

zahlreich aber am Vorderende oder auch am Hinterende und deren Anhängen sowie an den Seitenrändern (Fig. 2, 5—7) in  $\pm$  symmetrischer Anordnung, oft zu Gruppen vereint. Bei Beschränkung des Cilienkleides auf die Kriechsohle (S. 20) bleiben sie erhalten.

b) Spezifische Strömungs-Sinnesorgane sind bisher nur

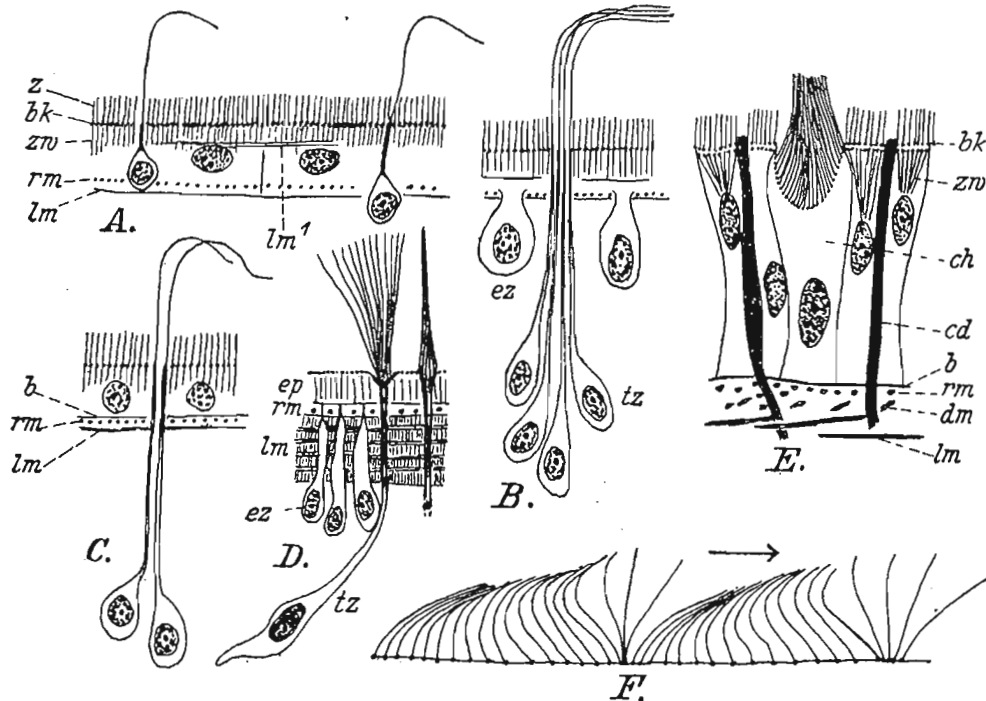


Fig. 75. Schematische Längsschnitte durch das Integument mit Hautsinnesorganen (A—E) und Schema der Cilienbewegung (F).  
 A *Palmenia tvaerminnensis* Luther (*Acoela*), B *Childia baltica* Luther (*Acoela*), C *Macrostomum* sp. (*Macrostomida*), D *Otoplana intermedia* du Plessis (*Proseriata*), Neapel, E *Cryptocelides loveni* Bergendal (*Polycladida*, *Polyposthiidae*), F *Maehrenthalia intermedia* Graff (*Byrsophlebiae*): A mit nicht oder schwach, B—D mit tief eingesenkten Tastzellen (tz), deren faserförmige Apikalenden je ein langes Tasthaar oder (D) eine aus Cilien verklebte Tastgeißel (die linke aufgelöst dargestellt) tragen, das Epithel in B und D ebenfalls eingesenkt (ez), in E eine Zelle (ch) des Körperandes mit apikalem Wimpergrübchen (? chemisches Sinnesorgan) und Ausführungsgänge zyanophiler Drüsen (cd); Cilien (z), deren Basalkörperchen (bk) und Wurzelfasern (zw); Hautmuskulatur in A und B zum Teil epithelial ( $lm^1$  und rm), sonst subepithelial unter der Basalmembran (b) gelegen. — F Cilien während ihres metachron-koordinierten Schlages fixiert (vgl. Fig. 76 C): es befinden sich weitaus mehr Cilien in den verschiedenen Phasen des weichen hakenförmigen Vorholens (Aufrichtens) als in denen des wirksamen schnellen Schlages (→ dessen Richtung), für den sie steif gemacht werden (nur wenige Cilien sind dargestellt!).  
 A, B, C und F nach LUTHER 1912 und 1936, D nach HOFSTEN 1918 kombiniert, E nach BOCK 1913.

für *Mesostominae* (*Mesostoma*, *Bothromesostoma*) in Form von 4 Paaren von Langstiftgruppen bekannt geworden, deren Stifte basal von eigenartigen Hüllen umgeben sind (Fig. 76).

c) Als Organe des chemischen Sinnes (Chemorezeptoren) dienen reich innervierte, ganz oder nahezu ganz rhabditenfreie, meist paarige und meist am vorderen Körperende gelegene Epithelbezirke mit nach Form und Funktion differenzierter Bewimperung, die oft zu seichten bis tiefen Grübchen oder Rinnen eingesenkt sind. Schon bei manchen *Acoelen* wird das Vorderende lateral oder ventro-lateral von

einem Sinnesstreifen (Sinneskante) umsäumt. — Bei vielen *Catenulida* und *Microstomida* ist ein Paar vielzelliger Wimpergrübchen, bei manchen *Cumulata* und *Proseriata* sind 1, selten 2 Paare, oder nur 1 unpaares terminales Grübchen (wie bei manchen Land-Tricladen) vorhanden (Fig. 7, 78, 89). Bei *Wasser-Tricladen* wird das Vorderende von mehreren (bis etwa 8) Paaren kleiner seichter Grübchen bzw.

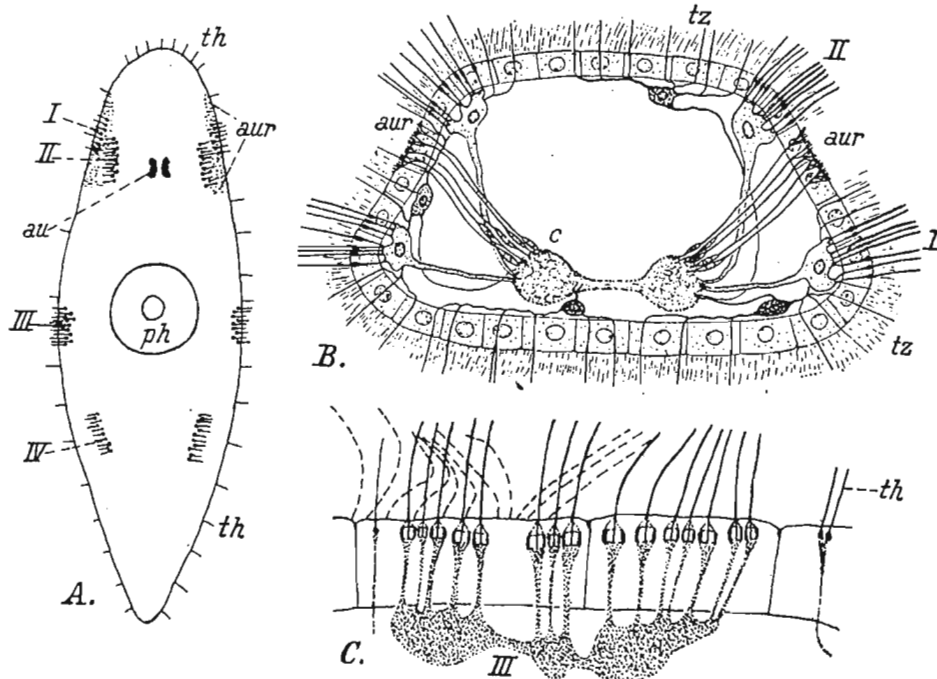


Fig. 76. Hautsinnesorgane von *Mesostominae* (*Mesostoma lingua* Abildg., *Bothromesostoma essenii* Braun): A Übersichtsbild, dargestellt nach dem Osmium-Toluidinblau-Verfahren nach GELEI, mit Tasthaaren (*th*), den Aurikularorganen (*aur*, Kurzstiftfeldern) und Strömungssinnesorganen (Langstiftgruppen), von denen die Paare I und III lateroventral, II und IV dorsolateral liegen. B Querschnitt vor den Augen (*au*), Verlauf der centripetalen Sinneszellfortsätze schematisiert, Zellkörper der Auricularorgane vielleicht nicht nur in der Nähe der Cerebralganglien (*c*), sondern auch subepithelial gelegen wie die der Strömungssinnesorgane und Tastzellen (*tz*). — C adoriales Strömungssinnesorgan (III) aus einem Längsschnitt, leicht schematisiert, Cilien gestrichelt dargestellt. 1200 : 1. — A nach MÜLLER 1936 und GELEI 1930 kombiniert, B und C nach GELEI 1930.

Sinnesfelder umgeben (Fig. 73); das hinterste Paar ist bei *Süßwasser-Tricladen* in Form gebogener Sinnesrinnen, der Aurikular-Sinnesorgane („Ohrflecken“) entwickelt, die sich bei hochdifferenzierten Arten als einziges Paar fast bis zur vordersten Körperspitze erstrecken (Fig. 82). Bei *Neorhabdoceola* entspricht ihnen 1 Paar nicht vertiefter Sinnesepithelstreifen (*Dalyelliidae*) bzw. bandförmiger, cilienfreier Kurzstiftfelder (Fig. 76: *Typhloplanidae*). Nach Entfernung dieser Organe z. B. durch Dekapitierung geht jedes Witterungsvermögen verloren. — Hierher gehören auch die den Vorderkörper mancher *Cumulata* umgebende quere Wimperrinne (Fig. 4 F, 100), weiter bei *Polycladen* quer- oder längsverlaufende Wimperrinnen sowie einzelne Sinneszellen mit langbewimperte apikaler Grube (Fig. 75 E). Das Frontalorgan (S. 21) wird auch mitunter als Organ des chemischen Sinnes (? Kontaktgeruch) angesprochen. Über

eine Differenzierung des chemischen Sinnes in einen Geruchs- und einen Geschmackssinn siehe S. 85.

d) Als Lichtsinnesorgane (Photorezeptoren) dienen meist im Parenchym gelegene, invertierte Pigmentbecherzellen, nur ausnahmsweise epitheliale Pigmentflecke (gewisse *Acoela*, *Microstomidae*). Erstere bestehen aus einem 1- bis mehrzelligen Pigmentbecher und einer oder wenigen, bei vielen *Tricladen* und *Polycladen* zahlreichen Sehzellen, deren distale, vom Lichteinfalle abgewendeten Teile, die Sehstäbchen oder Retinakolben, apikal oder peripher eine dichte, fibrilläre Längs- bzw. Radiärstreifung des Plasmas (Fig. 77), den

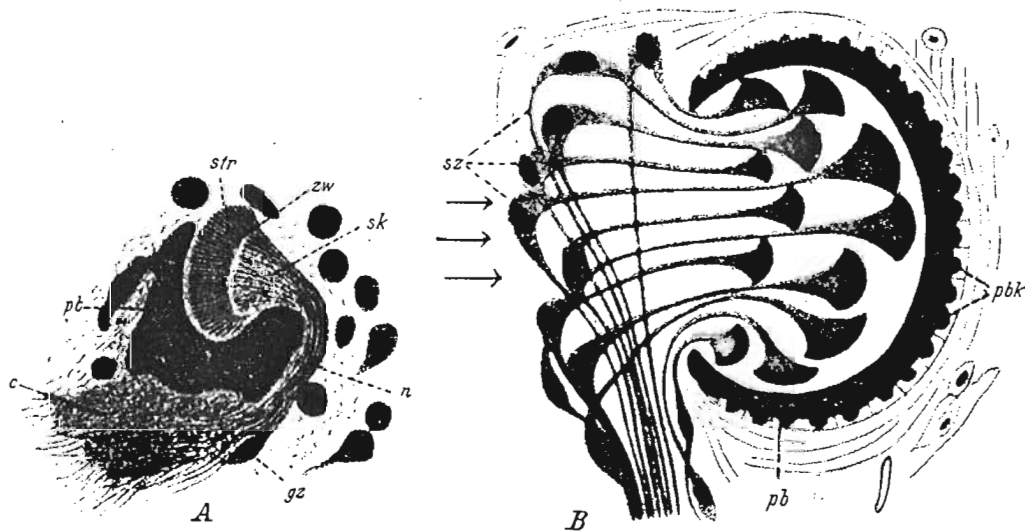


Fig. 77a. Längsschnitte durch Augen: *A* *Mesoostoma craci* Schmidt (*Typhloplanoida*) mit nur 1 Sinneskolben (*sk*), dessen apikale Plasmastreifung (*str*, „Stiftchenkappe“) vom Zellkörper durch eine Zwischenzone (*zw*) abgegrenzt ist; Sehnerv (*n*), Ganglienzellen (*gz*) und Fasersubstanz (*c*) des Gehirnes. — *B* *Euplanaria gonocephala* Dugès (*Tricladida-Paludicola*), mit zahlreichen Sinneskolben (*sz*, ihre Zellkörper) innerhalb eines vielzelligen Pigmentbeckers (*pb*, Kerne *pbk*). → Richtung des Lichteinfalles. Nach Hesse 1896.

„Stiftchen- oder Stäbchensaum“ zeigen (LEHMENSICK 1936). Bei *Polycladen* sind die Sehzellen oft epithelartig angeordnet. Übergänge zu konvertierten (reversen) Retinaaugen sind nur bei manchen *Land-Tricladen* bekannt. Meist und ursprünglich ist nur 1 Paar Augen vorhanden, das dem Gehirn anhängt oder in dieses  $\pm$  tief eingebettet ist und von ihm direkt innerviert wird; bei manchen *Cumulata* und *Neorhabdocoela* ist jedes Auge in 2 oder 3 zerfallen (Fig. 9 B, 36, 38). Bei einigen *Tricladida-Paludicola*, (vielen *-Terricola*) und allen *Polycladen* erhöht sich ihre Zahl sehr (Konvergenz) und kann bei den *Polycladen* mit dem Alter von mindestens 2 (= 1 Paar, bei Larven; Fig. 93, 99) bis auf Hunderte anwachsen, die teils in Gruppen über dem Gehirn oder auch an der Basis der Tentakeln liegen (Fig. 3), teils wie bei jenen *Tricladen* den Körpertrand vorn oder fast ringsum säumen und vom Hautnervenplexus innerviert werden. — Bei Meerestricladen entstehen durch Einlagerung einer stark lichtbrechenden, schleimig-gallertigen Substanz in die Membran, die die Öffnung des Pigmentbeckers als Fortsetzung seines Randes abschließt, eine  $\pm$  dicke linsenähnliche Bildung.

Auch bei gewissen *Neorhabdoceola* des Meeres gibt es Linsenbildungen oder die Sehkolben (Sehkolben) selbst sind stark lichtbrechend oder sie sind in einer stärker lichtbrechenden Flüssigkeit eingebettet (Fig. 9 C, 77 b).

Bei den in Sand oder Schlamm lebenden Formen kann bei Erhaltenbleiben der Sehzellen das Pigment fehlen, so bisweilen bei *Monocelis lineata*, konstant aber bei manchen *Otoplanen* (*Otoplana foliacea* u. a., Fig. 77 b), in deren Gehirnkapsel dorsal 1 Paar dicht nebeneinander lie-

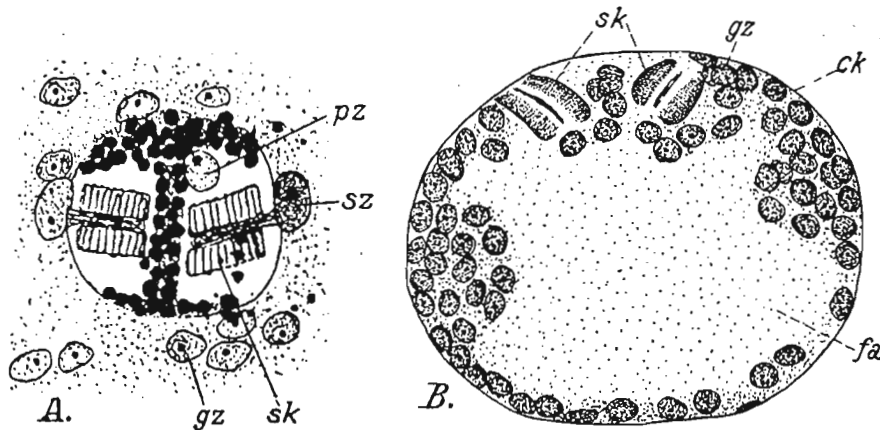


Fig. 77 b. Augen: A *Phonorhynchus helgolandicus* Meczn. (*Eukalyptorhynchia*, vgl. Fig. 24 B) mit 2 durch eine Pigmentscheidewand (pz, Pigmentzelle) geschiedenen, in einer lichtbrechenden Flüssigkeit eingebetteten Sehkolben (sk); 1030 : 1. — B *Otoplana foliacea* n. sp. (siehe Fig. 7 A), schiefer Querschnitt durch das Gehirn mit dem dorsal dicht unter der membranösen Gehirnkapsel (ck) liegenden Paar pigmentloser Sehkolben (sk), Fasersubstanz (fa), peripherer, jederseits verdickter Belag von Ganglienzellen (gz). — A nach MEIXNER 1925, B Original.

gender Sehkolben eingeschlossen ist; daß es sich tatsächlich um solche handelt, zeigt die im Sande der Strandzone lebende statocystenlose *Nematoplana*, bei der ein die beiden Sehkolben trennender, d. h. gegeneinander abschirmender Pigment-Doppelbecher noch vorhanden ist (Fig. 44). Viele *Acoela*, *Alloeocoela* und *Neorhabdoceola* des Sand-Biotopes sind aber wirklich augenlos (S. 134), von den *Cumulata* und *Kalyptorhynchia* etwas mehr als die Hälfte der Arten. Unter den *Polycladen* fehlen die Augen nur bei *Aceros typhlus* (und bei *Plehnia arctica*).

An Stelle von Augen hat *Stenostomum* 1 Paar eigenartiger, pigmentloser sogenannter „schüsselförmiger Organe“ (Fig. 78).

e) Ein Schweresinnesorgan in Form einer Statocyste kommt nur den *Acoela*, manchen *Catenulida* und den *Proseriata* mit Ausnahme der *Nematoplanidae* und *Bothrioplanidae* zu. Bei den *Acoela* ist sie gewöhnlich ringsum vom Gehirn umgeben (Fig. 1), bei den *Proseriata* aber dem Gehirn dicht vorgelagert oder in dieses vorn  $\pm$  tief bis völlig eingesenkt (Fig. 5—7; 55). Sie stellt ein kugeliges Bläschen dar, deren epitheliale Wand membranös und wimperlos ist und 2 bis zahlreiche Zellkerne enthält, die sich nach innen vorwölben. Der Statolith — bei *Nemertoderma* sind 2 vorhanden (Fig. 87) — ruht frei in einer klaren Flüssigkeit, ist meist kugelig oder oval, bei manchen *Proseriata* aber von viereckigem (Fig. 5 B) oder sechseckigem Umriß (*Coelogygnopora*, Fig. 6); seine Substanz ist optisch homogen, offenbar eine

kutikuläre Abscheidung, die aber bei den *Proseriata* so flüssig sein muß, daß sich an Schnitten vom Statolithen keine Spur erhält. Ein Gehalt an  $\text{CaCO}_3$  ist nicht nachweisbar. Dem Statolithen liegen vorn 1, 2 oder 3 Paare von Zellkernen („Nebensteinchen“) an, die den Statolithenbildungszellen zugehören.

