

VI. c₂: **Hirudinea**

von KONRAD HERTER, Berlin

Mit 36 Abbildungen

Charakteristik

Die Egel oder *Hirudinea* bilden eine gut abgegrenzte Ordnung der Anneliden, die mit den Oligochäten (s. S. VI. c 1) zur Klasse der *Clitellata* zusammengefaßt wird.

Die bilateral-symmetrisch gebauten Würmer haben meist einen dorsoventral abgeplatteten, weichen Körper mit deutlicher Ringelung. Die Ringe entsprechen nicht den 33 (+ 1) Segmenten¹⁾, sondern sind durch sekundäre Aufteilung der Metameren entstanden. Ihre Anzahl je Segment ist — wenigstens in der Körpermitte — artkonstant, zwischen den Arten schwankt sie von 2 bis 14. Vorder- und Hinterende mit je einem Saugnapf (= Haftscheibe); im vorderen liegt die Mundöffnung (bzw. Öffnung der Rüsselscheide). Die Afteröffnung ist dorsal vor dem Hintersaugnapf. Die Leibeshöhle ist durch starke Entwicklung von Muskulatur und Bindegewebe zu einem Lakunensystem reduziert. Zwitter, bei denen die Hoden hinter den Ovarien liegen. Eigentliche Körperanhänge (wie Parapodien) fehlen.

Egel leben im Meer, im Süßwasser und auf dem Lande räuberisch oder parasitisch.

Systematik

In der Ordnung der *Hirudinea* sind zur Zeit etwa 300 Arten bekannt, die nach der neuesten Zusammenstellung von SCRIBAN & AUTRUM (1928/34) in folgende Unterordnungen und Familien eingeteilt werden:

1. Unterordnung *Acanthobdellae*²⁾
Familie *Acanthobdellidae*
2. Unterordnung *Rhynchobdellae* (Rüsseegel)
Familie *Glossiphoniidae*
Familie *Piscicolidae* (*Ichthyobdellidae*³⁾)
3. Unterordnung *Gnathobdellae* (Kieferegel)
Familie *Hirudinidae*
Familie *Haemadipsidae*
Familie *Semiscolecidae*
4. Unterordnung *Pharyngobdellae* (Schlundegel)
Familie *Herpobdellidae*
Familie *Trematobdellidae*

¹⁾ Nur bei *Acanthobdella* sind 30 Segmente vorhanden.

²⁾ Da diese Unterordnung nur durch eine sibirische Süßwasserform (*Acanthobdella peledina*) vertreten ist, die in vielen Beziehungen von den übrigen Egel abweicht, so werde ich sie im folgenden nicht mehr berücksichtigen.

³⁾ Die Familie darf jetzt nicht mehr *Ichthyobdellidae* heißen, da die Gattung *Ichthyobdella* nicht mehr existiert (AUTRUM).

Nur Vertreter der *Piscicolidae* finden sich als *ständige* und *regelmäßige* Bewohner der Nord- und Ostsee. Im Brackwassergebiet dieser Meere werden aber gelegentlich auch Vertreter der *Glossiphoniidae*, *Hirudinidae* und *Herpobdellidae* gefunden (s. S. VI. c 72/73).

Der folgende Bestimmungsschlüssel⁴⁾ bezieht sich nur auf die Unterordnungen und die *Piscicolidae* des Gebietes (für die übrigen Familien s. JOHANSSON 1929).

Schlüssel der Unterordnungen und Familien.

- 1c. Schlund mit einem Rüssel versehen, dessen Scheide sich in der Mitte oder am Vorderrande des Vordersaugnapfes öffnet (*Rhynchobdellae*) **2b.**
- 2b. Körper abgeplattet, niemals zylindrisch, stets ohne Kiemenanhänge; kontrahiert höchstens 3mal so lang wie breit; hintere Haftscheibe deutlich, vordere nicht vom Körper abgesetzt (bei *Hemiclepsis* Kopffregion etwas erweitert); Normalsomit (2- oder 3- (oder 6-)ringelig; Mitteldarm mit 5 bis 10, Enddarm mit 4 Blindsäcken . . . *Glossiphoniidae* (Süßwasser; im Gebiet nur als Gäste).
- 2a. Körper meist zylindrisch, manchmal mit Kiemenanhängen; kontrahiert mindestens 5mal so lang wie breit (Ausnahme: *Ganymedebdella*), zuweilen aus 2 getrennten Regionen bestehend; vordere Haftscheibe meist scheiben- oder glockenförmig abgesetzt; Normalsomit der Arten ohne Kiemenanhänge, im allgemeinen mit mehr als 3 (bis 14) Ringen . . . *Piscicolidae* (s. unten).
- 1b. Pharynx mit 3 bezahnten Kiefern; stets mit 10 in einem Hufeisenbogen am Kopf angeordneten Augen; Normalsomit 5-ringelig *Gnathobdellae* (Süßwasser; im Gebiet nur als Gäste).
- 1a. Pharynx mit 3 muskulösen Längswülsten, ohne Kiefer; meist mit 8 (nie in einem Bogen angeordneten) Augen; Normalsomit 5-ringelig *Pharyngobdellae* (Süßwasser; im Gebiet nur als Gäste).

Familie *Piscicolidae*.

Schlüssel der Gattungen.

- 1b. Körper mit seitlichen Kiemenanhängen **2b.**
- 2b. Kiemenanhänge blattförmig, zahlreich (33 Paar)
Branchellion (s. S. VI. c 48).
- [2a. Kiemenanhänge fingerförmig, verzweigt
Ozobranchus (im Gebiet noch nicht nachgewiesen, jedoch möglich:
O. margoï: Mittelmeer, Japan, Montevideo).]
- 1a. Körper ohne Anhänge; zuweilen in 2 Regionen geteilt . . . **3b.**
- 3b. Körper mit deutlichen Papillen, die groß und warzenartig oder klein sein können und im letzten Falle regelmäßig in 6 Längsreihen stehen; stets ohne Augen (wenn Warzen und Augen vor-

⁴⁾ Von Dr. H. AUTRUM zusammengestellt. Einige in der Literatur noch fehlende Fundorte verdanke ich brieflichen Mitteilungen der Herren Prof. Dr. A. REMANE (Halle), Prof. Dr. H. HERTLING (Helgoland), Lektor Dr. J. H. SCHUURMANS STEKHOVEN JR. (Utrecht) und von Fräulein TERA VAN BENTHEM JUTTING (Amsterdam).

handen, vergl. *Platybdella*); Mundsaugnapf immer deutlich, napfförmig, tief **4b.**

- 4b.** Normalsegment aus 4 (oder 3; solche Arten sind aus dem Gebiet nicht bekannt) ungleich großen Ringen zusammengesetzt; Warzen des breitesten Ringes besonders groß, dorsal und ventral je 4

Pontobdella (s. S. VI. c 49).

- 4a.** Normalsegment aus je 12 (oder 14?) Ringen zusammengesetzt; Würzchen spitz, in 6 Längsreihen an den Seiten und auf dem Rücken *Oxytonostoma* (s. S. VI. c 49).

- 3a.** Körper meist ohne Warzen; wenn mit solchen, dann auch mit (6) Augen; oder Warzen klein und zerstreut **5b.**

- 5b.** Vordere Haftscheibe fast so breit wie der Körper an seiner breitesten Stelle; das ganze Tier vasenförmig, nicht über 10 mm groß, nur knapp doppelt so lang wie breit

Ganymedebdella (s. S. VI. c 50).

- 5a.** Körper mehr als 3mal, meist mehr als 10mal so lang wie breit . **6b.**

- 6b.** Hinterkörper jederseits mit kontraktile Bläschen, die bei konservierten Tieren leicht übersehen werden können; hierher die augenlosen Formen mit 4, bzw. 6 Ringen, ferner alle Formen mit 14 Ringen im Segment (von denen unter Umständen 2 durch seichte Furchen unterteilt sein können) **7c.**

- 7c.** Die Segmente bestehen aus 4 oder 6 Ringen; Augen fehlen . **8b.**

- 7b.** Die Segmente bestehen aus 3 (bzw. 6) Ringen; 6 Augen

Platybdella fabricii; s. S. VI. c 52.]

- 8b.**¹⁾ Auf der Präklitellarregion keine den pulsierenden ähnliche Bläschen; auf dem Hinterkörper 11 Paar solcher; hinter dem letzten Paar 4+6+3 Ringe; Körper nicht nach Art eines Praeputium die Basis des Clitellum überragend . . . *Callobdella* (s. S. VI. c 50).

- 8a.**¹⁾ Auf der Präklitellarregion 4 Paar Bläschen, die nicht pulsieren; Hinterkörper mit 12 (11?) Paar pulsierenden Bläschen; hinter dem letzten Paar folgen 8 Ringe; der Körper umfaßt (zuweilen nur wenig) die Basis des Clitellum nach Art eines Praeputium

Scorpaenobdella (= *Trachelobdella*; s. S. VI. c 51).

- 7a.** Die Segmente bestehen aus mehr als 12 Ringen **9b.**

- 9b.** Vordersaugscheibe mit 4 deutlichen Augen; Hinterhaftscheibe mit 14 dunklen Strahlen und ebensovielen deutlichen Augenpunkten; Pigmentzellen sternförmig; Segmente 14-ringelig

Piscicola (s. S. VI. c 51).

- 9a.** Augen fehlen; Seitenbläschen winzig klein; die Segmente bestehen aus 14 Ringen, von denen 2 durch eine seichte Furche weiter unterteilt sind *Johanssonia* (s. S. VI. c 52).

- 6a.** Hinterkörper ohne kontraktile Seitenbläschen; hierher alle Formen mit 12 und 16 Ringen im Segment, alle augentragenden mit 3 (bzw. 6) **10b.**

- 10b.** Normalsegment aus 3 Ringen, die meist durch eine seichte Furche in je 2 unterteilt sind; meist mit 6 Augen; fehlen die Augen, so ist

¹⁾ Die Trennung der beiden Gattungen *Callobdella* und *Scorpaenobdella* ist schwierig und bedarf weiterer Klärung.

- der übrige Körper bleich, pigmentlos, abgesehen von weißlichen Flecken **11b.**
- 11b.** Ohne oder mit Augen: wenn mit (6) Augen, so entweder auf dem Rücken in der Nähe des Hinterendes mit 4 Längsreihen kleiner Warzen (3 bis 4 Querreihen) oder längs des Hinterkörpers mit seitenblasenähnlichen Auftragungen, von denen die 5. bis 9. weiter dorsal liegen als die anderen . . . *Platybdella*⁶⁾ (s. S. VI. c 52).
- 11a.** Stets mit 6 Augen; ohne Wärzchen und ohne Seitenblasen vor-täuschende Zellhaufen **12b.**
- 12b.** Mundsaugnapf scheibenförmig ausgebreitet, wenig schmaler als hintere Haftscheibe; Körper zylindrisch, wenig verjüngt
Ottonia (s. S. VI. c 52).
- 12a.** Mundsaugnapf zwar tief, aber nicht scheibenförmig, sondern nur als kleiner ringartiger Wulst abgesetzt
Abranchus (s. S. VI. c 52).
- 10a.** Normalsegment zerfällt in 12 (= 6 Ringe, von denen jeder durch eine seichte Furche in 2 geteilt ist) oder 16 Ringe . . . **13b.**
- 13b.** Normalsegment 12-ringelig; Mündung der Rüsselscheide in der Mitte des Vordersaugnapfes **14b.**
- 14b.** Hintersaugnapf sehr klein; Mundsaugnapf auch in maximaler Ausbreitung stets kleiner als der Durchmesser des Vorderkörpers gleich hinter seiner Ansatzstelle; Augen fehlen
Hemibdella (s. S. VI. c 53).
- 14a.** Durchmesser des Vordersaugnapfes mindestens um die Hälfte breiter als der Vorderkörper an seiner Ansatzstelle; Hintersaugnapf um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ größer als der vordere; 6 Augen auf der Kopfregion *Crangonobdella* (s. S. VI. c 53).
- 13a.** Normalsegment mit mindestens 16 Ringen; Mündung der Rüsselscheide in der Mitte des vorderen Mundscheibenrandes; Augen fehlen *Notostomum* (s. S. VI. c 53).

Gattungen und Arten der *Piscicolidae*.

1. Gattung *Branchellion* Savigny 1820

mit einer Art und einer Varietät derselben:

B. torpedinis Savigny 1820. — Länge 30 bis 50 (60) mm, Breite 4 bis 8 mm (ohne die Kiemenblätter). — Körper deutlich in 2 Abschnitte geteilt, nur der hintere mit Kiemen; Haftscheiben groß, hintere ventral mit vielen kleinen, sekundären Saugnapfen; Segment 3-ringelig. — Farbe rötlich, braunrot bis schwärzlich (konserviert weißlich) und meist dorsal mit 6, ventral mit 4 Längsreihen gelblich-weißer Flecken auf jedem Ring; hintere Haftscheibe weißlich (Fig. 1⁷⁾). — Wirte: *Rhinobatus thouin*, *Raja clavata*, *Torpedo*, *Trygon pastinaca*, *Labrus*, *Rhombus maximus*. — Verbreitung: Mittelmeer, Atlantik (W-Küste Irlands bis zum Senegal), Nordsee (bei Helgoland sehr selten).

B. torpedinis var. *angeli* (Sigalas) 1921. — Farbvarietät: weißlich oder bleich-gelb mit schwarzen Punkten. — Regelmäßig auf *Rhina squatina*. — Nachgewiesen aus der Biskaja und bei Arcachon; da der Wirt in der Nordsee häufig, wohl auch hier.

⁶⁾ Diese Gattung ist nur anatomisch einheitlich!

⁷⁾ Die Figuren 1 A, B, E, 2, 4, 5, 6 A, 9, 11, 14, 18, 19, 26 B, 32 C, D, E sind von Prof. Dr. O. KUHN nach den in den Legenden angegebenen Literaturbildern gezeichnet.

2. Gattung *Pontobdella* Leach 1815.

Im Gebiet ist bisher nur *P. muricata* gefunden worden. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß in der Nordsee auch noch andere Arten vorkommen.

P. muricata (Linnaeus 1758). — Länge in der Ruhe bis 10, ausgestreckt über 20 cm; Breite 8 bis 20 mm. — Körper zylindrisch, keulenförmig, nach vorn zu verjüngt; Normalsegment 4-ringelig; Ring 2, 3, 4 fast gleich breit; Anordnung der Warzen auf den Normalsegmenten s. Fig. 2; Vorderhaftscheibe wesentlich breiter als anschließender Körper (nicht so bei der im Mittelmeer und bei Roscoff gefundenen

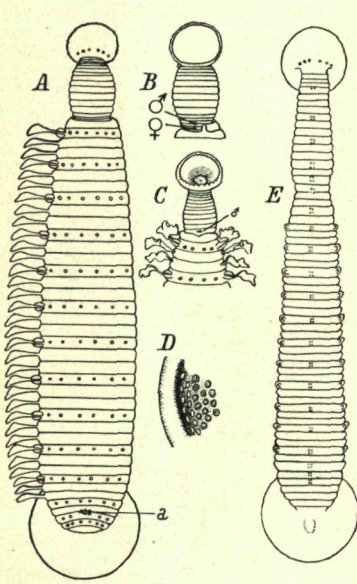


Fig. 1.

Branchellion torpedinis.

A Erwachsener Egel von dorsal; B Vorderende von ventral, links „Praeputium“ entfernt; C Vorderende von ventral, weniger schematisch; D Teil des Hintersaugnapfes von ventral; E junger Egel (8 mm lang) von dorsal. — a After. — A bis D nach HARDING (1910), E nach APATHY (1888).

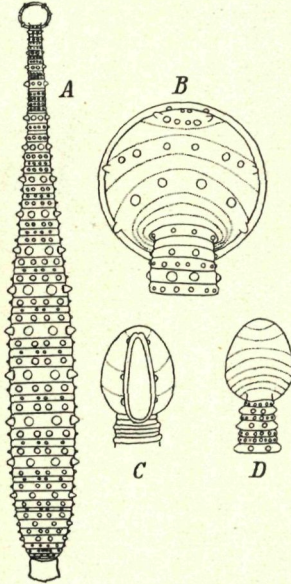


Fig. 2.

Pontobdella muricata.

A Habitusbild von dorsal; B Mundsaugnapf in Tätigkeit von dorsal; C in Ruhe von ventral; D in Ruhe von dorsal. — A nach HARDING (1910), B bis D nach APATHY (1888).

P. vosmaeri Apáthy [= *P. brumpti* Rivière]; auf Vordersaugnapf 6 konische Papillen (Fig. 2 B, C); ♂- und ♀-Geschlechtsöffnung durch 2 Ringe getrennt; Augen fehlen. — Farbe: graugrün bis braungrün, meist mit zahlreichen dunkelbraunen Flecken; ventral etwas heller. — Wirte: *Raja clavata*, *R. batis*, *Torpedo marmorata*, *T. ocellata*. — Verbr.: Mittelmeer, W-Küsten Europas, N bis Grönland, Island und Spitzbergen, Kanal (Roscoff), schottische Küste (Moray Firth, Clyde), Nordsee (Scarborough, Den Helder), im Skagerak und Kattegat nicht selten, Kieler Bucht (einmal); ferner: Golf von Mexiko, Florida?.

3. Gattung *Oxytonostoma* Malm 1863.

Schlüssel der Arten.

- a) Warzen nur auf dem Rücken, in 6 Reihen; der dorsale Teil der Mundscheibe ist kaum doppelt so lang wie der ventrale; Länge 20 bis 30 mm, Breite 3 bis 4 mm; Farbe weißlich mit ziegelroten Querbinden *O. typica* (Malm).
b) Warzen rings um den Körper in 12 Längsreihen von gleichem Abstand; Mundscheibe so exzentrisch, daß der dorsale Teil 3mal so lang wie der ventrale ist; Länge etwa 21 mm, Breite 2 mm *O. arctica* Joh.

1. *O. typica* (Malm 1863). — Wirt: *Raja radiata*. — Verbr.: Schwedische W-Küste (nicht sehr selten), Island, O-Küste Grönlands, Kola-Fjord, Alaska.

2. *O. arctica* Johansson 1898. — Wirt nicht bekannt. — Verbr.: Küste Grönlands, Karisches Meer, Kola-Fjord^s.

4. Gattung *Ganymedebdella* Leigh-Sharpe 1915

mit nur einer Art:

G. cratera Leigh-Sharpe 1915. — Länge 8 mm, Breite etwa 5 mm. — Vorder-saugnapf sehr groß (mindestens 4 mm Durchmesser), auf der Mundfläche mit 5 radialen Muskelstreifen; Öffnung der Rüsselscheide ein sagittaler Spalt; Hintersaugnapf nur etwa 1 mm messend; die Form des Egels ähnelt einer Vase; Hinterkörper dorsoventral abgeplattet, mit 3 Paar pulsierenden Bläschen am vorderen Teil; auf der Analregion ventral eine große mediane Papille. — Farbe: gelbbraun, Haftscheiben heller, Hinterkörper dunkler (Fig. 3). —

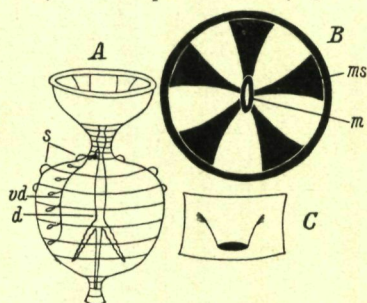


Fig. 3.

Ganymedebdella cratera.

A Umriß des Egels von dorsal mit Darm (d) und männlichen Geschlechtsorganen (vd Vas deferens); B Mundsaugnapf von vorn; C ventrale Papille auf dem 3. Analsegment. m Mundöffnung (Öffnung der Rüsselscheide), ms Muskelstreifen, s Seitenblasen.

Nach LEIGH-SHARPE (1915/16).

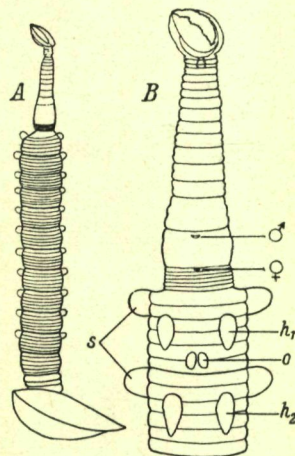


Fig. 4.

Callobdella lophii.

A Habitusbild von ventral; B Vorderende von ventral. — h₁, h₂ 1., 2. Hodenpaar, o Ovarien, s Seitenblasen.

Nach LEIGH-SHARPE (1914/15).

Wirt: *Callionymus lyra* (?). — Verbr.: Bisher nur in einem Stück bei den Orkneys (St. Margaret's Hope, NO von S. Ronaldsay) gefunden.

5. Gattung *Callobdella* Beneden & Hesse 1863.

Schlüssel der Arten.

- a) Körper zylindrisch, mit gelben bis braungelben Pünktchen oder Strichelchen bestreut; Hintersaugnapf höchstens doppelt so breit wie der vordere und nur wenig breiter als der Hinterkörper; in Ruhe 10- bis 15mal so lang wie breit; Länge bis 3 cm, Breite 2 bis 2,5 mm, meist kleiner; Augen fehlen. . . *C. nodulifera* (Malm).
- b) Körper ± abgeplattet, mit blaß grünlichbraunen Pünktchen besät; ventral mit rötlichen Pünktchen und einem orangefarbenen Band; hintere Haftscheibe mindestens doppelt so breit wie die breiteste Stelle des Körpers und 3- bis 4mal so breit wie der Vordersaugnapf; Länge (2 bis) 5 bis 7 cm, Breite 2 bis 2,5 mm; Augen fehlen. . . *C. lophii* Ben. & Hesse.

1. *C. nodulifera* (Malm 1863). — Wirte: Sehr verschiedene Fische, vor allem *Gadus aeglefinus*; sonst z. B. noch gefunden an *Acanthias vulgaris*, *Raja batia*, *R. fullonica*, *Chimaera monstrosa*, *Gadus carbonarius*, *G. morrhua*, *G. merlangus*, *G. virens*, *Merluccius vulgaris*, *Molva vulgaris*, *Sebastes norvegicus*, *Hippoglossus vulgaris*, *Trigla gurnardus*, *Anarrhichas lupus*. — Verbr.: Schottische Küste, Skagerrak und Kattegat (Bohuslän, Oslo-Fjord, bei Helsingborg) sehr häufig.

2. *C. lophii* van Beneden & Hesse 1863 (Fig. 4). — Wirt: *Lophius piscatorius* (wohl ausschließlich). — Verbr.: Mittelmeer, bei Brest, bei Plymouth, Firth of Forth, Küste Norwegens (bei Bergen), S-Bohuslän (Helsö).

^s) Vorkommen im Gebiet möglich oder wahrscheinlich.

6. Gattung *Scorpaenobdella* Saint Loup 1886

mit einer Art:

S. lubrica (Grube) 1840. — Länge kontrahiert 2 bis 3 cm, gestreckt 5 cm; Vordersaugnapf klein, ohne Augen; Praecitellum aus 9 (11?) Ringen bestehend; die beiden vorderen Klitellar-segmente breit, das 3. aus 6 Ringen zusammengesetzt; auf dem Praecitellum (dem 2., 5., 8. und 11. der großen Ringe?) 4 Paar laterale, nicht pulsierende Bläschen; Geschlechtsöffnungen durch 3 Ringe getrennt; jedes der 12 ersten Segmente des Mittelkörpers trägt ein Paar sehr deutliche pulsierende Bläschen; Hinter-

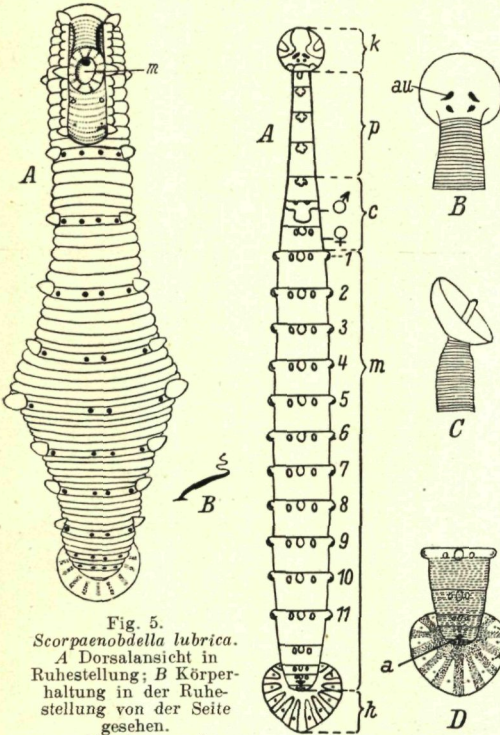


Fig. 5.
Scorpaenobdella lubrica.
A Dorsalansicht in
Ruhestellung; B Körper-
haltung in der Ruhe-
stellung von der Seite
gesehen.
m Mundsaugnapf.
Nach APATHY (1888).

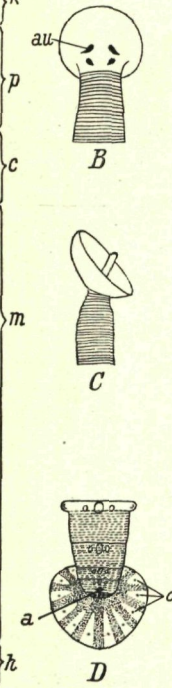


Fig. 6.

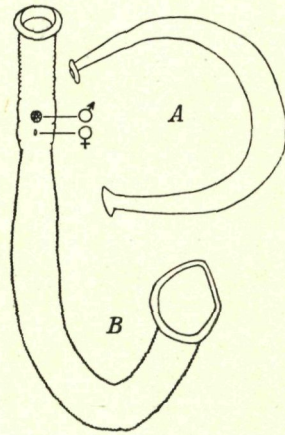


Fig. 7 A.
Johanssonia pantopodum,
Seitenansicht.
Nach SELENSKY (1914).
Fig. 7 B.
Platybdella anarrhichae,
Ventralansicht.
Nach LEIGH-SHARPE
(1915/16).

Fig. 6.
Piscicola geometra.
A Habitusbild von dorsal;
B Vordersaugnapf von
dorsal; C Vordersaugnapf
von der Seite mit vor-
gestrecktem Rüssel;
D Hintersaugnapf von
dorsal. — a After, au Augen,
c Klitellarregion,
h Region der hinteren Haft-
scheibe, k Kopfregion,
m Mittelkörperregion,
o Augenlecke, p Präklitellar-
region, 1 bis 11 Seitenblasen.
A, D nach HARDING (1910),
B, C nach JOHANSSON (1909).

saugnapf sehr groß. — Farbe: dunkel gelblich bis olivengrün, weiß gefleckt (Fig. 5). — Wirte: *Umrina cirrhosa*, *Corvina umbrina*, *Sargus annularis*, *Labrus*, *Coris giofredi*, *Caranx trachurus*, *Solea vulgaris*, *Gobius niger*, *Scorpaena porcus*, *S. scrofa*, *Cottus bubalis*, *Uranoscopus scaber*, *Blennius pholis*, *Lophius piscatorius*. — Verbr.: Mittelmeer, atlantische Küsten Europas, Nordsee (Küste Northumberland).

7. Gattung *Piscicola* de Blainville 1818

nur mit:

P. geometra (Linnaeus 1758). — Länge 20 bis 50 mm, Breite 1.2 bis 3 mm; mindestens 20mal so lang wie breit. — Körper gleichmäßig zylindrisch; vordere Haftscheibe halb so breit wie hintere, diese doppelt so breit wie der Körper; 2 Paar Augen auf der Kopfregion; auf dem Hintersaugnapf 14 dunkle Strahlen und etwa

ebensoviele augenähnliche Punkte. — Farbe: Durchscheinend grünlich, bis gelblich oder graugrün, mit streifenförmig angeordneten schwarzen Pigmentzellen besät; 8 Reihen weißer Flecke (3 dorsale, 2 marginale, 3 ventrale); Zeichnung sehr veränderlich (Fig. 6). — Wirte: Im Süßwasser sehr verschiedene Fischarten; in der Ostsee vorwiegend *Cottus scorpius* und *Pleuronectes flesus*. — Verbr.: Süßwasser Europas und Nordamerikas; wohl in der ganzen Ostsee (z. B. gefunden: Kaiser-Wilhelm-Kanal, Schleimündung, Kieler Bucht, bei Hiddensee, Greifswalder Bodden, Dänische Wiek, bei Rügen (Lohme), Swinemünder Bucht, bei Ösel, Moonesund bei Reval, O-Küste Schwedens bis zum Öresund); im Brackwassergebiet der Nordsee bei Amsterdam.

