Podon leuckarti*; das Minimum liegt nahe am Gefrierpunkt, das Maximum bei 17.39°; am häufigsten werden die Tiere zwischen 10 und 17° angetroffen. *Podon leuckarti* geht dementsprechend am weitesten N-wärts, am wenigsten nach S und ist als neritische Oberflächenform des gemäßigten N-Atlantik zu bezeichnen. *Podon intermedius* findet sich im Nordmeer am häufigsten bei Temperaturen von 9 bis 18°; die Grenzwerte sind 4.8 und 20.59°. Diese Art wird an den europäischen Küsten vom Nordkap bis zum Mittelmeer angetroffen und ist nicht ausschließlich als Oberflächen- und Küstenform anzusehen. Die weiteste Verbreitung hat *Podon polyphemoides* als kosmopolitische, ausgesprochen neritische Oberflächenform, die am häufigsten zwischen 10 und 15° angetroffen wird; Grenzwerte sind 2.46 und 17.92°. *Evadne nordmanni* ist am häufigsten zwischen 6 und 18° (Grenzwerte 1 und 22.6°); diese Art ist eine kosmopolitische, neritische Oberflächenform. *Evadne spinifera* zeigt Vorliebe für wärmeres Wasser, ist am häufigsten zwischen 14 und 18° und kommt im Nordmeer zwischen 2.99 und 18° vor. Diese Art wird als Charakterform des Sargasso-Meers betrachtet, wo sie sich mit Hilfe ihres Nackenorgans an den treibenden Pflanzen anheften soll. Nur weil das Sargassum in gewisser Hinsicht die Küstennähe ersetzt, ist ihr Vorkommen im „freien“ Ozean möglich (GIBITZ); sie findet sich in den wärmeren Teilen aller Weltmeere als thermophile Oberflächenform.

3. Volksdichte. — Alle marinen Cladoceren-Arten sammeln sich an der Oberfläche an, ihre Zahl ist jedoch auch hier den größten Schwankungen unterworfen, die nicht nur von den Jahreszeiten abhängen. Vielmehr ist die Volksdichte der einzelnen Art zur selben Zeit an den einzelnen Fangstellen oft außerordentlich verschieden. Es ist daher kaum möglich, sich ein Bild von der quantitativen Verteilung einer Art über einen großen Meeresteil zu machen, wenn nicht von sehr vielen Stationen sorgfältige quantitative Fänge vorliegen. Nachstehend seien einige Maximalzahlen angeführt; sie geben an, wieviel Individuen in 1 cbm Wasser angetroffen wurden bzw. errechnet worden sind. In der Nordsee (1903): 1000 *Evadne nordmanni*, 192 *E. spinifera*, 350 *Podon intermedius*, 110 *P. leuckarti* (nach APSTEIN); einige Jahre später wurden in der Nordsee im gleichen Monat (V. 1906) einmal 4500 *Evadne nordmanni* in 1 cbm Wasser festgestellt (MIELCK). In der Ostsee fanden sich (1905,

DRIVER) maximal 390 *Bosmina c. maritima*, 1230 *Evadne nordmanni*, 530 *E. spinifera*, 120 *Podon intermedius*, 1000 *P. polyphemoides*, 36 *P. leuckarti*. — Diese Zahlen zeigen, daß es stellenweise mitunter zu einer recht erheblichen Anhäufung von Cladoceren kommen kann. Im Vergleich zu anderen marinen Krebsen ist die Bevölkerungsdichte der Cladoceren jedoch gering; Kopepoden z. B. kommen viel dichter vor (in 1 cbm nicht selten 10 000 bis 40 000 Individuen; vgl. auch S. X. a 15).

Horizontale Verbreitung Die Angaben über die horizontale Verbreitung der marinen Cladoceren sind noch lückenhaft, das Sammeln von Fangdaten in weiterem Ausmaß ist daher sehr nötig. *Bosmina c. maritima* ist ein Bewohner der Ostsee; die Heimat dieser Form sind die stark ausgesüßten Teile des Bottnischen und des Finnischen Busens. In der W-Ostsee kommt sie nach HENSEN 900mal seltener vor als in der östlichen, salzärmeren Ostsee. Die W-Grenze der Verbreitung dürfte das S-Kattegat sein; denn nur vereinzelte Tiere wurden im Skagerak gefangen. Gelegentlich ist *B. c. maritima* auch in der Kieler Förde beobachtet worden, wohin sie aber wahrscheinlich nur durch Strömungen gelangt ist. Im Finnischen Busen dringt sie weit in die außerordentlich salzarmen Küstengewässer zwischen den Schären vor und ist hier nicht selten neben reinen Süßwasserformen anzutreffen.

Die Arten von *Podon* und *Evadne* kommen außer in der Nordsee auch sämtlich in der Ostsee vor. Wie schon die Angaben über die Beziehungen zum Salzgehalt erwarten lassen, ist *Podon polyphemoides* in der Ostsee überall in Küstennähe anzutreffen, bei Helsingfors zusammen mit Süßwasserformen im Brackwasser. Im Bottnischen Busen geht sie bis in die nördlichen Teile und ist häufiger als die anderen Arten. An der ostpreußischen Küste fand RAMMNER sie im Frischen Haff bei Pillau²⁾. In der Nordsee kommt sie entlang der skandinavischen Küste vor, weiter bei Sylt (Austernbank, nach Berliner Material²⁾) und vermutlich noch im weiteren Verlauf der deutschen Küste. In den niederländischen Brackwassern ist diese Art zeitweilig sehr häufig anzutreffen.

Die Verbreitung von *Podon intermedius* ist noch recht unklar. In der Ostsee geht diese Art von der Kieler und Lübecker Bucht und den Rügenschon Gewässern bis in die Rigaer Bucht und in den Finnischen und Bottnischen Busen, kommt allerdings meist seltener vor. In der Nordsee ist sie zeitweilig bei Helgoland häufig, ferner N der W- und O-Friesischen Inseln, auf der Doggerbank und besonders am W-Ausgang des Skageraks gefangen worden und kommt in den norwegischen Gewässern bis in den Varangerfjord vor. Sie entfernt sich von unsern *Podon*-Arten am weitesten von der Küste und wurde z. B. von HANSEN in erheblicher Zahl W der Hebriden und auch im Labradorstrom gefangen.

Podon leuckarti wird ebenfalls in der ganzen Ostsee bis in den Anfang des Bottnischen und des Finnischen Busens angetroffen; sie findet sich weiter besonders im Skagerak und in den N-Teilen der Nordsee,

²⁾ Das Zoologische Museum Berlin hatte mir dankenswerter Weise sein *Podon*- und *Evadne*-Material zur Durchsicht überlassen, so daß die Angaben über die geographische Verbreitung in mancher Beziehung erweitert werden konnten.

kommt aber gelegentlich auch bei Helgoland zahlreich vor und geht an der norwegischen Küste bis 61° N, weiter bis Island und S-Grönland.

Die Verbreitung von *Evadne spinifera* ist noch nicht in allen Einzelheiten sichergestellt. Die Art wurde in der Ostsee von DRIVER nur in wenigen Exemplaren in den W-Teilen beobachtet (im SO von Bornholm). Sie ist zweifellos aber noch weiter verbreitet; denn in dem Berliner Material stellte RAMMNER sie in einer bei Gotland (IX. 1865) gesammelten Probe neben *E. nordmanni* fest. Die Angabe von GIBITZ, daß diese sonst in allen Weltmeeren weitverbreitete Art in der Ostsee fehle, trifft also nicht zu. *E. spinifera* findet sich weiter in der Beltsee, im Kattegat und Skagerrak, in der ganzen Nordsee und im offenen Atlantik.

Evadne nordmanni schließlich ist in der ganzen Ostsee bis in den nördlichsten Teil des Bottnischen Busens heimisch, weiter im Skagerrak, in der ganzen Nordsee, und geht an der norwegischen Küste bis 72° N.

Vertikale Verbreitung Die marinen Cladoceren sind wegen ihrer Ernährungsweise und wegen der Vorliebe für wärmeres Wasser an die oberflächlichen Schichten gebunden. *Bosmina c. maritima* sucht nur im Herbst tiefere Schichten auf, weil dort die Temperatur höher als an der Oberfläche ist. Die *Podon*- und *Evadne*-Arten sind Oberflächenformen, die allerdings bei bewegter See die obersten Wasserschichten verlassen. Quantitative Fänge in verschiedenen Tiefen lassen die Vorliebe für das Oberflächenwasser recht deutlich erkennen. So stellte MIELCK im V. 1906 an einer Station in der Nordsee in der Tiefe von 100 bis 20 m 1 Exemplar von *Evadne nordmanni* in 1 cbm Wasser fest, in 20 bis 5 m bereits 180, in 5 bis 0 m, also in der obersten Schicht, dagegen 1600 Individuen. An einer andern Station waren die Zahlen für die Tiefenstufen 210 → 50 → 5 → 0 m: 15, 550 und 4500 Individuen; an gleicher Stelle betrug die Individuenzahl für *Podon leuckarti* 0, 20 und 180 in 1 cbm Wasser. Natürlich ist die Abnahme der Individuenzahl mit zunehmender Tiefe nicht immer so regelmäßig wie in den Beispielen; sie ist an den einzelnen Stationen oft auch recht verschieden.