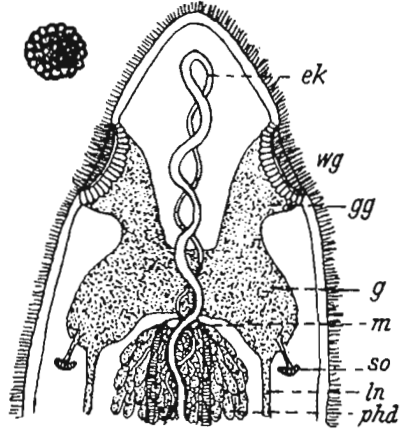


Fig. 78.

*Stenostomum leucops* Dugès (*Catenulida*), Vorderkörper nach Quetschpräparat: Gehirn (*g*) mit 1 Paar durch abgesetzte Ganglien (*gg*) innervierter großer Wimpergruben (*wg*) und 1 Paar schüsselförmiger, aus lichtbrechenden Kügelchen zusammengesetzter Organe (*so*, links oben in stark vergrößerter Flächenansicht), Pharynx simplex mit Drüsen (*phd*), unpaariger, medianer Hauptexkretionskanal vorn in den dünneren, „rücklaufenden“ und sich verzweigenden Kanal (*ek*) umbiegend. L. von Ketten mit 8 Zooiden bis etwa 5 mm. Nach OTT 1892 aus GRAFF 1909.

Für den durch Ausschaltversuche an Tricladen (KÖHLER 1932) wahrscheinlich gemachten Temperatursinn und Hautlichtsinn sind spezifische Re-

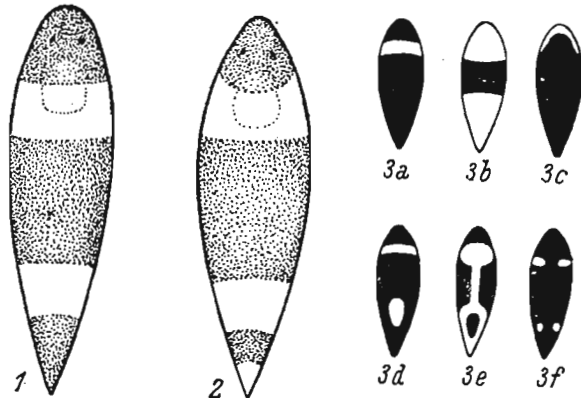


Fig. 79.

*Plagiostomum vittatum* Leuckart (vgl. Fig. 4 C): 1 und 2 Jungtiere aus dem Plankton von Helgoland, 3 a–3 f verschiedene Zeichnungstypen nach dem Leben. Pigment trüb kirschrot, feinmaschig (punktiert bzw. schwarz dargestellt), 1 häufigste Variante, von der sich z. B. 3 a durch Pigmentierung des hinteren hellen Querbandes ableitet usw.; es gibt auch Varianten wie 3 c mit heller Schwanzspitze und als Extrem solche mit Pigment auf dem ganzen Rücken. L. bis 2 (3) mm. 1–2 nach REISINGER 1934, 3 nach GRAFF 1882 und 1911.

zeptoren noch nicht nachgewiesen (siehe Physiologie!).

15. Variabilität. — a) Außer individueller Veränderlichkeit der Pigmentzeichnung besonders bei manchen *Polycladen* und *Cumulata* (Fig. 79) zeigt die Färbung mancher *Neorhabdocoela* ± ausgeprägte Standorts-Modifikation. So ist bei *Promesostoma marmoratum* das retikuläre, längsstreifige, sepia- bis schwarzbraune Mesenchympigment des Rückens, das die Individuen aus der Vegetationszone, dem Bottsand usw. schmückt, an den Tieren aus tiefer gelegenen Sandbiotopen sehr reduziert, nur in der Umgebung der Augen erhalten oder völlig geschwunden (*v. nudum*) und tritt die diffuse bräunlichrosa oder rotbraune basale Epithelfärbung stark hervor. Von *Promesostoma hamiferum* gibt es eine schwarzviolette (Bottsand) und eine hellgelbe Form ohne Mesenchympigment (Sand bei Bülk, S. 129), wie ähnlich bei den nahe verwandten atlantischen Arten *Promesostoma ovoideum* und *P. solea*. — Bei pigmentarmen oder pigmentlosen Turbellarien spielt für die Gesamtfärbung der Darminhalt die Hauptrolle und, da bei den *Polycladen* der Darm sich im ganzen Körper reich

verzweigt, wechselt ihre Färbung mit der aufgenommenen Nahrung, so besonders bei *Euryleptiden*, die wie *Cycloporus papillosus* mit Vorliebe Synascidien (*Botryllus*) oder auch Schwämme abweiden und je nach deren Färbung lebhaft gelb, rot, grün oder schwärzlich gefärbt erscheinen und damit zugleich die Farbe ihrer jeweiligen Umgebung annehmen; bei längerem Hungern blassen sie natürlich ab.

b) Neben Variabilität der Augenzahl bei *Polycladen* und vieläugigen *Tricladen* (*Polycelis* u. a.) gibt es z. B. bei *Monocelis lineata* in größerer Wassertiefe (z. B. Feinsand bei Schilksee) fast oder ganz pigmentlose Individuen ohne Augenpigment oder nur mit asymmetrischen Resten desselben. In der Form des Pigmentbeckers zeigen besonders manche *Cumulata* auffallende Variabilität.

c) *Cycloporus papillosus* ist gewöhnlich durch große kräftige Hautpapillen ausgezeichnet (S. 15). Diese sind aber an manchen Orten (z. B. Gullmarfjord, Trondhjemfjord, Mittelmeer) ganz winzig oder fehlen (*v. laevigatus*).

d) Bei *Provortex balticus* scheint die Größe des Pharynx an einem und demselben Orte stark zu schwanken, nach V. GRAFF von  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$  der Körperlänge.

e) Auffallend ist weiter bei *Notoplana atomata* eine Variabilität in der Gewebekonsistenz bei verschiedenem Tiefenvorkommen: Die Exemplare aus der Litoralzone sind ziemlich resistent, sogar transportfähig, die aus der Sublitoralzone schon viel zarter; die aus 100 bis 150 m Tiefe heraufgebrachten aber zerfielen sehr rasch und konnten bei vorsichtigster Behandlung nicht länger als 1 Stunde am Leben erhalten werden (BOCK 1913). Es sind offenbar Standortsmodifikationen analog jenen bei *Asterias rubens* oder Korallen.

f) Bei manchen *Neorhabdocoela* weisen die Kutikularbildungen des männlichen Kopulationsorgans sehr auffallende individuelle Variationen auf, die mancherorts vielleicht als Standortsmodifikationen oder Rassen auftreten. So scheint *Promesostoma marmoratum* in verschiedenen Biotopen der Ostsee im großen und ganzen konstante Varianten des Penisstilettes auszubilden (Fig. 80) und es wird zu erweisen sein, ob die aus dem Atlantik und seinen Nebenmeeren bekannten ähnlichen Varianten entsprechend biotop-gebunden sind. — Bei *Gyatrix hermaphroditus*, einer Art, die im Süß- und schwachsalzigem Brackwasser (bis um 6‰) eine bedeutendere Größe als in vollsalzigen Meeren erreicht (S. 119, Fig. 98), ist das Penis-Stilet der marinen Exemplare kürzer (etwa 110 bis 130  $\mu$ ) als bei denen aus Süßwasser (etwa 150 bis 170  $\mu$ ), der Ductus vaginalis ist bei jenen etwa 12  $\mu$  lang, bei diesen 20  $\mu$  und mehr, während die Stilettscheide bei jenen wie bei diesen ungefähr gleiche Länge (meist 40 bis 45  $\mu$ ) behält; doch gibt es in Brackwässern wahrscheinlich Übergänge.

g) Bei *Anaperus* nimmt die Zahl der Bursa-Mundstücke mit dem Alter (Wachstum) zu und variiert am erwachsenen Tiere  $\pm$  stark

(Fig. 1 D). — Worauf das Fehlen oder Vorhandensein einer Bursa bei *Polycystis robusta* (Fig. 63) beruht, ist nicht aufgeklärt.

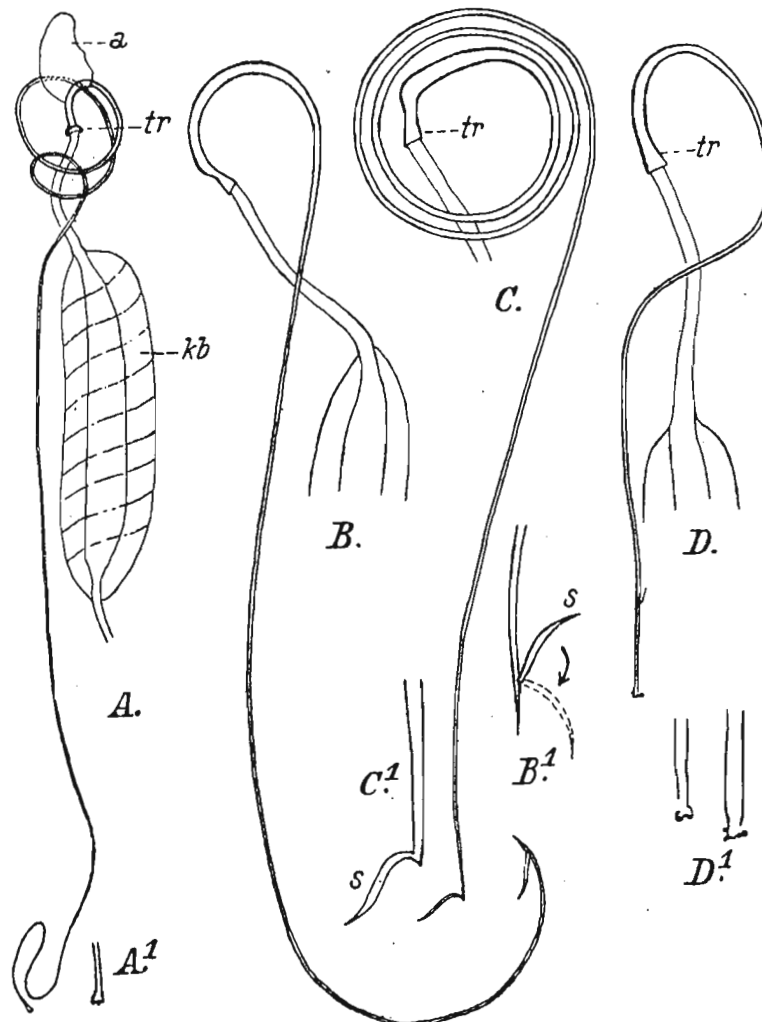


Fig. 80. *Promesostoma marmoratum* Schultz (Proxenetidae), Variabilität des Penis-Stilettes bei Exemplaren aus der Kieler Bucht: A Nebenfahrwassertonne A vor Bülk (mittelgrober Sand in 8 m Tiefe), kleine (bis etwa 1 mm lange) Tiere mit oft intensiv diffus braun-rosa gefärbter Epithelbasis, aber mit sehr spärlichem Mesenchympigment oder ohne solches, Stilet mit cuticularem lappenförmigem Basalanhang (a) und einfacher, etwas verdickter Spitze. — B und C Kolberger Heide (Bottsand) und Vegetationszone bei Strande (Feinsand), große (bis über 1.5 oder 2 mm) lange Tiere mit starkem schwarzbraunem, längsfaserigem Parenchympigment (Normaltypus!), Stilet  $\pm$  lang, in der Ruhe eng spiralg aufgerollt, ohne Basalanhang, vor der Spitze meist mit  $\pm$  beweglichem Sporn (s). — D Stoller Grund bei Eckernförde (Feinsand mit Rotalgen in etwa 16 m Tiefe), Tiere ähnlich wie in A, ihr Stilet aber ohne Basalanhang und mit kompliziert geformter Spitze (Knötchenbildung); Kornsekretbehälter (kb) mit starker Spiralmuskelhülle, trichterförmige Basis (tr) des Stilettes.  
A—D 250 : 1, A<sup>1</sup>—C<sup>1</sup> 500 : 1, D<sup>1</sup> noch stärker vergrößert. — Originale.

h) Bezüglich der verschieden starken Ausbildung der Nephridien siehe S. 97.

### Lebensäußerungen (Physiologie)

**A. Fortbewegung.** — Die Fähigkeit zu freiem Schwimmen mit Hilfe der Kraft koordinierten Cilienschlages, dem ursprünglichen Motor der Fortbewegung, ist fast allen Turbellarien bis zu einer Körperlänge von etwa 2.5 mm eigen,

also auch Jungtieren sowie den *Polycladen*-Larven. Auch die pelagisch lebenden, bis 2.6 mm langen Ketten von *Alaurina composita* schwimmen gewöhnlich senkrecht aufwärts, ebenso bisweilen die von *Stenostomum* und, allerdings sehr langsam, die bis 7 mm langen dünnen Ketten von *Microstomum lineare*. Reicht bei Zunahme des Körpervolumens die Kraft des Wimperschlages nicht mehr aus, da die Vergrößerung der Körperoberfläche in der 2., die des Volumens und damit des Gewichtes in der 3. Potenz erfolgt, dann geht ihr oft mit einer Rotation um die Längsachse oder auch mit einer Schraubendrehung verbundenes Schwimmen in ein Gleiten ohne Rotation auf der Unterlage über, das vor allem durch den Schlag der ventralen Wimpern zustandekommt (Wimperkriechen) und durch gleichzeitige Abscheidung von Schleim zur Verminderung der Reibung (Ausgleichen von Unebenheiten) erleichtert wird. Es kann so zu einer Beschränkung der Wimpern auf das Vorderende und die Bauchseite oder eines Teiles derselben kommen (S. 20). Bei weiterer Größenzunahme (*Seriata*) wird das Wimperkriechen unterstützt durch kleinste, makroskopisch nicht sichtbare, unregelmäßig rasch nacheinander von vorn nach hinten laufende Wellen, die durch abwechselnde Kontraktion und Streckung der Ring- und Längsfasern der ventralen Hautmuskulatur, vielleicht auch unter Mitwirkung der dorsoventralen Muskeln entstehen, wobei erythrophiles Sekret von Klebdrüsen (Haftzellenring der Tricladen, Fig. 19, 74) eine innige Verbindung mit der Unterlage herstellt. Man kann elektiv durch Zusatz von *LiCl* den Cilienschlag, durch Zusatz von *MgCl<sub>2</sub>* die Muskulatur ausschalten (lähmen) und daraus ersehen, inwieweit jener oder diese bei der Fortbewegung beteiligt ist: Bei kleinen bzw. jungen Turbellarien, z. B. *Acoela*, wird sie durch *LiCl*, bei großen *Tricladen* durch *MgCl<sub>2</sub>* gehemmt. Bei über 1 oder 2 cm langen Arten, also vielen *Tricladen* und *Polycladen*, scheint der Cilienschlag von nur ganz untergeordneter Bedeutung, ihr langsames Gleitkriechen daher rein muskulärer Natur zu sein. — Durch die Gleitbewegung wird eine Geschwindigkeit bis zu 2 oder 3 mm in der Sekunde erreicht.

Der Cilienschlag ist in der Regel stereotyp von vorn nach hinten gerichtet, dauert auch am ruhenden oder narkotisierten Tier fort, einen nach hinten gerichteten Wasserstrom erzeugend, ist also anscheinend weder direkt noch indirekt (durch die Hautmuskulatur) dem Nervensystem unterstellt. Die Schwimm- oder Gleitbewegung ist dann stets nach vorwärts gerichtet: Cilio-irregulatorischer Typus. Dazu im Gegensatz vermögen *Catenuvida* (*Stenostomum*) beim freien Schwimmen den Schlag der Cilien umzukehren und dadurch in der Richtung der verlängerten Körperachse rückwärts zu schwimmen oder auch die Cilienbewegung teilweise (z. B. bei Wendungen an der Krümmungsseite) oder vollständig (in der Ruhe) einzustellen, ähnlich wie *Paramaecium*, jedoch im Zusammenhange mit muskulären Körperbewegungen. Diese koordinierte Regulierung geht offenbar vom Nervensystem aus, das den Cilien und den Hautmuskeln unabhängig voneinander motorische Impulse zusendet und deren Arbeit willkürlich modifiziert; denn bei Ausschaltung des Nervensystems durch Narkotika ver-



liert *Stenostomum* diese Regulationsfähigkeit und schlagen die Cilien dann völlig automatisch gleichförmig und ununterbrochen stereotyp etwas schräg nach hinten und erzeugen eine dauernde Vorwärtsbewegung unter langsamer Rotation um die Längsachse, bei Ventralkrümmung des Vorderendes unter Spiraldrehung: Cilio-regulatorischer Typus.

Neben der Gleitbewegung gibt es noch andere Bewegungsformen: Spannendes Kriechen nach Egelart wird vornehmlich von Turbellarien mit Haftorganen (S. 22) ausgeführt. Sie werden gewöhnlich durch stärkere Reize ausgelöst, stellen Fluchtreaktionen dar und gehen  $\pm$  bald wieder in Gleiten über. Bei *Dendrocoelum lacteum* (Fig. 81) folgt auf Reizung des Vorderkörpers eine einzige starke, sehr

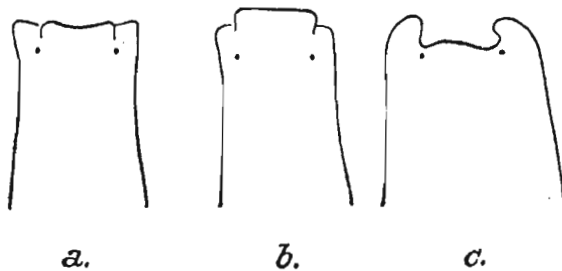


Fig. 81.  
*Dendrocoelum lacteum* Müller (siehe Fig. 43),  
Verhalten des Vorderendes bei der  
spannenden Fortbewegung:  
a in ausgestrecktem, noch nicht befestigtem  
Zustande, b Anheften unter Vorwölben der  
Saugscheibe, c Einbuchten des Stirnrandes  
(Zurückziehen der Saugscheibe)  
beim Nachziehen des Körpers.  
Nach STEINMANN-BRESSLAU 1913.

schnell über den ganzen Körper hinlaufende Kontraktionswelle der Längsmuskulatur, wobei sich die Saugscheibe des Kopfes anheftet und der Hinterkörper nachgezogen wird; die folgende Verdünnungswelle der Ringmuskulatur schiebt sodann nach Ablösen der Saugscheibe den Körper nach vorn. Starke Reizung am Vorderende, so auch Dekapitierung, führt zu Ausweichbewegungen nach der Seite hin, aber höchstens in geringem Maße zu einer nach rückwärts

gerichteten Spannbewegung, die auch durch räumliche Einengung ausgelöst werden kann.