8. Gattung *Johannsonia* Selensky 1914

mit 2 Arten:

J. kolaensis Selensky 1914 und *J. pantopodum* Selensky 1914 (Fig. 7 A). — Bis jetzt nur auf Pantopoden aus dem Kola-Fjord gefunden. Da Eikokons, die wahrscheinlich zu dieser Egelgattung gehören, auch auf Pantopoden aus der Nordsee und dem Kanal gefunden wurden, muß mit dem Vorkommen von *Johannsonia* im Gebiet gerechnet werden.

9. Gattung *Platybdella* Malm 1863.

Schlüssel der Arten.

- a) Ohne Augen; Körper fast gleichmäßig dick, ohne Warzen oder sonstige Hervorragungen; Hintersaugnapf doppelt so breit wie der Mundsaugnapf; unpigmentiert, bleich; Länge 20 bis 30 mm, Breite 1.5 bis 2 mm (Fig. 7 B).
- b) 6 Augen; Körper nach vorn und hinten verjüngt, mit seitenblasenähnlichen Hervorragungen oder Wärzchen.
- c) Körper nach vorn stark verjüngt; an den Seiten des Hinterkörpers je 12 seitenblasenartige Hervorragungen; Hintersaugnapf viel schmaler als der Hinterkörper an der breitesten Stelle.
- d) Körper nach vorn nur wenig verjüngt; Hinterkörper zwischen undeutlichen seitlichen Auftragungen mit 4 Reihen kleiner, spitzer Wärzchen in der Nähe des Hinterendes; Hintersaugnapf (ausgedehnt) wenig schmaler als der Hinterkörper.

P. anarrhichae (Dies.).

1. *P. anarrhichae* (Diesing 1859). — Wirte: Meist *Anarrhichas lupus*, *Lycodes pallidus*. — Verbr.: Bei Schottland sehr häufig. N der Shetlands, norwegische Küste (bei Bergen), an der schwedischen W-Küste (Bohuslän) häufig.

2. *P. fabricii* Malm 1863. — Wirt: *Cottus scorpius*. — Verbr.: Spitzbergen und Grönland (s. Anm. S. VI. c 50).

3. *P. olriki* Malm 1865. — Wirt: ?. — Verbr.: Spitzbergen und Grönland (s. Anm. S. VI. c 50).

10. Gattung *Ottonia* Malm 1874.

Schlüssel der Arten.

- a) Vordere Haftscheibe etwas kleiner als die hintere, diese nur wenig breiter als der Hinterkörper; Farbe schokoladebraun; Länge 25 mm, Breite 1.5 bis 2 mm (Fig. 8 A)

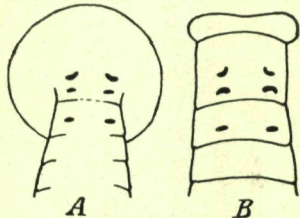


Fig. 8.

A *Ottonia brunnea*.

Vordersaugnapf von dorsal.

B *Abranchus microstomus*.

Vordersaugnapf von dorsal.

Nach JOHANSSON (1929).

- b) Vordere Haftscheibe kaum halb so breit wie die hintere, diese doppelt so breit wie der Hinterkörper; Farbe: braune Längsbänder oder in Längs- und Querreihen geordnete große braune Flecke, zuweilen ganz braun.

O. scorpii Malm.

1. *O. brunnea* (Johansson 1896). — Wirt: *Cottus scorpius*. — Verbr.: An der schwed. W-Küste ziemlich häufig (S-Bohuslän), Grönland.

2. *O. scorpii* (Malm 1863). — Wirte: *Cottus scorpius* (Crangon??). — Verbr.: Spitzbergen, Island, Grönland (s. Anm. S. VI. c 50).

11. Gattung

Abranchus Johansson 1896.

Schlüssel der Arten.

- a) Hintere Haftscheibe etwa so breit wie der Hinterkörper an der breitesten Stelle; durchscheinend und fast unpigmentiert; am Rande des Mundsaugnapfes kein Kreis augenähnlicher Punkte; Länge bis 25 mm, Breite 2 bis 2.5 mm (Fig. 8 B)

A. microstomus Johansson.

- b) Hintere Haftscheibe etwas breiter als der Hinterkörper an der breitesten Stelle; Körper durch kleine, schwarze Pünktchen quergebändert; ein Kreis von augenähnlichen Punkten auf dem Mundsaugnapf; Länge 10 bis 15 mm, Breite 2 bis 2,5 mm
A. sexoculatus (Malm).

1. *A. microstomus* Johansson 1896. — Wirt: *Cottus scorpius*. — Verbr.: Schwed. W-Küste (Bohuslän), Spitzbergen, Island, W-Küste Grönlands.

2. *A. sexoculatus* (Malm 1863). — Wirte: *Gadus morrhua*, *Cyclopterus lumpus*, *Zoarces viviparus*. — Verbr.: Schwed. W-Küste (Bohuslän); selten.

12. Gattung *Hemibdella* Beneden & Hesse 1863

mit einer Art:

H. soleae Beneden & Hesse 1863. — Länge 3 bis 10 mm, Breite 0,5 bis 1 mm; Körper zylindrisch, gegen die Enden verjüngt; Mundsaugnapf klein, sein Durch-

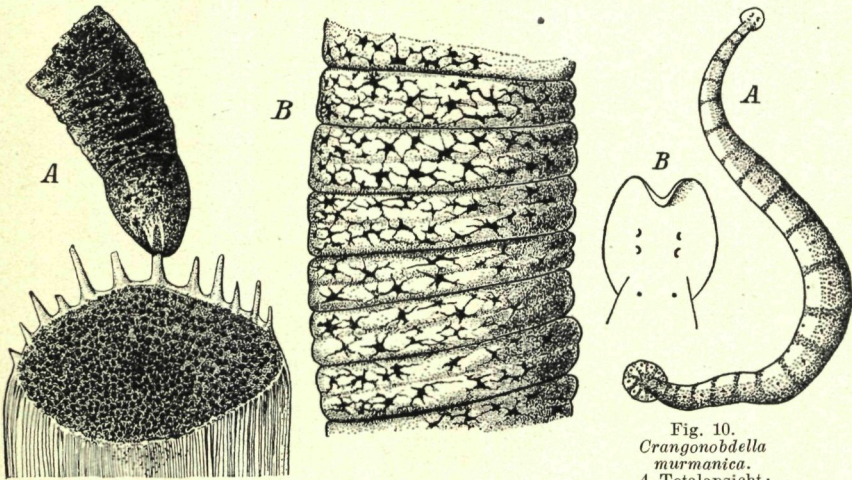


Fig. 9.

Hemibdella soleae. A Hintersaugnapf am Schuppensporn einer Seezunge; B Pigmentzellen auf dem Rumpf.
 Nach SELENSKY (1931).

Fig. 10.

Crangonobdella murmanica.

A Totalansicht;
 B Mundsaugnapf von dorsal mit hochgebogenem Vorderrand.
 Nach SELENSKY (1923).

messer kleiner als der Vorderkörper gleich hinter der Ansatzstelle; hintere Haftscheibe größer als vordere; in der Ruhe glockenförmig (beim fixierten Tier kaum zu sehen); Normalsegment 12ringelig; Augen fehlen. — Farbe: Samtschwarz mit einem Stich ins Blauviolett bis Gelbbraun; Pigmentzellen sternförmig; auf der hinteren Haftscheibe 10 bis 12 hellere Strahlen (Fig. 9). — Wirte: *Solca vulgaris*, *S. impar*, *S. monochir*. — Verbr.: Mittelmeer, Küsten von NW-Irland, Frankreich (bei Roscoff häufig), Dänemark, Grönland, N-Amerika.

13. Gattung *Crangonobdella* Selensky 1914

nur mit folgender Art:

C. murmanica Selensky 1914. — Bisher nur auf *Sclerocrangon boreas* an der Halbinsel Kola, der Murmanküste und der O-Küste Grönlands (?) gefunden (Fig. 10; s. Anm. S. VI. c 50).

14. Gattung *Notostomum* Levinsen 1881

mit 2 Arten:

N. laeve Levinsen 1881 und *N. cyclostomum* Johansson 1898. — Bisher nur von Grönland, bzw. dem Beringsund bekannt (s. Anm. auf S. VI. c 50).

Von mehreren der an der schwedischen W-Küste gefundenen Arten vermutet JOHANSSON (1929), daß sie auch in der Ostsee vorkommen. Da von ihnen bisher nur ein Exemplar von *Pontobdella muricata* aus der Ostsee bekannt ist (Kieler Bucht an *Raja clavata*, Zool. Inst. Kiel; Mitteilung REMANE), erscheint dies aber nicht sehr wahrscheinlich.

Technik der Untersuchung

Narkose (zur Bestimmung oder für Operationen) läßt sich durch Einbringen der Würmer in etwa 10%igen Alkohol erzielen. In frischem Wasser erholen sie sich danach schnell und vollständig. Noch besser ist Einsetzen in CO_2 -haltiges Wasser (Selterswasser). Zur Konservierung bringt man die betäubten Egel in 50%igen Alkohol oder 2%ige Formalinlösung und dann (wenn sie ganz steif geworden sind) in 85- bis 90%igen Alkohol, bzw. 4- bis 5%iges Formalin. Die Ringelung und die Hautwarzen werden besonders gut erhalten bei Abtötung in gleichen Teilen Pikrinalkohol (20%iger Alkohol + 0.2%ige Pikrinsäure). Zur makroskopischen Präparation — die am besten an im Wachsbecken aufgesteckten Würmern von der Dorsalseite aus vorgenommen wird — werden die Tiere vorher auch am zweckmäßigsten mit Alkohol betäubt oder getötet. Für histologische und zytologische Untersuchungen bedient man sich der Zupfmethode an frischem Material oder der Schnittmethode. Zum Fixieren und Färben werden im allgemeinen die üblichen Mittel der mikroskopischen Technik genügen. In besonderen Fällen müssen spezielle Methoden angewendet werden, auf die hier aber nicht eingegangen werden kann⁹⁾. Eikokons sind bei der Fixierung anzustechen.

Über Lebendhaltung mariner Egel ist wenig bekannt. Im allgemeinen wird man sie ähnlich behandeln müssen wie die Süßwasserformen (s. HERTER 1930). Das O_2 -Bedürfnis wird aber meist größer sein, so daß häufiger Wasserwechsel, Durchströmung oder Durchlüftung anzuwenden sind. *Pontobdella muricata* soll sich gut im Aquarium halten (6 Mon.), wenn sie in den ersten Tagen nach dem Fang das Wirtsblut ausbricht; sonst soll sie bald sterben.

Äußere Gestalt

Das auffälligste äußere Merkmal der Hirudineen ist die Teilung des Körpers in den Rumpf und die beiden Saugnäpfe oder Haftscheiben. Die Gebiete dieser Organe bilden die erste und die letzte der fünf Regionen, in die man den Egelkörper einzuteilen pflegt. An dem zwischen ihnen liegenden Rumpf unterscheidet man nämlich hinter dem Vordersaugnapf die Präkittellarregion, die durch die Kittellarregion von der Mittelkörperregion geschieden wird (s. Fig. 6).

Die Region der vorderen Haftscheibe oder die Kopfregion wird ventral vom Mundsaugnapf gebildet. Dieser Saugnapf ist ein muskulöses schalenförmiges Organ, in dem die Mundöffnung liegt. Er kann artliche Verschiedenheiten in seiner Ausbildung zeigen, kann z. B. so klein und wenig abgesetzt sein, daß er bei dem nicht-saugenden Egel kaum als besonderes Haftorgan in Erscheinung tritt (s. Fig. 8 B). Bei den uns hier vorwiegend interessierenden *Piscicolidae* ist er im allgemeinen groß und als flache Schale deutlich vom Rumpf abgesetzt (vgl. z. B. Fig. 1, 2, 3, 6, 8, 10). Bei manchen Formen kann man äußerlich seine Entstehung aus mehreren Segmenten erkennen (s. Fig. 2 B, C, D). Ein Protomerit, der bei anderen Familien vorkommt, fehlt. Auf der Dorsalseite der Kopfregion finden sich häufig Augen (vergl. z. B. Fig. 6, 8, 10).

⁹⁾ Bewährte Rezepte findet man bei J. v. GELEI; in: T. PÉTERFIS Methodik der wissenschaftlichen Biologie, 1, p. 1283, 1342 ff.; Berlin 1928.

Die Präklitellarregion ist verhältnismäßig kurz; sie reicht nur bis zum IX. Segment.

Die Klitellar- oder Gürtelregion ist bei den meisten Egel n nur zur Zeit der Eikokonbildung durch Anschwellung deutlich erkennbar. Bei manchen Formen (z. B. den *Glossiphoniidae*) ist sie auch dann nur schwer unterscheidbar. Sie erstreckt sich auf 3 Segmente (X bis XII). Auf dem ersten liegt ventral die männliche, auf dem zweiten oder dritten die weibliche Geschlechtsöffnung. Bei einigen *Piscicolidae* (z. B. *Branchellion torpedinis*) wird die Klitellarregion von einer Falte des I. Segmentes der Mittelkörperregion — dem „Praeputium“ — z. T. verdeckt (s. Fig. 1 B).

Die Mittelkörperregion ist der größte Abschnitt des Hirudineenkörpers. Sie setzt sich aus 14 Segmenten zusammen (XIII bis XXVI). Das letzte ist das Analsegment mit der dorsal gelegenen Afteröffnung.

Die Region der hinteren Haftscheibe endlich wird nur durch den Hintersaugnapf selbst gebildet. Er liegt etwas ventral, ist durch Verschmelzung von 7 Segmenten (XXVII bis XXXIII) entstanden und bei fast allen Egel n als große, scheibenförmige Glocke deutlich vom Rumpf abgeschnürt. Bei den *Piscicolidae* ist er im allgemeinen besonders groß — meist breiter als der Rumpf (s. Fig. 1, 4, 5, 6, 10). *Branchellion torpedinis* hat auf seiner Innenfläche zahlreiche kleine, gestielte sekundäre Saugnäpfe (Fig. 1 D, Fig. 11). Bei *Hemibdella soleae* ist er wenig abgesetzt, klein und birnenförmig (s. S. VI. c 53 und Fig. 9 A).

Die sichtbare Ringelung der Egel entspricht nicht den Segmenten. Durch sekundäre Hauteinschnürungen wird jedes Segment in einige Ringe geteilt, deren Anzahl zwischen 2 und 14 schwanken kann. Die Klitellar- und die Mittelkörperregion besteht aus sog. Normalsomiten, d. h. aus Segmenten, mit der für die Art, Gattung oder Familie typischen Ringelzahl. In den übrigen Regionen sind die Ringelzahlen reduziert. Ein mittlerer Ring jedes Normalsomiten ist durch dorsale Sinnesorgane ausgezeichnet, wodurch auch äußerlich die Segmentgrenzen erkennbar werden¹⁰⁾.

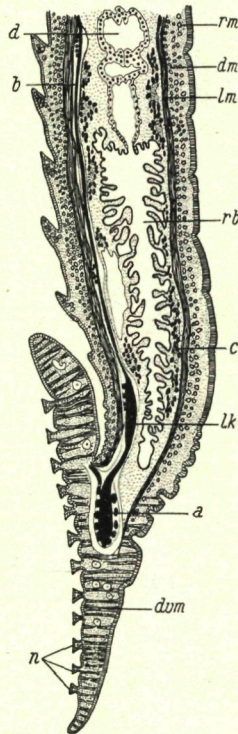


Fig. 11.
Branchellion torpedinis.
Sagittalschnitt durch den Hinterkörper.
a Analknoten, b Bauchmark,
c Klitellardrüsen, d Darm,
dm Diagonalmuskeln,
dvm Dorsoventralmuskeln,
lm Längsmuskeln, lk letzte
Körperganglien, n Nebensaugnäpfe, rb Rektalblase,
rm Ringmuskeln.
Nach SCRIBAN (1928/34).

¹⁰⁾ Nach CASTLE, MOORE und LIVANOW ist dieser „Sinnesring“ ein mittlerer. Nach älteren Auffassungen ist er der erste jedes Segmentes. Auf die sich durch diese verschiedenen Meinungen ergebenden Schwierigkeiten in der Abgrenzung der Körperregionen gehe ich nicht ein.

Manche *Piscicolidae* tragen an den Seiten des Mittelkörpers segmental angeordnete Atemorgane, die in ihrer Größe und Differenzierung zwischen kleinen, kugeligen Hervorragungen, den Seitenbläschen (*Piscicola*, s. Fig. 6), und großen, blattartigen (*Branchellion*, s. Fig. 1 A, C) oder verästelten (*Ozobranchus*) Kiemen schwanken können. Sie können auch mit dem Alter Größe und Gestalt verändern (Fig. 1 A, E).

Die meisten Egel sind in dorso-ventraler Richtung $\pm$ stark abgeplattet; jedoch können in derselben Familie — z. B. bei den *Piscicolidae* — neben sehr platten Formen (z. B. *Branchellion*) auch fast drehrunde (z. B. *Ottonia*) vorkommen.

Die Körpergrößen der Egel werden im allgemeinen für den Zustand mittlerer Kontraktion angegeben. Da manche Formen sich aber stark ausstrecken und zusammenziehen können, ist dies ein wenig zuverlässiges Maß. Eine der kleinsten Formen ist *Hemibdella soleae*, eine der größten *Pontobdella muricata* (s. die Größenangaben im systematischen Teil, S. VI. c 48 ff.).

Die Färbung der Egel wird durch die Farbe der Körpergewebe und durch besondere Pigmentzellen (s. Fig. 9 B) im Integument bestimmt. Sie ist recht mannigfaltig. Fast farblos durchscheinend sind viele ganz junge Würmer und *Glossiphonia heteroclita*. Sehr stark dunkel pigmentiert sind manche *Hirudinidae* (z. B. *Haemopsis*). Meist sind die Ventralseiten heller als die Rückenpartien. Viele Egel, namentlich auch Vertreter der *Piscicolidae*, zeigen komplizierte Farben- und Zeichnungsmuster; z. T. kommen recht lebhafte Töne von Gelb, Grün und Rot vor. Besonders die Hautwarzen sind häufig kräftig gefärbt und kontrastieren stark mit der Farbe des übrigen Körpers, wodurch segmentale Punkt- und Fleckenzeichnungen zustande kommen können (s. Bestimmungsschlüssel, S. VI. c 46 ff.). Manchmal wird Farbwechsel beobachtet (s. S. VI. c 99).

Innere Anatomie und geweblicher Aufbau

Das Integument besteht aus einer einschichtigen Epidermis, die von Bindegewebe unterlagert und z. T. durchdrungen ist. Sie wird von einer zarten, farblosen Cuticula überzogen, die von Zeit zu Zeit abgestreift wird. Der Rhythmus dieser Häutungen, bei denen sich der Wurm durch peristaltische Bewegungen aus der alten Cuticula befreit, ist von vielen Umweltfaktoren abhängig.

Die Epidermis (s. Fig. 12, 16) setzt sich aus einer Schicht epithelial angeordneter Zellen zusammen, die nach innen kolbenförmige Säcke, in denen meist die Kerne liegen, zwischen das Bindegewebe schieben. Außen sind sie zu aneinanderstoßenden Deckplatten erweitert, die unter der Cuticula eine kontinuierliche Lage bilden; z. T. werden die Deckplatten durch Drüsenausführgänge durchbohrt. Die meisten Drüsengänge, sowie die über die Oberfläche vorragenden Hautsinnesorgane liegen aber zwischen ihnen. Zwischen den Kolben der

Epidermiszellen finden sich im Bindegewebe die Drüsenkörper, Pigmentzellen und kapillare Ausläufer des Lakunen- und Gefäßsystems. Im einzelnen zeigt die Epidermis der verschiedenen Gruppen Besonderheiten, auf die hier aber nicht eingegangen werden kann.

Das Bindegewebe ist im allgemeinen verhältnismäßig schwach entwickelt. Es füllt die Lücken zwischen den Organen, der mächtigen Muskulatur und den Hohlräumen der Kreislaufsysteme. Es besteht aus einer gallertartigen Grundsubstanz, in die verschiedene Arten von Bindegewebszellen eingelagert sind. Einige enthalten Fett oder Exkretstoffe, z. T. in Form von Pigmenten. Phagozytierende Wanderzellen halten sich in der Grundsubstanz auf.

Alle Egel sind reichlich mit einzelligen Drüsen ausgestattet. Unter den Körperdrüsen, die auf der Haut, die Cuticula durchbohrend, münden, unterscheidet man oberflächliche und tiefe. Die oberflächlichen Drüsen (birnenförmige Drüsen), die aus Epidermiszellen entstanden sind, haben nur kurze Ausführungsgänge; ihre Körper liegen zwischen oder dicht unter der Epidermis. Die tiefen (Tubulardrüsen) haben lange, gewundene Gänge, die von den weit unter der Oberfläche zwischen Bindegewebe und Muskulatur liegenden Drüsenkörpern zur Außenwelt ziehen. Oft stehen Gruppen dieser Drüsen traubenartig beieinander. Im Vorderende sind derartige Drüsen gehäuft; sie münden auf der Fläche des Mundsaugnapfes (vordere Haftscheibendrüsen, Lippendrüsen). Im Hintersaugnapf sind die hinteren Haftscheibendrüsen in großen Haufen angesammelt. Sie entsenden ihre Ausführungsgänge zur Fläche dieses Saugnapfes. Bei *Branchellion torpedinis* münden sie auf den sekundären Haftscheiben (Fig. 12).

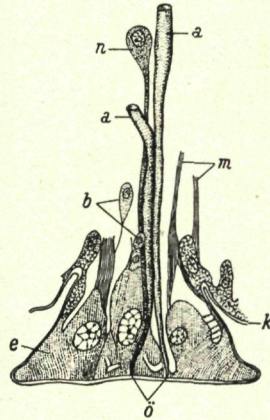


Fig. 12.

Branchellion torpedinis.

Längsschnitt durch einen Nebensaugnapf. — a Drüsenausführungsgang, b Bindegewebszellen, e Epidermiszelle, k Cuticula, m Muskeln, n Nervenzelle, o Öffnung der Drüsengänge.

Nach SUKATSCHOFF (1910/13).

In der Klitellarregion münden Drüsen besonderer Struktur, die Klitellardrüsen; sie bestehen aus Zellen mit höckeriger Oberfläche und gelapptem Kern. Die Lagen und Mündungsverhältnisse sind in den Familien verschieden. Bei den *Piscicolidae* sind sie am stärksten entwickelt und liegen auch in der Mittelkörperregion (s. Fig. 11, 30 B). Die langen Ausführungsgänge münden einzeln auf dem ganzen Clitellum. Ihre Sekrete dienen der Kokonbildung (s. S. VI. c 93).

Von besonderer physiologischer Bedeutung sind die Speicheldrüsen (s. Fig. 17, 35). Sie liegen in $\pm$ großen Anhäufungen in der Umgebung des Vorderdarms im Bindegewebe. Die Ausführungsgänge jeder Körperseite vereinigen sich zu je einem Bündel, das bei den *Rhynchobdellidae* in die Rüsselbasis eintritt. Die Gänge münden auf kleinen

Papillen an der Rüsselspitze. Bei den *Gnathobdellidae* münden sie auf den freien Kiefferrändern zwischen den Zähnen. Die Schlinger in dieser Egelgruppe (z. B. *Haemopsis*) und die *Pharyngobdellidae* haben entweder nur schwach entwickelte oder gar keine Speicheldrüsen.

Die Muskulatur des Egelkörpers ist mächtig entwickelt. Sie besteht aus großen Bündeln und Zügen spindelförmiger Muskelzellen. Die einzelne Muskelzelle oder -faser ist verhältnismäßig sehr groß. Die kontraktile Substanz ist in Form parallel zueinander verlaufender Längsfibrillen angeordnet, die die Peripherie der Zelle zaunartig umgrenzen. Die zentralen Teile der Zelle, in denen der Kern liegt, sind von hellem, homogenem Sarkoplasma erfüllt.

Die Anordnung der Muskelzüge im Körper ist durch Durchdringung, Überkreuzung und Verflechtung recht kompliziert. Es läßt sich aber

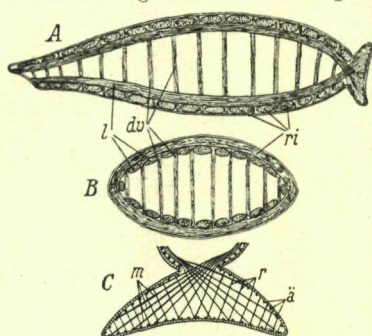


Fig. 13.

Schema der Hauptmuskelsysteme der Egel.
A Längsschnitt; B Querschnitt;
C Längsschnitt durch den Hintersaugnapf.
a Äquatorialmuskeln, dv Dorsoventralmuskeln, l Längsmuskeln, m Meridionalmuskeln, r Radiärmuskeln, ri Ringmuskeln.
Nach HERTER (1932).

das Schema des Hautmuskelschlauches der Anneliden noch einigermaßen erkennen, da die Hauptmuskelsysteme als äußere Ring-, mittlere sich kreuzende Diagonal-, innere Längs- und Dorso-ventral-Stränge angeordnet sind (Fig. 13). Diese Lagen sind in sich vielfach untergeteilt und werden von den Muskelzügen der einzelnen Organe, der Haut und ihrer Sinneswarzen usw. durchdrungen und modifiziert, so daß im ganzen ein recht verwickeltes Muskelgeflecht den Egelkörper erfüllt (s. auch Fig. 11, 12, 16).

Die Hauptbewegungswerkzeuge, die Saugnäpfe, werden von Ausläufern der Hauptmuskelsysteme des Körpers durchdrungen.

Ihr ganzes Innere besteht im wesentlichen aus diesen Muskelmassen, die als periphere Äquatorialmuskeln (Abkömmlinge der Ringmuskeln), im Stiel des Saugnapfes sich kreuzenden Meridionalmuskeln, die zur Ventralfläche ziehen (Abkömmlinge der Längsmuskeln), und Dorsal- und Ventralfläche verbindende Radiärmuskeln (Abkömmlinge der Dorso-ventralmuskeln) auftreten (Fig. 11, 12, 13).

Die Leibeshöhle. — Auf die komplizierten Zölovverhältnisse der Egel kann nur sehr kurz eingegangen werden. Bei allen Formen sind mit Flüssigkeit gefüllte Räume der sekundären Leibeshöhle vorhanden; jedoch in sehr verschieden starker Ausdehnung. Bei den Rüsselegeln sind sie relativ ansehnlich, während sie bei Kiefer- und Schlundegeln durch Muskulatur, Bindegewebe und Organe stark eingeengt sind. Bei den *Rhynchobdellidae* gliedert sich dieses Hohlraumssystem in eine große Medianlakune, die z. T. in eine über dem Darm gelegene Dorsallakune und eine unter dem Darm gelegene Ventrallakune

geschieden ist; ferner in eine mit dieser vorn und hinten verbundene Seitenlakune und die unter der Körperbedeckung gelegenen, netzartig aufgeteilten Hypodermallakunen. Alle 3 Systeme sind durch Kommunikationslakunen untereinander verbunden (Fig. 14). Die Seitenbläschen und Kiemenanhänge der *Piscicolidae* enthalten Hohlräume des Lakunensystems. Bei den *Hirudinidae* sind an größeren Zölomräumen nur eine Dorsal- und Ventrallakune, sowie Seitenlakunen vorhanden. Bei den *Herpobdellidae* ist die Dorsallakune geschwunden. In den Kommunikationslakunen liegen bei ihnen auf jeder Seite 10 Paar Ampullen, d. s. runde Räume mit kontraktile Wänden, die die Leibeshöhlenflüssigkeit bewegen.

Die Wände der Leibeshöhlenräume bestehen aus Bindegewebe und Muskulatur und sind innen z. T. mit Zölomepithel bekleidet. An bestimmten Stellen finden sich muskulöse Verschlusseinrichtungen, die die Richtung und Stärke des Flüssigkeitsstromes regulieren.