Wenn die marinen Cladoceren auch die obersten Wasserschichten aufzusuchen pflegen, so kann dennoch die oberflächlichste Schicht nicht als ihr gewöhnlicher Aufenthaltsort bezeichnet werden. Denn *Podon* und *Evadne* verschwinden schon bei der geringsten Wasserbewegung nach unten; und da die Meeresfläche doch nur verhältnismäßig selten wirklich spiegelglatt ist, so ist als ständiger Aufenthaltsort die weniger belichtete, vom Sturm usw. unberührte Tiefe zu bezeichnen. Hierauf weist wohl auch der höchst eigentümliche, von den anderen Cladoceren abweichende Bau des großen Auges (s. S. X. a 18) hin.

Bewegung Als Bewegungsorgane dienen die zweiästigen Ruderantennen (II. Antennen) mit ihren Schwimmborsten, durch deren unausgesetztes Schlagen sich die Tiere im Wasser schwebend erhalten. Bei *Bosmina* sind die Ruderantennen sehr kurz; daher kann sie sich nur durch außerordentlich rasche Schwimmbewegungen vor dem Absinken bewahren. Wenn die Mechanik der Bewegung für *B. c. maritima* auch noch nicht speziell untersucht worden ist, so treffen doch für diese marine Art ohne Zweifel alle

Einzelheiten zu, die in dieser Hinsicht an Süßwasserbosminen ermittelt wurden (Näheres besonders bei WOLTERECK). Die Antennen schlagen rasch nach hinten und zugleich nach unten, wodurch eine lebhaft „schwirrende“ Bewegung entsteht. Bei jedem Antennenschlag wird der Kopf ein wenig gehoben; zu einer dauernden Kreisbewegung über den Kopf hinweg kann es jedoch nicht kommen, weil die „Hörner“ (die I. Antennen) dem Überschlagen entgegenwirken. Die „Hörner“ werden normalerweise senkrecht nach unten getragen; sie wirken als unbewegliche, feststehende Steuerorgane (beim ♂ jedoch beweglich!) und sorgen dafür, daß eine geradlinige Schwimmbahn eingehalten wird, so daß die Tiere die ihnen zuträgliche Wasserschicht nicht so leicht verlassen. Natürlich ist es den Bosminen auch möglich, die Schwimmbahn willkürlich zu ändern, sei es durch besonders rasches Schlagen mit den Antennen, sei es durch eine verschieden starke Beanspruchung oder Versteifung der einzelnen Ruderäste (alle Gliedmaßen sind Hohlorgane, die durch die Körperflüssigkeit gestrafft werden). Da die „Hörner“ auch als Steuer wirken, muß ihre Länge mit der Schlaggeschwindigkeit in Übereinstimmung stehen, d. h. je rascher die Schlagfolge ist, desto kürzer können — bei derselben Körpergestalt — die „Hörner“ sein.

Über die Fortbewegungsart von *Podon* und *Evadne* ist nicht viel bekannt; auch WOLTERECK schreibt, „die Bewegungen von *Podon*, *Evadne* . . . bedürfen noch der näheren Analyse“ (p. 481). Da besondere „Schwebereinrichtungen“ fehlen (daß der Fettkörper das Schweben erleichtert, ist nicht erwiesen), so dürfte auch bei diesen Arten die Bewegung der Ruderantennen die Tiere vor dem Absinken bewahren.

Ein besonderes Problem bietet *Evadne* wegen der starken Verlängerung des Brutraumes senkrecht zur morphologischen Längsachse. Es ist in diesem Falle, vor allem, wenn der Brutraum mit Embryonen gefüllt ist, nicht gut möglich, daß die Spitze der tütenförmigen Schale in der „richtigen“ morphologischen Orientierung nach oben getragen wird. Vielmehr muß die längste Achse, vom Kopf nach der Brutraumspitze, annähernd waagrecht liegen. In der vorzüglichen Untersuchung von LOVÉN findet sich auch eine entsprechende Beschreibung: „Die *Evadne Nordmanni* ist ein sehr lebendiges Thierchen, und ihre Bewegungen sind hurtig und ebenmäßiger als die der Daphnien. Die Richtung ihrer gewöhnlichen Bewegungen geht vorwärts und etwas auf- oder abwärts, nie gerade vorwärts. Geht aber die Bewegung auch auf- oder abwärts, so liegt doch der Körper horizontal nach seiner Längsachse.“ Bei *Podon* und *Evadne* werden wie bei *Polyphemus* die Ruderantennen nicht als Ganzes bewegt, sondern nur der distale zweiästige Abschnitt ist in beständiger, sehr rascher vibrierender Bewegung begriffen (LILLJEBORG).

Horizontalwanderungen sind bei allen Arten zu verzeichnen, denn sie können als Bewohner des Oberflächenwassers leicht in Buchten usw. verschleppt werden, wo sie für gewöhnlich nicht vorkommen, oder Arten von *Podon* und *Evadne* werden weit hinaus auf die Hochsee geführt (vgl. S. X. a 12). — Vertikalwanderungen hängen vor allem mit der Wasserbewegung zusammen; wie schon angegeben wurde, sammeln sich die Tiere nur bei ganz glatter See in den obersten Schich-

ten. Bei Sturm suchen sie offenbar größere Tiefen auf. Über *Evadne nordmanni* schreibt LOVÉN: „Beim stärksten Sturm habe ich sie vergebens in den Wogen gesucht. Ist die See spiegelglatt und der Himmel hell, so kann man eines guten Fanges gewiß sein; wenn aber der gelindeste Windhauch die Oberfläche kräuselt, verschwinden sie sogleich. Sie senken sich alsdann vermuthlich tief hinab, und aus der Ursache werden sie wohl vor Stürme nicht heraufgetrieben.“ Bei *Bosmina* wäre noch das Aufsuchen tieferer Wasserschichten im Herbst in diesem Zusammenhang zu erwähnen; ob die Tiere außerdem regelmäßige Tageswanderungen wie die Süßwasserbewohner zeigen, entzieht sich meiner Kenntnis.

Stoffwechsel Die Nahrung der *Bosmina* besteht vorwiegend aus kleinstem Phytoplankton, vielleicht auch aus Detritusteilchen. *Podon* und *Evadne* dagegen sind Räuber, die mit ihren kräftigen Raubfüßen kleinere Organismen packen und mit ihren starkbewehrten Mandibeln zermahlen; daneben nehmen sie möglicherweise auch organischen Detritus auf. Unmittelbare Beobachtung der Nahrungsaufnahme am lebenden Tier scheinen indessen noch nicht gemacht worden zu sein. — Osmotische Ernährung ist für Cladoceren mehrfach behauptet worden, aber noch nicht sicher erwiesen. — Über die Mundwerkzeuge s. S. X. a 8, über das Verdauungssystem S. X. a 10.

Als Regulatoren des Stoffwechsels spielen nach CLAUS besonders bei *Evadne* die großen, mit plasmatischen Stoffen gefüllten Blasen (Fettkörper, s. S. X. a 10) eine Rolle. Sie führen vielleicht Nährstoffe in die Wandungen des Brutsackes über, von wo sie an die heranwachsenden Embryonen weitergeleitet werden.

Die Atmung erfolgt bei *Bosmina* vorwiegend durch Kiemenanhänge an den Beinen, bei *Podon* und *Evadne* durch die Haut allein; das aus verhältnismäßig großen Blutkörperchen bestehende Blut bewegt sich in Lakunen. Der Blutdruck (osmotischer Druck der Leibesflüssigkeit) zeigt bei den Cladoceren gewöhnlich (auch bei marinen Formen?) einen erheblichen Überdruck gegenüber dem Außenwasser. Er ist bedeutenden Schwankungen unterworfen, die von der Ernährung, der Stärke der Fortpflanzungstätigkeit, dem Alter, dem chemisch-physikalischen Milieu usw. abhängen. Für Wachstum und Ausgestaltung der Körperoberfläche ist dieser Binnendruck von großer Bedeutung, besonders bei den Arten mit vollkommener Schale. Die Chitinbekleidung ist nämlich ziemlich zart, und die Straffung des Körpers und seiner Organe, besonders der Ruderantennen und der Thorakalbeine, wird durch die Turgeszenz bewirkt.

Die Exkretion erfolgt vorwiegend in flüssiger Form vermittels der schon erwähnten Schalendrüsen; doch beschreibt CLAUS das Auftreten glänzender Konkreme in den Schleifenkanälen von *Podon* und *Evadne*. Diese Konkreme erwiesen sich gegen Essigsäure und Alkalien sehr widerstandsfähig, so daß CLAUS sie als Harnkonkremente anspricht.

Sinnesleben 1. Gesichtssinn. — Das Auge der Cladoceren ist außerordentlich beweglich und dient bei den meisten Arten weniger als Sehorgan in dem Sinn, daß es Bilder wahrnimmt. Vielmehr ist es bei ihnen ein photostatischer Apparat mit der Aufgabe, Licht-

richtungen wahrzunehmen und regulierend auf die Ruderbewegungen einzuwirken. Hierbei spielt der Tonus der Augenmuskeln eine Rolle als regulierender Reiz. Diese Verhältnisse gelten unter den marinen Cladoceren nur für *Bosmina c. maritima*, in der Annahme, daß die an Süßwasserformen ermittelten Tatsachen auch für die marine Form gelten. Näheres hierüber ist bei WOLTERECK zu finden.