Manche *Polycladen*, besonders manche *Leptoplaniden*, zeigen, stark gereizt, spannende Bewegung, und zwar eine ditaxische, bei der sie ihre Körperhälften abwechselnd vorschieben, d. h. den seitlichen Kopfrand der einen Hälfte von der Unterlage loslösen, vorsetzen und diese Körperhälfte dann nachziehen, so auch beim Kriechbeginn. Viele *Polycladen*, besonders *Leptoplaniden* (so *Stylochoplana*) werden durch starke Berührungsreize zu freiem Schwimmen durch muskuläre vertikale Schlangelbewegung ihres platten Körpers veranlaßt, die der der Kieferegale gleicht, und zwar stets von der Kriechbewegung aus, niemals von der Ruhe. Hierbei gehen die Wellen (2 bis 3 Wellenberge sichtbar) vom erhobenen Vorderende aus und erheben schließlich den ganzen Körper ins freie Wasser; namentlich großen, platten *Polycladen* genügen schon undulierende Bewegungen der Seitenteile des Körpers, um vorzüglich schwimmen zu können.

Besonders mannigfaltige Anpassungen zeigt die Fortbewegung der Sandbewohner im Zusammenhang mit ihrer Körperform: Förmliches Laufen auf den ventralen, anscheinend thigmotaktisch starr gehaltenen, gesteiften Cilien zeigen z. B. die *Otoplanen* und ähneln hierin den

*Gastrotricha*. Bei Reizung des Vorderendes durch Berührung ziehen sie unter Anheftung des Hinterendes ihren Körper blitzartig zurück; spannendes Kriechen ist häufig (S. 135). Größere, im gestreckten Zustande oft über 2 cm lange *Proseriata* haben einen faden- oder bandförmigen Körper (Fig. 6, 21 A<sup>1</sup>), der sich bei gleichmäßigem Gleiten durch die Spalträume zwischen den Sandkörnern außerordentlich zu verdünnen und zu strecken vermag (Fig. 6 D, 7 B); überdies können diese Arten sich unter extremer Verdünnung durch tief einschneidende Kontraktion ihrer starken Hautringmuskeln durch enge Klüfte durchzwängen, indem durch nachfolgende Verkürzung und Verdickung ihres Körpers durch Kontraktion der oft mehrschichtigen Längsmuskulatur das verdünnte Stück förmlich durch die Kluft gezogen wird. In schroffem Gegensatze dazu steht die mit der fadenförmigen *Otoplana filum* nahe verwandte, blattförmige *Otoplana foliacea* aus dem Schell (Fig. 7 A). Im freischwimmenden Jugendzustande hat diese Art noch eine ziemlich schlanke Körperform und kommt auch hinsichtlich der Kontraktionsfähigkeit der Mehrzahl der in der Jugend sehr schlanken Otoplana nahe; beim Wimperkriechen ist sie aber fast formbeständig und bewegt sich mit einem durch kurze Pausen unterbrochenen Gleiten (Laufen), also in kurzen Sätzen, von Schellstück zu Schellstück, und ebenso an der Glaswand der Aquarien, z. B. gelegentlich positiv geotaktischer Bewegungen (S. 86). Bei starker Beunruhigung heftet sie sich unter Annahme einer breit ovalen Blattform an die Unterlage (Fig. 16 C) und vermag bei Reizung mit den Seitenteilen des Körpers eigenartig wellenförmig zu wippen; ihre Hautmuskulatur ist ziemlich schwach.

Die motorischen Impulse gehen sowohl bei der cilio-regulatorischen als auch bei der cilio-irregulatorischen Fortbewegung, beim freien Schwimmen ebenso wie beim Kriechen gewöhnlich vom betreffenden gereizten Teile des Hautnervenplexus aus, nicht aber vom Gehirn, da nach dessen Ausschaltung (z. B. durch Abschneiden des Vorderendes) die Befähigung zu koordinierten Bewegungen erhalten bleibt; nur bedarf es zu ihrer Auslösung zuweilen stärkerer Reize. Für die ditaxische Spannbewegung der *Polycladen* jedoch scheinen die Gehirnganglien durch die Längsnerven Antriebe zu geben, da jede Gehirnhälfte nur die zugehörige Körperhälfte beherrscht und nach halbseitiger Gehirnexstirpation dann eine Kreisbewegung erfolgt (OLMSTED 1922). Ebenso ist für die spontane Auslösung ihres muskulären Schwimmens ein unverletztes Gehirn erforderlich. Das hochdifferenzierte Gehirn der *Polycladen* (S. 72) mit den ihm unmittelbar zugeordneten Sinnesorganen spielt also nicht bloß die Rolle eines durch besonders niedrige Reizschwelle ausgezeichneten Lokomotionszentrums, eines Reizschwellenerniedrigers (MOORE), so daß am gehirnlosen Tier durch einfache Verstärkung des Reizes (mechanische Reizung der Gehirnnervenstümpfe, physiko-chemische Reizung durch Phenol, KCl usw.) im Wege des Hautnervenplexus dieselben Reaktionen zu erzielen wären wie am intakten Tiere. Dies gilt nach LEVETZOW (1936) bestenfalls für die allereinfachsten Bewegungsreaktionen, nicht aber für die zusammen-

gesetzten, orientierten, polarisierten spontanen Bewegungen, die sicher vom Gehirn beherrscht sind, so z. B. für den echten Umdrehreflex (siehe S. 85 b: Thigmotaxis).

Die manchen Süßwasser- (und Land-)Turbellarien eigene Fähigkeit, sich mit einem Schleimsekret-Faden von einem höhergelegenen Ort, z. B. von der Wasseroberfläche oder einer Pflanze, auf einen tiefergelegenen herabzulassen bzw. sich an dem Faden im Wasser schwebend zu erhalten, ist von Meeres- und Brackwasser-Turbellarien bisher nicht bekannt.

### B. Reaktionen auf Reize (Sinnesleben).

a) Namentlich bei der Kriechbewegung wird das oft in besonderer Weise umgestaltete Vorderende von der Unterlage abgehoben und ununterbrochen nach allen Seiten hin bewegt, Suchbewegungen, die offenbar der T a n g o- und der C h e m o r e z e p t i o n dienen. Während der Nahrungsaufnahme und während der Kopula tritt oft weitgehende Gleichgültigkeit gegenüber mechanischen Reizen ein. — Über die betreffenden Sinnesorgane siehe S. 73—75. Im besonderen sei auf die Funktion der A u r i k u l a r - S i n n e s o r g a n e der *Tricladen* (Fig. 82)

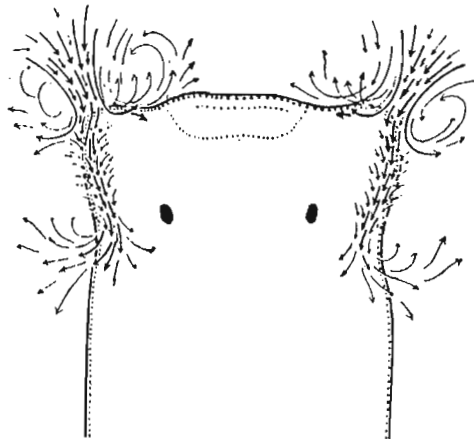


Fig. 82.

*Dendrocoelum lacteum* Müller,  
Funktion der Aurikular-  
organe: Die Wimper des Kopfes  
schlagen zu beiden Seiten seiner  
Vorderecken entgegengesetzt und  
erzeugen jederseits 2 Wirbel, aus deren  
Zusammenwirken sich jederseits ein  
Saugstrudel ergibt, der die Wasser-  
teilchen mit großer Beschleunigung in  
die Rinnen der beiden Aurikularorgane  
befördert. — Nach STEINMANN 1929.

eingegangen, deren bewimperte Sinnesrinne, wie die Wimpergrübchen anderer Turbellarien, aus weitem Umkreise Wasser mit suspendierten Teilchen, so auch Riech- und Geschmacksstoffen, heranbefördert, das sodann durch den nach außen gerichteten Schlag der Wimpern auf den beiden die Rinne begrenzenden Wülsten wieder herausgeführt wird. Auf diese Weise entstehen entlang der Rinne 2 Saugstrudel, durch die eben das Wasser mit großer Geschwindigkeit in die Rinne angesaugt wird, suspendierte Teilchen, im Versuche Karmin oder Tusche, in ihr vorübergehend verdichtet werden und an ihrem Hinterende wieder austreten. Weicht nun die Kriechrichtung des Tieres von der Richtung des von der Beute ausgehenden Diffusionsgefälles der chemischen Reiz-

stoffe ab, so werden offenbar die beiden Aurikularorgane ungleich stark gereizt und wird das Tier, wenn es chemorezeptorisch gestimmt ist, seine Bewegungsrichtung durch Suchbewegungen solange ändern, bis die Organe beider Seiten gleich stark gereizt werden. So wird das Tier tropo-chemotaktisch zu seiner Beute hin geleitet. Durch vitale Methylviolett-Färbung können diese Organe vorübergehend in ihrer Leistungsfähigkeit herabgesetzt werden, da der Farbstoff in den Rinnen durch Sekret festgehalten wird. — Die W i m p e r g r u b e n von *Stenostomum*

(Fig. 78) beherrschen alle Phasen des Nahrungserwerbes, vom chemischen Alarm über ausgesprochen tropochemotaktische Fernorientierung bis zur Nahrungsaufnahme. Bei *Phaenocora* (*Typhloplanidae*) geht die Fernorientierung von den Kopfseiten aus, entsprechend den Aurikularorganen der *Tricladen*, während sein Vorderrand wahrscheinlich nur die Orientierung auf ganz kurze Entfernung, die Nahrungsprüfung sowie die Auslösung der Pharynx-tätigkeit besorgt. Auch die *Tricladen* nehmen diese Prüfung mit der Vorderrandmitte vor; doch scheint ihr Pharynx auch ohne jene vorhergehende Prüfung zugreifen zu können. Bei *Bothromesostoma* (*Mesostominae*) wird die chemotropotaktische Fernorientierung (Alarm, Suchen und Finden der Beute — Geruch) allein von den hinteren, bei *Bothromesostoma essenii* in die Seitenfurchen des Körpers hineinreichenden Hälften der aurikularen Kurzstiftfelder ausgelöst, die Nahorientierung (Prüfen der Nahrung unter Berührung, Wahrnehmung von Geschmacksstoffen) aber wohl hauptsächlich von ihren vorderen Hälften, die eben wegen ihrer freien Lage an den Kopfseiten hierfür besonders geeignet erscheinen; von diesen gehen auch die Impulse zur Ausstülpung des Pharynx und zur Aufrechterhaltung seiner Saugtätigkeit aus. Demgemäß finden die Tiere nach Entfernung der vorderen Hälften zwar die Nahrung, prüfen sie aber nicht und nehmen sie auch nicht auf; nach Entfernung der hinteren aber wird sie nach Berührung geprüft und gefressen, jedoch auf die Ferne nicht gefunden. Ob an den Feldern eine scharfe Trennung in eine nur riechende und eine nur schmeckende Zone besteht, ist nicht sicher erwiesen. Der Pharynx scheint nur auf Reizung der Aurikularfelder (vordere Hälfte), nicht auf direkt ihn treffende chemische Reize hin als Schluckorgan in Tätigkeit zu treten, vermag jedoch nach Ausstülpung das Diffusionszentrum von Köderstoffen, physiologischer Kochsalzlösung und anderen nicht abschreckenden Stoffen gut zu lokalisieren, d. h. aus jeder Körperlage heraus mit seiner Spitze wohlgezielt in sie einzutauchen, ebenso wie der Planarien-Pharynx (MÜLLER 1936).

b) *Thigmotaxis*. — Die Erscheinung, daß auf dem Rücken zu liegen kommende *Tricladen* oder *Polycladen*, überhaupt  $\pm$  abgeplattete Turbellarien, ihre Kriechsohle durch schraubenartige, stets vom Vorderende ausgehende Wendung unter gleichzeitig einsetzender Kriechbewegung reflektorisch wieder mit der Unterlage in flächenhafte Berührung bringen, wird offenbar durch Thigmotaxis vermittelt, die somit auf der Rückenseite negativen, auf der Bauchseite positiven Charakter hat. Dieser vom Gehirn ausgelöste echte Umdreh-Reflex hat mit Geotaxis nichts zu tun, da die Tiere oft an der Unterseite von Steinen, Blättern oder des Wasseroberflächenhäutchens mit nach unten gekehrtem Rücken in normaler Weise kriechen. Ein Umdrehen tritt auch an gehirnlosen Teilstücken aus verschiedenen Körperregionen ein, beginnt jedoch an der zufällig zuerst mit dem Boden in Berührung kommenden Stelle der Bauchseite (echte positive Thigmotaxis; LEVETZOW 1936). — Man kann die Thigmotaxis von am Oberflächenhäutchens des Wassers kriechenden Tieren durch Übersichten mit oberflächen-aktiven Stoffen (Herabsetzung der Oberflächenspannung) un-

möglich machen; dann sinken sie sofort ab, gegebenenfalls nur der Körperteil, der mit jenen Stoffen in Berührung gekommen ist (FISCHER & DUVAL 1926). Auf positiver Thigmotaxis beruht offenbar auch das durch mechanische Reize bewirkte Anheften an der Unterlage mit den Haftorganen, die bei vielen Formen aus dem Meeressande den Körper rings umgeben (Fig. 11, 21, 22). Über thigmotaktische Cilien-Reaktion siehe S. 82.

c) Positive Rheotaxis ist bislang nur für wenige Turbellarien, meist *Tricladen* des Süßwassers, nachgewiesen. Ihre Strömungsempfindlichkeit nimmt von vorn nach hinten stark ab und ist im Bereiche der Aurikularsinnesorgane am größten, so daß diesen Organen neben ihrer chemotaktischen Leistung vielleicht auch eine rheotaktische zukommt. — Auch von den Strömungssinnesorganen der *Mesostominae* (S. 74) sind die beiden vorderen Paare (Fig. 76 I und II) weit aus die führenden, und zwar bewirkt das vorderste lateroventrale Paar I nur die Kopfsteuerung, während die 2 hinteren Paare (III und IV) die beiden vorderen unterstützen, allein aber nicht imstande sind, sie zu ersetzen. Vielleicht werden die ziemlich steifen, die Cilien weit überragenden Stifte durch die relative Bewegung des Wassers gegenüber dem Körper gereizt (GELEI 1930).

d) Über Thermotaxis weiß man bei den Turbellarien des Meer- und Brackwassers nichts. Sie sind wahrscheinlich meist  $\pm$  eurytherm (S. 122). — *Mesostoma lingua* verträgt bis 42° C Wärme.

e) Geotaktische Bewegungen sind nur an mit Statocysten versehenen Turbellarien sichergestellt. So sammelt sich *Convoluta roscoffensis* im unbewegten Wasser seichter Ebbetümpel (Ärmelkanal) in ungeheuren Mengen über der Oberfläche des Sandes an, die als spinatgrüne, nach Trimethylamin duftende Flecke bisweilen über 200 m<sup>2</sup> bedecken (siehe Phototaxis!); schon bei leichter Erschütterung, so bei Einsetzen der Flut, lassen sie sich sofort zu Boden sinken und ziehen sich in tiefere Schichten des Sandes zurück. Ebenso begeben sich *Otoplanen*, die an der Glaswand des Aquariums hochgekrochen sind, auf Erschütterung hin sofort reflektorisch in den Sand, und zwar auf beliebig geneigten Ebenen stets möglichst senkrecht, also auf dem kürzesten Wege: positive Geotaxis. Beim Aufwärtskriechen jedoch orientiert sich *Otoplana* wie ein statocystenloses Tier, d. h. sie vergrößert mit der Zunahme des Neigungswinkels der Krieebene auch den Winkel ihrer Kriechbahn mit der Horizontalen, so daß sie, wenn die Krieebene senkrecht steht, in der Regel senkrecht aufwärts kriecht. Jenes positiv-tropogeotaktische Orientierungsvermögen, das offenbar Fluchtreaktion vermittelt, ist an das Vorhandensein der Statocyste geknüpft; denn nach deren experimenteller Entfernung erfolgt sie nicht mehr. Bei sehr schwacher Erschütterung dauert die positive geotaktische Bewegung aber nur kurz an: Die *Otoplanen* drehen sich bald wieder um und sind „negativ geotaktisch“. Daß die Schwerkraft als Zugkraft wirkt, ergibt sich daraus, daß jene *Convoluten*, wenn sie

gleichzeitig der Wirkung einer Fliehkraft ausgesetzt werden, sich deutlich in der Resultierenden bewegen (FRAENKEL 1929).

f) Lichtsinn. — Nach an *Tricladen* des Süßwassers angestellten Versuchen wird die Orientierung auf Lichtreize einerseits durch die Haut („Hautlichtsinn“), andererseits durch die Augen (S. 76) vermittelt, und zwar werden von jener wie von diesen 2 Richtmechanismen ausgelöst, die phobische und die topische Orientierungsweise. So wirken bei der phobischen Orientierung zum Dunkeln im auffallenden Lichte die vorwiegend an die Augen gebundenen Schreckreaktionen an der Dunkel-Hell-Grenze, z. B. beim Übertritt von einer dunklen auf eine helle Unterlage bei reaktionslosem Übertritt in entgegengesetzter Richtung, mit der zum größeren Anteil dem „Hautlichtsinn“ zuzuschreibenden Photokinese zusammen. Diese äußert sich darin, daß die Tiere im Dunkeln größere Neigung zur Ruhe haben, durch Belichtung (Übertragung ins Helle) ebenso wie durch Steigerung der Lichtintensität aber zum Kriechen bzw. zur Vergrößerung der Kriechgeschwindigkeit angeregt werden. Bei Licht von konstanter Stärke finden sie durch ungeordnete, phobisch orientierte Suchbewegungen (Versuch und Irrtum) offenbar auf Grund feiner Unterschiedsempfindlichkeit für abgestufte Lichtstärken (Lichtgefälle) unter allmählichem Schwinden der Photokinese schließlich die jeweils dunkelste(n) Stelle(n) — nach Ausschaltung der Augen auch allein mit Hilfe des Hautlichtsinnes — und kommen dort zur Ruhe. Die photokinetischen Bewegungen geköpfter Tiere sind aber gegenüber denen normaler oder nur geblendeter verringert. — Entsprechend dem allgemeinen, von vorn nach hinten absteigenden Stoffwechselgefälle (Axialgradienten) erscheint nämlich das Vorderende photokinetisch am empfindlichsten, d. h. wenn die Photokinese durch photochemische Umsetzungen ausgelöst wird, würden diese im Vorderende am größten sein. Die größere Lichtempfindlichkeit desselben bedingt ein allerdings in der Richtung nur ungenau bestimmtes Abwenden und Wegkriechen von einer Lichtquelle, also eine der negativen, durch die Augen ausgelösten Phototaxis entsprechende Reaktion, wie geköpfte oder geblendete und ebenso von Natur augenlose Turbellarien (S. 77) zeigen, und zwar kommt bei pigmentlosen Arten (*Dendrocoelum lacteum*) der Haut ein größerer richtender Anteil, größere Sensibilität zu als bei pigmentierten (*Euplanaria*). — Nach Versuchen an *Euplanaria*, *Polycelis nigra* und *Dendrocoelum lacteum* findet im Körper eine starke Lichtabsorption statt, die bei den pigmentierten Arten aber nur wenig erhöht ist (geringe Schutzwirkung des Pigmentes!). Die Durchlässigkeit des Körpers ist für kurzwelliges Licht (Blau, Violett, langwelliges Ultraviolett) am größten; stärker wird bereits Gelb und Gelbgrün sowie das kurzwellige Ultraviolett (unter 300  $\mu$ ) zurückgehalten (MERKER & GILBERT 1932). Ob und inwieweit diese Verschiedenheiten bei der Photokinese bzw. bei der Orientierung mit Hilfe des Hautlichtsinnes mitwirken, ist unbekannt.