Nur bei den *Rhynchobdellidae* gibt es ein echtes Gefäßsystem, das seinem allgemeinen Bauplan nach aus einem gekammerten Rückengefäß und einem Bauchgefäß besteht, die untereinander durch zahlreiche Schlingen in Verbindung stehen (Fig. 15 A). Namentlich am Rüssel, am Enddarm und im Hintersaugnapf bilden diese Schlingen verwickelte Kanäle mit Erweiterungen und kapillaren Verengerungen. Die Wände der Gefäße sind z. T. kontraktile. Im Innern liegen an gewissen Stellen Klappen aus gestielten Zellen von eigenartigem Bau. Das Gefäßsystem liegt in den Lakunen des Zöloms (Fig. 14).

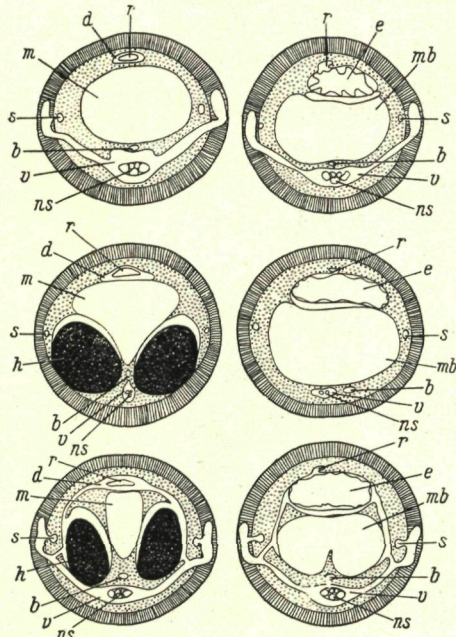
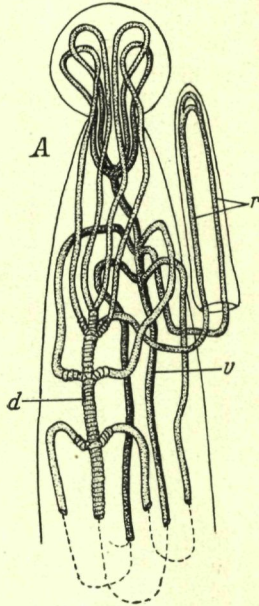


Fig. 14. *Callobdella nodulifera*; Querschnitte durch verschiedene Körperregionen. — *b* Bauchgefäß, *d* Dorsallakune, *e* Enddarm, *h* Hoden, *m* Mitteldarm, *mb* Mitteldarmblindsack, *ns* Nervensystem, *r* Rückengefäß, *s* Seitenlakune, *v* Ventrallakune. — Nach JOHANSSON (1896).

Leibesflüssigkeiten. — Die Hohlräume sowohl des Zöloms als auch der Gefäße enthalten eine eiweißhaltige Flüssigkeit mit freien Zellen. Die Zellen sind Amöbozyten, die wohl hauptsächlich aus den Wandepithelien und den Klappen stammen. Bei *Gnathobdellidae* und *Pharyngobdellidae* ist die Flüssigkeit durch Hämoglobin rot gefärbt.

Botryoidalgewebe. — An den äußeren Wänden der Zömlakunen sitzen große Zellen mit gelb oder grün-braun gefärbtem, körnigem Inhalt, die Botryoidalzellen. Funktionell entsprechen diese aus dem Mesoderm stammenden Zellen wohl den Chloragogenzellen der Oligochäten. Die Anzahl und Ausbildung dieser Zellen, die man in ihrer Gesamtheit als Botryoidalgewebe bezeichnet, ist an den einzelnen Körperstellen und in den verschiedenen systematischen Gruppen nicht gleich. Namentlich in der Darmumgebung ist dieses Gewebe meist am stärksten vertreten. Am mächtigsten ist es bei *Hirudinidae* (*Hirudo medicinalis*), am schwächsten bei den *Rhynchobdellidae*.



Spezifische Atemorgane gibt es nur bei den *Piscicolidae*. Es sind dies die schon auf S. VI. c 56 erwähnten Seitenbläschen und Kiemen. Die Seitenbläschen sind Teile des Lakunensystems, die außerhalb der Muskulatur liegen und sich $\pm$ weit über die Körperoberfläche vorwölben. Bei *Piscicola* (Fig. 6, 15 B, C) bestehen sie aus 11 Paar eiförmigen Hohlräumen mit kontraktilen Wänden, deren Inneres durch eine Scheidewand unvollständig in zwei Hälften geteilt wird. Jede der beiden Kammern steht durch je einen kurzen Kommunikationskanal mit den Zömlakunen in Verbindung. Die Kie-

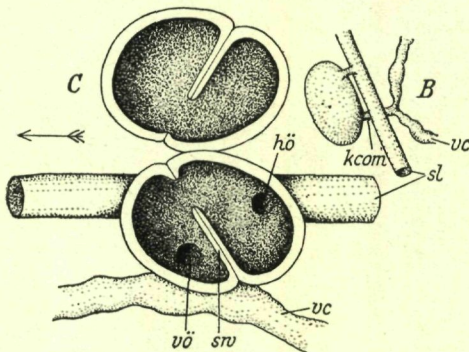


Fig. 15.
Piscicola geometra.
A Gefäße im Vorderkörper;
B ein Seitenbläschen und seine Verbindungen mit dem Lakunensystem; C Seitenbläschen geöffnet.
d Dorsalgefäß, hö hintere Öffnung, kcom Kommunikationskanal, r Rüsselgefäß, sl Seitenlakune, v Ventralgefäß, vc ventrale Kommunikationslakune, vö vordere Öffnung.
Nach SELENSKY (1906).

menblättchen von *Branchellion torpedinis* sind Ausstülpungen der Epidermis, in die kapillare Ausläufer des Zöloms eindringen (Fig. 16). Sie enthalten außerdem Muskeln und Fettzellen. An ihren Basen finden sich kontraktile Blasen, die sog. „Herzen“ (s. Fig. 1, 18). Bei den übrigen Egeln dienen Kapillarnetze der Kreislaufsysteme zwischen den Epidermiszellen und die Hypodermallakunen dem Gaswechsel.

Der Darmkanal der Hirudineen (s. Fig. 3, 11, 14, 17, 18, 23, 35) läßt sich in drei gut gegeneinander abgegrenzte Regionen gliedern: den ektodermalen Vorderdarm und den entodermalen Mittel- und Enddarm. In der Ausbildung aller 3 Darmteile zeigen sich die Verschiedenheiten in der Lebensweise der drei Unterordnungen der *Rhynchobdellidae*, *Gnathobdellidae* und *Pharyngobdellidae*.

1) Der Vorderdarm beginnt mit der im Vorder-saugnapf gelegenen Mundöffnung. Bei den *Rhynchobdellidae* (Fig. 17) führt sie in die Rüsselscheide, ein mit Längsmuskeln ausgestattetes Rohr, das vorn in das Epithel der Mundöffnung übergeht, während es sich hinten in

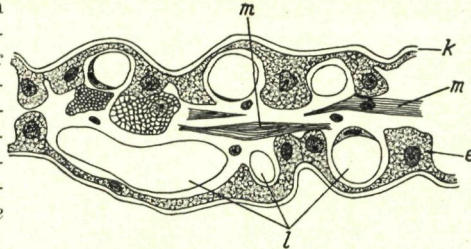


Fig. 16.

Branchellion torpedinis; Querschnitt durch die Haut am Rande einer Kieme. — *e* Epidermiszelle, *k* Cuticula, *l* Lakunen des Zöloms, *m* Muskeln.
Nach SUKATSCHOFF (1910/13).

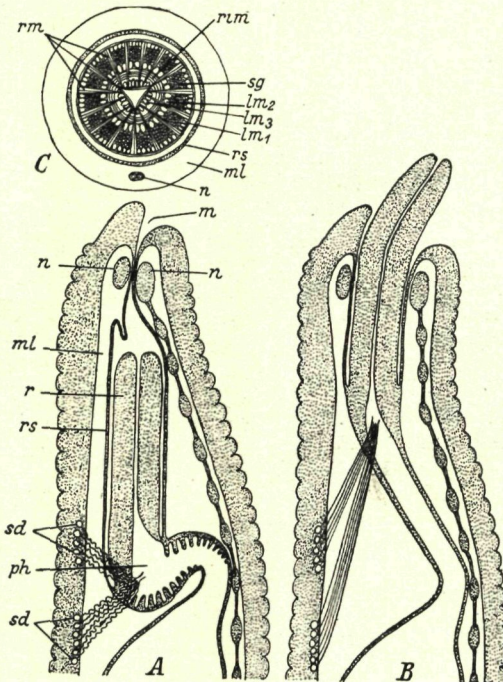


Fig. 17. Schema des Rhynchobdellidenrüssels. — A Rüssel eingezogen; B ausgestreckt; C Querschnitt. — *lm*₁, *lm*₂, *lm*₃ Längsmuskeln, *m* Mund, *ml* Medianlakune, *n* Nervensystem, *ph* Pharynx (Ösophagus), *r* Rüssel, *rim* Ringmuskeln, *rm* Radiärmuskeln, *rs* Rüsselscheide, *sd* Speicheldrüsen, *sg* Speicheldrüsenengänge. — Nach HERTER (1932).

den Ösophagus fortsetzt. An der Stelle, an der Rüsselscheide und Ösophagus aneinandergrenzen, ist die Basis des Rüssels in dem Rohr verankert. Der Rüssel ist ein wurmförmiger Schlauch, der in der Ruhe ganz in der Rüsselscheide liegt. Durch Kontraktion der Scheidenwand und die Tätigkeit der mehrfach geschichteten Eigenmuskulatur kann er weit aus der Mundöffnung hervorgestreckt werden. Auch vermag er selbständig windende Bewegungen auszuführen. Das enge Lumen des Rüssels hat einen dreieckigen Querschnitt. An der Rüsselbasis dringen die Gänge der Speicheldrüsen zwischen die Muskeln der Rüsselwand (s. S. VI. c 57). Diese Gänge sind für gewöhnlich vielfach gekrümmt. Beim Vorziehen des Rüssels werden sie, ebenso wie die Ösophagus-Wände, gestreckt (Fig. 17 B). Bei den *Gnathobdellidae* ist der Rüssel durch drei muskulöse Wülste von halblinsenartiger Gestalt, auf deren scharfen Firsten kleine Kalzitähnnchen (bei *Hirudo medicinalis* je etwa 80) reiten, ersetzt. Außer von Muskeln werden die Kiefer von den Speichelgängen, die zwischen den Zähnen münden, durchzogen. Antagonistische Muskeln, die aus den Kiefern in die benachbarten Gewebe einstrahlen, besorgen die sägenden Bewegungen (s. S. VI. c 80/81) dieser in λ -förmiger Anordnung stehenden Wülste. Hinter den Kiefern liegt der Pharynx, ein mit starken Radiär- und Ringmuskeln ausgestatteter Darmteil. Der Vorderdarm der *Pharyngobdellidae* ist grundsätzlich dem der Gnathobdelliden ähnlich, jedoch fehlen die Kiefer; sie sind nur durch 3 schwache zahnlose Wülste vertreten.

2) Der Mitteldarm oder Magendarm (auch Hauptdarm, Magen oder Chylusmagen genannt) durchzieht den ganzen Mittelkörper. Er wird vorn vom Ende des Ösophagus, bzw. Pharynx und hinten vom Beginn des Enddarms begrenzt. Der Magen aller *Rhynchobdellidae* hat paarige Blindsäcke, deren Anzahl und Ausbildung gattungsweise verschieden sein kann. So hat z. B. *Glossiphonia heteroclita* 6 Paar glattwandige und *Hemiclepsis marginata* 10 Paar mit Wandfalten ausgestattete Blindsäcke; während bei manchen *Piscicolidae* nur ein Paar vorhanden ist. Das letzte Divertikelpaar ist fast stets größer als die anderen und zieht sich meist weit in den Hinterkörper, oft bis an dessen Ende. Zwischen den einzelnen Magenteilen, die durch die Abgangsstellen der Blindsäcke eine Art Kammersystem bilden, liegen muskulöse Sphinktereinrichtungen. Die Verhältnisse bei *Branchellion torpedinis*, bei dem das letzte Divertikelpaar zu einem großen ventralen Sack vereinigt ist, sind als Beispiel für *Piscicolidae* in Fig. 18 dargestellt. Bei den Fischegelten können die beiden Blindsäcke des letzten großen Paares nämlich miteinander Anastomosen bilden. Zwischen gänzlich getrennten Schläuchen (*Ottonia brunnea*) und völliger Verschmelzung zu einem großen Sack (*Pontobdella muricata*) gibt es mannigfache Übergänge. Die größten Gegensätze in der Gestaltung des Mitteldarms findet man bei den *Hirudinidae*. Während *Hirudo medicinalis* einen Magen hat, der deutlich gekammert und mit Blindsäcken ausgestattet ist, von denen der letzte sich fast bis zum Hintersaugnapf erstreckt, ist der Mitteldarm von *Haemopsis sanguisuga* ein ziemlich glattes Rohr mit nur ganz seichten Einschnürungen, das hinten ein Paar kurze, dünne Blindschläuche hat. (Bei jungen *Haemopsis* ist der

Mitteldarm ähnlich wie bei *Hirudo* gebaut.) Sehr vereinfacht sind die Verhältnisse bei den *Herpobdellidae*. Die Blindsäcke sind ganz geschwunden, flache Falten deuten die Kammergrenzen an. Bei allen

Egeln ist das letzte Ende des Mitteldarms gegen den Enddarm durch einen Sphincter abschließbar. Diese Region ist meist spitz nach hinten verengt und wird daher als Trichter bezeichnet.

3) Ähnliche Unterschiede im Grade der Differenzierung wie in dem vorhergehenden Abschnitt läßt der letzte Darmteil erkennen, der Enddarm (auch Mastdarm, Chylusdarm oder kurz nur Darm genannt). Bei den *Glossiphoniidae* ist er gekammert und mit (meist 4) Blindsackpaaren ausgerüstet. Es folgt eine bewimperte Rektalblase, die durch den Rektalkanal mit dem Anus in Verbindung steht (s. Fig. 35 A). Die *Piscicolidae* weisen ähnliche Verhältnisse auf, jedoch gibt es Besonderheiten. So ist bei *Branchellion torpedinis* die Rektalblase gelappt, und der vor ihr gelegene Darmteil bildet eine bewimperte Blase, von der stark gefaltete Blindsäcke, die Fal-

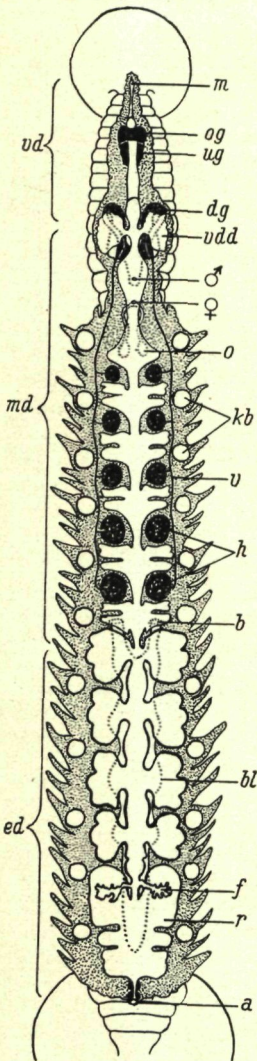


Fig. 18.
Branchellion torpedinis;
Situs der wichtigsten Organe.
a Anus, b Beginn des großen
ventralen Blindsackes (bl),
dg Ductus glandularis,
ed Enddarm, f Faltenorgan,
h Hoden, kb kontraktile Blasen,
m Mund, md Mitteldarm, o Ovar,
og Oberschlundganglion,
r Rektalblase, ug Unterschlund-
ganglion, v Vas deferens,
vd Vorderdarm, vdd vorderer
Darmdivertikel.
Nach SUKATSCHOFF (1910/13).

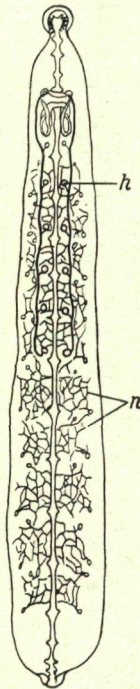


Fig. 19.
Pontobdella muricata.
h Hoden,
n Netznephridien.
Nach BOURNE (1882).

tenorgane, ausgehen (s. Fig. 18). Die Blindsäcke können auch ganz fehlen oder nur durch Einschnürungen angedeutet sein. Der Enddarm von *Hirudo medicinalis* ist einfach schlauchförmig, er verengt sich vor

dem Eintritt in die Rektalblase zu einem sehr dünnen Kanal. Bei *Haemopsis sanguisuga* ist der vordere Teil stark aufgetrieben und in vier Kammern geteilt. Die *Herpobdellidae* haben einen verhältnismäßig langen Enddarm, der ähnlich wie ihr Magen gekammert ist.

Die histologische Struktur des Verdauungskanal zeigt, natürlich je nach Egelart und Darmabschnitt, Besonderheiten, die hier aber nicht berücksichtigt werden können. Die Wände von Mittel- und Enddarm bestehen aus Bindegewebe und schwacher Muskulatur und sind z. T. sehr reichlich mit Leibesflüssigkeit führenden Kanälen und Lakunen versorgt. Innen sind sie von einschichtigen Epithelien mit Stäbchensäumen oder Flimmerbesatz ausgekleidet.

Exkretionsorgane. — Die Exkretionsorgane der Hirudineen sind Segmentalorgane, die dem Nephridientypus der Anneliden entsprechen, wenn auch im einzelnen manche Abweichungen vorkommen. An den Vorder- und Hintersegmenten fehlen sie regelmäßig. Ihre Anzahl schwankt zwischen 10 und 17 Paaren. Die Nephridien beginnen in Zölomräumen mit Wimpertrichtern, die den Nephridialkapseln aufsitzen. An diese schließen sich die drüsigen Nephridienkanäle an, die nach $\pm$ gewundenem Verlauf in Harnblasen enden. Diese münden durch kurze Gänge an der Ventralseite des Wurmkörpers nach außen. Eine Eigentümlichkeit des Hirudineennephridiums besteht darin, daß die Nephridialkapsel, die mit Amöbozyten gefüllt ist, mit den Hohlräumen in den drüsigen Anfangszellen des Kanals nicht in offener Verbindung steht. Bei den *Glossiphoniidae* liegen die Wimpertrichter in der Ventrallakune, bei den *Piscicolidae* in der Dorsallakune. Die letzte Familie ist die einzige, bei der die einzelnen Nephridien durch netzartig verlaufende Gänge miteinander in Verbindung stehen. Es sind 10 Paar solcher Netznephridien vorhanden (Fig. 19). Die Wimperorgane von *Hirudo medicinalis*, die recht kompliziert gebaut sind, liegen in besonderen kleinen ventralen Zölomräumen, die von *Herpobdella* in den Ampullen des Lakunensystems (s. S. VI. c 59).

Geschlechtsorgane. — Alle bekannten Egel sind proterandrische Zwitter. Die männlichen Gonaden liegen hinter den weiblichen, während die gegenseitige Lage der Geschlechtsöffnungen (in den

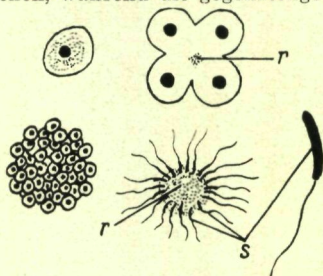


Fig. 20.
Platybdella anarrhichae; einige Phasen
der Spermienbildung.
r Restkörper, s reife Spermien.
Nach LEIGH-SHARPE (1915/16).

Abbildungen mit ♂ und ♀ bezeichnet) umgekehrt ist. Der männliche Genitalapparat (s. Fig. 3, 4, 14, 18, 19, 21, 30 B, 35 C) besteht aus den Hoden und den Ausführungsgängen mit Anhangsdrüsen. Die Keimdrüsen sind meist rundliche oder eiförmige Säcke, die in Zölomräumen oder im reich mit Lakunen durchsetzten Bindegewebe liegen. Das Innere ist mit Flüssigkeit erfüllt, in der Haufen von Samenbildungszellen schwimmen, die um einen protoplasmatischen Restkörper radiär angeordnet

sind. Die reifen Spermien lösen sich in Bündeln ab (Fig. 20). Meist sind die Hoden in segmentalen Paaren angeordnet, deren Anzahl ziemlich artkonstant ist (z. B. *Piscicola geometra* 10, *Hirudo medicinalis* 9). Bei *Herpobdellidae* sind sie stark vermehrt (bei *Herpobdella* 30 bis 90) und liegen in traubenförmiger Anordnung in den hinteren Rumpfsegmenten. Die einzelnen Hodenbläschen stehen durch kurze Vasa efferentia mit dem gleichseitigen Vas deferens in Verbindung (s. Fig. 18, 21). Dieser Samenleiter, der z. T. mit Flimmerepithel ausgekleidet ist, ist entweder sehr zartwandig (*Rhynchobdellae*) oder von relativ dicker, drüsiger Beschaffenheit. In der Klitellarregion erweitern sich die Samenleiter, ohne ihre Struktur wesentlich zu verändern, zu den sog. Samenblasen (Nebenhoden). Sie legen sich dabei in Schlingen oder winden sich zu Knäueln auf. Der Grad der Erweiterung und der Faltung ist auch innerhalb der Familien sehr verschieden. Bei den *Hirudinidae* setzt sich die stark aufgewundene Samenblase in einen muskulösen Gang, den Ductus ejaculatorius, fort. Die beiden Ductus münden, nachdem sie sich zu Samenreservoirien erweitert haben, mit kurzen, dünnen Gängen in den Anfangsteil des Penis. Der Penis ist ein Schlauch, der in der

Ruhe in umgestülptem und gefaltetem Zustand in der muskulösen Penisscheide ruht. Die zwiebelförmig angeschwollene Basis dieser Scheide ist mit Haufen von Drüsen („COWPERSche Drüsen“ und „Prostata“), die ihre Sekrete in die Geschlechtsgänge ergießen, besetzt. Die Ausstülpung des Penis erfolgt durch Eintreibung von

Leibesflüssigkeit in einen Zölomsinus und durch Muskeltätigkeit. Bei *Rhynchobdellidae* und *Pharyngobdellidae* sind die Endteile des männlichen Geschlechtsapparates anders gebaut. Der dem Ductus ejaculatorius der *Hirudinidae* entsprechende Teil ist wenig muskulös oder drüsigt (Ductus glandularis). Die beiden Gänge setzen sich in einen erweiterten T- oder Y-förmigen Raum (die Spermatophorentasche) fort, der von Drüsen und Muskulatur umgeben ist und mit seinem unpaaren

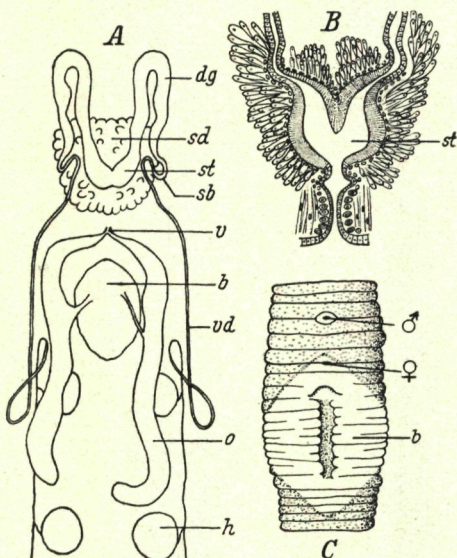


Fig. 21.

Piscicola geometra. — A Geschlechtsapparat (mit den beiden ersten Hodenpaaren); B Schnitt durch die Ausmündung des männlichen Anteils; C Klitellarregion mit Begattungsfeld. — b Begattungsfeld, dg Ductus glandularis, h Hoden, o Ovar, sb Samenblase, sd Spermatophorendrüse, st Spermatophorentasche, v Vagina, vd Vas deferens.

A, C nach BRUMPT (1900), B nach BRANDES (1901).

Teil in der männlichen Geschlechtsöffnung nach außen mündet (Fig. 21 B). Im einzelnen sind viele artlichen Besonderheiten an diesen Bildungen zu beobachten (z. B. penisartige Ausstülpbarkeit des Endteiles bei *Protoclepsis*), auf die hier nicht eingegangen werden kann.

Die weiblichen Geschlechtsorgane der Egel (s. Fig. 4, 18, 21, 30, 35 C) zeigen auch viele Unterschiede zwischen den einzelnen systematischen Gruppen. Die Ovarien liegen in paarigen Säcken oder Schläuchen in Zölomräumen. Sie stellen in der Regel längliche Keimstränge dar, die oft in Schlingen oder Knäuel gelegt sind. Meist liegen sie ganz frei im Ovarialsack. Nur bei *Pharyngobdellidae* sind sie durch ein besonderes Gewebe mit der Sackwand verbunden. In ihnen entwickeln sich die Eier. Von jedem der beiden Ovarialsäcke geht ein Schlauch, der Uterus, aus. Die beiden Uteri münden durch kurze Ovidukte in die gemeinsame Vagina, die bei den einzelnen Formen sehr verschieden gebildet ist. Namentlich bei *Hirudinidae* gibt es durch Blindsackentwicklung usw. z. T. recht eigenartige Besonderheiten, die mit dem Vorhandensein eines Penis zusammenhängen. Bei den Formen, bei denen die Begattung mit Hilfe von Pseudospermatophoren (s. u.) vollzogen wird, sind häufig (z. B. bei den meisten *Piscicolidae*) spezielle Einrichtungen, die dem Sperma den Weg zu den unbefruchteten Eiern weisen, vorhanden, das Leitgewebe und die Area copulatrix. Das Leitgewebe ist ein besonderes, lockeres Bindegewebe, das meist einer bestimmten Stelle der ventralen Körperwand, der Area copulatrix (dem Begattungsfeld), anliegt und je einen Strang zu den Ovarialsäcken entsendet (Fig. 21, 30 B). Bei manchen Egeln liegt die Area copulatrix aber auch in der männlichen Geschlechtsöffnung (z. B. bei *Callobdella lophii*).

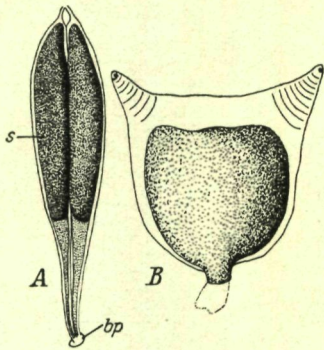


Fig. 22.
Pseudospermatophoren. — A von *Glossiphonia complanata*; B von einer *Trachelobdella*-Art. — bp Basalplatte, s Sperma. — Nach BRUMPT (1900).

In den Spermatophorentaschen der penislosen Egel bilden sich aus den Sekreten der diese Organe umgebenden Drüsen die Spermatophoren oder Pseudospermatophoren. Das sind paarige, z. T. miteinander verschmolzene Röhren, die das Sperma umschließen und beim Austritt aus der männlichen Geschlechtsöffnung erhärten. Sie sind — wenigstens zuerst — an beiden Enden offen und dienen dazu, das Sperma in den Körper des Geschlechtspartners zu pumpen (s. S. VI. c 92). Ihre Form ist artentümlich und zuweilen recht merkwürdig (Fig. 22).