Bei *Podon* und *Evadne* liegen, wie bei den übrigen unbeschalteten Formen, die Verhältnisse insofern anders als bei der Mehrzahl der Cladoceren, als hier die Augen hochspezialisierte Facettenaugen sind. Wohl im Zusammenhang mit der räuberischen Lebensweise, die ein wirkliches Sehen der Beuteobjekte erfordert, ist das Auge nicht nur viel größer (etwa $\frac{1}{3}$ der Körperlänge ausmachend) und mit mehr Facettengliedern ausgerüstet,

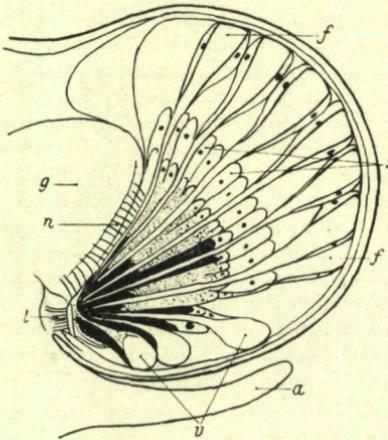


Fig. 17.
Podon intermedius. Längsschnitt durch
Auge. — Nach MILTZ.

Zeichenerklärung im Text.

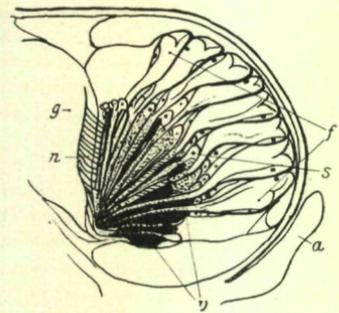


Fig. 18.
Evadne nordmanni,
Längsschnitt durch Auge.
Nach MILTZ.

sondern es ist meist deutlich in ein aus langen Facettengliedern gebildetes „Frontauge“ (Fig. 17, 18, f) und ein primitiveres „Ventralauge“ von geringerem Umfang (v) gesondert. Infolge der geringeren Divergenz der Facettenglieder und des Zurückweichens des Pigments wird das Netzhautbild zweifellos schärfer und vor allem lichtstärker. Daher sind die räuberischen Tiere wohl imstande, damit Bewegungen genau zu verfolgen, Entfernungen abzuschätzen und in weniger gut durchleuchteten Wasserschichten, die sie ja bei bewegter See immer aufsuchen, deutlich zu sehen. Das sehr bewegliche Auge — der Drehwinkel um die Horizontalachse beträgt bei *Evadne* 60° — liegt in einer durchsichtigen Hülle, von einer Cornea umgeben, und ist nur am hinteren Rand durch eine zarte, verschiebbare Membran (Fig. 17, l) mit der Körperhaut verbunden. Der Augenkörper setzt sich aus etwa 80 Facettengliedern zusammen; diese haben die Gestalt eines spitzen Kegels, dessen Basis mit der Cornea innig verwachsen erscheint. Als dioptrischer Apparat wirken die festen, stark lichtbrechenden Kristallkegel; zwischen ihnen liegen Stützzellen (s). Die spitzen Enden der Facettenglieder sind in dem tiefschwarzen Pigment ver-

borgen und bilden den perzipierenden Apparat, in ihrer Gesamtheit als *Retina* bezeichnet. In jedem Einzelglied endet eine vom Augenganglion kommende Nervenfasern (*n*); die Zahl der austretenden Fasern stimmt mit der Zahl der Facettenglieder überein.

Bei *Podon intermedius* wird das „Ventrallauge“ durch 3 Reihen kurzer Facettenglieder gebildet (Fig. 17, *v*), die z. T. reduziert erscheinen. Im Vergleich zu der verwandten Süßwasserform *Polyphemus* ist dieses Ventrallauge stark rückgebildet. Noch stärker ist die Reduktion bei *Evadne nordmanni* (Fig. 18, *v*). Biologisch ist diese Verkümmernng des Ventrallauges verständlich, weil es beim schwimmenden Tier nach unten gerichtet ist, während das Frontauge nach vorn und oben schaut, also in der Schwimmrichtung, in der es Beute zu erblicken gibt.

Die bei *Podon intermedius* beschriebenen „Nebenaugen“ sind keine selbständigen Organe, sondern 2 vom großen Augenkörper abgelöste Facettenglieder.

Der Augenkörper besteht aus 3 Lagen. Die innerste Zelllage bildet die *Retina*, deren Zellen so geordnet sind, daß immer 7 auf ein Facettenglied kommen; 5 davon, die sog. *Retinulazellen*, sind stark gestreckt, stehen in gleicher Höhe rund um das *Rhabdom* herum, das als Differenzierungsprodukt ihres Plasmas anzusehen ist. Das Pigment ist nicht an besondere Pigmentzellen gebunden, sondern findet sich in den *Retinulazellen*. Nach außen schließt sich an das *Rhabdom* der *Kristallkegel* an; seine Spitze wird noch von den keulenförmig verbreiterten Enden der *Retinulazellen* umgeben. Weiter nach außen wird der *Kristallkegel* von den beiden übrigen der oben erwähnten *Retinazellen* begleitet, die die Zwischenräume zwischen den Kegeln ausfüllen und ihnen einen festen Halt geben. Sie können daher als *Stützzellen* bezeichnet werden. Die zweite Zelllage erzeugt den *dioptrischen Apparat*; auf jedes Facettenglied kommen 5 Zellen, die vor allem einen *Kristallkörper* bilden. Die dritte und äußerste Zelllage schließlich liefert die *Umhüllung* des Augenkörpers, die *Cornea* (oder *Sclera*); zu jedem Facettenglied gehören 2 *Corneazellen*. Die Gesamtzahl der Zellen eines Facettengliedes beträgt also 14 (nämlich 5 *Retinula-*, 2 *Stütz-*, 5 *Kegel-* und 2 *Corneazellen*).

Eigenartig ist die *Innervation* des *Polyphemiden*-Auges. Die Nervenfasern durchsetzen in deutlichen Zügen fast den ganzen pigmentierten Teil des Auges in senkrechter Richtung zu den *Rhabdomen* des Frontauges. Die Gesamtzahl der aus dem Augenganglion austretenden Nervenbündel stimmt genau mit der Zahl der Facettenglieder überein, ein jedes Bündel muß also wohl einem Facettenglied zugeordnet sein, jedoch ist der Eintritt des Nerven in die *Retinulae* schwer zu erkennen. Nach *MILTZ*, der die *Polyphemiden*-Augen histologisch untersucht hat, strahlen alle Nervenbündel radiär vom Ganglion aus und „verlaufen unter sich parallel auf dem nächsten Weg nach den ihnen zugehörnden *Retinulen*. Treffen sie auf diesem Wege auf die Spitze des entsprechenden Facettengliedes, so treten sie auch in das proximale Ende der *Retinulazellen* ein, wie es bei den kurzen Facettengliedern der Fall ist. Stoßen sie aber auf das distale Ende der *Retinulazellen*, was bei den verlängerten Facettengliedern eintritt, deren Spitzen ins Innere des Auges hineingewachsen sind, so münden sie eben dort in dieselben ein.“

2. Chemischer Sinn. — Die I. Antennen werden allgemein als Chemorezeptoren angesehen. Sie tragen bei *Bosmina* 9 „Riechstäbchen“, feine Kutikularschläuche (Ästhetasken), die aus einem in die Antennen eingebetteten Basalstück, einem hyalinen Stabe und einem außerordentlich stark lichtbrechenden Endkugelchen bestehen. Im Innern enthalten sie wohl wie bei den anderen Süßwasser-Cladoceren ein Fibrillennetz als nervösen Endapparat. Bei *Podon* und *Evadne* sind die I. Antennen reduziert; dennoch enden sie wie bei allen Polyphemiden in 5 „Riechstäbchen“ von gleichem Bau wie bei den Süßwasser-Cladoceren (SCOURFIELD).

3. Mechanischer Sinn. — Als Tastorgan wird bei *Bosmina* die Stirnborste gedeutet, die sich am Übergang des Rostrums in die Antennen findet; sie wird wahrscheinlich vom gleichen Ganglion wie die Riechstäbchen innerviert.

Fortpflanzung Die Cladoceren sind getrenntgeschlechtlich. Neben der sexuellen Fortpflanzung ist bei ihnen die Parthenogenese sehr ausgedehnt. Auf mehrere bis viele Generationen parthenogenetisch sich vermehrender ♀ folgen schließlich sexuelle Generationen, deren Eier befruchtungsbedürftig sind und sich infolge der Befruchtung durch die nunmehr auch erscheinenden ♂ zu sog. Dauereiern (Latenziern) entwickeln, die dazu bestimmt sind, ungünstige Zeiten, bei den marinen Cladoceren also den Winter, zu überdauern. Im Gegensatz zu den parthenogenetisch entstandenen Subitaneiern ist bei den Dauereiern die Weiterentwicklung gehemmt und setzt erst unter günstigen Umweltbedingungen ein; die Subitaneier entwickeln sich dagegen sofort nach der Ablage in den Brutraum weiter, so daß die Generationen rasch aufeinander folgen können.