Weitaus genauere und raschere topische Orientierung wird durch die Augen vermittelt. Sie befähigen zum Richtungs-

sehen, bei vieläugigen Arten auf Grund dieses Richtungssehens der Einzelaugen vermutlich auch zum Bewegungssehen, indem vorbeischwimmende Objekte oder ihre Schatten der Reihe nach je nach der Bewegungsrichtung verschiedene Ozellen erregen. Infolge der selbst bei höchster Differenzierung verhältnismäßig geringen Zahl der Sehzellen kommt es aber wohl nie zu einem Bildsehen. — Geköpfte oder geblendete Tiere erhalten erst nach Regeneration der Augen die alte Sicherheit in der Orientierung zum Lichte wieder und zwar bessert sich das topische (und ebenso das phobische) Orientierungsvermögen allmählich und stetig, noch bevor die Regeneration der Augen durch Pigmentierung äußerlich sichtbar geworden ist, offenbar durch Neubildung von Sehzellen im noch unpigmentierten Auge.

Auf einseitige waagerechte Belichtung reagieren zweiäugige Turbellarien meist durch Abwenden von der Lichtquelle in der Richtung des Lichteinfalles (negative Phototaxis), und zwar viel genauer als geblendete oder augenlose vermöge ihres Hautlichtsinnes. Diese Reaktion hat in der bilateral-symmetrischen Stellung und im Bau der Augen ihre Voraussetzung. Die Pigmentbecher mit ihren  $\pm$  weiten Öffnungen sind im allgemeinen nach vorn und seitwärts oben gerichtet, so daß die Sehfelder der Augen getrennt sind und beide Augen bestenfalls durch von vorn und oben einfallendes Licht gleichzeitig gereizt werden können. Wahrscheinlich setzen überdies meist nur solche Strahlen einen Reiz, die die Sehzellen annähernd in ihrer Längsachse treffen, so daß schon Augen mit wenigen, z. B. 2 oder 3 Sehelementen, die miteinander stets Winkel einschließen, zum Richtungssehen geeignet erscheinen, gar wenn sie durch eine Pigmentwand geschieden sind oder Zerfall in Einzelaugen eingetreten ist (Fig. 24 B, 27, 36, 77 b A). In Augen mit zahlreichen,  $\pm$  radiär gestellten Sehzellen würden diese dann je nach der Lichtrichtung gruppenweise gereizt werden und damit ein verfeinertes Richtungssehen ermöglichen. Vielleicht wird dieses auch durch Linsenbildungen verbessert, die anscheinend auf marine Arten beschränkt sind (S. 76). — Die negative Phototaxis kann man als tropotaktische Reaktion mit der Vorstellung erklären, daß, solange eine (asymmetrische) Reizung eines der beiden Augen andauert, von diesem Impulse der Längsmuskulatur der anderen Körperseite zufließen, deren Kontraktion dann zu tropotaktischem Wegkrümmen vom Lichte und zum Wegkriechen in der Richtung des Lichteinfalles führt, bis, gewöhnlich nach einigem leichten Hin- und Herpendeln, beide Augen von hinten her gleich wenig oder gar kein Licht empfangen (Fig. 83). — Weiter wird zu erweisen sein, ob die an *Euplania maculata* Leidy nach einseitiger Blendung beobachtete Reaktion — Umwenden nach der augentragenden Seite, wenn allein die Sehzellen des hinteren Augenrandes gereizt werden — größere Verbreitung hat. — Auf ventrale Belichtung reagieren *Süßwasser-Tricladen* mit Einstellung ihrer Rückenseite zum Lichte; diese Lichtrückeneinstellung erfolgt abgeschwächt auch nach beidseitiger Blendung mit Hilfe des Hautlichtsinnes, aber nicht mehr nach Köpfung (BOCK 1936).

Im Gegensatz zu den Turbellarien der meisten Süßwässer, die in



der Regel negativ phototaktisch gestimmt sind, d. h. im Aquarium sich an Stellen schwächster Belichtung sammeln, verhalten sich z. B. unter den *Neorhabdoceola* viele Arten der Vegetationszone des Meeres (und auffallenderweise auch die endemischen *Neorhabdoceola* des Baikalsees nach NASONOV 1935) positiv phototaktisch. Diese Stimmungsunterschiede können aber nicht auf chemischen Ver-

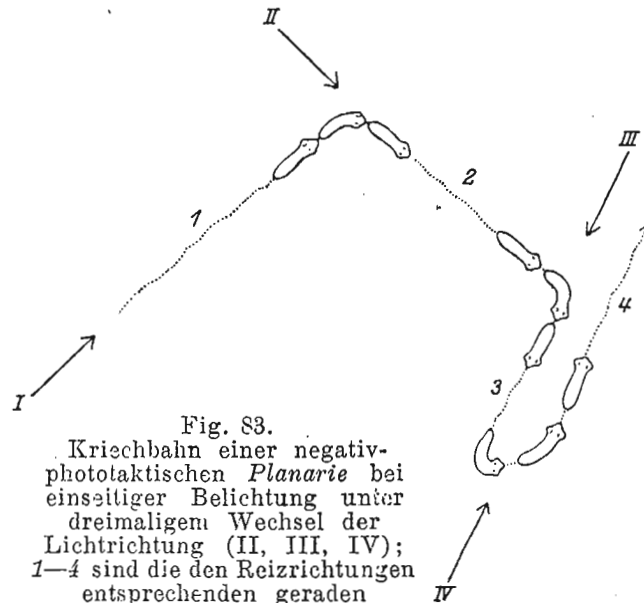


Fig. 83.  
Kriechbahn einer negativ-phototaktischen *Planarie* bei einseitiger Belichtung unter dreimaligem Wechsel der Lichtrichtung (II, III, IV); 1—4 sind die den Reizrichtungen entsprechenden geraden Wegstrecken  
Nach KÜHN 1919.

schiedenheiten des Mediums beruhen, da ein Wasserwechsel keinen Einfluß hat. Natürlich sind auch die Bewohner mariner Sand- und Schlammbiotop ausgesprochen negativ phototaktisch und ist Umstimmung z. B. freilebender *Meerestricliden* zu positiver Phototaxis experimentell unmöglich; selbst eingekapselt verlassen sie bei direkter Belichtung ihre Cyste (S. 133). Nach Köpfung kommt aber bei ihnen eine Reaktion auf Lichtreize überhaupt nicht zum Ausdruck (WILHELM 1909). Die Commensalen (*Bdellouridae*) und Ektoparasiten (*Micropharynginae*) zeigen keine Phototaxis, haben sie offenbar sekundär durch starke Geruchsbindung an ihre Wirte eingebüßt. — Echte positive Phototaxis beobachtet man weiter an den Müllerschen Larven der *Polycladen*, vielleicht auch, falls nicht negative Geotaxis vorliegt, an jenen Turbellarien, die, wie *Alaurina composita* oder *Microstomum lineare*,  $\pm$  senkrecht aufwärts zu schwimmen vermögen (S. 81, 126). — Hingegen ist das in Aquarien oft eintretende Ansammeln und Gleitschwimmen der Turbellarien an der Wasseroberfläche wahrscheinlich durch ihr großes Sauerstoffbedürfnis, nicht aber durch positive Phototaxis verursacht. Sekundärer Natur ist die starke positive Phototaxis jener *Acoela* und *Neorhabdoceola*, die symbiotische Algen führen (S. 140); sie ist bedingt durch das Lichtbedürfnis der Algen für ihre Assimilationsarbeit und wirkt offenbar der bei Licht und bei Dunkelheit verschiedene Stoffwechsel der



Algen als Reiz für jene Orientierung der Würmer, da sie den eben aus den Eiern ausgeschlüpften, noch symbiontenfreien Tieren fehlt. —

Ein Farbenssehen nachzuweisen ist mit keiner der heute bekannten Methoden, von der anscheinend nicht verwendbaren Dressurmethode abgesehen, gelungen (LEMKE 1935): Die Tricladen (*Euplanaria*, *Dendrocoelum*) bevorzugen im Durchschnitte den jeweils dunkleren Untergrund (neg. Phototaxis!), so auch Schwarz gegenüber Farbe, Farbe gegenüber Weiß. Daß sie aber die langwelligen Farben Rot bis Gelbgrün und Purpur häufiger, die kurzwelligen (Blaugrün bis Tiefblau) seltener aufsuchen, als es dem durchschnittlichen Farbbesuch (gegenüber Schwarz bzw. Weiß) entspricht — auch geblendete Tiere lassen diese „Gelbholdheit“ und „Blauscheu“ (BEUTHER) schwach erkennen —, so beruht dies nach den für sie von LEMKE nachgewiesenen heterochromen Helligkeitsgleichungen darauf, daß ihnen der Bereich der langwelligen Farben dunkler erscheint als der kurzwellige, daß sie also die Farben lediglich nach relativen Helligkeitswerten unterscheiden, aber nicht qualitativ. Die Beobachtungen an *Convoluta roscoffensis*, einem positiv phototaktischen acoelen Turbellar (s. o.), das in abnehmender Anzahl sich hinter monochromatischem grünem, gelbem, blauem und rotem Licht ansammelt, stimmen daher gut mit obigen Befunden an den *Tricladen* überein; durch Schädigung ihrer Zoochlorellen negativ gestimmt, bevorzugen die *Convoluten* sodann gleich den *Tricladen* die rote Farbe. — Auch für langwelliges reines Ultraviolett sind jene *Tricladen* hochgradig empfindlich, und zwar vor allem ihre Augen, aber auch die Haut. Die von den Augen im Ultraviolett ausgehenden treibenden und richtenden Impulse sind sogar stärker als im gewöhnlichen Licht, so daß diese Tiere sehr genau tropotaktisch reagieren (Fluchtreflex!) und im Zweilichterversuch die Linie gleicher Helligkeit sehr sicher herausfinden (negative Phototaxis). —

g) Assoziationen. — Die Turbellarien (*Stenostomum*, *Polycladen*, *Tricladen*) scheinen sogar zu assoziativen Leistungen fähig zu sein, also Lernvermögen zu besitzen. So ließen sich *Süßwasser-Tricladen* durch mechanische (Erschütterungen) oder elektrische Strafreize auf Vermeidung von glatter gegenüber rauher (oder gewellter), von senkrechter gegenüber waagerechter Unterlage, von Hell gegenüber Dunkel und umgekehrt dressieren, auf die von Hell entsprechend ihrer ausgeprägt negativ-phototaktischen Grundstimmung natürlich mit viel besserem Erfolge als auf die von Dunkel, was ebenso für *Stenostomum* und *Leptoplana* festgestellt wurde (HOVEY 1929, DILK 1937, SOEST 1937).

C. Stoffwechsel. — 1) Nahrungserwerb und Nahrungsaufnahme. — Die mit einem nichtausstülpbaren Munde oder Pharynx simplex ausgerüsteten Turbellarien sind entweder Mikrophagen oder Makrophagen oder beides, indem sie unter Betätigung seiner Muskulatur und wohl auch seiner kräftigen Bewimperung einerseits Schlamm oder Detritus mit allerlei Bakterien, Algen und Kleintier vom Boden aufschlüpfen, abweiden oder während des Schwim-

mens Phyto- und Zooplankton schlucken, wie z. B. *Stenostomum leucops* und *Alaurina composita*, andererseits aber auch größere Tiere (Rotatorien, Entomostraken) im ganzen unter starker Erweiterung des Mundes und des Pharynx, große Beute durch allmähliches Ungreifen schlucken, so die *Microstomiden*, die selbst Oligochaeten, Insektenlarven oder Hydren bewältigen und sich um sie bisweilen zu förmlichen Freßgesellschaften versammeln. *Acoela* mit bauchseits eingeschlagenen, beweglichen Seitenteilen des Körpers (S. 15, Fig. 1) scheinen mit diesen die Nahrung zum Munde zu leiten. — Turbellarien mit *Pharynx plicatus*, also vor allem die *Seriata* und *Polycladida*, strecken ihn gewöhnlich erst, wenn sie mit ihrem Körper die Beute (Anneliden, Nematoden, Ringelkrebse, Schnecken, verletzte oder tote Fische und andere Tierleichen) berühren, über sie kriechen oder sich über sie wölben, um sie gegebenenfalls auch durch Überschütten mit Sekreten zu fesseln, durch die Beute chemisch gereizt, hervor. Sie können aber den Pharynx der Beute, wenn sie nahe ist, auch mit Vehemenz entgegenstrecken, mit ihm wie suchend umhertasten, eine ebenfalls durch chemische Naheorientierung (S. 85) ausgelöste Reaktion. Die zilienfreie Ringzone am Pharynxmunde erleichtert sodann unter Mithilfe der sich hier entleerenden klebenden Sekrete (S. 39) das dichte Anlegen an die Beute (Adhaesion) und damit das Ergreifen und Festhalten zwecks wirksamster, außerordentlich kräftiger peristaltischer Saugarbeit; so vermag dieser Pharynx Stücke weicher Beute abzureißen oder sich in sie tief einzusenken (Fig. 84). In seiner Form als Kragen- oder Krausenpharynx erscheint er besonders geeignet, größere Beutestücke zu umgreifen oder wie mit einem Tuche ganz zu umhüllen. — Gelegentlich werden auch an den hinterlassenen Kriechspuren (S. 21, 81) zufällig haftenbleibende Tiere (Kleinkrebse u. a.) aufgenommen. *Dendrocoelum lacteum* kann sogar aktiv mit Sekret fangen, indem es das Vorderende mit der Saugscheibe (Fig. 85) rasch gegen die Beute vorstößt und diese dann mit erythrophilem Sekret der dort mündenden Drüsen an der Unterlage festklebt.

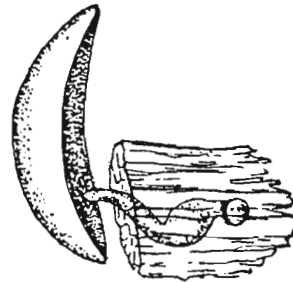


Fig. 84.  
*Procerodes lobata* Schmidt  
(siehe Fig. 86)  
beim Fressen von  
Sardellenfleisch: Durch  
peristaltische Kontraktion  
des Pharynx wird jeweilig  
eine Anschwellung  
desselben mit der in ihr  
enthaltenen Nahrungs-  
portion darmwärts  
verschoben.  
Nach WILHELMI 1909.

Andere Verhaltensweisen zeigen die Turbellarien mit *Pharynx bulbosus*: Die freilebenden *Dalyellioida* verfolgen ihre Beute (Rotatorien, Turbellarien, Kleinkrebse u. a.) kriechend oder schwimmend und ergreifen und verschlucken sie unversehrt, oft mit dem Kopfe voran, unter starker Erweiterung ihres bisweilen außergewöhnlich großen Pharynx doliiformis (Fig. 9), wobei die Wimpern (Papillen) am Pharynxmunde (S. 39) als Tastorgane, vielleicht auch als Chemorezeptoren dienen. Sie sind typische Schlinger wie die Formen mit *Ph. simplex*, können aber wie diese zugleich Mikrophagen sein, die ihren Darm mit Diatomeen, so manche *Provorticidae* (*Provortex affinis*, *Bai-*

*caliella* u. a.), oder anderen Algen (S. 140 Symbionten!) füllen, z. B. *Dalyelliidae*. Die entoparasitischen *Graffillinen* und *Anoplodiiden* saugen mit ihrem kleinen, kugeligen, in der Längsachse verkürzten Pharynx (Fig. 17) den Darm- oder Leibeshöhlen-Inhalt ihrer Wirte, also flüssige und  $\pm$  aufbereitete Nahrung. Demgemäß hat der Pharynx der *Dalyellioida* reichliche und kräftige Muskulatur, aber nur spärliche Drüsen, bei Entoparasiten anscheinend gar keine. — Die mit einem typischen drüsenreichen Pharynx *rosulatus* versehenen Turbellarien

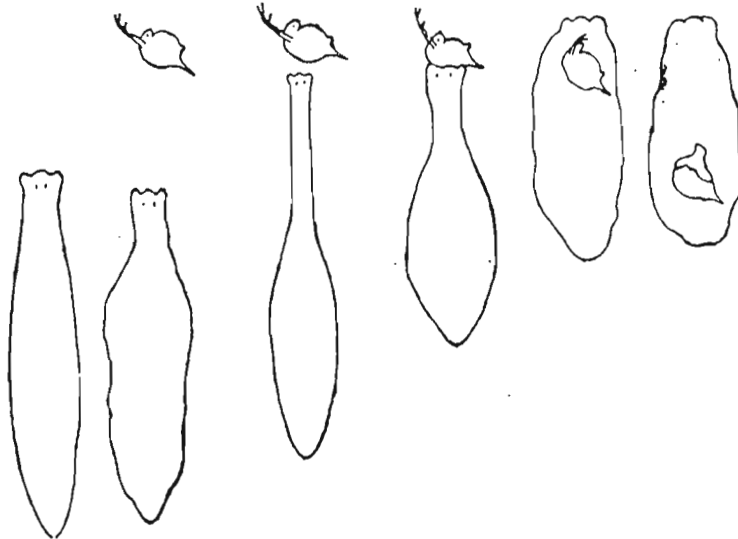


Fig. 85. *Dendrocoelum lacteum* Müll. (siehe Fig. 81) beim Fangen und Aussaugen einer Daphnie: In den 4 ersten Phasen (Rückenansichten) wird die Saugscheibe unter starker Verschmälerung des Vorderkörpers pfeilschnell nach vorn gegen die vorbeischwimmende Beute geschleudert, mit der Saugscheibe ergriffen und mit Sekret an die Unterlage geklebt, wobei sich der Körper nach vorn hin zusammenzieht; in den beiden folgenden Phasen (Bauchansichten) kriecht die Planarie über die angeheftete Daphnie, um sie dann mit dem Pharynx gemächlich auszusaugen.

Nach WILHELM 1915.