Nervensystem. — Das Nervensystem der Hirudineen folgt dem allgemeinen Annelidenschema. Zerebralganglien und Bauchganglienketten liegen tief im Innern des Körpers in Zölomräumen (s. Fig. 11, 14, 17). Die Unterschlundganglien sind aus der Verschmelzung von 5 Ganglienpaaren entstanden. Da außerdem die 7 letzten Ganglienpaare zu

einem Analknoten vereinigt sind, besteht die Bauchkette (entsprechend der ursprünglichen Segmentzahl von 33) aus 21 Paaren von Ganglien. Die Ganglien eines Paares, die sich je in eine vordere und eine hintere Hälfte, deren jede aus 3 Haufen von Nervenzellen besteht, gliedern, liegen sehr dicht zusammen. Auch die Konnektive verlaufen eng nebeneinander in der Neurilemmscheide. Von jedem Ganglion gehen 2 Nervenpaare aus, die mit Fasern benachbarter Ganglien periphere sensible und motorische Faserringe und Netze bilden. In dem Bindegewebe der Bauchkette liegen Längsmuskeln, die es dem Wurm gestatten, den Dehnungszustand des Bauchmarks dem Kontraktionszustand des Körpers anzugleichen. Ein ventraler unpaarer Mediannerv (FAIVREScher Nerv), der im Unterschlundganglion entspringt, durchzieht das Bauchmark. Die Zerebralganglien, die über dem Anfangsdarm liegen (bei *Hirudo* im V. Segment), sind grundsätzlich wie die Bauchganglien gebaut; sie entsenden Nerven, die ebenso wie die des Schlundringes und des Unterschlundganglions die ersten Segmente mit den Augen versorgen. Vom Analknoten wird der Hintersaugnapf innerviert. Bei den *Gnathobdellidae* und *Rhynchobdellidae* sind besondere Ganglien für die Kiefer bzw. den Rüssel vorhanden. Sie stehen auch in Verbindung mit einem Darmnervensystem, dem Sympathicus, das Netze mit Ganglien um den Verdauungskanal bildet (Fig. 23).

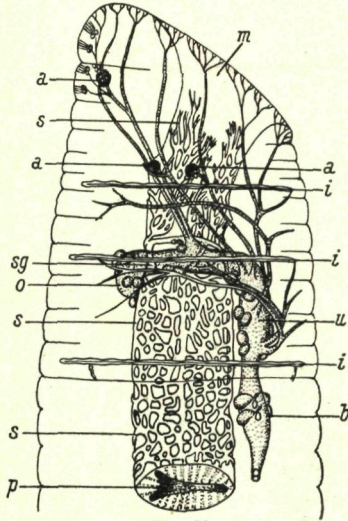


Fig. 23.
Herpobdella lateralis; Schema des Nervensystems in der Kopfregion. — a Augen, b Ganglion der Bauchkette, i intermuskuläre Faserringe, m Mund, o Oberschlundganglion, p Pharynx, s Sympathicus, sg sympathisches Ganglion, u Unterschlundganglion.
Nach BRISTOL aus SCRIBAN & AUTRUM (1928/34).

Sinnesorgane. — Freie Nervenendigungen, die aus peripheren Sinnesganglienzellen entspringen oder direkt aus dem Zentralnervensystem stammen, durchsetzen überall die Epidermis.

Spindelförmige primäre Sinneszellen, die mit einem Stiftchen durch die Cuticula dringen, und deren Kerne von Neurofibrillengittern umspannt sind, sind in großer Anzahl vorhanden. Sie schließen sich zu Sinnesknospen (Tastkegel, Tastbecher, becherförmige Organe) zusammen, die aus nur wenigen (10 bis 15) oder auch aus vielen Hunderten von Sinneszellen bestehen können. Zwischen den Zellen, die Abkömmlinge der Epidermis sind, kommen Muskelzellen vor, die eine papillenartige Vorwölbung oder becherförmige Einziehung der Organe bewirken. Die Verteilung der Sinnesknospen ist z. T. gesetzmäßig segmental, so daß sie ein wichtiges Hilfsmittel der Systematik ist (s. S.

VI. c 55). In der Mundhöhle und ihrer Umgebung, wie überhaupt am Vorderende, stehen sie besonders reichlich.

Wohl bei allen Egel n gibt es Lichtsinneszellen, die einzeln über den Körper verstreut oder zu Augen vereinigt an bestimmten Stellen vorkommen können. Die runden oder auch länglichen Zellen enthalten mit Flüssigkeit gefüllte Vakuolen von sehr verschiedener, oft bohnenförmiger Gestalt, die Phaosome (Binnen- oder Glanzkörper). Die Peripherie des Phaosoms ist von zarten, kurzen Stiftchen, die in das Innere weisen, besetzt. Meist liegen die Phaosome am dem Austritt der Neurofibrille entgegengesetzten Ende der Zelle. Häufig wird der Kern von Neurofibrillengittern umspinnen (Fig. 24 D.)

Sehzellen ohne Pigment kommen an sehr verschiedenen Körperstellen vor. Oft treten sie zu größeren Komplexen zusammen; so finden

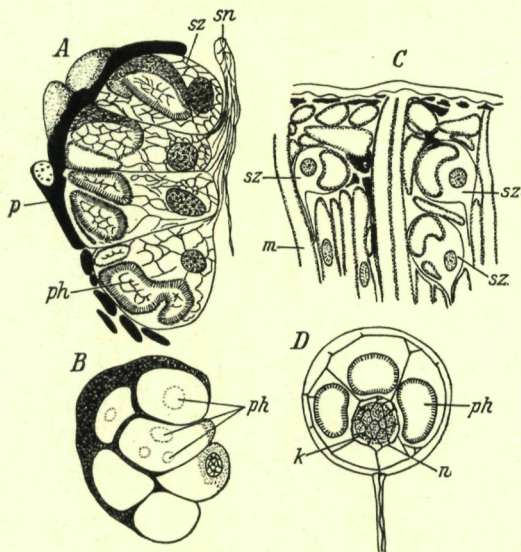


Fig. 24. Augen und Sehzellen von *Piscicolidae*. — A *Piscicola geometra*; B *Crangonobdella murmanica*; C *Branchellion torpedinis*; D *Pontobdella*. — k Zellkern, m Muskeln, n Neurofibrillengitter, p Pigmentbecher, ph Phaosome, sn Sehnerv, sz Zehzelle. — A nach MAIER (1892), B nach SELENSKY (1923), C nach HESSE (1910), D nach APATHY aus PLATE (1924).

sich am Vorderende von *Pontobdella muricata* jederseits 61 derartige Zellen. Bei vielen Egel n kommen eigentliche Augen vor, die dadurch charakterisiert sind, daß zu den Sehzellen Pigmentzellen hinzutreten, die den Lichteinfall nur aus gewissen Richtungen zulassen. Die Pigmentzellen können zu Schirmen angeordnet sein, die einzelne Gruppen von Sehzellen optisch voneinander trennen (Fig. 24 C); oder aber sie bilden Becher, in denen die mit Phaosomen ausgestatteten Teile der Sehzellen stecken (Fig. 24 A, B). Bei *Gnathobdellidae* und *Pharyngobdellidae* können durch Vertiefung des Bechers und starke Ver-

mehrung der Sehelemente, sowie durch Verlagerung der Austrittsstellen der Nervenfasern Augen von recht kompliziertem Bau entstehen.

Meist liegen die Augen in charakteristischer Anordnung auf der Dorsalseite der Kopfregion (s. Fig. 1, 6, 8, 10, 23, 30 A). Bei manchen *Piscicolidae* kommen außerdem primitivere Sehorgane auf dem Hintersaugnapf vor (Fig. 6, 10). *Crangonobdella murmanica* hat in jedem Segment des Mittelkörpers zwei Paar Augenpunkte (Fig. 10). Die Anzahl der Augen ist arteigentümlich (s. den Bestimmungsschlüssel), wenn auch durch gelegentliche Verschmelzungen, Teilungen oder Rückbildungen Abweichungen von der Norm nicht selten sind.

Vorkommen Die meisten Egel sind Wassertiere; einige Arten sind Landbewohner, die aber in der Regel an feuchten Örtlichkeiten leben, so die sog. Erdegel (meist zu den *Herpobdellidae* gehörig), die in faulendem Laub, in Erde usw. vorkommen, und die echten Landegel (*Haemadipsidae*), die mit wenigen Ausnahmen (z. B. *Xerobdella lecontei*) in tropischen Regenwäldern und Dschungeln auf und zwischen feuchten Pflanzen leben. Von den Süßwasserformen pflegen manche (*Hirudinidae*) zeitweilig die feuchten Uferregionen aufzusuchen, in deren Boden sie auch ihre Eikokons ablegen. Trotzdem kann man die Süßwasserformen im allgemeinen als echte Wassertiere ansprechen. Zu ihnen gehören Vertreter aus allen Familien, mit Ausnahme der *Haemadipsidae*. Sie kommen in fast allen Arten von Binnengewässern vor. Nur sehr schnell fließende Gebirgsbäche und die Gräben und Tümpel der Hochmoore sind meist egelfrei. Nicht nur in Flüssen, Seen, Teichen, Tümpeln und Gräben leben Süßwasseregel, sondern auch unter extremen Verhältnissen, wie in Höhlengewässern, Wasserleitungen, Thermalquellen, kalten Gebirgsseen usw., sind sie gefunden worden. In den Meeren leben regelmäßig nur Angehörige der *Piscicolidae*.

Wenn auch manche Egel ganz leidliche Schwimmer sind, so sind doch alle Formen echte Bodentiere, die eng an das Substrat gebunden sind. Sehr lockerer Untergrund, wie feiner Sand oder Schlamm, wird von vielen Arten gemieden, da die Fortbewegung mit Hilfe der Saugnapfe (s. S. VI. c 74) hier sehr erschwert wird. Die meisten Formen leben daher, wenn sie nicht an den Wirten sitzen, an Steinen, Pflanzen und sonstigen festen Körpern.

An die Wasserbeschaffenheit stellen die Egel im allgemeinen keine sehr hohen Ansprüche. Manche Arten (z. B. Glossiphonien) finden sich auch in stark verschmutzten, O_2 -armen Gewässern. Gegen Humussäuren sind sie allerdings ziemlich empfindlich, wie ihr Fehlen in Hochmoorgewässern zeigt. Herpobdellen können in recht stark sauer oder alkalisch reagierendem Wasser dauernd leben. Sie ließen sich im Laboratorium bei p_H -Werten zwischen 4.5 und 10.1 über 4 Wochen halten. Bei niedrigeren oder höheren Werten ($p_H = 4.0$ bis 3.5 und 10.4 bis 10.7) gingen sie nach einigen Tagen oder bei sehr niedrigen oder sehr hohen Werten nach einigen *std* oder *min* ein.

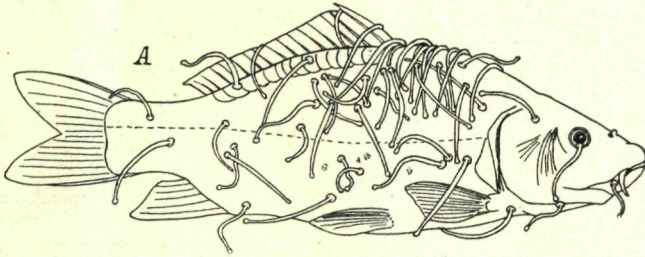
Auch gegen Temperaturschwankungen sind die meisten Egel sehr widerstandsfähig. Den Süßwasserbewohnern unserer Fauna

schadet vorübergehendes Einfrieren oder Abkühlung auf -5 bis $-6^{\circ}C$ im allgemeinen nicht. Herpobdellen sollen sogar Temperaturen bis zu -9.5° zwei Tage lang gut überstehen können. *Hirudo* soll bei $-13.5^{\circ}C$ sterben. Die oberen Temperaturgrenzen liegen ziemlich hoch. So kommt *Hirudinaria manillensis* auf Sumatra in heißen Quellen von $+38^{\circ}C$ vor. Im Experiment zeigt die auch regelmäßig in der Ostsee lebende *Piscicola geometra* bei einer Wassertemperatur von $+26^{\circ}C$ die ersten Zeichen von „Unbehagen“ (Schreckreaktionen). Bei $+36.5^{\circ}C$ fällt sie in reversible Wärmestarre. Für *Hemiclepsis marginata*, *Glossiphonia complanata*, *Helobdella stagnalis* und *Herpobdella* liegen die entsprechenden Werte zwischen $+27$ und $+31^{\circ}$ bzw. bei $+40^{\circ}C$. Die Vogel- und Säugetierparasiten (*Proteclepsis tesselata* und *Hirudo medicinalis*) zeigen in Anpassung an die hohen Bluttemperaturen ihrer Wirte erst bei $+34.5$ und $+39^{\circ}C$ Schreckreaktionen und fallen erst bei $+43.5^{\circ}C$ in Wärmestarre. Wie sich die marinen Egel in dieser Beziehung verhalten, ist nicht bekannt.

Über die Abhängigkeit der Egel vom Salzgehalt ihrer Wohn-gewässer wissen wir wenig. Einige der deutschen Süßwasserarten kommen auch gelegentlich in Brackwasser vor (s. die Zusammenstellung auf S. VI. c 73). Sie alle dürften aber wohl kaum in Gebieten von mehr als etwa 3.5 bis 5‰ Salzkonzentrationen dauernd existieren, bzw. sich fortpflanzen können, so daß man sie als stenohalin bezeichnen muß. Im Experiment vertrug *Glossiphonia complanata* bei plötzlicher Überführung aus dem Süßwasser Konzentrationen bis zu 3.5‰ , *Herpobdella* bis zu 5.25‰ . Bei langsamer Steigerung verschob sich die Grenze der dauernden Lebensfähigkeit für *Glossiphonia complanata* auch auf 5.25‰ . Fortpflanzung wurde bei *Herpobdella*, aber nur unter 3.5‰ beobachtet. Eine Ausnahme macht *Piscicola geometra*, die zwar auch hauptsächlich ein Süßwasserbewohner ist, aber auch in stärker salzhaltigem Wasser auftritt. Nach brieflicher Mitteilung REMANES soll sie in der Ostsee bis etwa 8‰ gehen. Ähnlich scheint sich die ostasiatische *Trachelobdella okae* zu verhalten, die außer im Süßwasser auch in marinen Küstengewässern vorkommt. Die marinen Egel sind wohl im allgemeinen ziemlich euryhalin, wie die weite Verbreitung mancher Arten vermuten läßt (s. Bestimmungsschlüssel).

Angaben über die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Egelarten in bestimmten Biotopen sind sehr schwer zu machen, da kaum Schätzungen oder gar Zählungen hierüber in der Literatur vorliegen. Manchmal findet man Bemerkungen wie „recht häufig“, „selten“ u. dgl., die aber wenig über die Dichte der Egelbevölkerung aussagen. Massenhaftes Auftreten scheint außer bei den tropischen Landegeln und einigen *Hirudinidae*, die zuweilen in großen Scharen die Menschen anfallen, bei Süßwasser-*Piscicolidae* vorzukommen. Von *Cystobranchus respirans* wird gelegentlich berichtet, daß er in großen Mengen die Fische des Rheins befällt, und *Piscicola geometra* tritt nicht selten in Fischteichen, also unter künstlichen Bedingungen, massenweise auf (Fig. 25 A). Auch in natürlichen Gewässern kann dieser Fischegel sehr häufig sein, z. B. im Brackwasser der dänischen Wiek bei Greifswald.

Von deutschen Süßwasseregeln scheinen sonst *Herpobdella octoculata* und *H. testacea* die höchste Individuenzahl zu haben. Man findet sie oft in größerer Menge in den Blattwinkeln der Wasseraloe (*Stratiotes*), die überhaupt ein bevorzugter Aufenthaltsort für die kleineren Arten



ist. In Gräben von gewisser Beschaffenheit ist gelegentlich auch *Haemopsis sanguisuga* recht häufig. Von den eigentlichen Meeresegeln unseres Gebietes haben wir in dieser Hinsicht nur sehr unzuverlässige Angaben, die z. T. aus dem Bestimmungsschlüssel zu entnehmen sind. Von etwas über 100 *Sclerocrangon boreas*, die bei der Stadt Kola gefangen wurden, waren 56 von *Crangonobdella murmanica* besetzt. Auf einer Garnele saßen nicht selten 10 bis 12 Egel (Fig. 25 B).

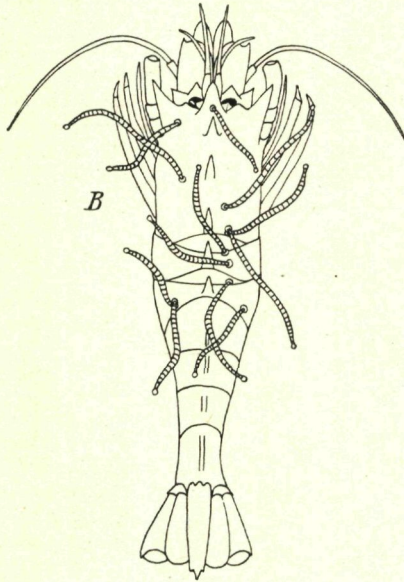


Fig. 25.
Piscicolidae auf den Wirten. — A *Piscicola geometra* auf einem Teichkarpfen;
B *Crangonobdella murmanica* auf *Sclerocrangon boreas*.
A nach PLEHN (1924), B nach SELENSKY (1923).

Die Aufenthaltsorte der Egel im Biotop sind insofern ziemlich gleichartig, als die meisten Formen, wenn sie nicht an oder in den Wirten sitzen oder sich auf Nahrungssuche befinden, dunkle Versteckplätze aufsuchen, die ihnen thigmotaktische Einschniegung erlauben. Sie verkriechen sich daher unter und zwischen Steine, Pflanzenteile (s. oben) u. dgl. oder wühlen sich auch in Schlamm oder Erde (Erdegel) ein. Die tropischen Landegel (*Haemadipsidae*) sollen allerdings — wenigstens wenn sie hungrig sind — auf den Blättern von Bäumen und Sträuchern auf Beute lauern. Sinngemäß verhält sich *Proteclepsis tessellata* und *Piscicola geometra*. Im Hungerzustand sitzen

diese Egel frei auf Pflanzen, Steinen usw., wo sie auf ihre Wirte warten (s. S. VI. c 88). Die marinen *Piscicolidae* dürften sich wohl ähnlich verhalten. So findet man *Callobdella nodulifera* in größeren Tiefen an Steinen, Muschelschalen usw. *Ottonia brunnea* und *Abranchus microstomus* werden bisweilen unter Algen gefangen.

Horizontale Verbreitung Systematisch durchgeführte Untersuchungen über die geographische Verbreitung einzelner Egelformen oder größerer Einheiten liegen bisher nicht vor, so daß es nicht möglich ist, Verbreitungsgrenzen von Arten oder Gattungen anzugeben. Von einigen Arten sind nur Einzelfunde bekannt, manchmal aus recht verschiedenen Gegenden (s. die Bestimmungsschlüssel, S. VI. c 48 ff.), die kaum tiergeographische Schlüsse erlauben, da viele Egel leicht auf weite Strecken durch ihre Wirte oder durch den Menschen verschleppt werden können (s. S. VI. c 78). Einige Gattungen und Arten der Süßwasseregel bewohnen sehr große Areale: *Helobdella stagnalis* lebt in Europa, W-Asien und in N- und S-Amerika; *Herpobdella octoculata* ist über das ganze gemäßigte Europa und Asien von Großbritannien bis Japan und von Skandinavien bis zum Mittelmeer und N-Indien verbreitet. Die Gattung *Hirudo* bewohnt in mehreren Arten Europa, N-Afrika, Asien und die SO-asiatischen Inseln, während *Piscicola* in Europa und Asien (bis Vorderindien) und in N-Amerika gefunden wurde. Andere Gattungen sind nur aus enger umgrenzten Gebieten bekannt; so ist *Macrobdella* auf N-Amerika, *Dinobdella* auf Indien und Ceylon beschränkt. Die Verbreitung der Landegel (*Haemadipsidae*) ist verhältnismäßig am besten bekannt. Die meisten Arten leben im indo-W-pazifischen Gebiet. Eigenartig ist das inselartige Auftreten der einzigen europäischen Art in Steiermark und den benachbarten Kalkalpen (s. die Verbreitungskarte AUTRUMS in SCRIBAN & AUTRUM 1928/34).

Noch schlechter unterrichtet sind wir über die Verbreitung der marinen *Piscicolidae*. In allen Meeresteilen, die tierisches Leben zulassen, scheint es sie zu geben. Da sie fast sämtlich Parasiten an Fischen und Arthropoden sind, so hängt ihr Vorkommen natürlich eng mit dem dieser Tiere zusammen. Man kann wohl annehmen, daß ein Egel, der auf einem Wirt in einem bestimmten Meeresteil gefunden wurde, auch in anderen Meeren, wo dieser Wirt lebt, heimisch ist, wenn er auch noch nicht von dort gemeldet wurde. Manche Gattungen scheinen auf die Arktis und den N-Atlantik beschränkt zu sein (s. S. VI. c 49 ff.: 3., 4. [?], 5., 8., 9., 10., 11., 13., 14. Gattung). Andere wieder sind an klimatisch sehr verschiedenen Orten gefunden worden (s. S. VI. c 48 ff.: 1., 2., 5., 6., 12. Gattung).

Im Bestimmungsschlüssel (s. S. VI. c 48 ff.) sind die Fundorte der *Piscicolidae* angegeben. Es sind dort auch solche Arten mit angeführt, die in den angrenzenden Meeresteilen gefunden wurden, da mit ihrer Auffindung in der Nord- oder auch Ostsee gerechnet werden kann.

Im folgenden gebe ich eine Zusammenstellung der *Glossiphoniidae*, *Hirudinidae* und *Pharyngobdellidae*, — also von Süßwasseregeln, die

gelegentlich im Brackwasser des Nord- oder Ostseegebietes gefunden wurden¹¹⁾.

Glossiphonia complanata (Linné): O-Teil des Finnischen Busens, Kaiser-Wilhelm-Kanal, Schleimündung, Muiden (O von Amsterdam), Abcouder Meer (S von Amsterdam), Kaager Meer (bei Leiden).

Glossiphonia heteroclita (Linné): Abcouder Meer (S von Amsterdam), Kaager Meer (bei Leiden), Renesse (Insel Schouwen).

Helobdella stagnalis (Linné): O-Teil des Finnischen Busens, Renesse (Insel Schouwen).

Batrachobdella paludosa (Carena): Newamündung, Helsingfors, Windau, über dem Adlergrund (zwischen Bornholm und Rügen; ?).

Hemiclepsis marginata (O. F. Müller): Abcouder Meer (S von Amsterdam).

Haemopsis sanguisuga Linné: Muiden (O von Amsterdam), Zeeburg (bei Amsterdam), Westzaner Polder (bei Zaandam), Renesse (Insel Schouwen).

Herpobdella octoculata (Linné): O-Teil des Finnischen Busens, Abcouder Meer (S von Amsterdam), Kaager Meer (bei Leiden).

Eine einigermaßen erschöpfende Übersicht über das Vorkommen der einzelnen Arten im Gebiet zu geben, ist zur Zeit nicht möglich. Die Zusammenstellungen der Fundorte sollen daher mehr eine Anregung zu Ergänzungen geben als den Anschein der Vollständigkeit erwecken.

Vertikale Verbreitung

Im Gebirge können manche Egelarten recht beträchtliche Höhe erreichen. In den Anden gehen Erdelgel (Angehörige der Gattung *Blanchardibdella*) bis zu 3600 m hinauf; und im Himalaia hat man den Landegel *Haemadipsa zeylanica* in etwa der gleichen Höhenlage gefunden. Der höchste bekannte europäische Fundort von Süßwasseregel ist wohl der 2500 m hoch gelegene Lac du Grand Charvia in der Schweiz, in dem *Helobdella stagnalis* vorkommt. In tiefen Seen leben die Egel meist im Flachwasser der Uferregionen, da sie hier wohl die günstigsten Lebensbedingungen zu erwarten haben. In dem 1770 m hoch gelegenen St. Moritzer See findet sich *Herpobdella octoculata* am häufigsten unter Ufersteinen der Brandungszone, *Glossiphonia complanata* in 2 bis 5 m Tiefe und *Helobdella stagnalis* in 4 bis 6 m Tiefe. Gelegentlich hat man aber auch aus größeren Tiefen einzelne Würmer herausgeholt; z. B. aus Schweizer Seen *Piscicola geometra* aus 90 m und *Glossiphonia complanata* aus sogar 120 m Tiefe. Die eigenartige Glossiphoniide *Ancyrobdella biniae* Oka ist bisher nur in etwa 80 m Tiefe im Biwasee in Japan gefunden worden. Über die vertikale Verbreitung der Egel der Nord- und Ostsee wissen wir nichts. Man kann wohl annehmen, daß sie die gleiche ist wie die der Wirtstiere. Da dies vielfach Bodenfische sind, die in beträchtliche Tiefen gehen, werden wohl auch die Egel in die Abyssalregion hinabsteigen. *Platybdella anarrhichae* ist N der Shetlands in 800 m Tiefe (an *Lycodes pallidus*) gefunden worden; *Callobdella nodulifera* soll im Skagerak und Kattegat in „größeren Tiefen“ sehr häufig sein.

Bewegung

Die Beweglichkeit der Egel ist sehr verschieden und natürlich von vielen Faktoren (Temperatur, Hungerzustand u. a.) abhängig. Während manche Formen recht „träge“ sind und nur selten

¹¹⁾ Einige der nicht in der Literatur verzeichneten Fundorte verdanke ich brieflichen Mitteilungen von Herrn Professor A. REMANE (Halle) und Fräulein T. VAN BENTHEM JUTTING (Amsterdam).

— und dann nur langsam — Ortsbewegungen ausführen (z. B. *Abranchius*), sind andere leicht und schnell beweglich (z. B. *Haemadipsa*). Einer der wenigen Egel, von denen man mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit annehmen kann, daß sie nach einer gewissen Lebenszeit überhaupt keine Ortsbewegungen mehr ausführen, ist *Callobdella lophii*. Es wird vermutet, daß er auf dem Wirtsfisch *Lophius piscatorius* stationär wird; wenigstens läßt die Verkümmernng der Darmblindsäcke, die Schwäche der Hautmuskeln und die auffällige Größe der hinteren Haftscheibe darauf schließen.

Alle Bewegungen der Egel werden mittels der Muskulatur des Körpers und der Saugnäpfe ausgeführt. Durch die Anordnung der vielen Muskelzüge, die den Wurmkörper durchziehen (s. S. VI. c 58), ergeben sich mannigfaltige und komplizierte Bewegungsmöglichkeiten. Je nach der Anzahl und Lage der einzelnen Stränge und Schichten, die gleichzeitig Impulse vom Zentralnervensystem erhalten, ist der Egel imstande, seinen Körper zu verlängern, zu verkürzen oder in $\pm$ starkem Maße zu verbiegen. Besondere Bewegungsorgane, die für die Gruppe charakteristisch sind, stellen die Saugnäpfe dar. Die Wirkungsweise der Saugnäpfe als Haftenrichtungen beruht in der Hauptsache auf Formveränderungen durch die (auf S. VI. c 58 erwähnten) drei Muskelsysteme. Durch flaches Aufpressen des Saugnapfes auf eine glatte Unterlage und darauffolgende Anhebung der Mitte mit Hilfe der Radiärmuskeln wird die Haftscheibe angesaugt; durch Erschlaffung der Radiärmuskeln wird sie wieder gelöst. Die Saugnäpfe vermögen auch Greifbewegungen auszuführen und dünne Gegenstände, wie beispielsweise Pflanzenstengel, zu umfassen. Der Hintersaugnapf von *Hemibdella soleae* ist klein und glockenförmig (s. S. VI. c 55). Der Egel sitzt damit außerordentlich fest an den Schuppenspornen der Zungen (s. Fig. 9 A).

Bei manchen Egeln, so z. B. bei *Crangonobdella murmanica*, ist der Vordersaugnapf besonders beweglich und kann durch Aufstülpung der Ränder usw. seine Form sehr verändern (s. Fig. 10 B). *Branchellion torpedinis* läßt in der Ruhe manchmal die sekundären Haftscheiben des Hintersaugnapfes (s. S. VI. c 55) los, ohne daß dadurch die Festigkeit der Anheftung vermindert wird. Die Anheftung durch Muskelkraft wird noch durch die Klebwirkung der Sekrete aus den Haftscheibendrüsen (s. S. VI. c 57) unterstützt. Bei den Landegeln werden die Saugnäpfe durch besondere Einrichtungen feucht gehalten, da nur so ein Luftabschluß beim Ansaugen erzielt werden kann. Dies geschieht dadurch, daß die ersten Nephridienpaare im Vordersaugnapf und die letzten dicht über dem Hintersaugnapf münden. Das Sekret der letzten kann durch Hautlappen, die Aurikel, auf die Fläche der hinteren Haftscheiben gewischt werden.