Die beiden Geschlechter sind leicht zu unterscheiden, da der als Brutraum dienende Schalenhohlraum bei den ♂ nur schwach ausgebildet wird, weshalb sie in erster Linie kleiner als die ♀ erscheinen. Außerdem ist das ♂ von *Bosmina c. maritima* an der vom Kopf deutlich abgesetzten und beweglichen Antenne zu erkennen, weiterhin durch den Besitz eines starken Hakens und einer langen Endborste am Außenast des ersten Beinpaares; Kopf und Auge sind kleiner als beim ♀, die Ruderantennen etwas länger. — Bei den *Podon*-Arten hat das ♂ einen größeren Kopf und größere Augen; der Rückensack ist naturgemäß klein, das erste Fußpaar durch das Vorhandensein hakenförmiger Krallen ausgezeichnet. Die Kopulationsorgane wurden schon S. X. a 11 erwähnt. Entsprechende Verhältnisse finden sich beim ♂ der *Evadne*-Arten; der Rückensack ist klein, das erste Beinpaar am Ende mit Haken bewaffnet.

Eine Begattung der Dauereier bildenden ♀ findet zweifellos statt; sie ist jedoch bei den marinen Cladoceren noch nicht beobachtet worden, weil man diese Tiere noch nicht über längere Zeit in Kulturen hat halten können. Die Zahl der ♂ ist übrigens geringer als die der ♀.

Parthenogenetische Fortpflanzung und Subitanei-Entwicklung.

Bosmina einerseits und *Podon* und *Evadne* andererseits unterscheiden sich in ihrer Fortpflanzungsbiologie stark voneinander, so daß sie einzeln behandelt werden müssen.

1) *Bosmina c. maritima* zeigt dieselben Verhältnisse wie die Mehrzahl der Cladoceren. Aus dem Keimlager treten die Eier als junge Oozyten zu vieren in den Eibehälter über und ordnen sich bald zu Längsreihen an. Jede dieser Keimgruppen (Vierergruppen) liefert jedoch nur ein einziges Ei, und zwar wird, vom Keimlager aus gezählt, stets die dritte Zelle zum Ei, während die 3 übrigen als „Nährzellen“ dienen und von der Eizelle resorbiert werden. Das Ei ist daher relativ dotterreich. Die Eier „fließen“ dann bald nach einer Häutung des Muttertieres in den Brutraum über, sind anfangs kuglig, sehr bald aber, mit fortschreitender Entwicklung, „eiförmig“ gestreckt. Sie sind von einer zarten Eihaut umgeben, unter der die Keimhaut liegt, welche die Dottermasse zusammenhält. Die Subitaneier entwickeln sich sofort weiter und nehmen dabei an Größe zu, so daß die Eihaut bald platzt und zusammengerollt im Brutraum liegen bleiben kann; die Embryonen sind jetzt von der „Larvenhaut“ umgeben, in der sie rasch ihre Entwicklung vollenden, so daß sie kurz vor der nächsten Häutung der Mutter ins Wasser entlassen werden können. Meist enthält der Brutraum von *Bosmina c. maritima* nur 2 bis 3 Eier bzw. Embryonen. Er steht mit der Außenwelt in Verbindung, da die Schale an der Ventral- und Kaudalseite klappt und das Abdomen den Raum gerade soweit abschließt, daß die Embryonen nicht herausfallen. Die Geburt der Jungen erfolgt daher in einfachster Weise dadurch, daß das Muttertier sein Postabdomen weit kopfwärts krümmt; die Jungen, die schon nach Sprengung der Larvenhaut recht lebhaft geworden und nach einer ersten Häutung im mütterlichen Brutraum vollständig ausgebildet sind, schlüpfen durch den entstandenen Zwischenraum hindurch ins freie Wasser.

2) *Podon* und *Evadne*. — Bei den Polyphemiden soll nach den älteren Autoren die Entwicklung der Subitaneier in prinzipiell gleicher Weise erfolgen, wie sie eben für *Bosmina* geschildert worden ist. WEISMANN und CLAUS nehmen das Vorhandensein von Viererzellengruppen an, und WEISMANN gibt auch entsprechende Abbildungen von Vierergruppen bei *Evadne spinifera*. Ganz klar scheinen die Verhältnisse bei den Polyphemiden jedoch noch nicht zu sein. Über *Polyphemus pediculus* schreibt KÜHN, daß die 4 Keimzellen einer Gruppe sehr lange gleichmäßig wachsen und sich erst zuletzt deutlicher in eine definitive Ei- und 3 Nährzellen sondern. Es kann auch nicht bestimmt angegeben werden, welche der 4 Zellen zum Ei wird, da sich die Zellen nicht in einer Reihe anordnen, sondern mehrgliedrig nebeneinander vorrücken, so daß anfangs nicht einmal die Keimgruppen unterschieden werden können. Zuletzt werden jedoch 3 Zellen von einer anderen, der Eizelle, also der vierten der Gruppe, außerordentlich rasch resorbiert, so daß im Prinzip *Polyphemus* keine Ausnahme in der bei den Cladoceren üblichen Eientwicklung macht. Bei den nahe verwandten Gattungen *Podon* und *Evadne* könnten daher ebenfalls Vierergruppen und ein ähnlicher Entwicklungsablauf erwartet werden. OLGA KUTTNER konnte indessen bei *Evadne nordmanni* niemals eine Anordnung der Eizellen in Vierergruppen beobachten; sie nimmt daher an, daß keine „Nährzellen“ vorhanden sind, vielmehr jede Keimzelle sich selbständig entwickelt und auch ein Ei liefert. Für diese Möglichkeit könnte die Erscheinung sprechen, daß bei *Podon* und *Evadne* die Subitan-

eier außerordentlich dotterarm sind und daher auch nur eine recht geringe Größe haben, — eben weil ihnen keine Nährzellen zur Verfügung standen.

Weiterhin auffallend ist die bereits den älteren Autoren bekannte, in ihrer Bedeutung aber kaum gewürdigte Erscheinung, daß sich schon im Brutraum der Embryonen Eizellen bzw. Furchungsstadien befinden. Die eben geschlüpften Jungen haben daher bereits einen gefüllten Brutsack, und es ist ohne weiteres erklärlich, daß man niemals ♀ mit leerem Brutraum fängt, es sei denn, daß sie gerade die Jungen entlassen haben. Da die Eier also schon von Embryonen abgelegt werden — sie gelangen zwar nicht ins Freie, sondern in den Brutsack — spricht KUTTNER hier von Pädogenese. Sobald die Embryonen von *Evadne nordmanni* die

ersten Spuren einer Pigmentierung der Augen zeigen, erfolgt die Reifung der Eier; nach der Reifungsteilung treten die Eier in den Brutraum über, der bei den Polyphemiden nicht durch eine Ausstülpung der Schalen-duplikatur (wie bei den Daphniden) gebildet wird, sondern durch eine Einsülpung des Ektoderms. In diesem embryonalen Brutraum machen die fast dotterlosen Eier die totale und äquale Furchung durch (Fig. 19) und haben ein fortgeschrittenes Blastulastadium mit großer Furchungshöhle erreicht, wenn die Jungen geboren werden. Selbstverständlich kann der Brutraum so lange nicht durch eine Häutung erneuert werden, wie

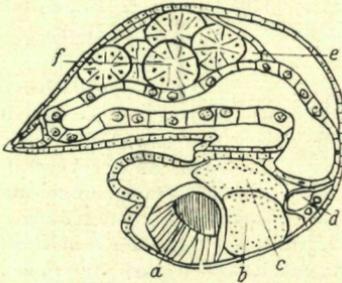


Fig. 19.

Schnitt durch ein Embryo von *Evadne nordmanni*.

Schnitt durch einen Embryo von
a Auge; b Augenganglion; c Gehirn;
d Nackenorgan; e Brutraum; f Blastulae.
Nach KUTTNER.

noch Embryonen in ihm vorhanden sind. Ob die jungen Tiere aber ihren übrigen Körper bis zum erstmaligen Geburtsakt mehrmals häuten, ist mir nicht bekannt.

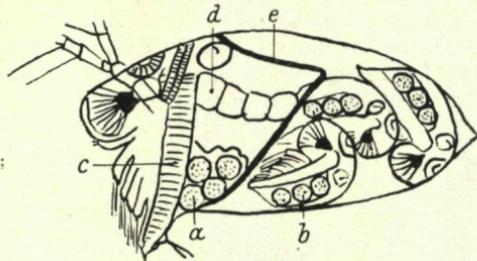
Der Brutsack ist nicht nur ein geschützter Aufenthaltsort für die Embryonen, sondern ist bei *Podon* und *Evadne*, wie bei allen Polyphemiden, zu einer Nährkammer geworden, deren blutdurchspülte Wandungen den Eiern und Embryonen Nährsäfte aus dem Blute der Mutter zuführen. Der anfangs kleine Brutsack schwimmt am Beginn der Embryonalentwicklung in einem mächtigen Blutsinus, aus dem Nährstoffe zu den Eiern gelangen. Mit fortschreitender Entwicklung der Embryonen dehnt sich der Sack aus und wird gegen die Wandung der Schale gedrückt, so daß das Blut immer mehr aus dem Schalenraum verdrängt wird (WEISMANN). Beim Eintritt in den Brutraum sind die Eier winzig klein, erfahren dann eine fortschreitende Größenzunahme, die vielmal größer ist als bei andern Cladoceren ohne Nähreinrichtung für die Eier, und die Embryonen sind dann infolge der günstigen Ernährungsverhältnisse am Ende der Entwicklung so groß und fortgeschritten wie bei keiner andern Cladocerengruppe.