(S. 38) stellen hingegen wohl den fortgeschrittensten Ernährungstypus dar: Die *Typhloplanidae* kleben ihre Beute, vorzüglich Kleinkrebse (Cladoceren, Copepoden), daneben auch Anneliden, oft zuerst an der vorderen Körperspitze mit dem Sekrete der dort ausmündenden Stäbchendrüsen (Fig. 10) fest; von *Mesostoma*-Arten ist bekannt, daß sie hierfür mit dem Vorderkörper einen raschen Schlag gegen das Beutetier führen. Den *Trigonostomidae* und den primitiveren *Eukalyptrorhynchia* dient zum Beuteerwerb ein besonderer, in der Ruhe eingestülpter bzw. eingezogener, überraschend gegen die Beute vorschnellbarer Rüsselapparat (Fig. 23, 24), an dessen Spitze Klebdrüsen, z. T. modifizierte Stäbchendrüsen, münden. Dieser Rüssel hat bei den meisten *Kalyptrorhynchia* der Sand-Biotope mannigfaltige Umbildungen und Ausgestaltungen erfahren; er hat bei den *Gnathorhynchidae* zwei gegeneinander einschlagbare Haken erhalten und ist bei den *Schizorhynchia* zu einem Spaltrüssel geworden, mit dem die Beute, z. B. Nematoden, umgriffen oder wie mit einer Pinzette oder Zange ergriffen werden kann (Fig. 25—33 und S. 27—33). In allen Fällen muß sie dann durch rasches und je nach der Pharynxlage  $\pm$  starkes Einkrümmen des Vorder-

körpers an den Mund bzw. in den Greifbereich des Pharynx gebracht werden, der nun, und meist nur sein Saum (Greifwulst, S. 38), hervorgestreckt wird und sich, unterstützt von Sekreten der Pharynxdrüsen, an der Beute festsaugt, ähnlich wie der Pharynx plicatus (s. o.), um sie auszusaugen, so daß unverdauliche größere Hartteile, wie Chitinpanzer, nicht in den Darm gelangen; weiche Beute kann auch im ganzen geschluckt werden. Inwieweit eine Lähmung (Betäubung, Schockwirkung) schon beim Ankleben mit dem Vorderende oder Rüssel oder erst beim Ansaugen des Pharynx oder bei beiden Handlungen durch Giftwirkung gewisser Sekrete erfolgt, ist auch wegen der Schnelligkeit dieser Vorgänge nicht klar zu beurteilen. Nun können aber Formen mit weit vorn mündendem,  $\pm$  tonnenförmiggestrecktem Pharynx, wie die *Trigonostomidae* und viele *Schizorhynchia* (Fig. 23, 11, 32), Beutetiere (z. B. Nematoden) auch im ganzen verschlucken, Arten mit normalem Ph. rosulatus wenig bewegliche oder tote Beute, indem sie rasch über sie kriechen, sich auf sie „stürzen“, unmittelbar mit ihm ansaugen, ohne vorheriges Ankleben ans Vorderende; sie können schließlich — und ebenso *Cumulata* mit Pharynx plicatus — auch Kleinnahrung (Detritus, Diatomeen) aufschlucken, wofür allerdings z. B. in reinen Sandbiotopen die Gelegenheit fehlt. — Die *Cumulata* mit Pharynx variabilis schließen sich ernährungsbiologisch wahrscheinlich zumeist den *Dalyellioida* an; Arten wie *Gastropharynx* (Fig. 39) jedoch benehmen sich vermutlich wie *Typhloplanidae* mit typischem Ph. rosulatus. Unter den *Typhloplanidae* endlich haben die *Phaenocorinae* einen großen, tonnenförmigen Pharynx, saugen als Schlammbewohner vorwiegend an Oligochaeten, schlucken aber gelegentlich ganze Tiere, z. B. kleine Turbellarien, und haben im Pharynx reichlicher Drüsen als sie dem Tonnenpharynx der *Dalyellioida* zukommen. — Ausnahmsweise hilft auch das mit einem Stilet bewehrte männliche Kopulationsorgan bei der Bewältigung des Beutetieres mit (*Gyratrix* und S. 62). — Der Bau der verschiedenen Pharynxtypen entspricht somit im allgemeinen der Art der Nahrungsaufnahme; doch besteht große Plastizität, weitgehende Regulationsfähigkeit in der Form des Erwerbes und der Aufnahme der Nahrung. Das verhältnismäßig häufige Vorkommen von Diatomeen im Darm von Schlingern erklärt sich zum Teile gewiß damit, daß beim Verschlingen von im Schlamm oder detritusreichen Sande lebenden Beutetieren jene nur nebenher mit aufgenommen werden und ihre unverdaulichen Kieselpanzer längere Zeit im Darm verbleiben. In den Fällen reiner Mikrophagie oder parasitischer Ernährung spielen Sinnesorgane beim Nahrungserwerbe zweifellos keine wesentliche oder gar keine Rolle; bei den Makrophagen aber ermöglichen, sofern sie beim Umherkriechen in oder auf dem Schlamm oder Sande nicht zufällig auf Beute stoßen, erst chemische Sinnesorgane als Fernorgane (Geruchsorgane, S. 84—85) das Aufspüren und, im Falle beweglicher Beute, das Verfolgen derselben; sie können daher vielfach (z. B. mit Fleisch, S. 14) geködert werden.

Es wird schwer zu entscheiden sein, welche Art des Nahrungserwerbes die ursprüngliche ist, bei den coelaten Turbellarien wahrscheinlich die mit Fernorientierung.

2) *Verdauung und Assimilation.* — Von den Schlingern werden die verschluckten  $\pm$  großen Beutetiere in der Regel im Darmlumen zunächst extraplasmatisch weitgehend angedaut, erweicht, zum Zerfall gebracht, fermentativ gelöste Stoffe extrahiert und resorbiert, abgetrennte kleine Brocken aber, ebenso wie kleine Organismen, durch amöboide Fortsätze der Darmzellen oder Synzytien inkorporiert und sodann intrazellulär (intraplasmatisch) verdaut. Bei Turbellarien mit bewimpertem Darmepithel verläuft die Verdauung, etwa von Fetten abgesehen, rein extraplasmatisch und es ist zu bemerken, daß bei Rädertieren, die von der gewöhnlichen extrazellulären Verdauung sekundär zur intrazellulären übergegangen sind, die Bewimperung des Darmes rückgebildet wurde und sein Epithel synzytialen Bau erhielt (REMANE 1930). — Rein intraplasmatische Verdauung ist allen Saugern eigen und werden gewöhnlich schon praeoral erweichte, in einen Brei verwandelte, also wohl  $\pm$  vorverdaute Weichteile (z. B. von Krebsen) eingepumpt; während der Aufnahme verstärkt sich die amöboide Bewegung der Darmzellen, es kommt zu einer weitgehenden Synzytierung, die bis zum völligen Schwunde des Darmlumens fortschreiten kann. Zu einer Vorverdauung kommt es wohl auch nach Umhüllung der Beute mit dem Ph. plicatus, insbesondere dem Kragen- und Krausenpharynx. — Die Darmzellen der *Tricladen* sind überdies befähigt, auch aus dem umgebenden Parenchym dienstunfähige Zellen (Dotterzellen, Drüsenzellen, Sperma) durch basale Phagozytose aufzunehmen und zu verdauen, zu welchem Zwecke sie auch aus dem Verbände des Epithels etwas herausrücken können, eine Fähigkeit, die an die Apolarität der Freßzellen der *Acoela* erinnert (S. 41, GELEI). Über die Verwertung überschüssiger Geschlechtsprodukte im Wege der Bursa bzw. einer Geschlechts-trakt-Darmverbindung siehe S. 68.

Die bei *Polycladen* und *Seriaten* augenscheinlich infolge Fehlens eines säfteleitenden Kanal- (Blut- oder Lymph-)systems (S. 33) mit der Verbreiterung des Körpers (Abplattung) oft zunehmende Verzweigung des Darmes und die dadurch erreichte sehr bedeutende Vergrößerung der resorbierenden Darmoberfläche bilden wohl die funktionellen (phylogenetischen) Voraussetzungen für die in diesen Gruppen erreichte Steigerung der Körpergröße. Die Verteilung der Nahrung bis in die letzten Verzweigungen wird teils durch die Darmmuskulatur (S. 45), teils im Zusammenhange mit der Fortbewegung durch die Haut- und Parenchymmuskulatur bewirkt. Eine geregelte Peristaltik und damit Zirkulation fehlt. Doch gelangt die Nahrung z. B. bei den *Tricladen* aus rein mechanischen Gründen zunächst in den vorderen Hauptdarm, da dieser in der direkten Verlängerung des Pharynx liegt und der Körper beim Fressen hinter der Pharynxwurzel gewöhnlich stark kontrahiert und eingefaltet ist; während und nach der Nahrungsaufnahme wird dann der Nahrungsbrei durch die Darmmuskeln in kräftigen

Strömen von vorn nach hinten und umgekehrt, ebenso aus den Ästen in den Hauptdarm und umgekehrt bewegt und erfolgt Phagozytose in allen Teilen des Darmes. Bei den *Polycladen* soll sich im zentralen Hauptdarm, dessen Zellen keine besondere amöboide Beweglichkeit haben, vornehmlich die Zerteilung zu phagozytierbaren Teilchen abspielen, die Phagozytose aber hauptsächlich in den Darmästen.

Über die Beteiligung von Drüsensekreten bei der Verdauungsarbeit wissen wir sehr wenig. Daß bestimmte Pharynxdrüsen, abgesehen von anscheinend giftigen (lähmenden) Eigenschaften ihrer Sekrete gegenüber kleinen Beutetieren (S. 93), wenigstens für die extraplasmatische bzw. praeorale Verdauung Fermente liefern, ist für die *Neorhabdocoela* noch keineswegs erwiesen. Bei den *Tricladen* sollen nach WESTBLAD die erythrophilen Drüsen lediglich das Haften des Pharynx an der Beute erleichtern (S. 91), die zyanophilen Drüsen aber seine Cilien geschmeidig erhalten, vor Verklebung durch das erythrophile schützen. — Das Sekret der Körnerkolben (S. 45) dient nach WESTBLAD dagegen bloß dazu, feste Nahrungs- und ebenso Kotteilchen zu verkitten, zu agglutinieren und dadurch die Phagozytose bzw. die Defäkation zu erleichtern. Das Fehlen der Körnerkolben im Darm der entoparasitischen *Anoplodiidae* und *Graffillinae* würde sich dann aus dem Vorhandensein bereits flüssiger, leicht resorbierbarer Nahrung gut verstehen lassen! So darf man wohl annehmen, daß die Darmzellen selbst allgemein nicht nur zu resorbieren und assimilieren, sondern auch Fermente zu bilden vermögen.

Um die phagozytierten Nahrungsteilchen werden unter Wasserimbibition Vakuolen gebildet; die Darmzellen verlängern sich dadurch, schwellen kolbenförmig gegen das Darmlumen hin an und synzytieren meist. Bei mit Rindsleber gefütterten *Tricladen* scheinen zuerst Proteinkugeln gebildet zu werden, die dann wenigstens zum Teile in Fettkügelchen als Reservestoff umgewandelt werden. Fett wird in größeren Tropfen von den Darmzellen inkorporiert und dann in kleinere Kügelchen zerlegt (? emulgiert), die ins Parenchym aufgenommen,  $\pm$  verteilt und in großen blasigen Zellen gespeichert werden; die Umlagerung ins Parenchym geschieht wohl im Wege fermentativer Spaltung, Diffusion und Neubildung im Parenchym, in dem auch kein weiterer Transport durch Wanderzellen nachweisbar ist. Erst viele Tage nach einer Nahrungsaufnahme sind Assimilation und Reservestoffspeicherung beendet. — Es treten sicher Proteasen und Lipasen in Funktion. Karbohydrasen scheinen aber zu fehlen, da weder Stärkeverdauung noch Speicherung von Glykogen festgestellt werden konnte. Hämatin wird ebenfalls ungespalten ausgeschieden. Über den Wechsel des  $p_{H}$ , unter dem die intrazelluläre Verdauung vor sich geht, herrscht völlige Unklarheit (LÖHNER, WESTBLAD). Wie es scheint, findet die Eiweißverdauung bei neutraler oder schwach-saurer Reaktion statt.

3) Defäkation. — Unverdauliche Nahrungsreste aus Chitin, Zellulose, Kieselsäure, oder Fremdkörper, so auch im Versuche schwerlösliche Farbstoffe (Carmin, Indigo, Zinnober) gelangen nicht ins Pa-

renchym, sondern werden nach Festheftung des Körpers zeitweise, so bei *Tricladen* gewöhnlich 1 bis 2 Tage nach einer Fütterung, durch den Mund entleert, oft nach vorherigem Einpumpen von Wasser in den Darm durch den herausgestreckten Pharynx. Dabei wird der Darminhalt mit großer Kraft durch wiederholte Kontraktion der ganzen Körpermuskulatur mehrmals hin und her gepreßt und werden die Teilchen, da sie anscheinend nicht durch passives Bersten der Darmvakuolen ins Lumen entleert werden, förmlich aus ihnen herausgespült, herausgerissen und mit dem Sekrete der Körnerkolben gesammelt, verkittet und schließlich als schmutzige Flüssigkeit in feinem, bei *Polycladen* bis mehrere *cm* langem Strahle (WESTBLAD) durch den geöffneten Pharynx gewaltsam ausgepreßt. Nach Entleerung der Hauptmasse des Kotes wird während der folgenden Tage oft noch mehrmals nachgespült. *Polycladen* mit Afterporen, wie *Cycloporus* (Fig. 45), benützen auch diese zum Entleeren von Tropfen mit festen Konkretionen.

4) H u n g e r. — Viele Turbellarien, besonders aber *Tricladen*, vermögen längere Hungerzeit gut zu ertragen, so *Procerodiden* über 9 Monate, Süßwasser-Arten über 1 Jahr. Sie verbrauchen hierbei, abgesehen von der noch im Darmepithel vorhandenen Nahrung, dessen Körnerkolbensekrete, weiter die im Parenchym gespeicherten Stoffe, Rhabdoide, bisweilen Augenpigment, schließlich schmelzen sie die Geschlechtsorgane, und zwar in umgekehrter Reihenfolge ihrer Ontogenie (S. 101), ein, also zuerst die Dotterstöcke, dann die Begattungsorgane und zuletzt die Keimstöcke und die Hoden, die alle an Ort und Stelle zerfallen und resorbiert werden. In den Darmzellen kommt es zu extremer Vakuolenbildung; die Defäkation unterbleibt wahrscheinlich. Ihre Körperlänge kann bis auf  $\frac{1}{12}$ , ihr Volumen bis auf  $\frac{1}{300}$  abnehmen, wobei sich die übrigen (lebenswichtigen) Organe entsprechend verkleinern, die am raschesten wachsenden Körperteile am schnellsten, so daß sich Individuen mit großem Kopf und stark verkleinertem Hinterkörper ergeben. Den *Neorhabdocoela* fehlt, soweit bekannt, die Fähigkeit, Nahrungsmangel auf obige Weise zu kompensieren, ganz oder fast ganz, offenbar im Zusammenhange mit dem ihnen im Gegensatz zu den *Tricladen* ebenfalls fast ganz abgehenden Restitutionsvermögen (S. 110); nach rascher Größenabnahme außerordentlich hilflos geworden, erliegen sie bei leisester Berührung dem Zerfall.

5) E x k r e t i o n. — Stoffwechselschlacken werden einerseits durch Parenchym und Darm, andererseits durch Protonephridien ausgeschieden. Solche fehlen allen *Acoela* und kommt bei ihnen daher nur die erste Ausscheidungsart in Frage. Tatsächlich nehmen sie Vitalfarben ins Parenchym auf, zunächst in diffuser Verteilung. Dann reichert sich allmählich das Zentralparenchym in der Umgebung des Mundes immer mehr mit dem Farbstoff an; er wird hier in Form kleiner Tröpfchen gespeichert und schließlich wie Kot durch den Mund entleert. Bei den coelaten Turbellarien, die diese vielleicht primitive, schon den Coelenteraten eigene Exkretionsart bewahren, werden die ebenfalls zunächst im Parenchym als Tröpfchen gespeicherten Farbstoffe allmählich zum Darm befördert, von den Darmzellen, offen-



bar durch basale Phagozytose (S. 94), aufgenommen und im Wege des Darmes entleert; dort wie hier dürften bei dieser Beförderung neben Körperkontraktionen wanderfähige Speicherzellen (Athrozyten) mitwirken. Diese Exkretionsart scheint bei den *Tricladen* die Hauptrolle zu spielen, auch im normalen Leben; darauf deutet die osmoregulatorische Wasserausscheidung durch das Darmepithel (S. 118) sowie das Vorhandensein von rundlichen oder kristallinen Konkrementen (? Purinbasen, Karbonaten) in Vakuolen der Parenchym- und Darmzellen und ihre Anhäufung (Speicherung) bei hungernden und alternden Individuen hin, die bisweilen als Pigmentierung in Erscheinung tritt. Die Ausscheidung von Pigmenten kann auch durch das Deckepithel erfolgen.

In den Protonephridien (S. 46) findet nach Versuchen mit Vitalfarben an *Stenostomum* und *Neorhabdoceola* die Exkretion zur Hauptsache durch die Epithelien der Gefäßstämme, und zwar vornehmlich der dünneren „rücklaufenden“ Kanäle statt; bei *Kalyptorhynchiern* (Fig. 47) wird durch sie Neutralrot abgeschieden, in der homogenen Plasmahülle ihres Mündungsabschnittes (Ampullen) aber Alizarin bzw. durch Alizarin färbbare Konkreme oder Vakuolen, während der übrige Teil der Hauptkanäle für Athrozytose inaktiv erscheint. Bei *Tricladen* ist das ganze Kanalsystem exkretorisch tätig, aber nur in geringem Maße, und scheinen die pharyngealen Gefäße besonders Methylenblau abzuscheiden. Die Terminalorgane haben neben ihrer hydromotorischen Funktion jedenfalls keine athrozytäre; sie zeigen nirgends Körnchen- bzw. Vitalfarben-Speicherung in ihren Wänden. — Mit dem Kanalsystem stehen aber noch Zellen, zweifellos umgebildete Parenchymzellen, in enger Beziehung, die zum Teil durch ihre Größe (große Kerne!) und stark vakuolisirtes Plasma auffallen und entweder, zu Komplexen verschmolzen, stark gewundene, symmetrisch gelegene Kanalstücke  $\pm$  umhüllen (Fig. 46) oder ihnen einzeln mit Fortsätzen anhängen; außerdem hängen zahlreiche kleine Zellen mit langen, verästelten und netzartig verbundenen Fortsätzen namentlich den dünneren Gefäßstämmen ringsum an. Auf Grund ihrer Fähigkeit, aus der Perivisceralflüssigkeit gelöste Stoffe (Vitalfarben) aufzunehmen, sie in Vakuolen oder in fester Form als Körnchen abzulagern und schließlich ins Kanallumen abzugeben, werden sie als Athrozyten oder Paranephrozyten bezeichnet und leisten offenbar wichtige exkretorische Hilfsarbeit. Daß bei Turbellarien des Meeres und polyhalinen Brackwassers die Protonephridien schwächer entwickelt sind als bei denen des meso- bis oligohalinen Brackwassers und Süßwassers, weist auf ihre für das Leben im schwachsalzigen Wasser bedeutsame, die Einwanderung in dieses offenbar erleichternde zweite Aufgabe hin, überschüssiges, auf osmotischem Wege durch die Haut eingedrungenes Wasser auszuschleiden und so den osmotischen Wert der Körperflüssigkeit und Gewebe möglichst konstant zu erhalten, eine Arbeit, die wohl vorwiegend den Terminalorganen und Endkapillaren zufällt, sofern sie nicht hauptsächlich vom Darmepithel geleistet wird, wie bei *Tricladen* (S. 118—120); mit dem Wasser werden zugleich die



Exkrete hinausgespült. Damit im Einklange sind bei *Gyatrix hermaphroditus*, einem im Meer-, Brack- und Süßwasser heimischen Kalyptorhynchier, die Exkretionskanäle an Süß- und Brackwasser-Individuen im Leben und an Schnitten stets deutlich sichtbar, an denen aus hochsalzigen Meeren aber kaum feststellbar; sie verschwinden (kollabieren) bei allmählicher Überführung aus Süßwasser in Meerwasser mit hohem Salzgehalt. In solchem leben auch fast alle *Polycladen* und wohl deshalb sind ihre Nephridien so wenig entwickelt und nur ausnahmsweise größere Kanäle an Schnitten gefunden worden. Ihre ebenfalls meist schwache Ausbildung bei *entoparasitischen Turbellarien* hat also ihren Grund nicht, wie man früher glaubte, in der entoparasitischen Lebensweise, sondern eben darin, daß sie durchweg in marinen wirbellosen Wirten leben und von marinen Formen abstammen (MEIXNER 1926, WESTBLAD 1926).