Man unterscheidet eine ganze Reihe verschiedener Stellungen und Bewegungen, die z. T. für die Arten, Gattungen und Familien typisch sind. Auf die große Fülle von Einzelheiten, die hierbei zu beobachten sind, kann ich nicht eingehen. Ich bespreche nur einige charakteristische Stellungen und Bewegungen:

Ruhestellungen: In der Ruhe ist der Körper meist mäßig kontrahiert. Im allgemeinen ist bei den *Rhynchobdellidae* mindestens der Hintersaugnapf, oft auch der Vordersaugnapf (*Glossiphoniidae*), an der Unterlage befestigt. Die Mehrzahl der Formen krümmt den Körper nicht ein, sondern legt die Ventralfläche gerade dem Substrat an (*Glossiphoniiden*) oder hält den nur am Hintersaugnapf fixierten Leib frei ins Wasser, wobei er bei *Piscicola geometra* meist schräg nach unten gerichtet ist (Fig. 26 A, a). *Pontobdella muricata* sitzt oft sehr lange Zeit mit spiralig nach ventral eingerolltem Körper (Fig.

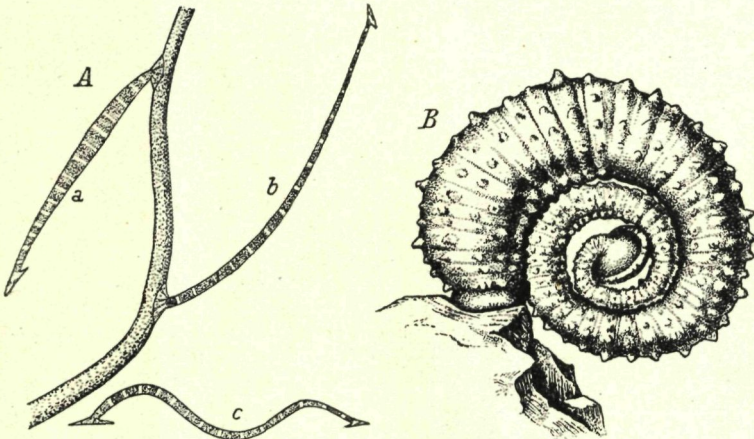


Fig. 26 A. *Piscicola geometra*. — a Ruhestellung, b Suchbewegungen machend, c schwimmend.

Fig. 26 B. *Pontobdella muricata*, Ruhestellung. — B nach HARDING (1910).

26 B). *Scorpaenobdella* ruht in einer sehr eigenartigen Stellung, bei der der Vorderkörper geschlängelt gehalten wird; die Bauchfläche wird niemals an das Substrat angeschmiegt (s. Fig. 5). *Branchellion* befestigt einen oder beide Saugnäpfe und legt den Leib lose der Unterlage an. Pharyngobdellen und Hirudiniden sitzen häufig auch mit einer oder beiden Haftscheiben am Substrat, nicht selten liegen sie aber auch in $\pm$ gekrümmtem oder eingerolltem Zustand auf dem Boden.

Atembewegungen: Zum Zwecke der Erneuerung des Atemwassers führen viele Egel undulierende Bewegungen aus, die in Kontraktionswellen der Längsmuskulatur bestehen; diese verlaufen von vorn nach hinten über den ganzen Körper. In dorso-ventraler Richtung wird der Leib dabei durch Kontraktion der Dorsoventralmuskeln bandartig abgeflacht. Bei den Pharyngobdellen und Hirudiniden ist meist nur der Hintersaugnapf am Substrat befestigt, während der übrige Körper frei im Wasser schwingt. Bei *Glossiphoniiden* werden die Atembewegungen von manchen Formen regelmäßig (z. B. *Protolepsis tessellata*), von anderen gelegentlich, auch mit Anheftung beider Haftscheiben ausgeführt. Bei *Piscicolidae* scheinen keine Atembewegungen vorzukommen. Ausmaß und Frequenz der respiratorischen

Bewegungen sind von äußeren Umständen (Temperatur, O_2 -Spannung des Wassers, Erregungszustand) abhängig.

Zusammenrollung: Bei Glossiphoniiden ist als typischer Schutzreflex eine Einrollung des Körpers nach der Bauchseite zu beobachten. Dieser Reflex, der im einzelnen mannigfaltige Abwandlungen erfahren kann, ist bei *Glossiphonia complanata* besonders deutlich ausgeprägt.

Suchbewegungen: Wohl alle Egel führen als Antwort auf gewisse Reize, die meist mit dem Nahrungserwerb zusammenhängen, Suchbewegungen aus. Man kann zwei Arten solcher Bewegungen unterscheiden: schwingende und gleitende Suchbewegungen. Bei den ersten wird das Vorderende im Wasser oder in der Luft pendelnd oder schwingend umherbewegt. Manche Formen erheben dabei in der Regel nur den Vorderleib von der Unterlage (Pharyngobdellen und Hirudinen), während andere, namentlich die Wirbeltierparasiten, den ganzen Körper $\pm$ gestreckt emporrecken und sehr lebhaft schlagende und schwingende Bewegungen um den festgehefteten Hintersaugnapf als Mittelpunkt ausführen. Leichte Windungen und Krümmungen der vorderen Teile des im allgemeinen ziemlich steif gehaltenen Körpers können vorkommen. Diese schwingenden Suchbewegungen sind für die tropischen Landegel und die *Piscicolidae* besonders charakteristisch (Fig. 26 A, b). *Branchellion torpedinis* soll häufig — manchmal ganze Tage lang — eigenartige Bewegungen machen, die wohl als Suchbewegungen zu deuten sind. Sie bestehen aus Ausstreckungen und Zusammenziehungen in der Horizontalen nach verschiedenen Richtungen bei angeheftetem Hintersaugnapf. Bei den gleitenden Suchbewegungen führt der Egel sein Vorderende auf einer chemisch oder taktil zu prüfenden Unterlage (z. B. Wirtshaut) umher, wobei er mannigfache Windungen und Verbiegungen mit dem am Hintersaugnapf fixierten Leibe machen kann.

Gehbewegungen: Eine für alle Hirudineen typische Bewegungsart ist das Gehen. Es sei hier für *Piscicola geometra* geschildert: Der mit dem Hintersaugnapf verankerte Wurm streckt den Körper maximal und saugt den Vordersaugnapf fest (Fig. 27, a). Dann strafft er die Längsmuskeln und zieht die jetzt loslassende hintere Haftscheibe ein kleines Stück vor (b). Nach leichter Dorsalwölbung (c) wird der Hinterkörper plötzlich bauchwärts eingerollt (d), bis der Hintersaugnapf die Ventralseite des Vorderleibes berührt (e). Während sich der Vorderkörper nun steil aufrichtet, gleitet der Hintersaugnapf an ihm herab (f, g, h). Jetzt löst sich die vordere Haftscheibe und die hintere verankert sich an ihrer Stelle auf dem Substrat (i). Dann streckt sich der Körper zum nächsten Schritt (k). In grundsätzlich ähnlicher Weise gehen alle Egel; jedoch zeigen die einzelnen Formen Besonderheiten in ihrem Gang, die für den Kenner deutlich zu unterscheiden sind, deren Beschreibung hier aber zu weit führen würde. Je nach der Beschaffenheit des Untergrundes, dem Erregungszustand des Wurmes und sonstigen Umständen wird der Gang etwas modifiziert, so daß man bei manchen Formen mehrere Gangarten unterscheiden kann. Die Ge-

schwindigkeit der Gehbewegungen hängt in erster Linie davon ab, wieviel Schritte in der Zeiteinheit ausgeführt werden. Diese Schnelligkeit der Schrittfolge ist wiederum abhängig von der Temperatur. Bei $\pm 0^{\circ}C$ und darunter werden im allgemeinen keine geordneten Schritte gemacht. *Hemiclepsis marginata* macht in Wasser von ± 0 bis $+1^{\circ}C$ im Mittel 0.3 Schritte in 1 min. Mit steigender Temperatur vermehrt sich dann die Schrittzahl je min, so daß bei $+20^{\circ}C$ etwa 8 Schritte in 1 min zu zählen sind. Bei weiterer Temperatursteigerung erhöht sich die Schrittzahl zunächst schneller, dann langsamer und dann wieder schneller, bis sie bei etwa $+33^{\circ}C$ ihr Maximum mit etwa 16 Schritten erreicht. Bei noch höherer Wassertemperatur nimmt sie wieder ab, bis von etwa $+37^{\circ}$ an die Gehbewegung gänzlich aufhört und Schreckbewegungen und ungeordneten Windungen Platz macht. Manche Egel (z. B. *Hirudo medicinalis*) können auch für kurze Strecken durch peristaltische Kontraktionswellen, die über den Körper laufen, ähnlich wie Regenwürmer kriechen.

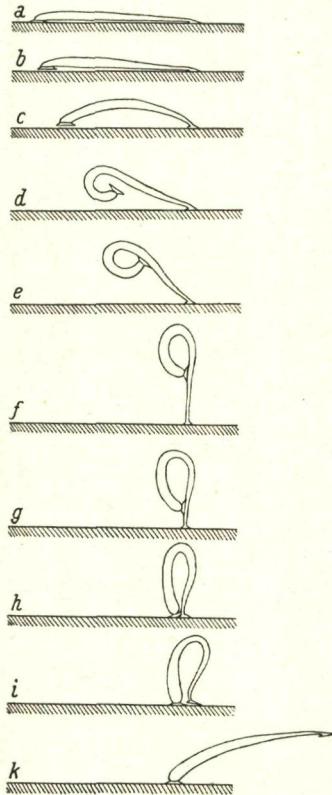


Fig. 27.
Piscicola geometra; Gehbewegung.
Nach HERTER (1929).

Schwimmbewegungen:
Die meisten Egel können schwimmen. Von den *Haemadipsidae* und *Glossiphoniidae* wird im allgemeinen angegeben, daß ihnen diese Fähigkeit abgeht. Das trifft aber nur mit Einschränkung zu; denn von *Haemadipsa sylvestris* (einem SO-asiatischen Landegel) wird berichtet, daß sie freiwillig ins Wasser geht und darin schwimmt, und bei *Haementeria officinalis* (einer S-amerikanischen Glossiphoniide), die ich z. Z. im Laboratorium halte, habe ich oft geschicktes Schwimmen beobachtet. Die meisten Vertreter dieser Familien können aber nicht schwimmen. Unter den *Piscicolidae*, die im allgemeinen gute Schwimmer sind (z. B. *Piscicola geometra* und *Callobdella nodulifera*), gibt es einige Formen, denen diese Bewegungart fehlt; z. B. *Ottonia brunnea*, *Abranchus microstomus*, *A. sexolatus* und *Crangonobdella murmanica*. Viele Egel büßen vorübergehend das Schwimmvermögen ein, wenn sie sich sehr vollgesogen haben (z. B. *Pontobdella muricata* und *Hirudo medicinalis*). Die Schwimmbewegungen kommen bei allen schwimmfähigen Formen in gleicher Weise

zustande. Sie bestehen, wie die Atembewegungen, aus von vorn nach hinten verlaufenden Kontraktionswellen, die bei abgeplattetem Körper in sehr schneller Folge ausgeführt werden und die Würmer rasch durch das Wasser vortreiben. Die scheibenförmig ausgespreizten Saugnäpfe helfen fallschirmartig, den Körper in der Schwebelage zu erhalten (Fig. 26 A, c).

Andere Bewegungsarten, die wir z. T. später noch kennen lernen werden, sind: Brutpflegebewegungen, Umdrehen aus der Rückenlage, Absinkbewegungen, Schreckbewegungen und Bewegungen beim Nahrungserwerb.

Wanderungen

Eigentliche aktive Wanderungen sind nur von tropischen Landegeln (*Haemadipsa*) bekannt, die während der trockenen Jahreszeit sich in der Nähe von Gewässern konzentrieren, während sie sich sonst über weitere Gebiete verteilen. *Haemopsis sanguisuga* kann man gelegentlich an lokal begrenzten Stellen das Wasser verlassen und in größeren Gesellschaften am Ufer herumkriechen sehen. Wahrscheinlich befinden sich diese Tiere auf der Suche nach geeigneten Plätzen zur Eiablage.

Passive Wanderungen oder, besser, Verschleppungen von Egel kommen vermutlich recht häufig vor. Egel, die sich an still liegende Wasserfahrzeuge anheften oder Eikokons, die dort befestigt werden, können leicht weit verfrachtet werden. Durch Pflanzen- und Erdtransporte werden Egel gelegentlich von einem Lande zum anderen gebracht, wodurch sich die Auffindung von Formen weit entfernt von ihrem Heimatlande erklärt. Vor allem aber werden die Wirbeltierparasiten durch ihre Wirte, an denen sie z. T. viele Tage oder Wochen sitzen, leicht verschleppt. So wird angenommen, daß die altweltliche Glossiphoniide *Protocleipsis tessellata*, die in den Atemwegen von Wasservögeln schmarotzt, durch die Wirte (vielleicht durch Hausgeflügel) bis nach Chile gebracht worden ist. Über Fischparasiten, die hier am meisten interessieren, wissen wir leider nichts in dieser Beziehung. Wir können aber mit Sicherheit annehmen, daß gerade bei ihnen die Verschleppung durch wandernde Fische eine große Rolle für die Verbreitung spielt.

Über vertikale Wanderungen von Egel wissen wir auch fast nichts. Eine gewisse Periodizität ist bei manchen Süßwasserformen beobachtet worden, die gesättigt positiv-geotaktisch, negativ phototaktisch und positiv thigmotaktisch sind, dagegen im Hungerzustand negativ geo-, positiv photo- und negativ thigmotaktisch werden, so daß sie ihre dunkeln Verstecke am Grunde der Gewässer verlassen und in die oberflächlichen hellen Schichten aufsteigen, in denen sie, frei an Pflanzen sitzend, auf ihre Opfer lauern (z. B. *Protocleipsis tessellata*). Ob bei marinen Hirudineen ähnliches vorkommt, ist nicht bekannt.

Ernährung

Wohl alle Egel leben von tierischer Kost, die durch den Mund aufgenommen wird. Ob auch gelöste Nährstoffe osmotisch durch die Körperoberfläche dem Egelkörper einverleibt werden können,

ist nicht erwiesen. Meist werden bei einer Mahlzeit verhältnismäßig große Nahrungsmengen in den Darm gebracht. Namentlich die blutsaugenden Formen mit starker Divertikelbildung am Magen pflegen ihren Verdauungskanal ganz außerordentlich anzufüllen, was so weit gehen kann, daß der ganze Egel als ein praller, blutgefüllter Sack erscheint, der kaum noch einer Bewegung fähig ist. *Hirudo medicinalis* kann z. B. das $3\frac{1}{2}$ - bis 10fache seines Eigengewichtes an Blut bei einer Mahlzeit aufnehmen.

Diese starke Darmfüllung erlaubt es den Egel, nach einer Mahlzeit sehr lange zu fasten. Es können wohl alle Formen ohne Schaden mindestens einige Monate ohne Nahrung leben. Auch hierin zeigen die Blutsauger an Wirbeltieren die größten Leistungen. So werden von *Hirudo medicinalis* Hungerzeiten bis zu $2\frac{1}{2}$ Jahren angegeben. *Piscicola geometra* ist mehrfach über 6 mon ohne Nahrung gehalten worden. Anfang des X. 1907 geschlüpfte Junge von *Pontobdella muricata* wurden im XI. 1908 zum erstenmal gefüttert (ROBERTSON).

Einige Egel sind räuberische Schlinger, die kleine Tiere der verschiedensten Art ganz unzerteilt hinabwürgen; die meisten Hirudineen sind aber Sauger. Entweder nehmen sie die Körpersäfte wirbelloser Tiere auf und können dann, je nach dem, ob sie kleine Tiere ganz aussaugen und dadurch töten oder ob sie größeren nur etwas Leibessflüssigkeit abzapfen, als Räuber oder als Parasiten bezeichnet werden. Oder aber sie sind echte Schmarotzer an Wirbeltieren, die an oder in den Wirten Blut saugen. Diese Einteilung ist nicht ganz scharf durchführbar, da auch Sauger gelegentlich einmal „schlingen“ können und umgekehrt; so verschlucken z. B. medizinische Blutegel in der Jugend kleine Oligochäten, während sie später an Wirbeltieren Blut saugen.

Die Nahrungstiere der Egel sind sehr mannigfaltig, und die Spezialisierung auf bestimmte Beute- oder Wirtstiere ist so verschieden, daß die folgende Zusammenstellung nur eine flüchtige Orientierung über die im einzelnen z. T. recht komplizierten und interessanten Tatsachen geben kann. Ein weiteres Eingehen darauf würde aber den Rahmen dieser Arbeit überschreiten (s. AUTRUM, HERTER & SCHLEIPS Bearbeitung der Egel in BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreiches). Von vielen Egel sind die Nährtiere überhaupt nicht bekannt.

Glossiphoniidae: Zum großen Teil ernähren sie sich von Wirbellosen (z. B. die Gattung *Glossiphonia* hauptsächlich von Wasserschnecken). Wenige sind Schmarotzer an Fischen (z. B. *Hemiclepsis marginata*), einige an Amphibien (z. B. *Batrachobdella paludosa*, *Oligobdella*-Arten und auch *Hemiclepsis marginata*). Die Hauptwirte der Gattung *Haementeria* sind Schildkröten; jedoch saugen einige Arten — wenigstens gelegentlich — auch an Säugetieren und Menschen (z. B. *H. officinalis* und *H. costata*). Die Gattung *Proteclepsis* scheint nur Vogelparasiten zu umfassen.

Piscicolidae: Nicht alle Fischegel sind Fischschmarotzer. Einige leben an Arthropoden (Krebse, Pantopoden, z. B. *Crangonobdella murmanica* und *Johannsonia*), eine Art (*Ostreobdella kakibir*) soll an Austern schmarotzen, und die Gattung *Ozobranchius* stellt in der Hauptsache Schildkrötenparasiten. Zwei Arten (*O. margoi* und *O. branchiatus*) sind aber außerdem auch gelegentlich an Delphinen gefunden worden. Von den für unser Gebiet in Frage kommenden Formen sind die Wirte im Bestimmungsschlüssel (s. S. VI. c 48 ff.) mit angegeben.

Hirudinidae: Ein Teil der Hirudiniden ernährt sich von kleinen Tieren — meist wirbellosen —, die ganz verschlungen werden (z. B. *Haemopsis sanguisuga*). Die meisten sind Blutsauger an Wirbeltieren, die nur in der Jugend Wirbellose fressen oder

aussaugen (z. B. *Hirudo medicinalis*). Es wird angenommen, daß sie zur Ausreifung der Geschlechtsprodukte Aufnahme von Homiothermenblut nötig haben.

Haemadipsidae: Die Hauptwirte sind Wirbeltiere, wenn auch wohl von einigen Formen — vielleicht nur gelegentlich — Wirbellose angegriffen werden.

Semiscolecidae: Über die Nahrungstiere ist kaum etwas bekannt.

Pharyngobdellae: Alle schlingen kleine Wirbellose (z. B. *Herpobdella*).

Der Nahrungserwerb, d. h. die Erlangung der Beute oder des Wirtes, erfolgt wohl meist in der Weise, daß Reize, die von den Nahrungstieren ausgehen, den ruhenden oder „lauernden“ Egel alarmieren und zu Suchbewegungen veranlassen; z. T. spielen auch gerichtete Reizreaktionen, die den Wurm direkt zu dem Nahrungstier leiten, eine Rolle (s. S. VI. c 99/100). Berührt der Egel mit seinem Vorderende das Opfer, so saugt er den Mundsaugnapf an ihm an. Von den Schlingern werden kleine Tiere dann sogleich in den Mund eingezogen. Bei größeren Beutetieren, die womöglich durch Flucht- oder Abwehrbewegungen dem Angriff entgegenwirken, wird oft durch Anheftung auch des Hintersaugnapfes oder durch Umschlingung der Widerstand gebrochen und das Opfer langsam unter starker Schlunderweiterung hinuntergewürgt. Die Schnecken aussaugenden *Glossiphoniidae* gehen im allgemeinen auf die Gehäuse der Nahrungstiere über. Durch gleitende Suchbewegungen auf der Schale finden sie die Mündung, in die sie ihr Vorderende einsenken, bis sie den Weichkörper erreichen, der meist tief in die Schalenwindungen zurückgezogen wird. Die Wirbeltierparasiten steigen auf die Wirte oder lassen sich auch von Sträuchern oder dergl. auf sie herabfallen (*Haemadipsa*). Die Fischschmarotzer *Hemiclepsis marginata* und *Piscicola geometra* (die anderen Fischegel werden sich ähnlich verhalten) heften sich ganz außerordentlich rasch mit dem Vordersaugnapf an dem vorüberschwimmenden Fisch an und gehen mit einem schnellen Schritt auf ihn über. Meist lösen sie dann die vordere Haftscheibe und hängen zunächst nur mit dem Hintersaugnapf an der Wirtshaut. Während des schnellen Umherschwimmens des durch die Anheftung beunruhigten Fisches pendeln sie passiv mit nach hinten gerichtetem Vorderende durchs Wasser. Das dickere Hinterende des Egels geht bei der Bewegung des Fisches voran. Der Parasit nimmt dabei eine Art „Tropfenform“ an, die dem Wasser möglichst geringen Widerstand bietet. Wenn der Wirt sich beruhigt hat, beginnen die Egel auf seiner Haut gleitende Suchbewegungen zu machen, evtl. gehen sie auch einige Schritte, bis sie eine günstige Stelle zum Einstechen des Rüssels gefunden haben. *Pontobdella muricata* führt einige Zeit, nachdem sie nur mit dem Hintersaugnapf am Wirt festgeheftet gegessen hat, den Mundsaugnapf an ihrem eigenen Körper entlang und saugt ihn auf der Haut des Rochens dicht neben dem Hintersaugnapf an. Sinngemäß verhalten sich die übrigen Blutsauger; auch sie können auf den Wirten umhergehen, um geeignete Angriffspunkte (unbehaarte und unbedeckte Stellen) zu finden. Der Entenebel *Proteclepsis tessellata* heftet sich am Schnabel des Wirtsvogels an und dringt durch Nasenlöcher oder Mundspalte zu den Schleimhäuten der Atemwege und des Anfangsdarmes vor.

An der zum Saugen ausgewählten Stelle setzt der Egel den Vordersaugnapf auf und heftet ihn fest. Die mit wirksamen Kiefern

ausgestatteten Formen beginnen dann gleich durch synchrones Hin- und Herbewegen dieser Sägen um etwa 45° die Wirtshaut anzuschneiden. Durch diesen — im einzelnen für *Hirudo medicinalis* viel diskutierten Vorgang — entsteht eine typische Λ -förmige Wunde, durch die der Egel das Blut einsaugt. Er pumpt durch Verengung und Erweiterung des muskulösen Pharynx seinen Magendarm voll Blut, wobei die Kiefer durch entsprechende Bewegungen unterstützend mitwirken. Die Saugkraft eines mittleren Blutegels entspricht etwa $\frac{1}{10}$ Atmosphäre.

Die Dauer des Saugaktes hängt natürlich von vielen Umständen ab. Bei *Hirudo medicinalis* beträgt sie im Durchschnitt etwa 1 Stunde. Die *Rhynchobdellidae* treiben den Rüssel durch die Haut und die Gewebe des Wirtes. Die Rüsselspitze sucht dann wohl meist ein Gefäß anzu- stechen, aus dem durch pumpende Bewegungen der Rüsselbasis das Blut in den Magen getrieben wird. Der Saugakt währt auch bei ihnen sehr verschieden lange. Die meisten Egel verlassen nach der Nahrungsaufnahme den Wirt, indem sie weggehen, wegschwimmen oder sich abfallen lassen. Manche bleiben aber auch längere Zeit auf ihm und nehmen in Pausen von Stunden oder Tagen an verschiedenen Stellen des Wirtskörpers Blut auf (z. B. *Pontobdella muricata*). *Piscicola geometra* kann bis zu 4 Wochen auf demselben Fisch bleiben. Daß *Callobdella lophii* wahrscheinlich den einmal befallenen Wirt überhaupt nicht mehr verläßt, wurde schon erwähnt (s. S. VI. c 74). *Branchellion torpedinis* findet sich — oft zu mehreren — vorwiegend auf der Ventralseite der Rochen.

Bei den Wirbeltierschmarotzern wird während des Blutsaugens das Sekret der Speicheldrüsen aus der Rüsselspitze (*Rhynchobdellae*) oder aus den Kieferfirsten (*Gnathobdellae*) in die Wunde ergossen. In diesem Speichel ist ein gerinnungshemmender Stoff, das Hirudin, enthalten, der chemisch zu den sekundären Albumosen zu stellen ist und das Thrombin angreift. Seine Wirkung ist recht erheblich: 0.8 mg Hirudin von *Hirudo medicinalis* vermögen 5 cm³ Kaninchenblut dauernd am Gerinnen zu verhindern. Die sehr wenig bekannten gerinnungshemmenden Stoffe der anderen Egel werden wohl entsprechend wirken.

Über die Verdauung der in den Darm aufgenommenen Nahrung sind wir schlecht unterrichtet. Bei den blutsaugenden Formen scheint der Magen in der Hauptsache Speicherraum zu sein, in dem nur das Oxhämoglobin reduziert und dem Blut Wasser entzogen wird. Schon während des Saugens beginnt die Eindickung des Blutes, wie daraus hervorgeht, daß an der Luft saugende Egel nach kurzer Zeit naß werden. Da man viele Monate nach der Aufnahme des Blutes noch unversehrte Erythrozyten in ihm finden kann, so muß im Magen ein desinfizierender Faktor vorhanden sein, der vielleicht vom Hirudin geliefert wird. Wie und durch welche Enzyme die Verdauung bei den Egelu erfolgt und welche Darmteile daran beteiligt sind, ist sehr umstritten. In neuester Zeit (1934/35) haben AUTRUM & GRAETZ nachgewiesen, daß bei *Hirudo medicinalis* und *Haemopsis sanguisuga* sowohl in den Körpergeweben als auch im Darm Lipasen vorkommen. Bei

der räuberisch lebenden *Haemopsis* sind diese fettspaltenden Enzyme weit wirksamer als bei der blutsaugenden *Hirudo*, was durch die fettreichere Nahrung und den lebhafteren Stoffwechsel der ersten Form begründet erscheint. Daß die Lipasen bei *Haemopsis* für die Verdauung der Nahrungsfette gebraucht werden, wird dadurch belegt, daß sie nach dem Fressen in den Mitteldarm abgeschieden werden. Dies tritt bei *Hirudo* in weit weniger starkem Maße ein; deren Nahrung — Wirbeltierblut — enthält ja auch nur wenig Fettstoffe. Eigenartig ist, daß bei *Hirudo* im Gegensatz zu *Haemopsis* die Darm- und die Gewebelipase verschieden sind.

Eine Schwierigkeit ergibt sich aus der Auffindung fettspaltender Enzyme in Egeldärmen durch die Feststellung, daß diese Würmer die Nahrungsfette im allgemeinen in ihrem Betriebsstoffwechsel gar nicht ausnutzen, sondern als Exkrete abscheiden (z. T. auch wieder in den Darm in Form von „Kotsteinen“; s. S. VI. c 83). Nach den letzten Untersuchungen von AUTRUM & GRAETZ (1935) fehlen eiweißspaltende Fermente im Magensaft von *Hirudo medicinalis* vollständig. Wahrscheinlich wird die ja außerordentlich lange dauernde Blutverdauung durch autolytische Fermente der aufgenommenen Nahrung besorgt. In der Darmwand von *Haemopsis sanguisuga* konnte eine Dipeptidase, eine Aminopolypeptidase und eine Karboxypolypeptidase, aber keine natives Eiweiß spaltende Proteinase nachgewiesen werden. Bei diesem Egel scheint eine Vorverdauung der Eiweißstoffe durch mit der Nahrung aufgenommene Bakterien stattzufinden. Den endgültigen Abbau bis zu den Aminosäuren besorgen dann die eigenen Darmfermente.