Das Vorhandensein von Eiern im Brutraum der Jungen vor dem Ausschlüpfen hängt sicher auch mit den günstigen Ernährungs-

verhältnissen im Brutsack zusammen (CLAUS). Die Wand des Raumes ist drüsenähnlich gestaltet und zeigt als plazentale Schicht eine gewaltige Größenentwicklung; sie besteht aus wenigen, aber sehr großen Zellen. Der uterusähnliche Brutsack von *Podon* und *Evadne* liegt an der Dorsalseite des Darmes, von Blut umspült, im Leibesraum aufgehängt, und zwar ist er mittels eines Stieles an der Hypodermis der Rückenplatte befestigt. Der Brutraum bildet daher einen vollständig abgeschlossenen Raum, so daß die Geburt der Jungen nicht wie bei den anderen Cladoceren erfolgen kann.

Der Geburtsakt ist am genauesten von KUTTNER bei *Evadne nordmanni* beobachtet worden; er dauert mehrere Stunden und ist eng mit dem Häutungsvorgang des Muttertieres verknüpft. Zuerst löst sich das Epithel an der Spitze der tütenförmigen Schale ab; dann zieht es sich rasch bis zur Hälfte der Schale zurück, so daß nach der Spitze zu ein

Fig. 20.
Geburtsakt bei
Evadne nordmanni.
a neue Eier im Brutraum;
b Embryonen vorm Schlüpfen,
unter der Schale;
c Darm; d Blasenförmiges Organ;
e Wand des Brutsackes.
Nach KUTTNER.



freier Raum innerhalb der Schale entsteht, in den nach und nach die Embryonen durch einen im Bereich des oben erwähnten Stieles sich bildenden Spalt gelangen. Der Brutsack verkleinert sich weiter und preßt durch rhythmische Kontraktionen die letzten Embryonen in den freien Schalenraum hinein; die Schlüpföffnung schließt sich wieder, und neue Embryonen treten aus den Ovarien in den ganz zusammengefallenen Brutsack über (Fig. 20); sie beginnen sich schon zu furchen, wenn die Jungen noch von der mütterlichen Schale umschlossen sind. Die Jungen, die bisher eine gewölbte Dorsalkontur hatten, nehmen plötzlich die für *Evadne* kennzeichnende tütenförmige Gestalt an. Die mütterliche Schale reißt nun, wodurch die Jungen endlich freierwerden. Das Muttertier streift dann bald die Schalenfetzen und die übrigen alten Kutikularteile ab, die neue Haut ist anfangs noch weich und nimmt erst allmählich die endgültige Gestalt an. Geburt und Häutung sind also, im Gegensatz zu den meisten übrigen Cladoceren (vgl. RAMMNER 1929), untrennbar miteinander verknüpft.

Bei *Podon* dürfte sich der Geburtsakt ähnlich abspielen, er läßt sich aber nicht unmittelbar verfolgen, da die Tiere weniger durchsichtig sind als *Evadne*. Immerhin hat KUTTNER an Schnitten bei *Podon leuckarti* festgestellt, daß auch hier schon Eier in den flach zusammengepreßten Brutraum übertreten, wenn die Jungen noch außerhalb desselben im Schalenraum der Mutter liegen.

Die Zahl der Eier ist am geringsten bei *Podon leuckarti*, wo meist nur 2 Eier oder Embryonen beobachtet werden. *Podon polyphemoides* hat nach LILLJEBORG 2 bis 4 Embryonen, *P. intermedius* 2 bis 5, mitunter auch mehr. *Evadne* ist durchschnittlich fruchtbarer; bei *Evadne nordmanni* werden in der Nordsee 7 bis 8 Eier, in der Ostsee 2 bis 5 Eier bzw. Embryonen beobachtet, und *E. spinifera* kann 6 bis 7 Eier im Brut-sack tragen.

Sexuelle Fortpflanzung und Entwicklung der Latenzeier.

1) *Bosmina c. maritima*. — Über die Bildung der Dauereier ist bei den marinen Bosminen nichts bekannt; es kann aber angenommen werden, daß sie genau so wie bei den Süßwasserformen erfolgt. Bei diesen geht auch das Dauerei aus einer Vierzellengruppe hervor, doch werden noch andere Vierzellengruppen zur Bildung des einzigen Dauereies herangezogen. Das Dauerei erreicht daher eine bedeutende Größe und ist reich mit Dottermaterial versehen. Es wird nicht frei abgelegt, sondern in den dorsalen Teil der Schale eingeschlossen, mit dem es beim Häutungsvorgang abgeworfen wird (Pseudoephippium, im Gegensatz zum echten

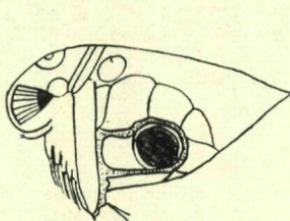


Fig. 21.
Evadne nordmanni, mit Dauerei.
Nach KUTTNER.

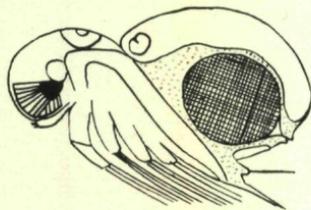


Fig. 22.
Podon leuckarti, mit Dauerei.
Nach KUTTNER.

Ephippium anderer Cladoceren, das besondere Umbildungen zum Schutz der Eier durchmacht). Bei *Bosmina c. maritima* scheinen Dauereier recht selten zu sein; nur LEVANDER berichtet einmal von einem Oktoberfang aus dem Finnischen Busen: „Schalen mit Dauereiern wurden auch gesehen“ (p. 21).

2) *Podon* und *Evadne*. — Es wird anscheinend immer nur ein einziges Dauerei auf einmal gebildet, das schon im Ovar durch seine Größe und den dunkelbraunen Dotter zu erkennen ist. Nur LILLJEBORG berichtet, daß im IX. bei *Evadne nordmanni* bisweilen 2 Latenzeier auftreten. An der Bildung des Dauereies sind noch 3 Abortivzellen beteiligt. Zwischen parthenogenetischen und Sexualweibchen bestehen (nach KUTTNER) erhebliche Unterschiede. Bei *Evadne* (Fig. 21) ist nämlich das Epithel des Brutraumes aus dicken, kubischen Zellen zusammengesetzt, die zahlreiche Chitintropfen enthalten. Nachdem das Ei in den Brutraum übergetreten ist, zieht sich dessen Wandung zusammen, bis sie das Ei fest umschließt. Das Dauerei scheint dann im Körper selbst zu liegen und nicht im Brutraum. Während sich die Brutraumwandung um das Ei legt, treten die

Chitintropfen aus den Zellen aus und bilden eine dicke Schale um das Ei. Bei *Podon* (Fig. 22) besteht die Wandung des Brutsackes ebenfalls aus außerordentlich dicken Zellen, doch wurden in ihnen keine Chitintropfen gesehen. Die Dauereier werden bei beiden Gattungen frei abgelegt, die Schale des Muttertieres ist also in keinerlei Weise an der Bildung einer Schutzhülle für das Dauerei beteiligt. Sie gelangen wohl durch Zerfall der mütterlichen Schale ins freie Wasser.

Die anatomischen Unterschiede der Sexual-♀ gegenüber den parthenogenetisch sich vermehrenden ♀, die in der Beschaffenheit des Brutraumepithels und im Vorhandensein einer Schalen-(Begattungs-)öffnung bestehen, sind so groß, daß die Tiere wohl schon von Geburt an zu Sexual-♀ bestimmt sein müssen, also nicht, wie bei anderen Cladoceren, erst eine Zeitlang parthenogenetisch Subitaneier hervorbringen. Als Begattungsöffnung dient wahrscheinlich ein Loch in der Schale, das dort liegt, wo der Brutsack mit dem Schalenepithel zusammenhängt. Bei *Podon* ist sie durch einen wulstigen Rand, bei *Evadne* durch eine trichterförmige Einsenkung angedeutet. Nach WEISMANN entsteht die Begattungsöffnung dadurch, daß der Stiel, an dem der Brutsack im Leibesraum aufgehängt ist, hohl wird.

Über die Begattung liegen keine Beobachtungen vor; nach WEISMANN erfolgt sie wahrscheinlich in derselben Weise wie bei der Süßwassergattung *Bythotrephes*, bei der der verlängerte Penis bis in den Brutraum hineinragt. Die großen Samenzellen, die nur in geringer Zahl ausgestoßen werden, können die Eizelle daher kaum verfehlen. Während der Begattung oder unmittelbar danach findet wahrscheinlich der Übertritt des Dauereies in den Brutsack statt. ♂ treten in größerer Zahl meist erst im Herbst auf, sind aber schon im Frühsommer, ebenso wie die Sexual-♀, vereinzelt anzutreffen, ganz selten sogar schon vom V. ab. Da die Tiere räuberisch leben, dürfte das ♂ gelegentlich nach der Begattung vom ♀ aufgefressen werden, wie es WEISMANN z. B. von *Bythotrephes* schildert.