6) **A t m u n g.** — Die Sauerstoffaufnahme geschieht wahrscheinlich allein durch die Haut, wobei der Wimperschlag auch während der Ruhe für die Erneuerung des umgebenden Wassers sorgt. Das Sauerstoffbedürfnis der marinen Tricladen ist sehr gering. Nach Befunden an *Süßwasser-Tricladen* tritt nach Nahrungsaufnahme und während Regenerationsvorgängen (S. 113) als Zeichen erhöhten Stoffwechsels eine Steigerung des Sauerstoffverbrauches ein, dagegen eine Herabsetzung desselben bei Sinken der Sauerstoffspannung des Wassers unter  $\frac{1}{3}$  des Sättigungswertes (bei  $20^{\circ} C$ ); auf vorübergehende Erniedrigung der Sauerstoffspannung reagieren sie mit einer Erhöhung des Sauerstoffverbrauches, der bei vorhergehendem Nahrungsmangel sich noch weiter erhöht. — Für die Atmung, besonders für die Entfernung der Kohlensäure aus den Geweben, kommt vielleicht auch die Tätigkeit der Nephridien in Betracht, deren Wimperflammen nach Beobachtungen an *Mesostoma* in sauerstoffarmem Wasser ihre Schlagfrequenz erhöhen. — Das Schwinden der Reizbarkeit bei Sauerstoffmangel (Ersticken) ist wohl auf Lähmung durch Kohlensäure zurückzuführen.

**D. Fortpflanzung.** — 1) **G e s c h l e c h t l i c h e F o r t p f l a n z u n g.** Volle Geschlechtsreife tritt meist bei Erreichen einer bestimmten Körpergröße ein, bei pelagischen *Polycladen* oft schon in früher Jugend. — Die Fortpflanzung ist in der Regel bisexuell und findet, der zwitterigen Organisation gemäß, *e c h t e w e c h s e l s e i t i g e B e g a t t u n g* statt, bei der sehr verschiedene Stellungen eingenommen werden (Fig. 86). Als Einleitung beobachtet man oft ein Kriechen oder Schwimmen umeinander oder auch ein gegenseitiges Betasten namentlich der Geschlechtsregion mit dem Vorderende, ein förmliches „Liebesspiel“. Sperma und Sekret (S. 54) werden meist (ursprünglich) hüllenlos übergeführt, bei manchen *Süßwasser-Tricladen* und *Polycladen* aber in *S p e r m a t o p h o r e n*, die im männlichen Kopulationsorgan aus körnigem Sekret besonderer erythrophiler Drüsen geformt werden. Bei *Typhloplaniden*, besonders *Castrada*-Arten, reißt wahrscheinlich der kutikulare, meist blind geschlossene Ductus eiaculatorius nach Ausstülpung und Füllung mit Sperma ab und dient als Spermatophore. — Bei manchen *Dalyellia*-Arten, so *D. pallida*, wird hingegen erst nach

der Kopula in der Bursa copulatrix unter Mitwirkung des Bursa-Epithels aus dem zugleich mit dem Sperma übergeführten Kornsekret eine retortenförmige Hülle gebildet, aus der Sperma wahrscheinlich in kleinen Mengen in das Receptaculum abgegeben werden kann („Spermatodosen“, MEIXNER 1915, BEAUCHAMP 1921).

Manche, besonders mit einem Penisstilet ausgerüstete *Acoela*, *Polycladida* und *Alloecoela* führen das Sperma durch einfachen Einstich

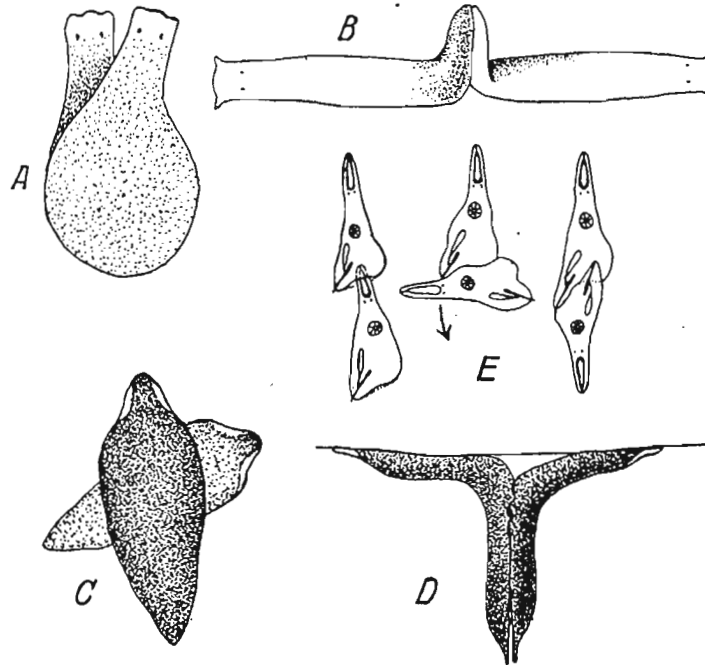


Fig. 86. Begattungsstellungen: *A* *Procerodes lobata* Schmidt: ein Tier hat sich nach „Besteigen“ des Rückens eines anderen (passiveren), mit den Haftzellen des Hinterendes an der Unterlage festgehefteten Tieres auf dessen Bauchseite begeben und werden unter starker Verbreiterung der Hinterkörper die Penes kreuzweise eingeführt; milchweiß, Darm durch Nahrung verschieden gefärbt; L. bis 7 (9) mm; Mittelmeer. — *B* *Procerodes dohrni* Wilhelmi, nach Vorspiel wie in *A* wird meist diese auch für die *Paludicola* charakteristische Stellung eingenommen; Färbung wie *A*, L. bis 5 mm; Mittelmeer. Ähnliche Stellungen auch bei *Polycladen*. — *C* und *D* *Bothrosostoma personatum* Schmidt, Begattung entweder in schief gekreuzter Stellung unter Aneinanderlegen der Bauchseiten (für *Mesostominae* typisch) oder hängend an der Wasseroberfläche ähnlich wie in *B*, aber mit abwärts gerichteten Hinterkörpern; braun bis blauschwarz, mit hellen Seitenflecken am Vorderende. — *E* *Gyratrix hermaphroditus* Ehrenb. (siehe Fig. 47), Vorspiel und Kopula. *A—B* nach WILHELMI 1909, *C—D* nach BRINKMANN 1906, *E* nach HALLEZ 1879.

an einer beliebigen Körperstelle ins Parenchym des Partners ein, manche *Polycladen* in Spermatophoren eingeschlossen (s. o.), und gelangt das Sperma, vermutlich chemotaktisch geleitet, zu den reifenden Eizellen: Hypodermale Imprägnation S. 56 und 61.

Selbstbefruchtung ist nur bei *Otomesostoma auditivum* an nicht vollreifen Tieren sichergestellt und gelangen hier die Spermien anscheinend direkt aus den eigenen Hoden durchs Parenchym zu den Eizellen (HOFSTEN 1909); auch bei *Fecampia* (Fig. 96) u. a. soll sie statthaben. Bei *Tricladen* gibt es nachweislich keine Selbstbefruchtung (GELEI 1924, GOETSCH 1925).

Die Besamung der Eizellen (Oozyten) findet wohl ausnahmslos vor Beginn der Reifungsteilungen statt, bisweilen außergewöhnlich frühzeitig (jüngste Oozyten), so bei *Otomesostoma* (s. o.).

Da die Anlage und Entwicklung der männlichen Geschlechtsorgane meist der der weiblichen  $\pm$  vorausseilt (Protandrie), so bei *leitho-*

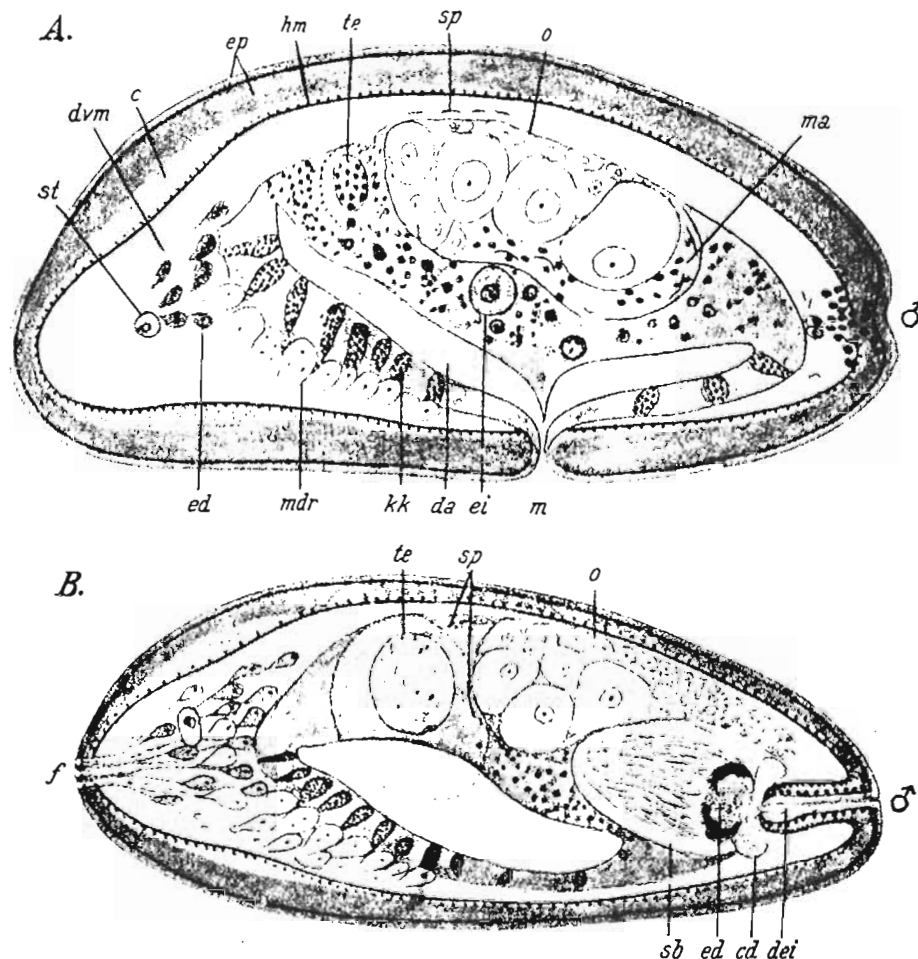


Fig. 87. *Nemertoderma* sp. = ? *bathycola* Steinböck (*Nemertodermatidae*), Längsschnitt-Rekonstruktionen: A (junges) Tier in ♀-Geschlechtsreife, B (altes) Tier mit vollentwickeltem ♂-Geschlechtsorganen. Bauplan *Acoela*-ähnlich, doch mit deutlich vom Parenchym abgegrenztem Darmsynzytium mit Lumen (*da*), Körnerkolben (*kk*) nur im ventralen Epithel, während sein dorsales, sehr hohes Epithel hauptsächlich die Verdauung und Resorption, so auch eigener Geschlechtsprodukte, insbesondere Eizellen (*ei*), besorgen und zur Aufnahme von Kleinnahrung zapfenartig aus dem nur in A ausgebildeten einfachen Mundrohr (*m*) durch Kontraktion des Hautmuskelsackes (*hm*) hervorgepreßt werden dürfte; Deckepithel sehr hoch, synzytial, mit zahlreichen, oft vielzelligen Schleimdrüsen und einzelligen serösen Drüsen, Frontalorgan (*f*) mit Drüsen ähnlicher Art (*mdr*, *cd*), Nervensystem basiepithelial, orthogonal-netzförmig, mit 1 Paar von Verdickungen („Gehirn“, *c*) hinter der Statozyste (*st*), die durch 5 (6) Muskelpaare dorsal, ventral und lateral aufgehängt (bewegbar), von sehr dünnem Nervengewebe umhüllt und besonders durch 1 Paar lateraler Nerven mit jenen Verdickungen verbunden ist; Gonaden (mit dünner Parenchymlülle) in das dorsale Darmsynzytium eingebettet (Ernährung!), Hoden (*te*) paarig — ihre größte Ausdehnung punktiert eingetragen —, Ovar (*o*) unpaarig (? ursprünglich paarig), Keimzone (*ma*) in B stark entwickelt. Spermien (*sp*), die aus den Hoden in mehreren Zügen durch das Parenchym in die hier entstehende Samenblase (*sb*) einwandern und sich mit den Köpfen den Kornsekretedrüsen (*ed*) ansetzen, Ductus ejaculatorius (*dei*) — eine bewimperte Hauteinstülpung mit Schleimdrüsen (*cd*) im Grunde. Ohne Vagina und ohne Bursa! Milchweiß. A bis 0.75 mm, B bis 0.52 mm lang, auf Lehm- oder Schlammböden in bis 30 m (Skandinavien) und in 250 m Tiefe (Grönland). Nach WESTBLAD 1937.

phoren Turbellarien die der Hoden und des männlichen Begattungsapparates der Keimstöcke (des Keimstockes) und der weiblichen Geschlechtsgänge, und dann erst die Schalen- und Kittdrüsen, zuletzt die Dotterstöcke reifen, kommt es nicht selten zur Sperma-Übertragung in weiblich noch unreife Tiere, in deren Bursa oder Receptaculum (S. 65) das Sperma bis zur Eireifung durch die zugleich entleerten Sekrete

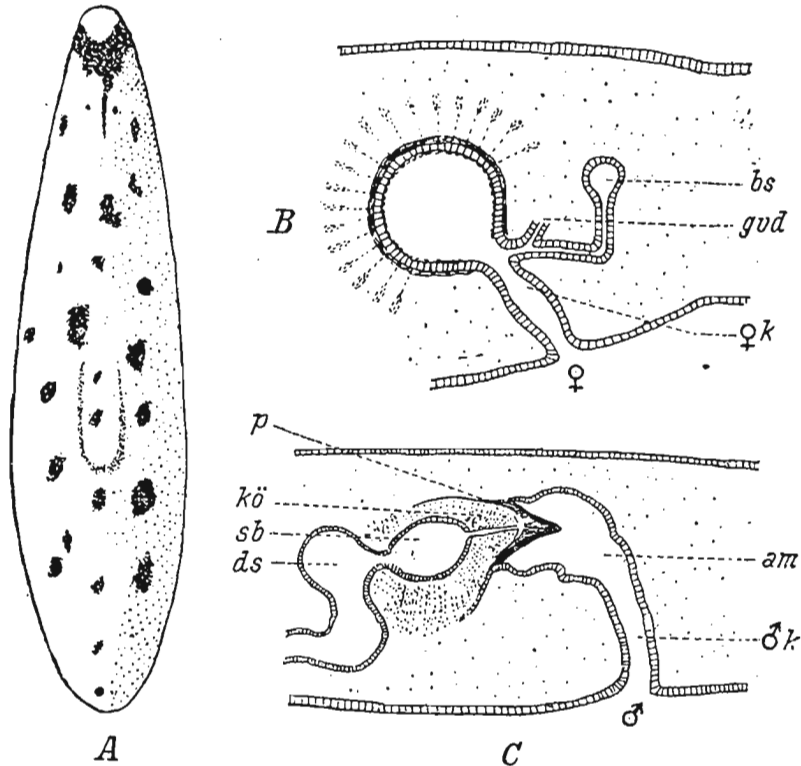


Fig. 88. *Cercyra teissieri* Steinmann (*Tricladida Maricola*, *Cercyrinae*): *A* kriechendes Tier, reinweiß mit großen und vielen kleinen dunkelbraunen Parenchym pigmentflecken auf dem Rücken, die sich vor den beiden sehr kleinen Augen zu einer Querbinde verdichten. — *B* und *C* Längsschnittschemen des Kopulationsapparates: an weiblichen Tieren (*B*) ist noch ein blasenförmiges Rudiment des ♂-Kopulationsorganes, an männlichen (*C*) keine Spur des ♀-Geschlechtsapparates erhalten (bei der nahe verwandten *Sabussowia dioica* Clap. aber noch die Bursa).  
L. des ♀ bis 4 mm, ♂ etwas kleiner. — Nach STEINMANN 1930.

der Körnerdrüsen des männlichen Kopulationsorganes beweglich erhalten wird, oder aber es erhält sich in den Vasa deferentia. — Hingegen scheint bei *Nemertoderma* (Fig. 87) Protogynie vorzuliegen.

Bei den *Microstomidae* spielt die geschlechtliche Fortpflanzung namentlich im Süß- (und ?schwachen Brack-)wasser eine sehr untergeordnete Rolle für die Vermehrung und dient nur dazu, für die Überwindung ungünstiger Lebensbedingungen (z. B. Winter) einige wenige widerstandsfähige Eier zu erzeugen. In der übrigen Zeit findet ungeschlechtliche Vermehrung durch Querteilung statt und setzt die Entwicklung der Geschlechtsorgane bereits am Ende dieser Periode, also z. B. im Herbst, unter allmählicher Unterdrückung der Zooid-Bildung ein (s. u.). In den Meeren mit höherem Salzgehalt, so in der Nordsee und auch in der Beltsee, aber trifft man diese Würmer, wohl entsprechend den hier durch die Jahreszeiten wenig beeinflussten

Lebensbedingungen, auch im Sommer, also vielleicht das ganze Jahr, in normaler zwitteriger Geschlechtsreife (vergl. auch RIEDEL 1932), oder es dauert die ungeschlechtliche Vermehrung nur kurze Zeit, wie z. B. bei *Alaurina composita* in der Zuidersee (S. 126), und erreichen die Ketten nicht jene große Zahl von Zooiden wie im Süßwasser (S. 103). Infolge hochgradiger Protandrie kann bei *Microstomum* der männliche Geschlechtsapparat bei Anlage der Ovarien bereits  $\pm$  zurückgebildet (funktionsunfähig) sein oder die männlichen Organe kommen überhaupt nicht mehr zur Anlage, so daß zeitweise nebeneinander reinmännliche, zwitterige und reinweibliche Tiere, schließlich nur mehr reinweibliche Tiere vorkommen. Der letzte Fall scheint bei den seit alters im Süßwasser beheimateten und in noch höherem Maße auf ungeschlechtliche Vermehrung durch Querteilung eingestellten *Catenulida* die Regel zu sein. Es ergibt sich fakultative oder obligatorische Parthenogenese.