Soweit bekannt, werden bei den Egeln (die Untersuchungen beziehen sich allerdings meist nur auf *Hirudo medicinalis*) in der Hauptsache Eiweiße im Stoffwechsel verwandt. Kohlehydrate, die auch als Glykogen gespeichert werden, spielen bei dem sog. Ansatzstoffwechsel, der gleich nach der Nahrungsaufnahme einsetzt, eine untergeordnete Rolle. Nach längerer Zeit (bei *Hirudo medicinalis* etwa nach 6 mon) fängt allmählich der Hungerstoffwechsel an, bei dem der Eiweißumsatz zurückgeht und der Kohlehydratstoffwechsel mehr in den Vordergrund tritt. Der medizinische Blutegel zerlegt das Hämoglobin des Wirbeltierblutes in Globin und Hämatin. Nur das erste wird weiter verwendet, das Hämatin aus dem Körper ausgeschieden. Die durch den Anus abgegebenen Fäkalien der Egel sind meist dunkle, krümelige Massen. Bei *Branchellion torpedinis* werden sie als bräunliche Walzen, die sich bald auflösen, abgegeben.

Da wir über die Verdauung der Egel sehr schlecht unterrichtet sind und die Angaben der Autoren sich z. T. nicht unwesentlich widersprechen, namentlich auch über marine Egel in dieser Beziehung nichts bekannt ist, so mögen hier die obigen kurzen Ausführungen genügen (über Verdauungssymbiose s. S. VI. c 100/101).

Exkretion

Die physiologischen Vorgänge bei der Exkretion der Hirudineen sind durchaus noch nicht lückenlos geklärt. Sicher sind die Botryoidzellen (s. S. VI. c 60) dabei von Bedeutung. In ihnen sammeln

sich unlösliche Exkretstoffe, „gelbe Körnchen“. Die Botryoidzelle streckt einen Fortsatz, der solche Körnchen enthält, in einen Lakunenraum des Zöloms. Der Fortsatz schnürt sich als „hyaline Kugel“ ab, sein Plasma löst sich auf, und die frei gewordenen Exkretkörnchen werden von Wanderzellen des Zöloms phagozytiert. Auch die Endothelzellen der Lakunenwände nehmen Partikel auf. Die mit den Exkreten beladenen Amöbozyten und die nicht gefressenen Körnchen werden entweder von den Flimmertrichtern der Nephridien eingestrudelt, oder es verschmelzen mehrere Amöbozyten zu größeren Zellen, die in das Darm-lumen einwandern; oder die Exkretophoren wandern unter die Körperoberfläche, wo nach Zugrundegehen der Zellen die Exkrete als Pigmente abgelagert werden. Das weitere Schicksal der in die Nephridialtrichter und -kapseln gelangten Stoffe ist nicht klar. Eine offene Verbindung zwischen dem Kapselinneren und dem Lumen des Harnkanälchens besteht nicht. Trotzdem findet man in den Kanälchen und Harnblasen geformte Exkrete, manchmal als ansehnliche, weiße Massen, deren Herausbeförderung durch den Exkretionsdruck, die Tätigkeit der Kanalmuskeln und der kontraktile und bewimperten Harnblasen erfolgt. Im Darm treten die Exkrete z. T. als fettartige „Kotsteine“ auf (s. S. VI. c 82). Das Hauptausscheidungsprodukt der Egel scheint Ammoniak zu sein. Bei *Hirudo medicinalis* stammen 60 bis 70% des gesamten ausgeschiedenen N aus Ammoniak.

Atmung Bei den meisten Egeln wird der Gaswechsel durch diffuse Hautatmung besorgt, nur bei *Piscicolidae* finden sich die schon besprochenen Seitenbläschen und Kiemen (s. S. VI. c 60). Wahrscheinlich spielt aber auch bei diesen Formen die Atmung durch die reichlich mit Kapillaren der Kreislaufsysteme versehene Körperepidermis eine Rolle. Die Seitenbläschen kontrahieren und expandieren sich rhythmisch in einer von vorn nach hinten fortschreitenden Reihenfolge. Bei *Cystobranchus respirans* ist die Frequenz dieses Rhythmus etwa 10 in 1 min. Die „Herzen“ von *Branchellion torpedinis* kontrahieren sich in der Ruhe etwa 20mal in 1 min. Atembewegungen sind, wie schon bemerkt, bei *Piscicolidae* nicht beobachtet worden (bei *Piscicola geometra* auch in O₂-freiem Wasser nicht). Das liegt vielleicht daran, daß die Tätigkeit der Atemorgane unter natürlichen Bedingungen den Anforderungen des Gaswechsels meist genügt. Die Atemfunktion der Kiemen von *Branchellion* ist schon 1852 von QUATREFAGES durch die Oxydation von Ferroverbindungen zu Berlinerblau in diesen Anhängen gezeigt worden.

Die Atembewegungen der anderen Egel sind schon geschildert worden (s. S. VI. c 75). Ihre Frequenz ist sehr verschieden groß und wohl von vielen Umständen abhängig. Außer artlichen Eigentümlichkeiten sind Temperatur und O₂-Gehalt des Wassers wohl die maßgeblichsten Faktoren, die sie beeinflussen. So steigt sie bei Glossiphonien nach Überführung in ausgekochtes Wasser von 48 bis 59 auf 50 bis 74 in 1 min.

Der Sauerstoffverbrauch der Egel ist natürlich großen Schwankungen unterworfen. Mit zunehmender Temperatur steigt er

an, um nach Erreichung eines gewissen Maximum (bei *Herpobdella* zwischen $+25$ und $+30^{\circ}C$) wieder abzunehmen. Bald nach der Nahrungsaufnahme ist er größer als im Hungerzustand, in dem er bei *Hirudo medicinalis* von 39.7 cm^3 auf 22.9 cm^3 O_2 auf 1 kg in der Stunde sinken kann. Die artlichen Unterschiede können auch recht beträchtlich sein. So verbraucht unter gleichen Umständen *Haemopsis sanguisuga* 1.5- bis 2.4mal so viel O_2 wie *Hirudo medicinalis*.

Die meisten Süßwasseregel sind recht widerstandsfähig gegen O_2 -Mangel. Viele können mehrere Tage in O_2 -losem Schlamm leben; ja *Hirudo medicinalis* ist schon bis zu 10 Tagen in reinem Stickstoff ohne Schaden gehalten worden.

Manche Egel steigen bei O_2 -Mangel an die Wasseroberfläche oder verlassen das Wasser auch gänzlich, was durch Umstimmung ihrer positiven in negative Geotaxis (s. S. VI. c 87) veranlaßt wird.

Bei *Pharyngobdellae* und *Hirudinidae* enthält die Leibeshöhlenflüssigkeit Hämoglobin, das in den Botryoidzellen gebildet wird. Seine physiologische Bedeutung ist noch nicht experimentell untersucht worden; doch kann man wohl annehmen, daß es ähnlich wie beim Regenwurm als Hilfsmittel bei der Atmung in sehr O_2 -armem Medium dient. Wie neuere Untersuchungen an *Herpobdella* ergaben, werden in den Botryoidzellen Reservestoffe gespeichert, aus denen unter anaeroben Bedingungen Hämoglobin gebildet werden kann. Von *Hirudo medicinalis* weiß man aus Bestimmungen des Glykogengehaltes, der Größe der CO_2 -Abgabe und des respiratorischen Quotienten, daß sie ihren Stoffwechsel zeitweilig durch anoxybiotische Prozesse aufrecht erhalten kann. Durch diese im einzelnen noch recht unklaren Vorgänge wird uns die große Widerstandsfähigkeit der mit Hämoglobin und reichlichem Botryoidgewebe ausgerüsteten Hirudineenformen (*Hirudo* und *Herpobdella*) verständlicher. Gerade diese Formen pflegen längere Zeit in sehr O_2 -armem Schlamm zu leben.

Die Mehrzahl der Egel ist sehr empfindlich gegen Licht. Auch dies scheint mit der Atemphysiologie zusammenzuhängen. Die O_2 -Aufnahme soll durch intensive Belichtung — namentlich durch ultraviolette Strahlen — gestört werden. Die Wirkung kann durch Photosensibilatoren (etwa Neutralrot) sehr erhöht werden. Die meisten unserer Süßwasseregel sterben, wenn sie ungeschützt direktem Sonnenlicht oder dem Licht einer Quarzquecksilberlampe auch nur kurze Zeit ausgesetzt werden.

Kreislauf Bei den *Gnathobdellae* und *Pharyngobdellae* findet der Kreislauf der Leibeshöhlenflüssigkeit nur in dem Lakunensystem des Zöloms statt. Die Flüssigkeitsbewegung wird durch kontraktile Wandstellen, die Stromrichtung durch Klappen reguliert. Bei *Hirudo* sind die Seitenlakunen kontraktile, sie treiben den Strom in einem Rhythmus von 6 bis 15 Kontraktionen je *min* von hinten nach vorn. Durch abwechselndes Arbeiten der rechten und linken Seitenlakunen wird die Flüssigkeitssäule auch noch alternierend von einer zur anderen Seite des Wurmkörpers gebracht. Ähnlich verhält es sich bei *Herpobdella*; jedoch sind hier als besondere Motoren noch die Ampullen in das Rohrsystem ein-

geschaltet. Durch rhythmisch alternierende Kontraktionen bewegen sie die Leibeshöhlenflüssigkeit in der linken Seitenlakune nach vorn, in der rechten nach hinten (eine Dorsallakune fehlt). Gelegentlich soll auch Umkehr der Stromrichtung vorkommen.

Das geschlossene Gefäßsystem der *Rhynchobdellae* liegt innerhalb der Zömlakunen. Beide Röhrensysteme arbeiten in eigenartiger Weise zusammen. So drückt bei *Piscicola geometra* der hintere erweiterte muskulöse Abschnitt des Rückengefäßes, der der Darmmuskulatur anliegt, das Blut nach vorn (Fig. 28 A). Dadurch wird der vordere dünn-

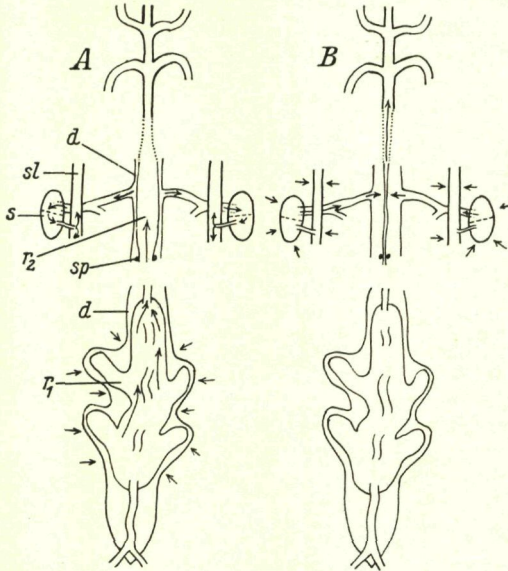


Fig. 28. *Piscicola geometra*; Schema des Kreislaufes. — *d* Dorsallakune, *s* Seitenbläschen, *sl* Seitenlakune, *sp* Sphincter, *r*₁ hinterer erweiterter Teil des Rückengefäßes, *r*₂ vorderer dünnwandiger Teil des Rückengefäßes (s. Text). — Nach AUTRUM aus SCRIBAN & AUTRUM (1928/34).

wandige Abschnitt so stark erweitert, daß er die Dorsallakune, in der er liegt, ganz ausfüllt und ihren Inhalt in die Seitenlakunen preßt. Dies bewirkt Füllung der Seitenbläschen mit Zömlflüssigkeit und Dehnung ihrer Wände. Aktive Kontraktion der Seitenbläschen treibt dann die Flüssigkeit wieder in die Dorsallakune zurück (Fig. 28 B), wobei die unvollkommenen Scheidewände in den Bläschen sich klappenartig so legen, daß ein gerichteter Strom durch die Bläschen entsteht. Die rückströmende Zömlflüssigkeit in der Dorsallakune drückt nun das Rückengefäß zusammen, das seinen Inhalt, da es hinten durch einen Sphincter verschlossen wird, nach vorn durch den Körper treibt.

Lichtsinn

Die Bedeutung des Lichtes für das Leben der Egel wurde schon erwähnt (s. S. VI. c 84). Im allgemeinen entziehen die Würmer

sich direkter Belichtung, sie sind negativ phototaktisch, wie ja schon das über ihr Vorkommen in dunklen Verstecken Gesagte andeutet (s. S. VI. c 71). Das Lichtperzeptionsvermögen ist nicht nur an die mit Pigment versehenen „Augen“ gebunden; denn *Hirudo medicinalis* reagiert auch noch nach ihrer Entfernung auf Lichtreize. Man kann annehmen, daß die überall am Körper liegenden unpigmentierten Lichtsinneszellen diese Reaktionen vermitteln. Ob außerdem echte Photo-dermatie vorkommt, läßt sich wegen der Unmöglichkeit, diese Rezeptoren auszuschalten, natürlich nicht ermitteln. Wie sich die „augenlosen“ Formen dem Lichte gegenüber verhalten, wissen wir nicht.

In neuester Zeit ist Farbenunterscheidungsvermögen für *Hirudo medicinalis* und *Helobdella stagnalis* durch Wahlversuche nachgewiesen worden. Sowohl im Untergrund- als auch im Filterversuch bevorzugen die Egel — wenn auch nicht immer sehr deutlich — langwelliges vor kurzwelligem Licht. Sie können also verschiedene Wellenlängen voneinander unterscheiden¹²⁾.

Helligkeiten werden recht gut auseinandergehalten, und zwar — wie auch bei manchen anderen Tieren — im dunklen Gebiet der Helligkeitsskala besser als im hellen (WEBERSches Gesetz)¹²⁾. Auf zeitlichen Wechsel der Lichtintensität reagieren manche Egel sehr deutlich. So zeigen einige Formen einen Schattenreflex, der sich dadurch äußert, daß bei plötzlicher Verminderung der Lichtintensität — wenn also etwa ein Schatten auf den Wurm fällt — lebhaftere Suchbewegungen gemacht werden. So weit bisher bekannt, kommt dieser Reflex nur bei hungrigen, nicht auf dem Wirt sitzenden Wirbeltierparasiten vor. Er ist an *Branchellion torpedinis*, *Pontobdella muricata*, *Piscicola geometra*, *Hemiclepsis marginata*, *Protolepsis tessellata* und *Glossiphoniidae*, die an Schildkröten schmarotzen, beobachtet worden. Er wird aber wohl auch bei anderen Formen vorkommen. Bei häufiger Wiederholung der Beschattung in kurzen Intervallen erlischt er. Es ist offensichtlich, daß der Schattenreflex eine Alarmreaktion auf den Schatten des über dem Egel hinschwimmenden Wirtes darstellt.

Wie schon bemerkt, sind die Egel meist negativ phototaktisch. Dies gilt aber nur bedingt. Einige der daraufhin untersuchten deutschen Süßwasseregel bevorzugen in einem Lichtgefälle gewisse sehr niedrige Lichtintensitäten vor absoluter Dunkelheit. Sie reagieren also auf sehr schwaches Licht positiv¹²⁾. Bei manchen Formen (z. B. *Hemiclepsis marginata*) kann auch die für gewöhnlich negative Lichtstimmung für kurze Zeit ohne bekannten Grund in positive umschlagen. Bei anderen Egeln ist beobachtet, daß der Hungerzustand und das Alter die Richtung der Phototaxis beeinflussen. Das ist besonders deutlich bei dem Entenezel *Protolepsis tessellata*. Junge hungrige Würmer dieser Art sind ausgesprochen positiv phototaktisch, während alte und satte, stark negativ reagieren. Dazwischen gibt es alle Übergänge. Die ökologischen Gründe für dieses Verhalten sind deutlich: die hungrigen Tiere — besonders die Jungen mit ihrem stärkeren Nahrungsbedürfnis — suchen

¹²⁾ Nach Untersuchungen U. DENZER-MALBRANDTS, die in den Zoolog. Jahrb. (Allg. Zool.) veröffentlicht werden.

die helle Wasseroberfläche, auf der sich die Wirtsvögel aufhalten, während die gesättigten dem schützenden Dunkel der Tiefe zustreben, in dem namentlich auch die alten Brutpflegenden Mütter am wenigsten gefährdet sind. An für gewöhnlich negativ phototaktischen Egel (z. B. an *Haemopsis sanguisuga*) läßt sich auch manchmal beobachten, daß sie bei Beunruhigung durch Berührung positiv gegen das Licht reagieren. Es handelt sich hierbei wohl um eine Flucht vor Feinden, die die Würmer in ihren dunklen Verstecken angreifen. Die große Bedeutung des Lichtsinnes für manche Egel kommt auch durch folgende Beobachtung zum Ausdruck: *Hirudo medicinalis* ist im allgemeinen negativ geotaktisch, bevorzugt also die oberen Wasserschichten. In einem Aquarium, das unten verdunkelt und oben belichtet ist, hält sie sich aber vorzugsweise unten auf. Auch auf andere Weise läßt sich das Überwiegen der Wirkung des Lichtreizes über die des Schwereizes zeigen. Zwischen zwei Glasplatten, die den Egel von oben und unten in gleicher Weise berühren, orientiert er sich mit dem Bauch nach unten. Beleuchtet man ihn aber von unten, so dreht er sich so, daß der Rücken dem Lichteinfall zugekehrt ist. Auch beim Schwimmen kehrt er von unten einfallendem Licht die Dorsalseite zu. Dieser Lichttrückenreflex wird auch noch nach Ausschaltung der Augen und der Ober- und Unterschlundganglien ausgeführt.

Soweit bisher experimentell festgestellt, kommen die phototaktischen Bewegungen der Egel nicht durch direkte Orientierung (Phototopotaxis) zustande, sondern durch Zurückschrecken vor höheren oder niederen Lichtintensitäten, also durch Photophobotaxis (die Wirkung des Lichtes auf den Farbwechsel s. S. VI. c 99).

Schweresinn Sinnesorgane zur Perzeption des Schwereizes kennt man von Egel nicht. Daß die Würmer sich trotzdem nach diesem Reiz richten können, haben wir schon gesehen (s. S. VI. c 78). Die Mehrzahl der Formen dürfte ziemlich stark positiv geotaktisch sein und tiefe Aufenthaltsorte bevorzugen (z. B. *Piscicola geometra*, *Glossiphonia complanata*, *G. heteroclita* und *Helobdella stagnalis*). Bei anderen überwiegt, wenigstens im Hungerzustand, negative Geotaxis (z. B. *Protocleipsis tessellata* und *Hirudo medicinalis*). Daß O_2 -Mangel und Licht den Sinn der Schwereaktion beeinflussen können, wurde schon besprochen.

Tastsinn Die vielen freien Nervenendigungen und die als Tastkegel und Tastbecher bezeichneten Hautsinnesorgane mögen z. T. im Dienste des Tastsinnes stehen, wenn auch ein experimenteller Beweis dafür noch nicht vorliegt und ein Teil der Organe ihrem Bau und ihrer Lage nach wohl sicher anderen Sinnesgebieten zugeordnet ist.

Alle Egel sind recht empfindlich gegen Berührungsreize, am meisten an den Saugnäpfen, namentlich am vorderen. Natürlich ist die Empfindlichkeit artlich, individuell und je nach äußeren und inneren Umständen (Temperatur, Hunger) verschieden. Starke Berührungsreize werden im allgemeinen durch Schutz- und Fluchtreaktionen beantwortet (Zusammenrollung, Weggehen und Wegschwimmen). Leichte Berüh-

rung löst vielfach Suchbewegungen aus, die zu einem Betasten des berührenden Gegenstandes führen können (Fig. 29). Zuweilen gehen

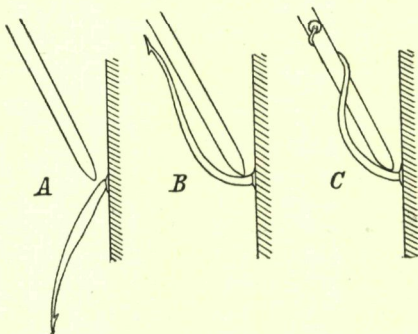


Fig. 29.

Piscicola geometra. — Bei Berührung hinten dorsal (A) macht der Egel Suchbewegungen (B) und betastet den berührenden Gegenstand (C).
Nach HERTER (1929).

hungrige Egel auch auf den Gegenstand über. Thigmotaktische Einschniegung unter Steinen, in Spalten usw. ist für viele Hirudineen charakteristisch, jedoch keineswegs für alle Formen. Hungrige *Protocleipsis tessellata* sitzen meist frei, und *Piscicola geometra* findet man nur selten an das Substrat angeschmiegt. Meist sitzt dieser Fischegel in der auf Fig. 26 A, a dargestellten Haltung nur mit dem Hintersaugnapf an Pflanzen u. dgl. befestigt. Es ist dies eine „Lauerstellung“, aus

der heraus die vorüberschwimmenden Wirtsfische angefallen werden.

Strömungs- und Erschütterungssinn

Manche Egel reagieren auf Wasserströmungen durch Suchbewegungen oder durch Gehen in Richtung gegen den Strom. Bei dem Fischparasiten *Hemicleipsis marginata* ist dieses Verhalten besonders deutlich, was damit zusammenhängt, daß er sich bei der Wirtsfindung auch nach den Stromstößen, die die Fische mit Maul und Flossen erzeugen, orientiert. Erschütterungen des Substrates oder Mediums alarmieren viele der Wirbeltierparasiten und lösen Ortsbewegungsreaktionen in Richtung auf das Erschütterungszentrum aus. So wird vielfach berichtet, daß Blutegel durch die Wasserbewegungen, die badende Menschen oder trinkendes Vieh erzeugen, angelockt werden. Sehr deutlich ist diese Erscheinung bei hungrigen Exemplaren des Entenegels *Protocleipsis tessellata*. Durch das Schnattern der Enten an der Wasseroberfläche werden hochfrequente, konzentrisch sich ausbreitende Wasserwellen erzeugt. Die Egel, die von ihnen getroffen werden, werden sofort unruhig und gehen mit großer Sicherheit auf das Erschütterungszentrum, den Entenschnabel, zu, an den sie sich ansetzen.

Chemische Sinne

Eine morphologische Unterscheidung der Chemo-rezeptoren des Egelkörpers von Sinnesorganen der Haut, die im Dienste der Tangoperzeption oder anderer Sinnesgebiete stehen, ist bisher nicht möglich, da freie Nervenendigungen und Sinneszellen auf dem ganzen Körper vorkommen und auch alle Regionen chemisch reizbar sind. Von den Sinnesorganen der Mundhöhle kann man wohl annehmen, daß sie der chemischen Prüfung der Nahrung dienen. Auf chemische Stoffe, die auf oder dicht an die Haut gebracht werden, reagieren die Würmer meist durch lokale Muskelkontraktionen oder Fluchtbewegungen. Am

empfindlichsten ist das Vorderende, namentlich die Oberlippe. Bei der Untersuchung der Beute oder des Wirtstieres auf Geeignetheit als Nahrung, bzw. bei der Aufsuchung einer günstigen Stelle zum Saugen auf dem Wirt, spielt ein chemisches Nahperzeptionsvermögen eine Rolle. Medizinische Blutegel saugen nicht an sehr schweißiger Haut, nehmen aber mit Blut, Milch oder Zuckerlösung bestrichene Stellen an. Mit einer geeigneten Methode kann man Egel dazu veranlassen, Flüssigkeiten durch eine Membran einzusaugen. *Hirudo medicinalis* nimmt auf diese Weise Kochsalzlösung bis zu 7%, Chininsulphat, *HCl* und *K(OH)* bis zu 0.1% und Rohrzuckerlösung bis zu 5% auf. Berührt man hungrige Egel mit Glasstäben, die man vorher an den Beute- oder Wirtstieren gerieben oder mit deren Säften bestrichen hat (z. B. *Piscicola geometra*: Fische; *Protocleipsis tessellata*: Bürzeldrüsenfett einer Ente; *Hirudo medicinalis*: menschlicher Schweiß; *Helobdella stagnalis*: Schneckenassaft), so versuchen sie daran zu saugen. Lösungen von „Wirtsstoffen“ im Wasser können ruhende Egel alarmieren und zu suchendem Umhergehen veranlassen. In dieser Weise reagiert z. B. *Hemicleipsis marginata* auf Preßsaft eines Fisches und *Glossiphonia complanata* auf den von Wasserschnecken. Es ist also ein chemisches Fernperzeptionsvermögen vorhanden. Orientierung nach dem Zentrum des Konzentrationsgefälles wurde aber nicht beobachtet.

Temperatursinn

Läßt man Egel sich auf einem Glasrohr ansaugen, durch das Wasser von steigender meßbarer Temperatur geleitet wird (Heizthermometer), so lösen sie sich bei bestimmten, artlich typischen Wärmegraden ab. Diese Absösungstemperaturen liegen bei den deutschen Egel, die von poikilothermen Tieren leben, zwischen $+26$ und $+31.5^{\circ}\text{C}$, während sie bei den Parasiten an Homoiothermen, *Hirudo medicinalis* und *Protocleipsis tessellata*, viel höher (etwa $+42^{\circ}\text{C}$) sind. Sie sind also etwas höher als die Bluttemperaturen der Wirte (Säuger: bis etwa $+39^{\circ}\text{C}$, Vögel: etwa $+41^{\circ}\text{C}$), was mit den ökologischen Verhältnissen gut übereinstimmt. Für *Hirudo medicinalis* konnte außerdem gezeigt werden, daß sie durch einen auf $+33$ bis $+35^{\circ}\text{C}$ erwärmten Gegenstand, der im Wasser in ihre Nähe gebracht wird, alarmiert wird. Sie macht Suchbewegungen und geht auch wohl auf ihn über und versucht an ihm zu saugen. *Haementeria costata* soll durch ein Heizthermometer von $+30$ bis $+40^{\circ}\text{C}$ auf Entfernungen bis zu 15 cm (bei Umgebungstemperaturen von $+16$ bis $+20^{\circ}\text{C}$) alarmiert werden, zu ihm hingehen und sich an es ansetzen.

Nervenphysiologie

Die im folgenden dargestellten Tatsachen beziehen sich nur auf *Hirudo medicinalis*, da es für andere Egel so gut wie keine nervenphysiologischen Untersuchungen gibt.

Im Oberschlundganglion liegen hemmende Faktoren, die regulierend auf die vom Unterschlundganglion dem Wurm mitgeteilten Erregungen wirken. Daher tritt nach beiderseitiger Entfernung des Oberschlundganglions gesteigerte Beweglichkeit auf, die die Würmer nur selten zur Ruhe kommen läßt. Die Suchbewegungen sind vermehrt und verstärkt und jede Berührung löst schlagende Bewegungen aus. Das Vorder-

ende wird mehr erhoben als bei normalen Egel. Das Gehen, das grundsätzlich nicht verändert ist, erfolgt auch beschleunigt. Im Gegensatz dazu erzeugt Entfernung der Unterschlundganglien einen Zustand der Unbeweglichkeit. Die Tiere liegen tagelang ganz still. Nur durch starke Reize sind sie zu schwachen Bewegungen zu veranlassen. Spontانبewegungen fehlen gänzlich. Der Vordersaugnapf kann sich nicht mehr ansaugen und ist nicht mehr reizbar, da er seine zentrale Innervation verloren hat. Das Analganglion beherrscht die Bewegungen des Hintersaugnapfes. Nach seiner Entfernung kann der Egel noch fast normale Schritte machen; er kann aber den Hintersaugnapf nicht mehr befestigen. Wenn außerdem die Oberschlundganglien ausgeschaltet sind, sind beide Saugnäpfe funktionslos und der Egel vermag nur noch nach Art der Regenwürmer durch Kontraktionswellen zu kriechen. Wird das Oberschlundganglion nur an einer Seite entfernt, so beschreibt der Egel beim Gehen meist Bögen oder Kreise nach der intakten Seite; dies tritt aber nicht ein, wenn nur ein Schlundkonnektiv durchschnitten ist. Die von den Ganglien ausgehenden Impulse werden also in etwa gleicher Weise durch beide Konnektive geleitet. Durchtrennung des Bauchmarks teilt den Wurm in zwei funktionell ganz selbständige Stücke. Es kann dabei vorkommen, daß beide Saugnäpfe festgeheftet sind und jede Hälfte versucht, die andere nach ihrer Seite zu ziehen.

Durch diese — einer neueren Untersuchung SCHLÜTERS (1933) entnommenen — Versuchsergebnisse wird die bekannte Theorie VON UEXKÜLLS nicht bestätigt. Das Gehen des Blutegels erfolgt also nicht durch reflektorische Steuerung der Ring- und Längsmuskulatur durch die Saugnäpfe, wobei Festheftung der einen Haftscheibe Loslassen der anderen und alternierende Kontraktion der Ring- und Längsmuskulatur bedingt.