Die Samenzellen sind außerordentlich groß und werden daher immer nur in geringer Zahl ausgebildet. Sie quellen als zylindrische Elemente hervor und werden unter dem Einfluß des Wassers schnell spindelförmig. Bei *Evadne*, wo CLAUS einige Beobachtungen anstellen konnte, werden sie so lang wie die I. Antenne (Fig. 23). Eine Zeitlang erfolgen amöboide Bewegungen, bis sich schließlich die Zelle kugelig zusammenzieht und eine Anzahl starrer Strahlen aussendet.

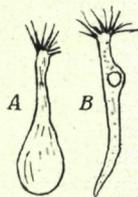


Fig. 23.
Samenzellen von
Evadne. — Nach CLAUS.

Verschiedenes

1. Periodizität des Auftretens. — Die marinen Cladoceren verschwinden als wärmeliebende Oberflächentiere während des Winters fast ausnahmslos aus dem Plankton und zeigen meist im Hochsommer ihre Hauptentwicklung. Wenn auch eine bestimmte Periodizität besteht, so ist im einzelnen jedoch das Erscheinen einer Art an manchen Orten recht unregelmäßig. Sie kann in einem Jahr außerordentlich häufig sein, im nächsten Jahr aber an der gleichen Stelle zur

selben Jahreszeit vollständig fehlen. Solche Beobachtungen deuten wohl darauf hin, daß Zufälligkeiten in den Strömungs- und Windverhältnissen eine gewisse Rolle in der Verteilung und in dem zeitlichen Auftreten der marinen Cladoceren spielen. Als ein Beispiel für unregelmäßiges Auftreten sei *Podon leuckarti* bei Helgoland genannt. Nach TIMM war diese Art im IV. 1893 ziemlich häufig, fehlte im V., war im VI. sehr häufig und verschwand im VII. schon wieder. Im allgemeinen erscheint *P. leuckarti* im III. bis V. (im hohen Norden aber erst im VIII.), und im Herbst verschwindet er wieder. Dies gilt sowohl für Nord- wie Ostsee; in der Ostsee ist er jedoch anscheinend nicht alle Jahre gleich häufig, da manche Autoren ihn selten, andere wieder sehr zahlreich antrafen. *Podon intermedius* ist in der Nordsee im II. selten, nimmt im Frühjahr zu und kommt im Sommer meist häufig vor; in der Ostsee ist diese Art meist im VIII. häufiger anzutreffen. In der Adria hat sie bemerkenswerterweise zwei Maxima (Frühjahr und Herbst), ist dort also dzyklisch. *Podon polyphemoides* hat in der Nordsee sein Maximum im Sommer und Herbst, meist in Küstennähe; in der Ostsee kommt er meist nicht häufig vor, ist im V. und XI. sehr selten, erst im VIII. zahlreich, im Finnischen Busen auch noch im IX. Bei *Evadne nordmanni* nimmt die Schwärmzeit von N nach S ab; während sie im hohen N vielfach sogar ausdauernd ist, wenn auch nur in ganz wenigen Individuen, findet sie sich an der Adria überhaupt nur vom IV. bis V. In der Ostsee ist sie im V. vereinzelt anzutreffen und kommt erst im VIII. überall vor. *Evadne spinifera* findet sich im Gebiet ebenfalls im VIII. am häufigsten. — *Bosmina c. maritima* schließlich erscheint im V. in der NO-Ostsee, ist im VIII. am häufigsten und dringt bis ins Kattegat vor; im XI. verschwindet die Art aus dem Plankton.

2. Variabilität. — Eine erhebliche Variabilität findet sich, wie bereits angedeutet wurde, im Zusammenhang mit dem Standort bei *Bosmina c. maritima*. Die von P. E. MÜLLER beschriebene und von ihm als eigene Art angesehene Form kommt nur im südlichsten Kattegat und im Sund vor; im Bottnischen Busen und in der N-Ostsee treten dagegen Bosminen auf, die sich der *B. c. obtusirostris*, einer Süßwasserform, aufs engste anschließen und sich von ihr in der Hauptsache nur durch das kleinere Auge, durch kürzere Ruderantennen und durch eine verschieden stark ausgeprägte Ausbuchtung des Kopfkonturs vor dem Auge unterscheiden. In der N-Ostsee werden Tiere angetroffen, die bis auf die kürzeren Ruderantennen der *B. c. obtusirostris* so auffallend gleichen, daß man annehmen könnte, ins Meer geratene Süßwasserformen vor sich zu haben. Je weiter man nach S kommt, desto größer werden die Abweichungen von *B. obtusirostris*: die Vorwölbung vor dem Auge wird stärker, das Auge selbst ist kleiner, die I. Antennen werden länger und tragen mehr Einschnitte; im südlichsten Kattegat schließlich findet sich die MÜLLERSche Form, die „echte“ *B. maritima*. „Auf Grund dieser Verhältnisse kommt es mir wahrscheinlich vor, teils daß sie von *B. obtusirostris* s. str. abstamme, teils daß sie aus den in den Bottnischen Busen sich ergießenden norrländischen und finnischen Flüssen, wo *B. obtusirostris* s. str. lebt, in das baltische Meer gelangt ist, sich seinem wenig salzigen Wasser anpassend. . . . Ihre kleinere Größe im Meer als in den Flüssen ist ganz natürlich

auf die Rechnung des Einflusses des Meerwassers zu setzen, und zwar stimmt sie in dieser Hinsicht mit andern, im Bottnischen Busen und in der Ostsee lebenden, aber eigentlich süßen Gewässern angehörenden Formen überein“ (LILLJEBORG, p. 246). Ob die beobachteten lokalen Verschiedenheiten auf Unterschieden im Salzgehalt oder in der Wassertemperatur beruhen, läßt sich nicht entscheiden, da über diese Art noch viel zu wenig Beobachtungsmaterial vorliegt³⁾. Vor allem müßte erst Genaueres über die Temporalvariation der einzelnen Lokalformen bekannt sein, besonders die der I. Antenne, ehe man entscheiden kann, ob die verschiedenen, von LILLJEBORG beschriebenen Formen Lokalrassen sind oder etwa nur verschiedene Stufen einer Temporalvariation. Im übrigen ist darauf hinzuweisen, daß an den einzelnen Fangstellen eine einzelne Form selten allein vorkommt; meist sind verschiedene Formen nebeneinander vorhanden, unter denen eine — eben die für den Standort kennzeichnende — vorherrscht.

Eine Temporalvariation ist auch bei *Podon* und *Evadne* festzustellen; die Tiere sind am Anfang des Jahres wesentlich größer, haben also einen höheren Brutraum als die Tiere, die gegen Ende des Sommers gefangen werden. Eine Lokalvariation scheint bei *Evadne nordmanni* vorzuliegen, da die Tiere der Nordsee (nach LILLJEBORG) in seitlicher Ansicht ovoid oder elliptisch-oval sind, hinten \pm abgerundet, während die der Ostsee mehr dreieckig sind, da der Brutsack schmaler und zugespitzt ist. Auch in der Zahl der Embryonen bestehen örtliche Verschiedenheiten; in der Nordsee kommen nach LILLJEBORG bisweilen 7 bis 8, in der N-Ostsee aber im allgemeinen nur 3 bis 5 Embryonen vor. — Eine Lokalvariation im Zusammenhang mit dem Salzgehalt des Wassers liegt vielleicht auch in den Schwankungen der Körpergröße von *Podon polyphemoides* vor; in schwächer salzigem Wasser, so nach DE LINT in der Zuider Zee, ist diese Art kleiner (bis 500 μ) als in stärker salzigem Meereswasser (600 bis 660 μ , nach LILLJEBORG). An genaueren Beobachtungen fehlt es leider auch hier noch.