Durch hochgradige Protandrie, die zu Unterdrückung der entgegengesetzten Geschlechtsanlagen geführt hat, ist offenbar auch, wie Organrudimente in beiden Geschlechtern bezeugen, die konstante Geschlechtertrennung bei den Meerestricliden *Sabussowia dioica* und *Cercyra teissieri* entstanden (Fig. 88).

2) Autotomie und ungeschlechtliche Fortpflanzung. — Die Fähigkeit mancher paludicoler Tricladen (z. B. *Dendrocoelum lacteum*), unter ungünstigen Bedingungen (hoher Temperatur, Sauerstoffmangel) Teile des Hinterkörpers spontan abzuschneiden (Autotomie), hat bei keiner der ins Brackwasser eindringenden Arten zu normal zeitweiliger ungeschlechtlicher Vermehrung durch Querteilung geführt, wie es von einigen Süßwasserarten bekannt ist, bei denen sie in der Regel nur in einer einfachen Querdurchschnürung ohne regenerative Vorbereitung durch Neubildung von Organen besteht (Architomie).

Demgegenüber geht bei den *Catenulidae* und *Microstomidae* der ungeschlechtlichen Vermehrung durch Querteilung (s. o.) stets die Bildung

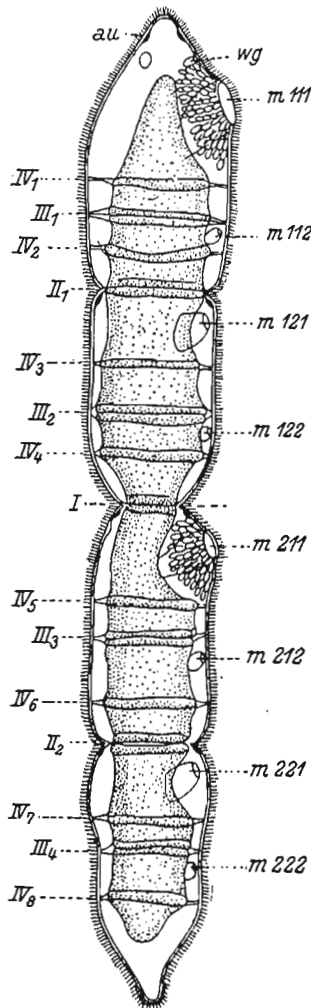


Fig. 89.  
*Microstomum lineare* Müll.  
(*Macrostomida*),  
Kette mit 16 Zooiden:  
Teilungsebenen der  
4 Teilungsschritte I—IV und  
zugehörige Septen in der  
Reihenfolge ihres Auftretens  
(arab. Indexziffern);  
den Zooiden zugehörige,  
ihrem Alter entsprechend  
verschieden weit entwickelte  
Pharyngen (*m 111—m 222*),  
wobei 1 jeweils den vorderen,  
2 den hinteren Pharynx der  
durch jeden Teilungsschritt  
entstehenden zwei Zooide be-  
zeichnet. — Gelblich bis  
graubraun, Augen (*au*)  
ziegelrot. L. bis 8 mm.  
Nach GRAFF 1875.

lebenswichtiger Organe voraus, so vor allem die eines neuen Pharynx und seitens der Längsnervenstämme die eines neuen Gehirnes mit den zugehörigen Sinnesorganen, den Augen und Wimpergrübchen (Paratomie). Bei den *Catenulidae* treten zuerst die Organanlagen für die einzelnen Zooide auf und erst später zeigen periphere ringförmige Einschnürungen die Lage der künftigen Teilungsebenen an. Bei den *Microstomidae*; hingegen (Fig. 89) wird jede Teilung durch Bildung eines Querseptums zwischen Hautmuskelschlauch und Darm eingeleitet, durch dessen Zugwirkung eine die beiden Zooide auch äußerlich trennende Ringfurche entsteht. Da meist noch vor Vollendung einer Teilung bereits die Anlage

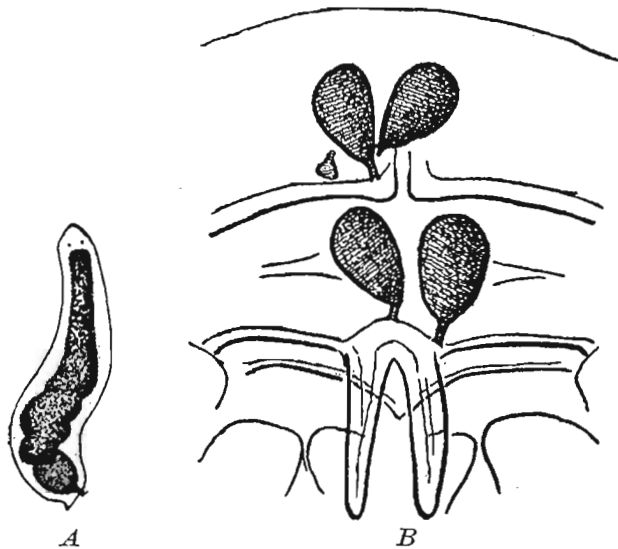


Fig. 90.

*Alloeocoela-Cumulata* (*Plagiostomidae*), Eiablage:  
 A *Plagiostomum girardi* Schmidt klebt seine braune Eikapsel mit ihrem Stielchen an die Unterlage und scheint sie dann unter Vorwärtskriechen sich aus dem Atrium (= Uterus) zu ziehen (vgl. Fig. 38); farblos oder durch Darminhalt verschieden gefärbt; L. bis 3 mm.  
 B *Plagiostomum oyense* Beauchamp, Abdomen von *Idotea neglecta* mit 4 angehefteten Eikapseln.  
 A nach BRESSLAU 1904, B nach BEAUCHAMP 1921.

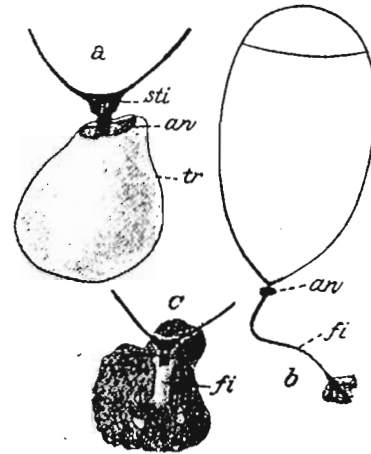


Fig. 91.

*Gyatrix hermaphroditus* Ehrenb. (siehe Fig. 98):  
 a unterer Teil einer Eikapsel aus dem Uterus mit dem gleich der Kapselschale aus Schalentropfen der Dotterzellen gebildeten Stielchen (*sti*) und Ansatzwulst (*ar*), dem ein von den Kittdrüsen abgesonderter großer Sekrettröpfchen (*tr*) anhängt. 280 : 1.  
 b angeheftete Eikapsel mit Deckel und dem bei der Ablage zu einem langen Filament (*fi*) ausgezogenen Sekrettröpfchen; die Eikapsel wird aber nicht mit dessen Hilfe aus dem Uterus gezogen, sondern wie gewöhnlich durch Muskelkontraktionen ausgepreßt. 80 : 1.  
 c unterer Teil einer auf glatter Unterlage (Glas) angehefteten Eikapsel, deren Kittropfen stark ausgebreitet wurde, so daß das Filament nur kurz geraten ist. 140 : 1.  
 Nach MEIXNER 1923.

einer nächsten Teilung in beiden Zooiden erfolgt, entstehen Ketten — bei den *Catenuliden* (*Stenostomum*) mit bis 8, selten 9 Zooiden, bei den *Microstomiden* des Süßwassers mit bis 18 Zooiden (*Microstomum lineare*) —, die entsprechend dem Alter der Septen fortlaufend zerfallen. Bei *Microstomiden* des Meeres aber findet der Zerfall gewöhnlich schon nach Bildung von 2 oder 4 Zooiden statt, so auch bei *Alaurina composita*, die im Maximum 10 Zooide bildet.

3) Eiablage. — Für die Turbellarien der marinen Litoralregion sowohl des Phytals wie auch der Sandbiotope erscheint die Anheftung der Eier an die Unterlage wegen der Verschleppungsgefahr der Eier

durch die Brandung in das litorale oder neritische Pelagial, aus dem sie dann durch Absinken z. B. in benthale Schlammbiotop in für die Jungtiere ungeeignete Umgebung geraten würden, sicher vorteilhaft. So finden wir denn auch eine Anheftung mit den Sekreten besonderer Kittdrüsen in allen Gruppen weit verbreitet (S. 56, 59, 70 und Fig. 90—92); bei manchen *Alloeocoela* und *Neorhabdocoela* kommt es zur Ausbildung eines  $\pm$  langen Sekretstieles mit Anheftungsplatte. Bezeichnenderweise sind diese Kittdrüsen bei den meisten Bewohnern fließender Süßwässer, also vor allem bei vielen *Tricladida-Paludicola*, erhalten geblieben, die wie die *Maricola* ihre großen Eikapseln mit (*Euplanaria*) oder ohne Stiel (*Polycelis*, *Dendrocoelum* u. a.) an die Unterseite von Steinen heften. Aber auch einige Bewohner stehender Süßwässer, so unter den *Cumulata Plagiostomum lemani* (nach den wie bei den

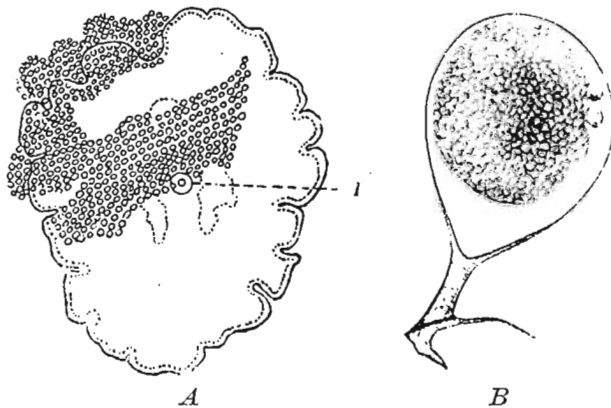


Fig. 92.

*Polycladida (Euryleptidae)*, Eiablage:  
 A *Prostheceraeus vittatus* Montagy (Fig. 40 B)  
 bei der Eiablage in einer Glasschale  
 (Bauchansicht):

Die Eier werden in Reihen nebeneinander abgelegt und durch eine gemeinsame Kittmasse zusammengehalten; aus der Geschlechtsöffnung (1) ist eben ein Ei ausgetreten. 2 : 1.

B *Cycloporus papillosus* Lang, einzelnes Ei (mit den 2 abgeschnürten Richtungskörpern) aus einem Eierhaufen, durch einen Stiel mit der gemeinsamen Kittmasse zusammenhängend.

200 : 1, nach dem Leben.  
 Nach BRESSLAU 1928/33.

Meeresarten gut entwickelten Kittdrüsen zu schließen), unter den *Neorhabdocoela* fast alle *Kalyptrorhynchia*, heften wie ihre marinen Verwandten die Eikapseln mit Stielen an. Vielleicht ein Hinweis auf ihre relativ junge Einwanderung aus dem Meere. — Bei den meisten Süßwasser- und sekundären Brackwasser-Arten werden hingegen die Eier frei abgelegt, so unter den *Proseriata* bei *Otomesostoma* (und *Bothrioplana*) und unter den *Neorhabdocoela* bei den *Dalyelliiden* und *Typhloplaniden*. — Ob die für *Monocelis alba* und *fusca* beobachtete Anheftung ihrer

kurzgestielten Eikapseln an Muscheln (*Donax*, *Tellina*) und zwar besonders an den Schalenrändern in der Umgebung der Siphonen oder auf den Siphonen selbst oder am Mantelrande bzw. an Balanen in Beziehung zu günstiger Sauerstoffversorgung steht, ist möglich und darf wohl ein Gasaustausch durch die Kapselschale angenommen werden (GIARD 1897). Daß von Turbellarien der Sandbiotop nur sehr selten trüchtige Tiere erbeutet werden, scheint seinen Grund darin zu haben, daß sie die Eier in tieferen Sandschichten ablegen.

**E. Entwicklung.** — Die Entwicklung der entolecithalen Eier (S. 51) beginnt mit einer totalen, inäqualen Spiralfurchung. Bei den *Acoela* sind die 2 ersten Blastomeren, bei den *Polycladen* die 4 ersten Blastomeren annähernd gleich groß und gelangen



bei den 3 folgenden stark inäqualen, abwechselnd laetropen und dextropen Teilungen bei den *Acoela* immer je 2, bei den *Polycladen* immer je 4 kleinere Blastomeren, also Micromeren-Duette bzw. -Quartette zur Abschnürung, die die 2 bzw. 4 Macromeren umwachsen und das Deckepithel (Ektoderm) des Wurmes liefern. Aus den Abkömmlingen des ersten Micromeren-Duetts bzw. -Quartetts entsteht das Zentralnervensystem, aus solchen des 2. und möglicherweise auch des 3. das periphere Parenchym der *Acoela* und das Parenchym („Mesoderm“) der *Polycladen*. Ein 4. inäqualer Teilungsschritt liefert ein viertes Micromeren-Duett bzw. -Quartett. Bei den *Acoela* geht aus diesem 4. Duett und den Macromeren das zentrale Parenchym hervor, bei den *Polycladen* aus dem 4. Quartett (mit dem gesamten Dottervorrat), bisweilen aber nur aus einer der 4 Zellen (4 d) der Darm, vielleicht auch ein Teil des Parenchyms, während die Macromeren wohl nur an der Dotterverarbeitung (als Vitellophagen) teilnehmen und sodann zerfallen. Es ergibt sich schließlich eine Sterrogastrula. Dieser Zustand bleibt bei den *Acoela* erhalten. Bei den *Polycladen* aber erfolgt im Anschluß an eine sekundäre Ektodermeinstülpung im Bereiche des Blastoporus (Pharynxanlage!) die Bildung eines Darmlumens durch Dottereinschmelzung und bilden Abkömmlinge des 4. Micromeren-Quartetts bzw. der Micromere 4 d um dieses Darmlumen ein Wimperepithel.

Bei manchen *Polycladida-Cotylea* und unter den *Acotylea* bei *Stylochus pilidium* Goette, also abgeleiteten Formen, wandelt sich der Embryo nicht direkt in das junge Turbellar um, sondern in eine für kurze Zeit frei umherschwärmende Larve, die durch 4 (Goettesche Larve) oder embryonal 4, beim Ausschlüpfen bereits 8, von einer fortlaufenden Wimperschnur umsäumte Lappen (Müllersche Larve) ausgezeichnet ist (Fig. 93). Unter Zurückbildung dieser Lappen sinkt die Larve zu Boden und wandelt sich in den kriechenden Wurm um. Ausnahmsweise (*Graffizoon lobatum* Heath, Kalifornien) kann die Müllersche Larve Geschlechtsorgane ausbilden (Neotenie). Diese somit nur bei hochdifferenzierten Polycladen und ebensolchen Nemertinen zur Ausbildung kommenden Protrochula-Larven sind als Vorläufer der primitive Anneliden und Mollusken kennzeichnenden Trochophora-Larven aufzufassen.

Die Furchung der ektolecithalen Eier ist durch die Beigabe von Dotterzellen wesentlich abgeändert. Da die Aufeinanderfolge der einzelnen Teilungen sehr unregelmäßig und daher sehr unübersichtlich ist, ist die Zellfolge (cell-lineage) kaum mehr verfolgbare. Doch erkennt man hier und da Anklänge an den Spiralfurchungstyp der *Polycladen*. Am meisten unübersichtlich liegen die Dinge bei vielen *Alloeocoela*, besonders bei den *Tricladida*. — Die durch nahezu äquale Teilungen entstandenen ersten Blastomeren wandern in der Dotterzellmasse auseinander („Blastomeren-Anarchie“), die Dotterzellen verschmelzen zu einem Dottersyncytium, dessen stark vakuolisierter peripherer Bezirk ihre Zellkerne enthält. Im Innern liegt feinkörnige oder feinschaumige Nährdottermasse mit den sich rege weiterteilenden Blastomeren. Diese schließen sich bei Zunahme ihrer Zahl wieder zu



einem rundlichen Zellhaufen zusammen (embryonales Blastem), an dem aber eine Sonderung von Keimblättern durch Gastrulation nicht erkennbar wird; die Anlagen der verschiedenen Organe differenzieren

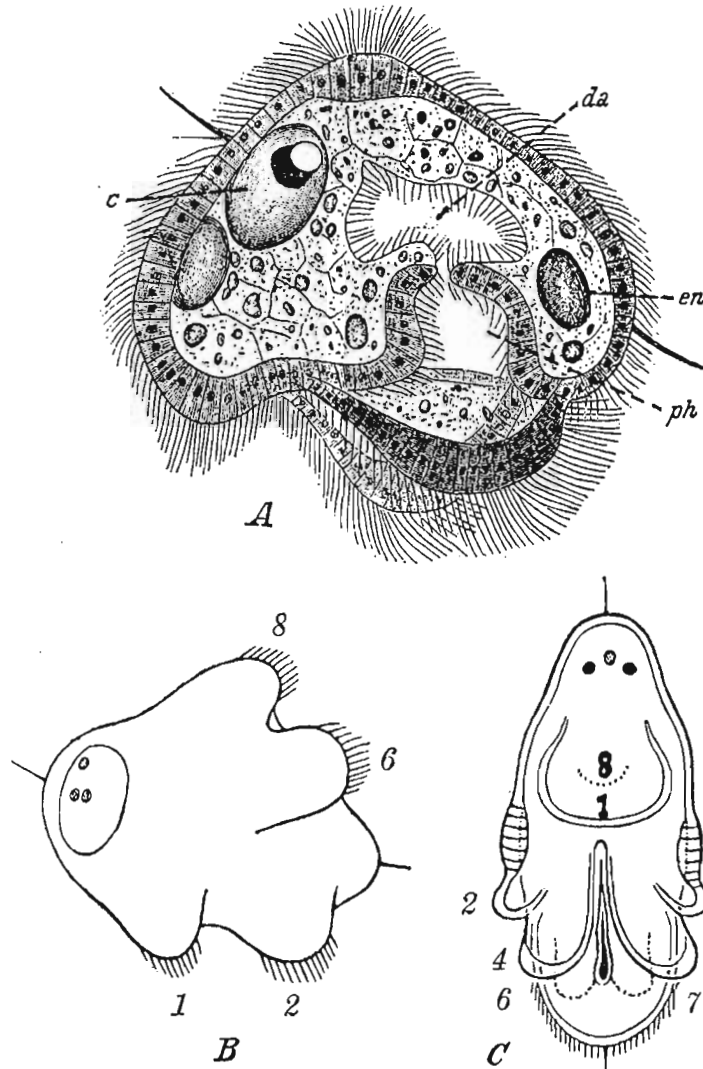


Fig. 93. *Polycladida*, Protrochula-Larven:  
 A GOETTESCHE Larve von *Stylochus pilidium* Goette, von der linken Seite gesehen, mit 2 ventro-lateralen Wimperlappen jederseits des Pharynx (ph), einem unpaarigen Ventralappen vor diesem und einem unpaarigen Dorsallappen mit Wimperschopf (Scheitelplatte); Darm (da) unscharf gegen das Parenchym abgegrenzt (mit Dottervakuolen, en). 500 : 1. — B und C MÜLLERSCHE Larven von *Cycloporus papillosus* Lang (siehe Fig. 92) in linker Seitenansicht (jüngeres Stadium) und in Ventralansicht (fertige Larve), 300 : 1; außer den 4 in A vorhandenen Lappen (2—3, 1, 8) werden nacheinander noch je 1 Paar Seitenlappen dorsal (6—7) und ventral (4—5) gebildet; zwischen 4 und 5 liegt der Mund (in C sichtbar), Bewimperung in B nur an den Lappen, in C nur am Hinterende dargestellt; vordere Tastborste in A—C über dem Gehirn (c), das in A mit 2, in B—C mit 3 Augen versehen ist.  
 A nach GOETTE 1882, B—C nach BRESLAU 1928/33.