Auch die Schwimmbewegung wird nach Ausführung der vorgenannten Ganglienenfernungen modifiziert. So schwimmen die Egel nach Entfernung der Oberschlundganglien außerordentlich lange und schneller als für gewöhnlich, und zwar wegen der Erhebung des Vorderendes in vertikalen Kreisen nach der Dorsalseite. Nach Ausfall der Unterschlundganglien fehlt beim Schwimmen die Abplattung des Vordersaugnapfes. Nach einseitiger Oberschlundganglienenfernung treten Kreisbahnen nach der intakten Seite auf. Wird der Bauchstrang durchschnitten, so führt das Hintertier sehr häufig Schwimmbewegungen aus, während sie am Vordertier nur selten beobachtet werden. Wenn man einem ganzen Egel das Analganglion wegnimmt, so erlischt das Schwimmvermögen fast völlig. Entfernt man aber außerdem die Oberschlundganglien, so tritt wieder lebhaftes Schwimmen ein. Daraus geht hervor, daß diese Bewegungsart durch Impulse von den Bauchganglien aus hervorgerufen wird. Sie wird aber durch hemmende Einflüsse der Oberschlundganglien unterdrückt. Diese Hemmung wird für gewöhnlich durch die Tätigkeit des Analganglions in der Weise aufgehoben oder geschwächt, daß die normale Schwimmtätigkeit zustandekommt (SCHLÜTER 1933).

An *Hirudo medicinalis* sind noch vielfache nervenphysiologische Untersuchungen gemacht worden, die z. T. von allgemeiner Bedeutung sind. Es ist hier aber nicht der Ort, näher darauf einzugehen. Ich erwähne nur die Arbeiten von UEXKÜLLS und seiner Mitarbeiter über Muskelsperrung, Muskelhärte und die Größe des Stoffwechsels bei verschiedener Belastung, und den Nachweis BETHES, daß die Neurofibrillen die erregungsleitenden Elemente des Bauchmarks sind. Auch auf die zahlreichen Untersuchungen über die Wirkungen von Chemikalien auf elektrisch gereizte Nervenmuskelpräparate von *Hirudo* unter verschiedenen Bedingungen kann hier nicht eingegangen werden. Unversehrte Egel (*Hirudo medicinalis* und *Hemiclepis marginata*) verhalten sich im elektrischen Strom kathodisch galvanotaktisch.

Schließlich sei noch erwähnt, daß es bei *Hirudo medicinalis* zwei Formen gibt, die sich nervenmuskelphysiologisch verschieden verhalten: Die grünlich gefärbte Gruppe A, deren Muskelzellen viele Fibrillen ent-

halten und bei der die Reizschwelle für den elektrischen Strom relativ tief ist; und die bräunlich-graue Gruppe *B* mit weniger Fibrillen in den Muskelzellen und einer etwa doppelt so hohen Reizschwelle.

Psychische Fähigkeiten, etwa Lernvermögen, sind bei Egelⁿ bisher noch nicht festgestellt.

Ruhezustände

Über das Vorkommen längerer Ruhezustände bei Eintritt ungünstiger Umweltbedingungen ist bei Egelⁿ wenig bekannt. Die europäischen und nordamerikanischen Süßwasserformen wühlen sich z. T. im Winter in den Schlamm der Wohngewässer ein (die amerikanische *Macrobdella decora* (Say) bis zu $\frac{3}{4}$ m tief) oder bleiben in ihren gewöhnlichen Verstecken unter Steinen usw. Hier fallen sie bei Eintritt tiefer Temperaturen in Kältestarre. Über ihre große Widerstandsfähigkeit gegen Abkühlung haben wir schon berichtet (S. VI. c 70). Wie sich die Meeresformen verhalten, weiß man nicht. Man kann wohl annehmen, daß sie auch im Winter — wenn auch vermindert — aktiv bleiben. In warmen Gebieten ziehen sich die Süßwasseregel bei Austrocknung der Gewässer auch in den Schlamm zurück, wo sie sich zu mehreren zusammengedrängt mit schützenden Schleimhüllen umgeben. Daß die tropischen Landegel nicht einen „Sommer-schlaf“ halten, sondern in Trockenzeiten in feuchte Gebiete auswandern, wurde schon erwähnt (S. VI. c 78). Während unsere europäischen Süßwasseregel ziemlich empfindlich gegen Austrocknung sind, berichtet OKA von dem Piszikoliden *Ozobranchus jantseanus* Oka, der im Yang-tze-kiang an Schildkröten lebt, daß der Egel während des Landaufenthaltes des Wirtes auf dessen Panzer völlig austrocknet. Die Würmer werden zu kleinen, unregelmäßigen, rundlichen Scheiben von fast schwarzer Farbe, die vollkommen trocken und hart wie Holz sind. In diesem Zustand können sie 8 (und wohl auch mehr) Tage verharren. Im Wasser quellen sie auf und gehen nach etwa 1 Stunde wieder umher.

Fortpflanzung

Alle Hirudineen sind proterandrische Zwitter. Parthenogenese und Selbstbefruchtung kommt wahrscheinlich nicht vor. Die meist wechselseitige Begattung ist in der Natur — wenigstens im gemäßigsten Klima — wohl im allgemeinen an die warme Jahreszeit gebunden. In der Gefangenschaft läßt sie sich bei manchen Formen durch geeignete Temperaturbedingungen aber auch zu ungewöhnlichen Zeiten erzielen. Ein gegenseitiges „Aufsuchen“ der begattungsbereiten Tiere im eigentlichen Sinne findet kaum statt. Die Partner treffen meist $\pm$ zufällig zusammen. Sie „betasten“ sich dann gegenseitig mit ihren Vordersaugnapfen, wobei sie meist Zeichen von Erregung erkennen lassen. Es handelt sich wahrscheinlich in der Hauptsache um eine chemische Untersuchung des anderen Tieres. Fällt diese Prüfung positiv aus, so kommt es zur Copula.

Bei den Egelⁿ mit Penis (*Gnathobdellae*) legen sich die beiden Würmer mit den Bauchseiten so gegeneinander, daß die männliche Geschlechtsöffnung des einen der weiblichen des anderen gegenüberliegt und umgekehrt. Jedes Tier führt seinen Penis in die Vagina des

anderen ein und pumpt das Sperma durch Kontraktion des Penis-kopfes in dessen weibliche Geschlechtswege. Ähnlich ist der Modus bei der Glossiphoniide *Protoclepsis tessellata*, bei der zwar kein eigentlicher Penis vorhanden ist, die aber den Endteil der männlichen Geschlechtswege in die weibliche Öffnung des Partners vorstülpt und mit Sperma gefüllte gallertige Sekretmassen in sie überträgt. Bei den übrigen Egeln wird die

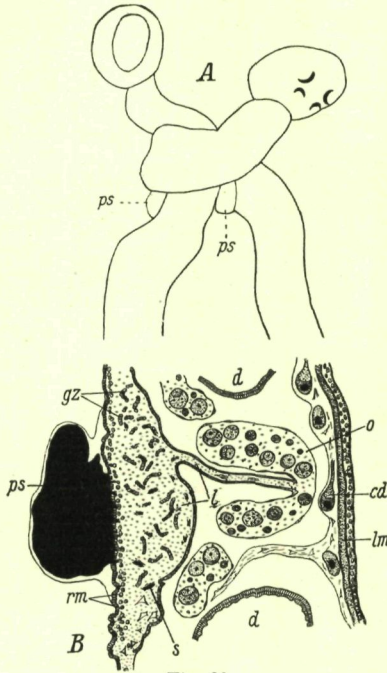


Fig. 30.

Piscicola geometra. — A Kopulationsstellung; B Sagittalschnitt durch einen Egel mit angehefteter Pseudospermatophore. cd Klitellardrüse, d Darm, gz große Zellen im Leitgewebe, l Leitgewebe, lm Längsmuskeln, o Ovar, ps Pseudospermatophore, rm Ringmuskeln, s Sperma. — Nach BRUMPT (1900).

Begattungsfeld des Partners an. Die Stellungen beim Geschlechtsakt, die in gegenseitigem Umschlingen mit den Vorderkörpern bestehen, sind für die einzelnen Formen charakteristisch (Fig. 30 A). Die Dauer des Aktes ist sehr verschieden. Bei *Glossiphoniidae* beträgt sie meist nur Sekunden bis Minuten, bei *Herpobdella* 10 min bis mehr als 1 Stunde, bei *Piscicola geometra* 5 bis 6 Stunden, und bei *Protoclepsis tessellata* kann sie mit kurzen Unterbrechungen mehrere Tage währen. Manche Egel können kurz hintereinander mehrmals kopulieren.

Bei den Egeln mit Pseudospermatophoren ohne Begattungsfeld gelangt das Sperma in die Zölmräume, von wo es in die Ovarien eindringt und die Eier befruchtet. Die überflüssigen Spermien werden

Begattung mit Hilfe von Pseudospermatophoren vollzogen. Die Würmer heften sich diese eigenartigen Gebilde (s. S. VI. c 66) gegenseitig an. Die Befestigung geschieht in den meisten Fällen wohl durch Ankleben, jedoch kommt auch ein Einstecken der Spermatophore in die Haut vor (bei *Haementeria costata*). Durch Muskeltätigkeit der männlichen Geschlechtswege und wahrscheinlich auch durch Quellvorgänge in der Pseudospermatophore selbst wird das Sperma in den Körper des Partners gepreßt, wobei es die zarte Epidermis durchdringen muß.

Bei manchen Formen werden die Pseudospermatophoren an beliebigen Körperstellen angeheftet (z. B. *Hemiclepsis marginata*, *Glossiphonia*, *Herpobdella*); *Haementeria costata* treibt sie in die männliche Geschlechtsöffnung, und die Formen mit Area copulatrix setzen sie auf diesem

wie Exkrete behandelt (s. S. VI. c 83). Aus den auf Begattungsfeldern abgesetzten Pseudospermatophoren dringen die Spermien aktiv durch die Epidermis in das Leitgewebe und wandern in ihm zu den Eierstöcken (Fig. 30 B).

Bei den kleineren Formen werden im allgemeinen die Eier bald nach der Begattung abgelegt. Bei den großen *Hirudinidae* können einige Monate zwischen Kopulation und Eiablage verstreichen. Die Ablagezeiten, die natürlich mit den Begattungszeiten in Zusammenhang stehen, können wie diese stark schwanken. *Glossiphonia complanata* scheint in N-Europa nur im IV. zu legen (in Schweizer Hochgebirgsseen im VII.), während sich *Piscicola geometra* anscheinend in der ganzen warmen Jahreszeit (in Gefangenschaft auch im Winter) fortpflanzen kann. Die Hauptzeit soll zwischen III. und Anfang des V. liegen.

Alle Egel legen die Eier in Kokons ab, mit Ausnahme der afrikanischen Glossiphoniide *Marsupiobdella africana* Goddard & Malan, bei der sich die Jungen in einer Bruttasche entwickeln. Die Kokons werden aus der Cuticula der Klitellarregion und den Sekreten der Klitellardrüsen gebildet, die bei Berührung mit Wasser oder Luft erhärten. Sie bestehen hauptsächlich aus Albuminoiden (nicht aus Chitin). Vor der Kokonbildung und -ablage wird bei den Formen, die die Eikapseln an Fremdkörper ankleben (z. B. *Herpobdella*), eine Stelle des Substrates mit weitgeöffnetem Munde bestrichen. An dieser Stelle wird die Klitellarregion, die inzwischen durchsichtige Kokonsubstanz abgeschieden hat, aufgedrückt und festgeklebt. Durch drehende und windende Bewegung des Körpers wird die sich bildende Hülle abgerundet und ausgeweitet, bis Eiweißmassen und die Eier in sie ausgestoßen werden. Dann zieht der Wurm vorsichtig sein Vorderende aus der noch weichen Hülle zurück und verschließt durch Zusammendrehen der Öffnungsränder vorn und hinten den Kokon mit einem „Stöpsel“. Schließlich wird die Kapsel noch von außen mit dem Munde fester an die Unterlage angedrückt. Grundsätzlich ähnlich dürfte Kokonbildung und Eiablage auch bei den anderen Egel verlaufen (Fig. 31), wenn natürlich auch viele artliche Verschiedenheiten — die zum großen Teil aber nicht bekannt sind — vorkommen (z. B. starke Schaumbildung bei *Hirudo* und *Haemopsis*).

Die Orte, an denen die Kokons abgelegt werden, die Anzahl der in

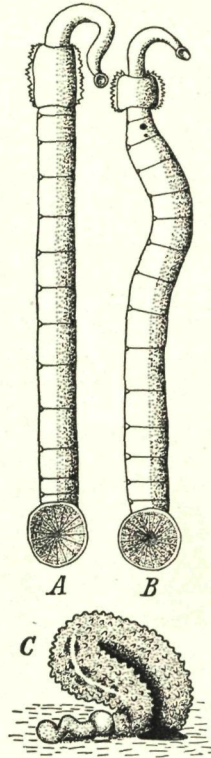


Fig. 31.
Ablage von Eikokons.
A, B *Piscicola geometra*,
Ventralansicht;
A Eiablage, B Zurückziehen
aus dem Kokon;
C *Pontobdella muricata*.
A, B nach BRUMPT (1900).
C nach HESSE (1910).

einer Kapsel enthaltenen Eier und die Formen und Größen der Kokons sind sehr verschieden. Die *Hirudinidae* legen große (etwa 2 cm lange), von erhärteten Schaummassen umgebene Kokons in feuchte Ufererde, die je bis zu 30 Eier enthalten können. Ähnlich verhalten sich die *Haemadipsidae*. Die braunen, ovalen, platten Eikapseln der *Herpobdellae* beherbergen im Durchschnitt je 10 Eier, sind 3 bis 6 mm lang und werden an Wasserpflanzen usw. angeheftet. Die *Glossiphoniidae* produzieren zarte, durchsichtige Säcke, die Eier in größerer Anzahl enthalten. Sie werden entweder auf Wasserpflanzen, Steinen u. dergl. abgelegt oder am Bauch der Mutter befestigt. *Hemiclepsis marginata* legt einen solchen Sack mit bis zu 200 Eiern, *Glossiphonia complanata* 3 bis 8 Säcke mit zusammen etwa ebensoviel, *Protolepsis tessellata* bis zu 5, die im ganzen mehr als 300 Eier beherbergen können, an Fremdkörper. *Glossiphonia heteroclita* trägt einen Kokon mit etwa 30, *Helobdella stagnalis* einen mit 20 bis 25 Eiern und die S-amerikanische *Haementeria officinalis* gar einen mit 7 bis 10 Eipaketen, die je etwa 20 Eier enthalten, am Bauche umher.

Die dunkel gefärbten Eikokons von *Piscicola geometra* (Fig. 32 A, B) sind ziemlich klein (etwa 1.5 mm lang). Sie werden einzeln an Fremdkörper abgelegt und jeder enthält nur ein Ei. Die der übrigen *Piscicolidae*, die nur sehr unvollkommen bekannt sind, haben oft recht eigentümliche Formen (Fig. 32). Die von *Pontobdella muricata* sind etwa 5 mm lang und 4 mm breit, von dunkler Farbe und lederartiger Beschaffenheit (Fig. 32 C, D, E). Bei manchen Arten werden sie auch, z. T. in sehr großer Anzahl, an den Wirten angeheftet (z. B. *Crangonobdella murmanica*, *Johannsonia*, s. Fig. 32 F bis J).

Brutpflege kommt nur bei *Glossiphoniidae* vor¹³⁾. Daß bei *Marsupiobdella africana* die Jugendentwicklung in der Bruttasche der Mutter erfolgt, wurde schon gesagt. Die übrigen Glossiphoniiden sitzen über den entweder an Fremdkörpern befestigten oder am Bauch angehefteten Eikokons, bis die Jungen aus den Hüllen schlüpfen. Wenn die Eikapseln am Bauche befestigt sind, gehen die Mütter mit ihnen auch umher. Bei manchen Formen ist der Embryo durch einen dorsalen Epidermiszapfen, den Befestigungshöcker, an einer entsprechenden Vorragung der Ventralseite des Muttertieres aufgehängt. Zwischen diesen embryonalen und den mütterlichen Epidermisdifferenzierungen liegt aber die zarte Eihülle. *Helobdella stagnalis* behält zeitlebens einen Rest dieses embryonalen Haftapparates in Gestalt der sogenannten Rückenplatte bei. Wenn die Jungen die Eihüllen verlassen haben, bleiben sie auch noch am Bauche der Alten sitzen. Nach Ausbildung der Saugnapfe heften sie sich im allgemeinen mit dem hinteren fest. Nach Verbrauch des Dotters im Darm und der Ausbildung der Muskulatur werden sie etwas selbständiger und gehen am Körper der Mutter umher, beteiligen sich auch an deren Mahlzeiten. Gelegentlich können sie auch die Alte verlassen, kehren aber zunächst meist bald

¹³⁾ *Crangonobdella murmanica* legt die Kokons meist an die Pleopoden der Wirtsgarnele (s. Fig. 32 F). Dadurch wird eine besonders gute O₂-Versorgung der Eier garantiert. Man kann also in der Wahl dieses Ablegeortes eine Art passiver Brutpflege sehen. In künstlich abgelösten Kokons sterben viele der Embryonen ab.

wieder zu ihr zurück oder setzen sich an andere Egel an. Nach artlich verschieden langer Zeit (in der Gefangenschaft bei *Glossiphonia complanata* nach 2 bis 3 Wochen, bei *Protoclepsis tessellata* nach 2 bis 3 mon) werden sie ganz selbständig.

Der Vorteil der Betreuung durch die Mutter besteht außer in einem Schutz der Eier und Jungen gegen Feinde in der Hauptsache wohl in

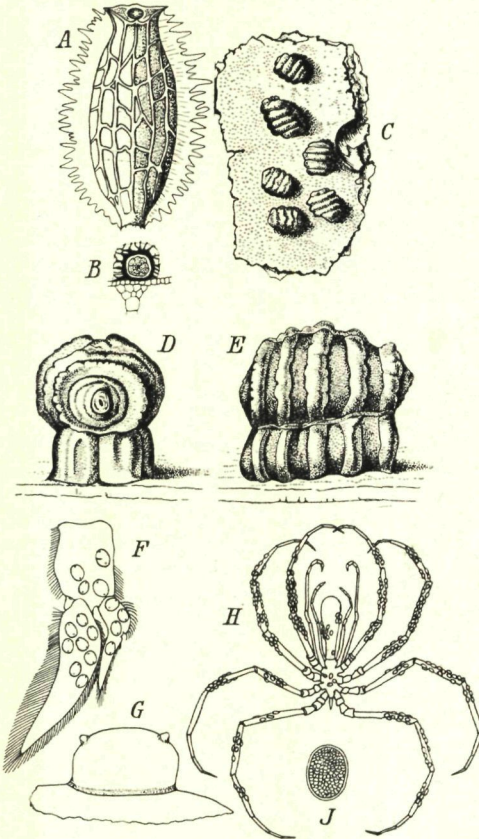


Fig. 32. Eikokons von *Piscicolidae*. — A *Piscicola gometra*; B desgl., Querschnitt auf einem Blatt; C *Pontobdella muricata*, 6 Kokons auf einem Stück Muschelschale; D desgl., Einzelkokon, Endansicht; E desgl., Seitenansicht; F *Crangonobdella murmanica*, Kokons auf einem Pleopod von *Sclerocrangon boreas*; G desgl., Einzelkokon, Seitenansicht; H *Johanssonia*, Eikokons auf einem Pantopoden (*Colossendeis*); J desgl., Einzelkokon von oben. — A nach BRUMPT (1900). B nach BRANDES (1901), C bis E nach HARDING (1910), F bis G nach SELENSKY (1923), H, J nach SELENSKY (1914).

einer besseren O_2 -Versorgung der Brut durch die Alte, die durch häufige Atembewegungen für Wassererneuerung in ihrer Umgebung sorgt. Daß die Embryonen aus dem mütterlichen Körper Nahrungsstoffe erhalten, ist nicht anzunehmen.

Entwicklung

Entwicklungsgeschichtlich lassen sich die Hirudineen in zwei Gruppen teilen: Die *Glossiphoniidae* mit verhältnismäßig großen (etwa $\frac{1}{2}$ mm), dotterreichen Eiern, die sich direkt entwickeln, und die übrigen Egel mit recht kleinen (*Herpobdella octoculata* 75 μ , *Piscicola* 50 μ), sehr dotterarmen oder ganz dotterfreien Eiern, aus denen Larven hervorgehen. Das erste Polkörperchen bildet sich gleich nach der Ablage des Eies, das zweite bald darauf. Dann sammelt sich an beiden Polen Bildungsplasma, das animale und vegetative Polplasma, das bei der Furchung auf die beiden Somatoblasten verteilt wird. Die Fur-

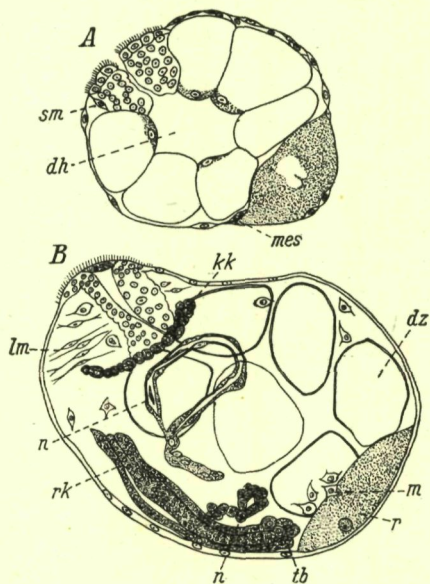


Fig. 33.

Herpobdella. — A kurz nach dem Schlüpfen aus der Eihülle; B Ältere Larve mit Organanlagen.

dh Darmhöhle, dz Darmzelle, kk Kopfkeim, lm larvale Muskeln, m mesodermale Wanderzelle, mes Mesenchym, n Nephridium, rk Rumpfkeim, r große Zelle hinter dem Rumpfkeim, rk Rumpfkeim, sm Schlundmuskeln, tb Teloblasten.

A nach SUKATSCHOFF (1903), B nach BERGH (1884).

chung entspricht dem dextro-tropen Spiraltypus und zeigt, vor allem bei *Glossiphonia*, viele Übereinstimmungen mit der der Polychäten und Oligochäten. Bis zur Differenzierung der Keimblätter stimmen die Entwicklungsvorgänge grundsätzlich bei allen Egel überein (soweit überhaupt bekannt), wenn natürlich auch jede Form ihre Besonderheiten hat. Die Glossiphoniiden entwickeln sich direkt zu jungen Egel weiter. Die übrigen Embryonen verlassen schon in einem sehr frühen Entwicklungsstadium die Eihüllen und schwimmen frei in den reichlich in den Kokons enthaltenen Dottermassen. Sie entwickeln eine larvale Epidermis, die einen Schlund bildet. Mit Hilfe einer besonderen Muskulatur schluckt dieser die Eiweißmassen, in denen der Keim schwimmt. Diese nur der Ernährung des Embryos dienenden Einrichtungen werden

nebst einigen anderen larvalen Organen (z. B. larvale Nieren bei *Gnathobdellae* und *Pharyngobdellae*) später abgeworfen (Fig. 33). Die inzwischen aus Rumpf- und Kopfkeimen entstandenen jungen Egel verlassen als selbständige, fertige, kleine Würmer den Kokon durch vorgebildete Öffnungen der kompliziert gebauten Wand. Die Entwicklungsdauer ist naturgemäß sehr von der Temperatur abhängig: bei *Piscicola geometra* dauerte sie im II./III. 6 Wochen, im VII. nur 2. Auf die z. T. noch unvollkommen bekannten Einzelheiten der Entwicklung kann hier nicht eingegangen werden.

Entwicklungsphysiologie

Zentrifugieren und Anstich von *Glossiphonia*-Eiern ergaben, daß die Furchung streng determiniert ist, daß die Teilkeime sich unter Selbstdifferenzierung entwickeln; Entfernung einzelner Blastomeren ergibt Keime mit Defekten, die allerdings z. T. reguliert werden.

Erwachsene Egel haben ein sehr schlechtes Regenerationsvermögen. Hautverletzungen heilen in beschränktem Maße durch Neubildung einer wenig differenzierten Epidermis. Entfernte Körperteile werden nicht ersetzt. Teilstücke bleiben sehr lange am Leben, wenn keine Infektionen eintreten, wohl meist, bis sie verhungern. Neubildung eines Afters nach Abschnürung des Hintersaugnapfes ist einmal bei *Hirudo medicinalis* beobachtet worden.

Wachstum, Altern, Tod

Hirudo medicinalis wiegt beim Schlüpfen aus dem Kokon 0.12 bis 0.18 g und ist etwa 17 mm lang; sie ist nach 3 bis 5 Jahren „erwachsen“, d. h. geschlechtsreif, und wiegt dann 2 bis 3 g und mißt etwa 15 cm. Es sind aber auch schon Stücke unbekannten Alters von über 20 cm Länge gefunden worden. Alle derartigen Angaben für Egel sind sehr unzuverlässig, da ein „Wachstum“ nur einige Zeit nach einer Nahrungsaufnahme stattfindet. Wenn die Würmer hungern, nehmen sie nicht mehr zu; ja, bei längerem Fasten vermindert sich ihre Körpergröße, um dann nach einer Mahlzeit wieder anzusteigen. Da (wenigstens bei den Wirbeltierparasiten) die Erlangung der Nahrung von vielen Zufälligkeiten abhängt, kommt so eine sehr unregelmäßige Zunahme der Körpergröße zustande. Dieses „fraktionierte“ Wachstum zeigt sich bei manchen Arten (*Haementeria costata* und *Proclepsis tessellata*) in dem Vorkommen verschiedener Größenklassen. Nach einer Mahlzeit gehen die Egel von einer Klasse in die nächste über.

Über die Lebensdauer der Egel liegen auch keine exakten Angaben vor. Man kann vermuten, daß die kleinen Formen nicht älter als 2 bis 3 Jahre werden, während die großen erheblich länger leben. *Hirudo medicinalis* soll 18 bis 20 Jahre, ja sogar 27 Jahre alt werden können.

Alterserscheinungen bei Egeln sind nicht bekannt, dagegen werden vom Medizinischen Blutegel einige im allgemeinen tödlich verlaufende Krankheiten angegeben, die aber wohl auf ungünstige Lebensbedingungen (verdorbenes Wasser, zu hohe Temperaturen usw.), vielleicht auch auf Infektionen zurückzuführen sind. Da wir über das Wesen dieser Krankheiten, über die die alten Blutegelzüchter berichten, sehr wenig wissen, die Beschreibungen auch nicht immer eindeutig und zuverlässig sind, so führe ich nur einige Namen an, die z. T. die Symptome der Erkrankungen erkennen lassen: Gelbsucht, Schleimkrankheit, Metallkrankheit und Ruhr. Bei *Piscicola geometra* ist mehrfach eine Art Darmkatarrh beobachtet worden, der, da er Massensterben in Aquarien verursachen kann, aber auch infektiösen Ursprungs sein mag. Über die tödliche Wirkung des Lichtes auf Egel sprachen wir schon (s. S. VI. c 84). Größere Verletzungen führen auch zum Tode,

allerdings oft erst nach sehr langer Zeit. Das verwundete Ende des Wurmes kann schon stark zerfallen und verfault sein, während das andere noch ganz normal und lebendig erscheint. Viele Egel sterben eines „unnatürlichen“ Todes durch Hunger, Parasiten und Feinde (s. S. VI. c 101/102).

Variabilität, Vererbung

Manche Egel zeigen in der Färbung oder in sonstigen Merkmalen große Verschiedenheiten innerhalb der Art, was vielfach zur Aufstellung von Varietäten und Rassen geführt hat. Die in der Hirudineen-Systematik herrschende Verwirrung wird dadurch recht vermehrt. Oft sind neue Arten beschrieben worden, die sich später als Farbänderungen schon bekannter herausstellten. Bei manchen Formen sind auch die jungen Würmer anders (meist heller) gefärbt als die alten, oder die Tiere verändern im Zusammenhang mit Untergrund und Belichtung ihre Farbe (s. S. VI. c 99), was auch zu Irrtümern Anlaß geben kann. Der systematische Wert dieser „Varietäten“ ist daher sehr zweifelhaft. Von den 1859 von DIESING für *Hirudo medicinalis* angegebenen 64 Varietäten wird heute keine einzige mehr anerkannt. Wir sahen, daß man bei diesem Egel zwar zwei sich physiologisch verschieden verhaltende Formen unterscheiden kann, die auch an der Färbung auseinandergehalten werden können (s. S. VI. c 90/91). Ob es sich hierbei aber um „Rassen“ im genetischen Sinne handelt, können wir noch nicht entscheiden.