3. Phylogenetisches. — Die mutmaßliche Abstammung der *Bosmina c. maritima* wurde schon angedeutet; sie ist eine nur wenig umgewandelte Form aus dem Süßwasser, die ihre Herkunft auch noch dadurch verrät, daß sie sich nur in den salzärmsten Wasserschichten aufhält. — *Podon* und *Evadne* sind phylogenetisch von größtem Interesse, da sie mit am Ende der Stammesentwicklung der Cladoceren stehen. Besonders die hohe Ausbildung der Facettenaugen und die Rückbildung der Schale im Zusammenhang mit der räuberischen Lebensweise berechtigen dazu, diese beiden Gattungen als hoch spezialisiert zu bezeichnen. Nach MILTZ ist das Daphnidenaug die Ausgangsform, aus dem sich einerseits das Auge von *Polyphemus* ableitet, andererseits das der ebenfalls hochspezialisierten Süßwassergattung *Leptodora*. Ersteres bildet die Vorstufe für das Auge von *Podon*, an das sich dann das von *Evadne* anschließt (das ebenfalls hochentwickelte Auge von *Bythotrephes* leitet sich entweder auch

³⁾ Anmerk. bei der Korrektur: Herr Dr. ISCHREY (Libau) teilt mir mit, daß nach seinen noch unveröffentlichten Beobachtungen die Bosminen des Rigaschen Meerbusens durchschnittlich größer sind als die von Libau und daß die herbstliche Geschlechtsperiode bei der ersten früher eintritt.

von *Polyphemus* ab oder von *Leptodora*). — Bei Betrachtung der Extremitäten kommt man zu einer ähnlichen Stammesverwandtschaft (BEHNING). Die Raubbeine von *Polyphemus* erinnern noch am stärksten an die Beine der typischen Cladoceren; dann nimmt der Exopodit in der Abwandlungsreihe *Podon* → *Evadne* → *Bythotrephes* immer weiter ab, bis schließlich bei *Leptodora* nur noch der Endopodit als alleinige Fortsetzung des Stammes der I. Extremität bestehen bleibt. Von den beiden rein marinen Gattungen ist *Podon* zweifellos die primitivere; es ist anzunehmen, daß sie aus *Polyphemus*-ähnlichen Formen hervorgegangen ist. Die ursprünglichsten Formen der Reihe weisen die höchste Borstenzahl an den Gliedmaßen auf. An *Polyphemus pediculus* als reine Süßwasserform mit 18 Borsten am I. bis IV. Bein schließen sich die nicht unserer Fauna angehörigen Arten *Podon schmakeri* und *P. trisetosus* mit 14 bzw. 12 Borsten an; über diese Arten ist außer ihrem Vorkommen so gut wie nichts bekannt. Auf sie folgt unser *Podon polyphemoides* mit 11 Borsten, dessen Ursprünglichkeit sich u. a. auch darin äußert, daß er selbst im reinen Süßwasser vorkommen kann, was als wichtiger Hinweis auf die Herkunft der marinen Formen aus dem Süßwasser gilt. Es schließen sich weiterhin *Podon schoedleri* mit 9 und unser *P. intermedius* und *P. leuckarti* mit 6 bzw. 5 Borsten an. Eine ähnlich geringe Borstenzahl haben die gegenüber *Podon* als fortgeschrittener zu bezeichnenden *Evadne*-Arten, unter denen die nicht in unserem Gebiete vorkommende *Evadne tergestina* mit 9 Borsten am ursprünglichsten ist; es folgen *E. spinifera* mit 7 und *E. nordmanni* mit 6 Borsten.

Um die Herkunft der marinen Cladoceren richtig beurteilen zu können, muß man sich daran erinnern, daß unter den zahlreichen Arten dieser Krebsgruppe Meeres- und selbst Brackwasserbewohner zu den Ausnahmen gehören. In der Ostsee haben sich etwa 40 Arten in das schwach salzige Wasser „verlaufen“; höheren Salzkonzentrationen, etwa von 10⁰/₀₀ an, sind die Süßwasser-Cladoceren mit Ausnahme von *Chydorus sphaericus* und *Simocephalus vetulus* nicht gewachsen. Umso auffällender ist es dann, daß unter den vielen Cladoceren einige wenige Arten dennoch ins Meer gegangen sind: Echte Meeresformen sind die Arten von *Podon* und *Evadne* (im ganzen wohl nur 9 Species); dazu kommen noch die in den großen russischen Binnenseen lebenden Arten und die Brackwassergattung *Penilia*, die nicht der europäischen Fauna angehört, sowie die das schwach salzige Wasser der Ostsee bewohnende *Bosmina c. maritima*, die als einziger mariner Vertreter einer sonst weit im Süßwasser verbreiteten Gattung hohes Interesse beanspruchen muß. Morphologisch scheint sie sich unter dem Einfluß des Salzwassers nicht erheblich verändert zu haben, wenn man von der geringeren Gesamtgröße absieht, — Größenabnahme zeigen ja auch die echten Süßwasserarten, die im schwach brackigem Wasser an der Ostseeküste leben. Allerdings muß betont werden, daß variationsstatistische Untersuchungen sowohl der betreffenden Süßwasserformen als auch von *Bosmina c. maritima* leider noch fehlen.

Im ganzen lebt also knapp ein Dutzend Arten im Meere, von denen gerade die am meisten spezialisierten Arten auch in der Hochsee vorkommen. Aus diesem Grunde dürfte es schwer halten, die heute marinen

Formen als „Rückwanderer“ ins Meer anzusprechen und allgemein die Cladoceren als ursprünglich marin anzusehen, wie es manchmal geschieht. Man muß weiter berücksichtigen, daß ein Hauptmerkmal der Cladoceren der Aufbau ihres Körpers aus verhältnismäßig wenigen Zellen ist; sie sind im Gegensatz zu den Euphyllpoda „oligozytär“; damit hängen ihre Kleinheit, die undeutliche Segmentierung, die rasche Embryonalentwicklung und das Fehlen von Larvenstadien zusammen. Alle diese kennzeichnenden Eigentümlichkeiten sind „Anpassungen“ an das Leben im Süßwasser, besonders an die Kleingewässer, in denen die Hauptmasse beheimatet ist (Näheres in der einschlägigen Cladoceren-Literatur). Die Cladoceren sind also doch wohl im Süßwasser entstanden, die wenigen marinen Arten haben sich einen abweichenden Lebensraum erobert, sie sind eher als „Pioniere“ denn als „Rückwanderer“ zu bezeichnen. Im übrigen dürfte es kaum ein Zufall sein, daß außer *Bosmina* alle marinen Cladoceren einer Tribus angehören, die sich in höchst auffallender Weise von den übrigen Cladoceren unterscheidet. *Podon* und *Evadne* bilden mit anderen Polyphemiden (*Polyphemus*, *Bythotrephes* u. a.) die Tribus *Onychopoda*; deren Hauptmerkmale sind: nur als Brutraum entwickelte Schale, die nicht als Duplikatur des Integuments, sondern als Ausstülpung entsteht; freiliegende Beine, die zum Ergreifen lebender Beute dienen, damit im Zusammenhang stehend räuberische Lebensweise und große, kompliziert gebaute, offenbar zum Bildsehen geeignete Augen; ein von den „niederer“ Cladoceren (das sind die Tribus *Ctenopoda* und *Anomopoda*, alle mit zweiklappiger Schalenduplikatur, die *Ctenopoda* mit 6 Paar untereinander gleichen Beinen, die *Anomopoda* mit 5 [seltener 6] Paar verschieden gestalteten Blattfüßen: also die Hauptmasse der Cladoceren, Algen- und Detritusfresser) abweichender Häutungsmechanismus, dadurch bedingt, daß sich schon im Brutraum des unreifen Tieres Embryonen vorfinden, bisher wenigstens für *Podon* und *Evadne* (vgl. S. X. a 22) nachgewiesen⁴⁾; und schließlich die durch ein drüsiges Organ in dem nach außen abgeschlossenen Brutraum erfolgende Ernährung der heranwachsenden Embryonen. Diese also in vieler Beziehung von den anderen Cladoceren abweichende Tribus *Onychopoda* ist vorherrschend marin; daher liegt die Annahme nahe, daß die besonderen Organisationseigentümlichkeiten mit dem Aufenthalt im Salzwasser zusammenhängen (*Bosmina* lebt nur in außerordentlich schwach salzigem Wasser, das Fehlen besonderer Merkmale wäre daher verständlich). Hier wäre etwa daran zu denken, daß die osmotischen Verhältnisse anders sind als im Süßwasser; der Binnendruck des Blutes, der bei den Süßwasser-Cladoceren außerordentlich hoch gegenüber dem Außenmedium ist, und der vor allem bei der Entstehung der Schalenduplikatur und ihrer Anhänge eine Rolle spielt, ist im Salzwasser vielleicht nicht hoch genug, um dort eine ähnliche Bildung hervorzurufen bzw. durch Turgeszenz zu erhalten. „Schwebefortsätze“ fehlen bei den marinen Cladoceren daher wohl auch nicht zufällig. Die von einer dünnen Schale umgebenen Subitaneier müssen sicher vor der Berührung mit dem Seewasser bewahrt werden;

⁴⁾ Anmerk. bei der Korrektur: Nach einer soeben erschienenen Arbeit von G. ISCHREY (Über Körperbau und Lebensweise des *Bythotrephes longimanus* Leydig; in: Arch. Hydrobiol., 21; 1930) nimmt auch bei *Bythotrephes* der Brutraum nicht am Häutungsrythmus des übrigen Körpers teil.

der Brutraum ist daher bei den marinen Arten vollständig gegen die Außenwelt abgeschlossen. Dieser Zustand ermöglicht natürlich nun eine Ernährung der Embryonen durch das Brutraumepithel (unter den *Anomopoda* nur von *Moina* bekannt). Alle diese Eigentümlichkeiten weisen darauf hin, daß die *Onychopoda* als sehr scharf abgegrenzte Gruppe den niederen Cladoceren gegenüberstehen. Den *Onychopoda* schließt sich die sehr kleine Tribus *Haplopoda* (mit *Leptodora*) an, im wesentlichen nur durch einige Abweichungen im Bau der Extremitäten unterschieden. Überblickt man die gesamte Organisation und Biologie, so erscheint die Annahme zum mindesten diskutabel, daß *Ctenopoda* und *Anomopoda* einerseits und *Onychopoda* und *Haplopoda* andererseits phylogenetisch nicht im Zusammenhang stehen; die Herkunft der marinen Cladoceren müßte dann von einem anderen Standpunkt aus betrachtet werden.