Standorts- und Lokalvarietäten sind auch nicht mit Sicherheit nachgewiesen. JOHANSSON gibt zwar an, daß *Piscicola geometra* im Brackwasser meist nur halb so groß, aber viel lebhafter gefärbt ist als im Süßwasser. Nach REMANE (briefl. Mitteil.) sind aber diese Egel aus dem Brackwasser der westlichen Ostsee sicher nicht kleiner als die des Süßwassers. *Glossiphonia complanata*, *Helobdella stagnalis* und *Herpobdella octoculata* sollen im St. Moritzer See im Ober-Engadin bedeutend kleiner sein als in der Ebene.

Manchmal wird berichtet, daß innerhalb der Gattungen auch Bastardierungen vorkommen. Experimentelle Beweise für die Kreuzbarkeit verwandter Arten liegen aber nicht vor, wie überhaupt über die Genetik der Egel nichts bekannt ist.

Die Chromosomen sind sehr klein. Ihre haploiden Anzahlen sind: bei *Proteolepsis tessellata*, *Glossiphonia heteroclita* und *Herpobdella octoculata* 8, bei *Glossiphonia complanata* und *Haemopsis sanguisuga* 13, bei *Hemiclepsis marginata* und *Piscicola geometra* 16.

Phylogenie

Sichere Fossilfunde von Egel n fehlen, so daß die Abstammungs- und Verwandtschaftsverhältnisse nur aus morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen erschlossen werden können. Daß die Hirudineen von den Oligochäten abzuleiten sind, gilt jetzt als sicher. Über die Beziehungen der einzelnen Familien untereinander herrscht noch keine absolute Einigkeit. Es ist hier nicht der Ort, diese Fragen weiter zu diskutieren. Ich gebe nur den neuesten von AUTRUM aufgestellten Stammbaum (Fig. 34), ohne auf seine Begründung einzugehen.

Beziehungen zur Umwelt

1. Allgemeines. — Die Beziehungen der Egel zu ihrer Umwelt sind — wie bei jedem Tier — natürlich sehr mannigfaltig und kompliziert; z. T. wurden sie schon in den vorhergehenden Kapiteln erwähnt. Hier soll nur noch einmal versucht werden, auf einige bisher nicht genug hervorgehobene Punkte aufmerksam zu machen, die ein mehr abgerundetes Bild vom Leben dieser Würmer in ihrer Umwelt geben.

Der im allgemeinen anhanglose, mit glatter, schlüpfriger Haut bekleidete, sehr nachgiebige, elastische Körper verleiht den meisten Egel

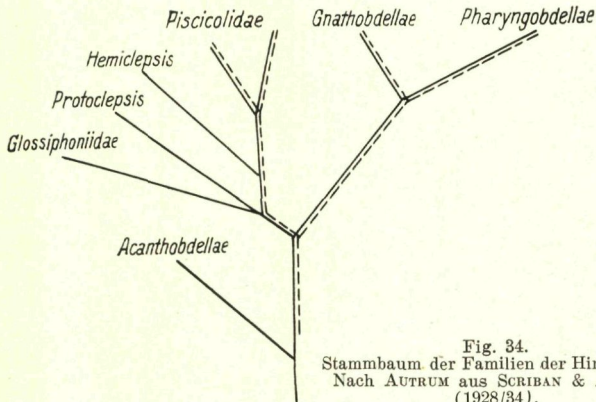


Fig. 34.
Stammbaum der Familien der Hirudineen.
Nach AUTRUM aus SCRIBAN & AUTRUM
(1928/34).

eine recht große Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Verletzungen. Im Verbande mit der Geschicklichkeit im Gebrauch der Saugnäpfe gestattet er ihnen, sich auf den Substraten und auf den Wirten gewandt und sicher zu bewegen, sich in engen Spalten zu verbergen usw. Aktive Verteidigungswaffen sind nicht vorhanden. Angriffen entziehen sich die Egel daher durch Flucht (Weggehen oder -schwimmen), durch Anschmiegen an die Unterlage und Verkriechen in Spalten oder durch Verkleinerung der Angriffsflächen durch Zusammenrollung (*Glossiphoniidae*). Ein gewisser passiver Schutz mag auch durch Farbwchsel erzielt werden. So treten bei manchen Formen bei Belichtung die Pigmentkörner in den Chromatophoren des Integuments in die Ausläufer der Zellen. Die Egel werden dadurch dunkel (besonders deutlich *Protoclepsis tessellata*), wodurch ein Teil der verderblichen kurzweiligen Strahlen abgefangen wird. Von einigen Egel (z. B. von *Haementeria costata*) wird auch angegeben, daß sie in gewissen Grenzen die Farbe des Untergrundes annehmen sollen. *Crangonobdella murmanica* gleicht in Form, Farbe und Zeichnung weitgehend den Gangbeinen ihrer Wirtsgarnele.

Durch richtende Reize der unbelebten Umwelt, vor allem durch Schwerkraft und Licht, werden die Egel in bestimmte Gebiete ihres Biotops geführt, bzw. in ihnen festgehalten. Diese $\pm$ direkte Orientierung kann je nach dem physiologischen Zustande wechseln, so daß z. B.

eine hungrige *Protoleipsis tessellata* durch positive Photo- und negative Geotaxis an die Oberfläche des Wohngewässers geleitet wird, wo die Wahrscheinlichkeit, einen Wirtsvogel zu finden, größer ist, während sie in gesättigtem und legebereitem Zustande durch die entgegengesetzten Taxien und durch positive Thigmotaxis in bodennahe Verstecke gelangt, die ihr ungestörte Brutpflege ermöglichen. Entsprechendes läßt sich bei anderen Egel feststellen. Die Erlangung der Nahrung wird durch Reize, die von dem Nahrungstier selbst ausgehen, vermittelt. Besonders Strömungen und Erschütterungen des Mediums durch das Wirtstier

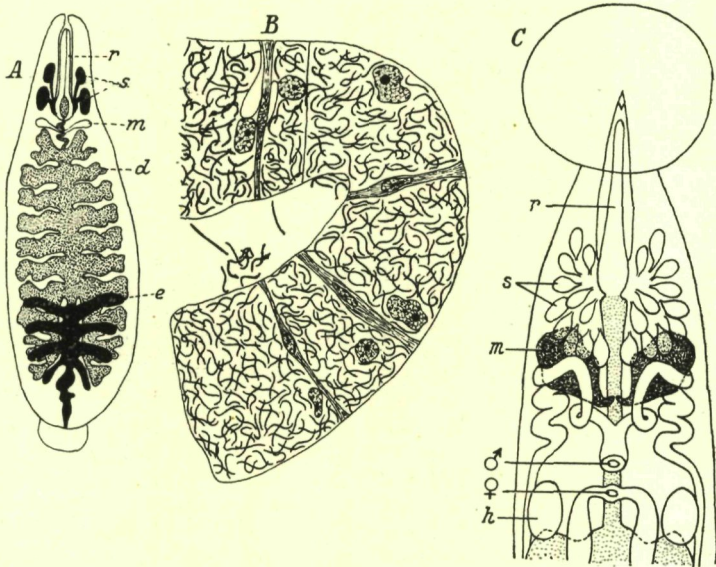


Fig. 35. *A* *Haementeria costata*; Übersicht über den Darm; *B* desgl., Schnitt durch einen Teil des „Myzetoms“; *C* *Piscicola geometra*, Vorderdarm und Geschlechtsorgane. *d* Magendarm, *e* Enddarm, *h* Hoden, *m* „Myzetome“, *r* Rüssel, *s* Speicheldrüsen. *A*, *B* nach REICHENOW (1922), *C* nach JASCHKE (1933).

alarmieren die in der Nähe ruhenden hungrigen Egel und veranlassen sie zu Suchbewegungen, die leicht zum Wirt führen können, oder sie bewirken gerichtete Ortsbewegungsreaktionen zur Nahrungsquelle hin. Bei manchen Formen können auch chemische oder optische Reize (Wirtsschatten) die Alarmierung unterstützen.

2. Symbiose. — Eine Vergesellschaftung von Egel mit anderen Organismen zum gegenseitigen Nutzen (also echte Symbiose) ist bisher nicht mit Sicherheit festgestellt. Bei einigen Blutsaugern an Wirbeltieren hat man am Vorderdarm mit diesem im Zusammenhang stehende Hohlorgane gefunden, die regelmäßig von Mikroorganismen besiedelt sind. Da diese Organismen auch im Darm beobachtet worden sind, in dem sie anscheinend die Erythrozyten des Wirtsblutes auflösen, handelt es sich vielleicht um Symbionten, die die Verdauung der Egel unter-

stützen. Bisher sind derartige Einrichtungen nur bei Rüsselegeln nachgewiesen, und zwar bei *Haementeria costata*, *Piscicola geometra* und *P. punctata*, *Cystobranchus respirans* und *Branchellion torpedinis*. Bei *Hemiclepsis marginata*, *Proclepsis tessellata*, *Pontobdella muricata* und *Hirudo medicinalis* konnte JASCHKE trotz genauer Untersuchungen nichts Entsprechendes finden. Bei den „Myzetomen“ von *Haementeria costata* handelt es sich um drüsige Darmdivertikel, die sog. Ösophagusdrüsen (Fig. 35 A). Die fadenförmigen Mikroorganismen leben in den Zellen und im Lumen (Fig. 35 B). Bei den anderen Formen, von denen *Piscicola geometra* (Fig. 35 C) am besten untersucht ist, hat das Epithel keinen drüsigen Charakter; Mikroorganismen sind nur im Lumen festgestellt worden. Schon junge Würmer, die noch kein Blut gesogen haben, und Eikokons können infiziert sein. Man darf daher vielleicht annehmen, daß die Eltern die Mikroorganismen auf die Nachkommen übertragen. (Über die Bedeutung von Bakterien bei der Verdauung von *Haemopsis sanguisuga* s. S. VI. c 82.)

3. Parasiten. — Unsere Kenntnisse über Parasiten bei Egel sind noch recht unvollkommen. Zwar hat man oft an und in den Würmern Lebewesen gefunden, doch ist es nur in wenigen Fällen sicher, daß es sich dabei wirklich um Parasiten handelt. Die Harnblasen von *Hirudo medicinalis* sind ziemlich regelmäßig von Bakterien besiedelt, die dichte Rasen bilden können. Wahrscheinlich sind dies Parasiten, die sogar manchmal den Tod des Wirtes herbeiführen sollen. Bei *Haemopsis sanguisuga* kommen ähnliche fädige Bakterien vor. *Hirudo medicinalis* wird gelegentlich von Ostrakoden befallen, die ihr Wunden beibringen, die auch tödlich sein können.

Im Innern der Egel sind häufig Protozoen gefunden worden, die die verschiedensten Gewebe oder Organe befallen; z. T. scheinen sie spezifisch für Egel zu sein (z. B. das Sporozoon *Orchaeobius herpobdellae* in den Hoden von *Herpobdella*), z. T. leben sie auch bei anderen Wassertieren (z. B. *Entamoeba ranarum*). Von Bedeutung ist es, daß Egel vielfach als Zwischen- oder Hilfswirte für Flagellaten und Sporozoen von Wirbeltieren (Fischen, Amphibien und Reptilien) in Frage kommen (s. Teil II. g). — Vor allem werden viele Trypanosomenarten von Egel auf Süßwasser- und Meeresfische übertragen: z. B. *Trypanosoma carassii*, *cotti*, *soleae*, *scylli* und *raiae*. Bei den Trypanosomen der Süßwasserfische, die in unserer Fauna wohl hauptsächlich durch *Piscicola geometra* und *Hemiclepsis marginata* verbreitet werden, werden die Parasiten stets in begeißelten Formen (als *Crithidia*- und *Trypanosoma*-Stadien) in den Egeldärmen gefunden, während diese Flagellaten der Seefische als geißellose Ruhestadien in den Würmern vorkommen. Die Entwicklung der Protozoen vollzieht sich im Verdauungskanal (Magen oder Darm) des Egel. Von hier können die Parasiten direkt während des Saugaktes in den Fisch gelangen. Oder aber die Trypanosomen wandern erst in die Rüsselscheide des Egel und von hier beim Stich in das Blut des Wirtes. Mit *Trypanosoma rotatorium*, das als große Trypanosomenform im Blut von *Rana esculenta* lebt, werden die Kaulquappen dieses Frosches durch *Hemiclepsis marginata* infiziert, wobei das Flagellat einige Formveränderungen durchmacht (Fig. 36).

Im Blute der europäischen Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) kommt das Sporozoon *Haemogregarina stepanowi* vor. Die durch ungeschlechtliche Vermehrung entstandenen Makro- und Mikrogametozyten werden beim Saugen von *Haementeria costata* in den Darm aufgenommen. Die nach Konjugation entstandenen Sporozoiten dringen durch das Darmepithel in das Rückengefäß und von hier in das Rüsselgefäß des Egels. Durch den Stich des Wurmes kommen sie in das Blut der Schildkröten.

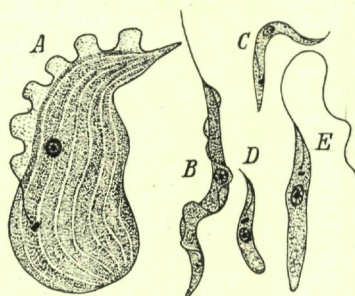


Fig. 36.
Trypanosoma rotatorium. — A aus dem Blute des Frosches; B aus der Kaulquappe; C, D aus dem Darm des Egels; E *Crithidia*-Form aus künstlicher Kultur. Nach Kühn (1921).

Auch parasitische Würmer sind bei Hirudineen nicht selten. Trematodenzysten werden häufig in ihnen gefunden. Herpobdellen sind als Hilfswirte des Fischtrematoden *Sphaerostoma bramae* (Müller) und als Zwischenwirte des Zestoden der Hausente *Hymenolepis parvula* Kowal festgestellt. Mikrofilarien werden von *Haemopsis sanguisuga* auf Frösche übertragen. Ein sicher parasitisch in *Herpobdella* lebender Nematode ist *Myenchus bothryophorus* Schuberg & Schröder. Er kommt erwachsen im Bindegewebe, jung in den Muskelzellen der Egel vor.

4. Feinde. — Die Schar der natürlichen Feinde der Egel ist recht groß, wenn vielleicht auch wegen der relativ guten Schutzeinrichtungen dieser Gruppe kleiner als bei vielen anderen Würmern, wie etwa den Oligochäten. Tiere, die sich ausschließlich von Egeln ernähren, sind nicht bekannt. Jedoch dienen Hirudineen vielen Wirbellosen als Gelegenheitsnahrung (z. B. *Dytiscidae* und ihren Larven, Libellenlarven, Wasserwanzen und größeren Krebsen). Große räuberische Egel (z. B. *Haemopsis sanguisuga*) fressen auch ihre kleineren Klassengenossen. Viele Fische stellen Egel nach oder verschlingen sie gelegentlich. In den deutschen Süßwässern sind es besonders Barsch, Schleie und Aal, in deren Därmen nicht selten Egelreste, auch in größerer Menge, gefunden werden. Von manchen Meeresfischen kann man annehmen, daß auch sie diese Würmer nicht verschmähen. Frösche, Kröten, Molche und Schildkröten fressen auch gelegentlich Egel. Wasservögel, besonders wohl Reiherarten, mögen zuweilen größere Mengen von Egel vernichten. Es wird angegeben, daß sich die große Rohrdommel manchmal hauptsächlich von Hirudineen (wohl vorzugsweise *Haemopsis sanguisuga*) ernährt. Für Säugetiere, die im oder am Wasser nach Kleintieren jagen, wie Iltis, Nerz, Igel, Wasserspitzmaus und vielleicht auch Wasserratte, werden diese Würmer auch eine willkommene Beute bilden. Inwieweit der Mensch als Egel Feind zu betrachten ist, werden wir später sehen (s. S. VI. c 103/104).

Wirtschaftliche Bedeutung

Der Schaden, den Egel dem Menschen direkt oder indirekt zufügen, ist in manchen Gegenden oder unter

besonderen Umständen nicht unerheblich. Die tropischen Landegel (*Haemadipsa*) bilden in einigen Bezirken Zeylons und Hinterindiens eine gefährliche Plage, die nicht nur den Reisenden sehr lästig wird, sondern manche Gebiete für Menschen fast unbewohnbar macht, namentlich, da die Egel auch das Weidevieh gefährden. Besonders die europäischen Soldaten in den englischen Kolonialkriegen in Indien hatten schwer unter den Würmern zu leiden. Es sind Verwundete gefunden worden, die buchstäblich von den Egel n bedeckt waren; Todesfälle waren häufig. In den Mittelmeerländern kann die Hirudinide *Limnatis nilotica* eine Gefahr für den Menschen und seinen Viehbestand werden. Die Würmer gelangen beim Trinken aus natürlichen Gewässern durch Mund oder Nase in die Atemwege, in denen sie Blut saugen. Sie können dadurch schwere Komplikationen, nicht selten mit tödlichem Ausgang, herbeiführen. Nicht nur das Vieh ist sehr gefährdet — in S-Bulgarien sollen 1928 stellenweise 1.18% aller Rinder ihnen zum Opfer gefallen sein; sondern auch Menschen sind vielfach durch sie getötet worden (z. B. auch Soldaten während des Weltkrieges; nach SEYFARTH). Ähnliches kann auch mit *Hirudo medicinalis* vorkommen, wenn sie in die Atemwege gelangt, was gelegentlich eintritt. Auch dieser Egel stellt in manchen Gewässern eine rechte Plage dar, durch die der Aufenthalt im Wasser für Menschen und warmblütige Tiere sehr behindert wird (z. B. in der unteren Donau und einigen Seen Mazedoniens). Auch aus N-Amerika sind Fälle gemeldet worden, in denen Blutegel (hauptsächlich *Macrobdella decora*) das Baden in gewissen Seen unmöglich machten.

Die Egel schädigen die befallenen Menschen nicht nur durch die ihnen beigebrachten Wunden. Kinder oder geschwächte Personen können auch durch den Blutverlust bei Massenbefall ernsthaft gefährdet werden. Dazu kommt, daß manche der Würmer auch in dem Verdacht stehen, gewisse Krankheiten zu übertragen; so die in neuerer Zeit auch in Deutschland mehrfach gefundene *Haementeria costata* das sog. Überschwemmungsfieber.

Wirtschaftlicher Schaden kann auch durch den Entenegel *Proteclepsis tessellata* entstehen. Mehrfach hat er größere Bestände von Hausenten und -gänsen vernichtet. Die Fischegel können bei Massenauftritten auch in Wildgewässern viele Fische töten; doch wird dies wohl nur selten vorkommen. In der Teichwirtschaft dagegen ist der Schaden weit erheblicher. Bei den Herbstabfischungen sind Karpfen häufig von *Piscicola geometra* und *Hemiclepsis marginata* dicht besetzt (s. Fig. 25 A). Der Blutverlust, die Beunruhigung und sekundäre Infektionen durch Saprolegnien an den Wunden können die Fische, namentlich junge, sehr schädigen. Dazu kommt, daß die Egel Blutprotozoen übertragen (s. S. VI. c 101), die Anämie der Fische hervorrufen. Über Schädigungen mariner Fische ist nichts bekannt.

Wirksame Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Egelplage in natürlichen Gewässern sind kaum möglich. In Amerika hat man mit einem gewissen Erfolg versucht, durch Senkung des Wasserspiegels eines Sees während des Winters die im Uferschlamm überwinterten Egel ausfrieren zu lassen. Eine Methode, die aber nur selten anzu-

wenden und bei der großen Widerstandsfähigkeit der Würmer gegen tiefe Temperaturen (s. S. VI. c 70) wenig aussichtsvoll ist. Bei der Fischzucht in künstlichen Teichen wird Behandlung des Teichbodens mit Ätzkalk und Baden der befallenen Fische in 2½%iger NaCl-Lösung empfohlen. Außerdem kann durch Einsatz egelfressender Fische (Barsche) die Plage vermindert werden. Gegen die tropischen Landblutegel sucht man sich durch geeignete Kleidung zu schützen, ein nur sehr bedingter Schutz, da die Würmer mit größtem Geschick durch die kleinsten Lücken (Schuhösen) hindurchdringen. Angesaugte Egel werden durch Auftupfen von ätzenden oder sonst stark reizenden Stoffen (Zitrone, Salz) zum Loslassen gebracht. Auch Berührung mit einer brennenden Zigarette wird empfohlen. In Körperhöhlen eingedrungene Egel werden vom Arzt durch Narcotica (Kokaïn, Chloroformwasser) betäubt und mit der Pinzette ergriffen. Zuweilen ist Laryngo- oder Tracheotomie das einzige Mittel, den Parasiten aus den Atemwegen zu entfernen.

Der Nutzen, den die Egel dem Menschen heutzutage bringen, ist nur gering. Zwar verwenden die Fischer im Warthebruch *Haemopsis sanguisuga* als Köder für Aalschnüre (Vorder- und Hinterende werden abgeschnitten, damit die Würmer sich nicht von den Haken ziehen), und manche Egelarten werden von Wirtschaftsfischen als Gelegenheitsnahrung gefressen (s. S. VI. c 102). In der pharmakologischen Technik werden die gegen manche Gifte (z. B. Nikotin) äußerst empfindlichen Muskelpräparate von *Hirudo* (s. S. VI. c 90) als Testobjekte benutzt, und Blutegel zur Blutentnahme für wissenschaftliche und therapeutische Zwecke sind auch jetzt noch in Gebrauch. Von nennenswerter volkswirtschaftlicher Bedeutung dürfte diese Egelnutzung heute aber wohl kaum mehr sein.

Früher — besonders in der ersten Hälfte des XIX. Jahrhunderts — spielten die Blutegel aber eine sehr bedeutende Rolle in der Medizin, die auch wirtschaftlich stark ins Gewicht fiel. Die schon im Altertum geübte Blutentnahme durch Egel wurde — und wird auch noch — von den verschiedensten Völkern betrieben. Die benutzten Egelarten sind natürlich in den einzelnen Ländern verschieden: in Europa verwendete man außer *Hirudo medicinalis* auch den N-afrikanischen Dracheneigel *H. troctina* Johnson, in N-Amerika *Macrobdella decora* (Say), in Indien *Hirudinaria granulosa* (Savigny), *H. manillensis* (Lesson) und *H. javanica* (Wahlberg), in Japan *Hirudo nipponica* Whitman und in Mexiko den Rüsselegel *Haementeria officinalis* de Filippi.

Welche wirtschaftliche Bedeutung die Verwendung der Egel in den europäischen Ländern erlangte, kann man daraus ermesen, daß in den 30er Jahren des XIX. Jahrhunderts in London jährlich etwa 7 und in den Pariser Hospitälern 5 bis 6 Millionen Egel verbraucht wurden. 1827 wurden in ganz Frankreich 33 Millionen eingeführt. Die STÖLTERSche Blutegelzüchtereier in Hildesheim verschickte in den 60er Jahren jährlich fast 3½ Millionen Würmer (etwa ¼ davon nach Übersee), die je 100 Stück 3 bis 5½ Thaler kosteten. So ist es nicht zu verwundern, daß der Blutegelfang ein einträgliches Geschäft war, das von der Landbevölkerung in Form der „Blutegelernten“ ausgeübt wurde. Hierbei

wurden die Würmer von barfuß im Wasser stehenden Leuten mit den Pflanzen, an denen sie saßen, ans Land gebracht und die an den Beinen angesetzten abgesammelt. Auch wurden sie mit den ins Wasser gehaltenen nackten Beinen „geangelt“. In S-Rußland (am Don und Donez) wird auch heute noch von Frauen in ähnlicher Weise „geerntet“, wobei gelegentlich auch Todesfälle vorkommen (Zeitungsbbericht vom IV. 1933). Daß der Beruf als Wanderaufkäufer oder -fänger für Blutegel sich damals lohnte, ist verständlich. Leute aus den Vierlanden (Niedersachsen) sollen dieses Gewerbe bis weit nach Polen und Rußland hinein mit Planwagen ausgeübt haben.

Da dieser Raubbau bald zu einer Verknappung der Egel führte, entstanden an vielen Orten, namentlich in Deutschland und Ungarn, Blutegelzüchtereien (die z. T. noch bestehen), die den riesigen Verbrauch decken mußten. In Teichen oder auch in besonders hergerichteten Fässern, sog. Blutegelkolonien, wurden die Würmer gezüchtet. Näher auf diese Dinge einzugehen, ist hier nicht der Ort.

Schluß

Wenn zum Schluß ein Hinweis darauf gegeben werden soll, was bei den Egeln der Nord- und Ostsee noch besonders der Erforschung bedarf, so kann man wohl fast sagen: alles. Die meisten hier wiedergegebenen Tatsachen und Beobachtungen, namentlich ökologisch-physiologischer Art, beziehen sich auf Süßwasseregel, die zwar auch in das Brackwasser dieser Meere gehen, also auch zur Tierwelt der Nord- und Ostsee gehören, die jedoch mehr „Gäste“ dieser Lebensräume sind. Von den eigentlichen Meeresegeln wissen wir nur außerordentlich wenig. So halte ich die Erforschung der Lebensweisen dieser Tiere für eine nicht unwichtige Aufgabe der biologischen Meeresstationen.

Literatur

In dem folgenden Verzeichnis nenne ich einige zusammenfassende Arbeiten über Egel, aus denen zum größten Teil die Angaben dieser Bearbeitung geschöpft sind und in denen die wichtigste Literatur zitiert ist (*). Ein Literaturverzeichnis, in dem möglichst „alles“ erfaßt werden soll, ist für AUTRUMS, SCHLEIPS und meine Bearbeitung in BRONNS „Klassen und Ordnungen des Tierreiches“ in Vorbereitung und wird in absehbarer Zeit erscheinen. Außerdem sind einige speziellere Arbeiten, in denen *Piscicolidae*, die auch in der Nord- und Ostsee vorkommen, berücksichtigt werden, angegeben.

APÁTHY, S.: Systematische Streiflichter, I. Marine Hirudineen; in: Arch. f. Naturgesch., **54**. 1, p. 43—61; 1888.

— Analyse der äußeren Körperform der Hirudineen; in: Mitth. Zool. Stat. Neapel, **8**, p. 153—232; 1888.

*AUTRUM, H., K. HERTER, & W. SCHLEIP: Hirudinea; in: BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreiches, **4**, Abt. III. 2 (beginnt voraussichtlich 1935 in Leipzig zu erscheinen).

*BRANDES, G.: Hirudinei, Blutegel; in R. LEUCKART: Die Parasiten des Menschen; II. Aufl., **1**. 2; Leipzig 1886/1901.

HARDING, W. A.: A revision of the British Leeches; in: Parasitology, **3**, p. 130—201; 1910.

- *HERTER, K.: Fang, Pflege und Zucht der deutschen Süßwasseregel; in: ABDERHALDENS Handb. biol. Arbeitsmeth., Abt. IX, Tl. 2/II, p. 1577 bis 1618; 1930.
- *— Hirudinea; in: P. SCHULZES Biologie der Tiere Deutschlands, Lfg. 35, Tl. 12. b; 1932.
- JOHANSSON, L.: Bidrag till kännedom om Sveriges Ichthyobdellider; in: Akad. Afhandl. Upsala 1896.
- Die Ichthyobdelliden im Zoologischen Reichsmuseum in Stockholm; in: Öfvers. af K. Vet.-Akad. Förh., 55, p. 665—687; 1898.
- Hirudinea (Egel); in DAHLs Die Tierwelt Deutschlands, Tl. 15; Jena 1929.
- *SCRIBAN, J. A., & H. AUTRUM: Hirudinea-Egel; in KÜKENTHAL-KRUMBACHs Handb. d. Zool., 2. 2; Berlin 1928—34.
-