Beziehungen zur Umwelt Als Anpassung an den Lebensraum kann die für Planktonorganismen kennzeichnende Durchsichtigkeit aufgefaßt werden. Alle Arten sind hyalin; am durchsichtigsten ist *Evadne*, von der man kaum mehr als das schwarze Auge und allenfalls den gefüllten Darm sieht, wenn das Tier im Wasser schwimmt.

Als Teilnehmer an einer Biozönose ist *Evadne spinifera* zu erwähnen; denn sie findet sich außerhalb des Nord-Ostsee-Gebietes besonders im Sargassum zahlreich, wo sie sich mit dem Nackenorgan an den Pflanzen festheftet.

Feinde und wirtschaftliche Bedeutung. — Als Feinde kommen in erster Linie Fische in Frage, ohne daß die Cladoceren deshalb eine besondere wirtschaftliche Bedeutung erlangen, da sie wohl keine Rolle als Hauptnahrung irgend einer Fischart spielen. Im Mittelmeer fand I. DE GUERNE *Podon intermedius* im Magen der Sardinen; im Mittelmeer (und wohl auch anderwärts) kommt nach LO BIANCO *Evadne spinifera* als Nahrung postlarvaler Stadien verschiedener Teleosteer in Betracht, und nach REDEKE ist *Podon polyphemoides* infolge seines oft massenhaften Auftretens im Sommer als Nahrung der Fischlarven und der Jungfische in der Zuider Zee nicht unwichtig.

Schlußbemerkungen Zahlreiche Einzelheiten der Biologie und der Verbreitung der marinen Cladoceren bedürfen noch der Aufklärung. Von *Bosmina c. maritima* ist vor allem die sicher vorhandene Temporal- und Lokalvariation statistisch zu erforschen; vielleicht könnte man auch im Laboratorium den Einfluß des Salzgehaltes auf die Gestalt usw. experimentell feststellen und der Frage nachgehen, ob *B. c. maritima* nichts anderes als eine an schwach salziges Wasser angepaßte *B. c. obtusirostris* ist. Über die sexuelle Fortpflanzung ist so gut wie nichts bekannt; da Dauereier außerordentlich selten gesehen wurden, ist der sexuellen Vermehrung vielleicht überhaupt eine ganz untergeordnete Rolle zuzuschreiben. Es wäre daher zu ermitteln, woher die alljährlich in Menge erscheinenden Bosminen eigentlich stammen, ob sie etwa (als *B. c. obtusirostris*) mit den Flüssen in den Bottnischen Busen eingeschwemmt werden oder ob sie etwa, vielleicht gar asexuell, in tieferen Wasserschichten den Winter überdauern.

Weiter wäre die Verbreitung von *Podon* und *Evadne* noch genauer zu erforschen, besonders auch die temporale Verteilung und ihr möglicher Zusammenhang mit den Strömungen. Unentschieden ist die Frage, ob *Podon* und *Evadne* zum Teil als echte Hochseeformen anzusprechen sind. Die Möglichkeit eines täglich stattfindenden Auf- und Absteigens (tägliche Vertikalwanderungen) sollte auch einmal ins Auge gefaßt werden. Die Eientwicklung, besonders die Frage, ob bei *Podon* und *Evadne* eine Keimgruppe aus 4 Zellen vorhanden ist, von denen 3 als Nährzellen resorbiert werden, bedarf ebenfalls einer Nachprüfung, da das bisher bekannt gewordene nicht immer vollkommen überzeugend wirkt.

Literatur

- APSTEIN, C.: Plankton in Rügenschcn Gewässern; in: Wiss. Meeresunters., Kiel (NF), **5**, 2; 1901.
- Cladoceren; in: Nordisches Plankton, Zool. **4**; 1901; Nachtrag 1910.
- Plankton in Ost- und Nordsee auf den deutschen Terminfahrten I; in: Wiss. Meeresunters. (NF), **9**; Kiel 1906.
- BEHNING, A.: Studien über die vergleichende Morphologie sowie über temporale und Lokalvariation der Phyllopodenextremitäten; in: Internation. Rev. Hydrobiol. Hydrogr., Biol. Suppl. **4**; 1912.
- CLAUS, C.: Über *Evadne mediterranea* n. sp. und *polyphemoides* Lkt.; in: Würzburg. Naturwiss. Zs., **3**; 1862.
- Zur Kenntnis des Baues und der Organisation der Polyphemiden; in: Denkschr. K. K. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl. **37**; 1877.
- DRIVER, H.: Das Ostseep plankton der 4 deutschen Terminfahrten im Jahre 1905; in: Wiss. Meeresunters., Kiel (NF), **10**; 1907.
- GIBITZ, A.: Verbreitung und Abstammung mariner Cladoceren; in: Verh. zool.-botan. Ges. Wien, **71**; 1922.
- HANSEN, H. J.: Die Cladoceren und Cirripeden der Plankton-Expedition: in: Ergebn. der Plankt.-Exped., **2**; 1899.
- HENSEN, V.: Das Plankton der östl. Ostsee; in: 6. Ber. Komm. Untersuch. Deutsch. Meere; Kiel 1890.
- KLIE, W.: Die Entomostraken der Salzwässer von Oldesloe; in: A. THIE-NEMANN, Das Salzwasser von Oldesloe; Mitt. Geogr. Ges. u. Naturhist. Mus. Lübeck, 2. Reihe, Teil 1, Heft 30, 1925.
- KÜHN, A.: Die Entwicklung der Keimzellen in den parthenogenetischen Generationen der Cladoceren *Daphnia pulex* und *Polyphemus pediculus*; in: Arch. f. Zellforsch., **1**; 1908.
- KUTTNER, O.: Mitteilungen über marine Cladoceren; in: S. B. Ges. Naturforsch. Freunde, **2**; 1911.
- LEUCKART, R.: Über das Vorkommen eines saugnapfartigen Haftapparates bei den Daphniaden und verwandten Krebsen; in: Arch. f. Naturgesch., **25**; 1859.
- LEVANDER, K. M.: Über das Herbst- und Winterplankton im Finnischen Meerbusen und in der Ålands-See 1898; in: Acta Soc. Fauna Flora Fennica, **18**, 5; 1900.
- Die Cladoceren der Umgebung von Helsingfors; in: Ebenda, **19**, 2; 1900.

- LEVANDER, K. M.: Zur Kenntnis des Planktons und der Bodenfauna einiger seichten Brackwasserbuchten; in: Ebenda, **20**, 5; 1901.
- LILLJEBORG, W.: Cladocera sueciae; in: Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsaliensis (3), **19**; 1901.
- DE LINT, G.: Cladoceren en Copepoden; in: Flora Fauna Zuiderzee; Leiden 1922.
- LOVÉN, S. L.: *Evadne Nordmanni*, ein bisher unbekanntes Entomostrakon; in: Arch. f. Naturgesch., **4**; 1838.
- MIELCK, W.: Quantitative Untersuchungen an dem Plankton der deutschen Nordsee-Terminfahrten im Februar und Mai 1906; in: Wiss. Meeresunters., Kiel (NF), **13**; 1911.
- MILTZ, O.: Das Auge der Polyphemiden; in: Zoologica, **28**; 1899.
- MÜLLER, P. E.: Danmarks Cladocera; in: Naturhist. Tidsskrift (3), **5**; 1868.
- RAMMNER, W.: Über periodische Erscheinungen am Cladoceren-Individuum usw.; in: Internation. Rev. Hydrobiol. Hydrogr., **21**; 1929.
- REDEKE, H. C.: Zur Biologie der niederländischen Brackwassertypen; in: Bijdrag. tot de Dierkde., **22**; 1922.
- RÜHE, F. E.: Monographie des Genus *Bosmina*; A. *Bosmina coregoni* im baltischen Seengebiet; in: Zoologica, **25**; 1912.
- SCHMIDT, ROB.: Die Salzwasserfauna Westfalens; in: **41**. Jahresber. Westfäl. Prov.-Ver. Wiss. u. Kunst; 1913.
- SCHOEDLER, J. E.: Die Cladoceren des Frischen Haffs usw.; in: Arch. f. Naturgesch., **32**; 1866.
- SCOURFIELD, D. J.: Die sog. „Riechstäbchen“ der Cladoceren; in: Forsch. Ber. Biol. Station Plön, **12**; 1905.
- SELIGO, A.: Änderungen in der Zusammensetzung der Tierwelt des Frischen Haffes; in: Verh. Intern. Ver. Limnol., **3**; 1927.
- TIMM, R.: Copepoden und Cladoceren; in: Wiss. Meeresunters., Kiel (NF), **1**; 1894.
- WEISMANN, A.: Beiträge zur Naturgeschichte der Daphnoiden; in: Zs. f. wiss. Zool., **24**, **28**, **33**; 1874, 1877, 1879.
- WOLTERECK, R.: Funktion, Herkunft und Entstehungsursachen der sog. „Schwebefortsätze“ pelagischer Cladoceren; in: Zoologica, **67**; 1913.