sich direkt. Bei den *Alloeocoela* (mit Ausnahme der *Tricladida*) und bei den *Neorhabdocoela* rückt das embryonale Blastem während seiner Bildung allmählich aus dem Innern an eine Seite der Peripherie der Dotterzellmasse, die dann der Bauchseite des künftigen Embryos entspricht. In diesem peripher verlagerten Blastem differenzieren sich so-

dann hintereinander wie an einem Keimstreifen und oft von vornherein paarig die Anlage des Vorderkörpers (Kopfes) mit Gehirn, Augen und auswachsenden Längsnervenstämmen, dahinter die Anlage des Pharynx und als 3. Anlage die des Hinterkörpers. Die Differenzierung des Deck-

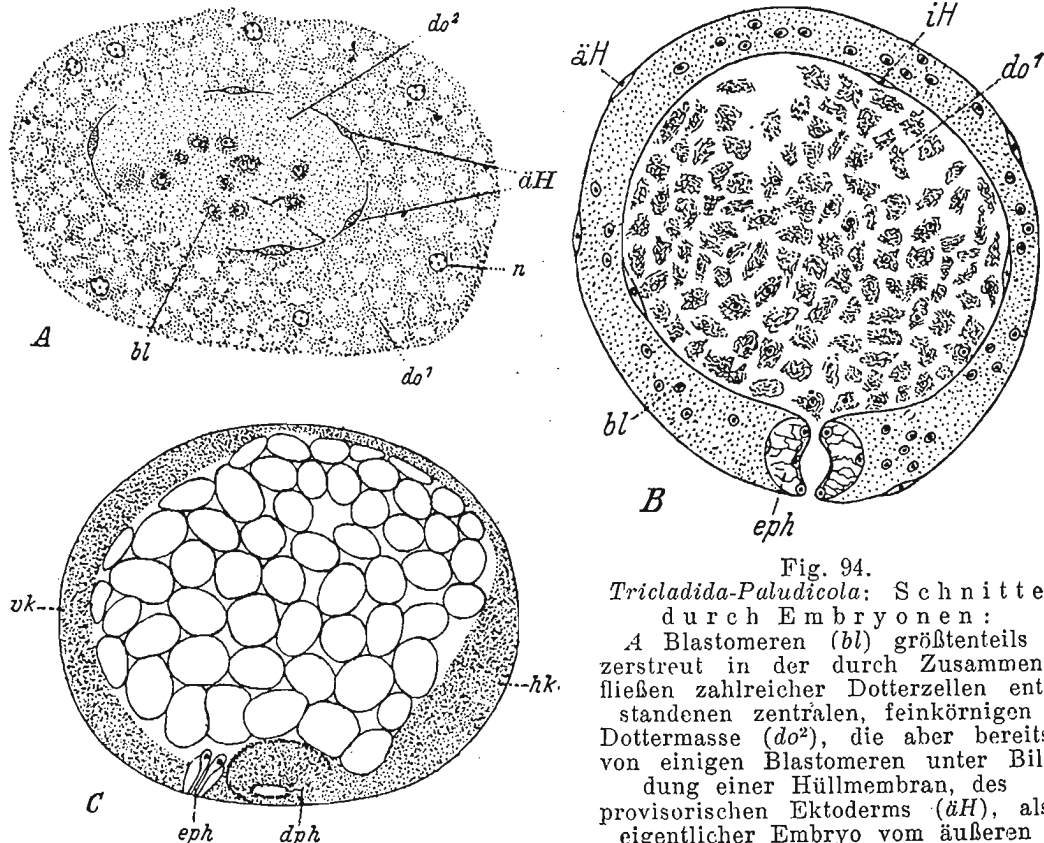


Fig. 94. *Tricladida-Paludicola*: Schnitte durch Embryonen: A Blastomeren (bl) größtenteils zerstreut in der durch Zusammenfließen zahlreicher Dotterzellen entstandenen zentralen, feinkörnigen Dottermasse (do<sup>2</sup>), die aber bereits von einigen Blastomeren unter Bildung einer Hüllmembran, des provisorischen Ektoderms (äH), als eigentlicher Embryo vom äußeren

Dottersynzytium (do<sup>1</sup>, mit Zellkernen n) abgegrenzt wird. — B Medianschnitt durch einen Embryo nach Bildung des Embryonalpharynx (eph) und des provisorischen Entoderms (iH), Lumen des provisorischen Darmes mit Resten der aufgeschluckten äußeren Dotterzellmasse (do<sup>1</sup>) angefüllt; zwischen äH und iH liegen die noch undifferenzierten Blastomeren (bl). — C Längsschnitt-Schema eines alten Embryo mit in Rückbildung begriffenem Embryonalpharynx (eph) und dem Keimstreifen, an dem die Anlagen des Vorderkörpers (vk), des definitiven Pharynx (dph) und des Hinterkörpers (hk) bereits differenziert sind. — A und C (*Dendrocoelum lacteum* Müll.) nach FULINSKI 1916, B (*Euplanaria gonocephala* Dug.), 100:1, nach BRESSLAU 1928/33.

epithels beginnt an der Ventralseite des Keimstreifens; es umwächst alsdann die Dottermasse. Zwei Zellstreifen jederseits der Pharynxanlage liefern die beiden Exkretionshauptstämme. Die zentrale Dottermasse, in der Spalträume auftreten, wird von noch indifferenten Blastemzellen umwachsen und stellt die Darmanlage dar. — An den großen dotterzellenreichen *Tricladen*-Eiern (Fig. 94) erfolgt keine Umwachsung der gesamten Dottermasse seitens der ventralen Epidermisanlage, sondern es wird von den durch rasch aufeinanderfolgende Teilungen entstandenen, peripher wandernden Blastomeren („Wanderzellen“) nur der zentrale, feinkörnige Teil der Dottermasse umhüllt (provisorisches Ektoderm, äußere Hüllmembran) und damit der Embryo innerhalb des Dotters umgrenzt; andere Wanderzellen vereinigen sich an einem Pole des Embryo zu einem Zellkomplex, der sich zu

einem kleinen, muskulösen Embryonal-Pharynx differenziert; im Anschlusse an dessen inneren Porus wird wiederum durch andere Blastomeren ein Hohlraum im Innern des Embryo umgrenzt (provisorisches Entoderm, innere Hüllmembran). Durch Schluckbewegungen wird nunmehr auch die periphere Dotterzellmasse in den provisorischen Darm aufgenommen, so daß der Embryo sich zu einer immer dünnerwandig werdenden Hohlkugel aufbläht. Bald nach dieser Dotteraufnahme gehen das provisorische Ektoderm und Entoderm sowie der Embryonalpharynx spurlos zugrunde und erfolgt die Anlage des eigentlichen Embryos seitens der zwischen dem provisorischen Ektoderm und Entoderm eingeschlossenen Blastomeren; diese bilden das embryonale Blastem, das sich unter lebhafter Zellvermehrung wie oben zu einem Keimstreifen mit den 3 primären Keimanlagen differenziert. Von ihnen aus erfolgt auch zunächst in der Pharynx-, dann in der Kopf- und zuletzt in der Schwanzregion der allmähliche Ersatz der provisorischen Darmzellen und provisorischen Ektodermzellen durch definitives Entoderm und Ektoderm. Durch Einwachsen von Parenchymsepten wird der ursprünglich einfache Darm dreischenklig und entstehen die Seitendivertikel der Darmschenkel mit ihren sekundären und tertiären Verzweigungen. Die Anlage des Geschlechtsapparates erfolgt erst nach Verlassen der Eikapsel, somit völlig unabhängig von der des Darmes. Im übrigen verweise ich auf die Darstellung durch BRESSLAU (1928/33). — Eine Metamorphose machen nur die *Fecampiidae*, Entoparasiten in Krebsen, durch, die als erwachsene Tiere bei Eintritt der Geschlechtsreife ihre Wirte verlassen, um sich an der Unterseite von Steinen in birnförmigen Sekretkokons zu encystieren und in diese ihre Eikapseln abzulegen; die aus ihnen ausschlüpfenden Jungtiere (Larven) haben eine längere Körperbewimperung als die erwachsenen, sie haben Rhabditen, 1 Paar Augen und einen vollständigen, noch von Dotterzellmassen erfüllten, wie bei *Dalyelliiden* gebauten Darm, bilden aber nach Einwanderung in ihre Wirte und Erreichen einer Länge von etwa 0.4 bis 0.5 mm die Augen und Rhabditen, sowie Mund, Pharynx, Ösophagus und später innerhalb ihrer Cyste mit dem Reifen der Geschlechtsdrüsen auch den Darm zurück (S. 35 und Fig. 95—96).

**F. Lebensdauer und Alterserscheinungen.** — Bei kleinen bis mittelgroßen Turbellarien beträgt die Lebensdauer 2 bis 4 Wochen bis mehrere Monate, bei *Polycladen* schätzungsweise durchschnittlich 1 Jahr, bei *Tricladen* vielfach mehrere Jahre, so bei *Dendrocoelum lacteum* in der Gefangenschaft über 5 Jahre. Als Alterserscheinungen treten vielfach Speicherung von Pigmenten im Parenchym (S. 97), Degeneration der Geschlechtsdrüsen nach Ablauf der Fortpflanzungsperiode, und zwar gemäß der Protandrie (S. 100) zuerst der Hoden (Fig. 10 B), dann der Keimstöcke und zuletzt der Dotterstöcke, sowie erhöhte Anfälligkeit für parasitische Pilze (Kristalloide, S. 140) in Erscheinung.

Die Dotterstöcke unterliegen bereits im Parenchym oder auch im Darm der Resorption; gelegentlich scheinen sie aber nach frühem Schwund der Hoden und Germarien zu hypertrophieren.

*Stenostomum leucops* konnte man über 2 Jahre agam (S. 101, 103) züchten, ohne physiologische Degeneration und Depression, was etwa 170 Teilungsgenerationen entspricht, so daß für diese Art und ebenso

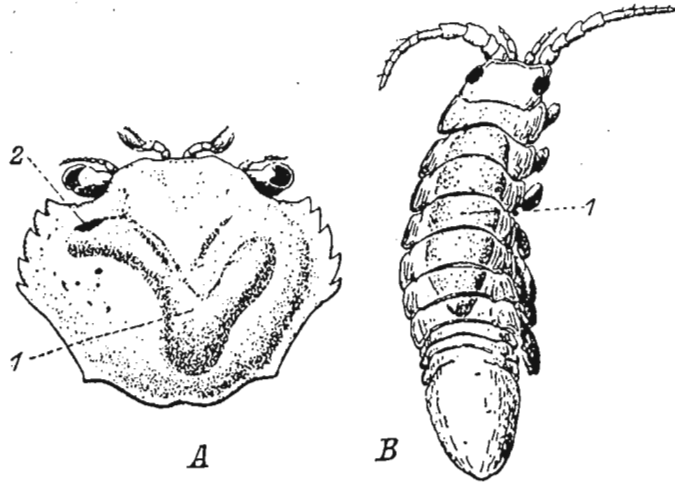


Fig. 95. *Fecampiidae*: A *Fecampia erythrocephala* Giard (1) im Thorax eines 4.5 mm langen *Carcinus maenas*; hell-lachsrot mit karmoisinrot pigmentiertem Vorderende (2); L. bis 12 mm. — B *Fecampia xanthocephala* Caull. & Mesn. im Thorax von *Idotea neglecta*, weißlichgelb mit orangegelbem Pigmenthalbmond am Vorderende; L. 6—7 mm. Nach CAULLERY & MESNIL 1903.

andere *Catenulida* zweifellos potentielle Unsterblichkeit im Sinne WEISMANNs besteht. Man kann auch die Teilung eines *Steno-*

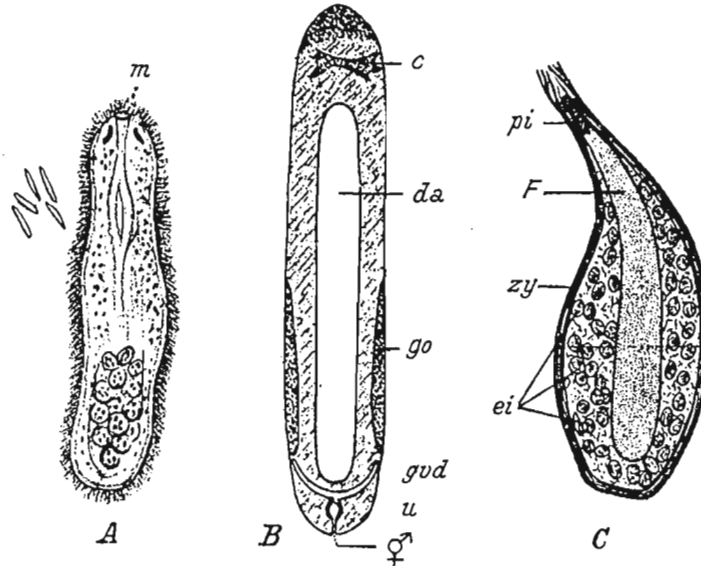


Fig. 96. *Fecampia xanthocephala* Caull. & Mesn., Metamorphose: A eben aus dem Ei geschlüpfte, freilebende, etwa 0.22 mm lange Larve mit orangegelben Augen, mit Mund (*m*), Pharynx und Darm mit Dotterresten, 16:1; links daneben ausgestoßene Rhabditen (1080:1). — B ausgewachsenes parasitisches Tier (Fig. 95 B), ohne Mund und Pharynx. — C Cyste („Kokon“) von 3.5 mm Länge mit völlig darmlos gewordenem Tier (*F*), das seine Eier (*ei*) zwischen seinem Körper und der Zystenwand (*zy*) abgelegt hat. — Nach CAULLERY & MESNIL 1903.

*stomum* durch fortgesetzte Amputationen eines kleinen Kopfstückes oder der hinteren Körperhälfte unter nachfolgender Regeneration unterdrücken und die Individuen so über 13 Monate am Leben erhalten, wäh-

rend welcher Zeit bei den Kontrolltieren 41 Teilungen stattfanden (HARTMANN 1922).

**G. Regeneration.** — Außer dem normalen Zellersatz (physiologische Regeneration) und Wundverschluß (Reparation) vermögen viele Turbellarien ganze Organe und Körperteile vollwertig zu ersetzen und damit ihre Ganzheit wieder herzustellen. Dieses Restitutionsvermögen erscheint an systematische Gruppen gebunden: Es fehlt ganz oder nahezu ganz wahrscheinlich allen *Neorhabdocoela* (und ebenso den von ihnen abzuleitenden *Temnocephalida*, *Trematodes* und *Cestodes*) und führt der Verlust lebenswichtiger Organe, so vor allem des Gehirnes und des Pharynx, auch wenn nur diese Organe allein herausgeschnitten werden, zum Tode; sie vermögen im wesentlichen nur Wundheilung durchzuführen. Diese vollzieht sich allgemein unter Nähern der Wundränder durch Kontraktion der Hautmuskulatur, oft unter provisorischem Abschluß durch Schleim, verquellende Rhabditen und ? Gerinnungsvorgänge (HAU 1936); sodann kommt es stets zur Bildung eines dünnen Verschlußhäutchens aus Epithelzellen, die sich vom Rande her über die Wundfläche schieben, und zu einem Neubau des Epithels und des Hautmuskelschlauches durch zugleich vom Parenchym her sich anlagernde und einwandernde Regenerationszellen (Ersatzzellen, S. 35); nach Anhäufung bisweilen sich noch durch Teilung vermehrend (manche *Tricladen*), lassen sie einen Regenerations-Kegel“ entstehen. — Einzelnen *Acoela*, vielen *Catenulida*, *Macrostromida*, *Polycladida* und *Alloeocoela*, unter diesen besonders den *Tricladida*, kommt hingegen ein  $\pm$  hohes Restitutionsvermögen zu, dessen nach Gattungen und Arten verschiedene Stärke im Zusammenhange mit ihrer verschiedenen Organisationshöhe zu stehen scheint: So können bei regenerationsfähigen *Acoela* z. B. nach tiefer Spaltung Doppelbildungen entstehen, Transplantationen erfolgreich durchgeführt werden; doch kommt es niemals mehr zu einem Ersatz des Gehirnes und der Statocyste. Die *Microstromidae* und *Catenulidae* vermögen aber sogar in Teilstücken von  $\frac{1}{6}$  der ursprünglichen Körperlänge den Kopf und Schwanz neu zu bilden, also sogar das Gehirn und die Wimpergrübchen zu ersetzen, eine Voraussetzung für ihre ungeschlechtliche Vermehrung (S. 103). Viel schlechter regenerieren die nur sexuell sich fortpflanzenden *Macrostromidae*, und sind die an ihnen beobachteten Doppel- und Mehrfachbildungen auf Störungen in der Embryonalentwicklung (Trennung und nachträgliche Verschmelzung von Blastomeren) zurückzuführen, wie bei *Neorhabdocoela*. *Polycladen* und maricole *Tricladen* sind nur bei unverletztem Gehirn voll restitutionsfähig; nach Entfernung des Vorderendes bzw. des Gehirns allein aber vermögen die meisten untersuchten *Polycladen* (*Leptoplana* u. a.) und manche maricole *Tricladen* (*Proderodes litoralis*, Fig. 97) zwar ein abgeschnittenes Schwanzende zu regenerieren, nicht aber das Vorderende und das Gehirn, und die Arten, die hierzu fähig sind (z. B. *Cestoplana* bzw. *Cercyra*), auch nur dann, wenn der Schnitt nicht zu weit hinter dem Gehirn geführt worden ist. Liegt nämlich dieser z. B. bei *Meerestricladen* unmittelbar vor der Pharynxwurzel, so entsteht manch-

mal bereits eine Schwanz-Heteromorphose, manchmal aber neben dieser noch ein Kopf; in dieser kurzen praepharyngealen Zone erfolgt also der Umschlag der Restitutionspotenzen. Bleibt ein Teil des Gehirnes erhalten, so ist das Vorderende ergänzungsfähig und können auch die Augen, nicht aber Nervengewebe regeneriert werden; doch kommt es zu keiner völligen Wiederherstellung der früheren Gestalt und Größe. —

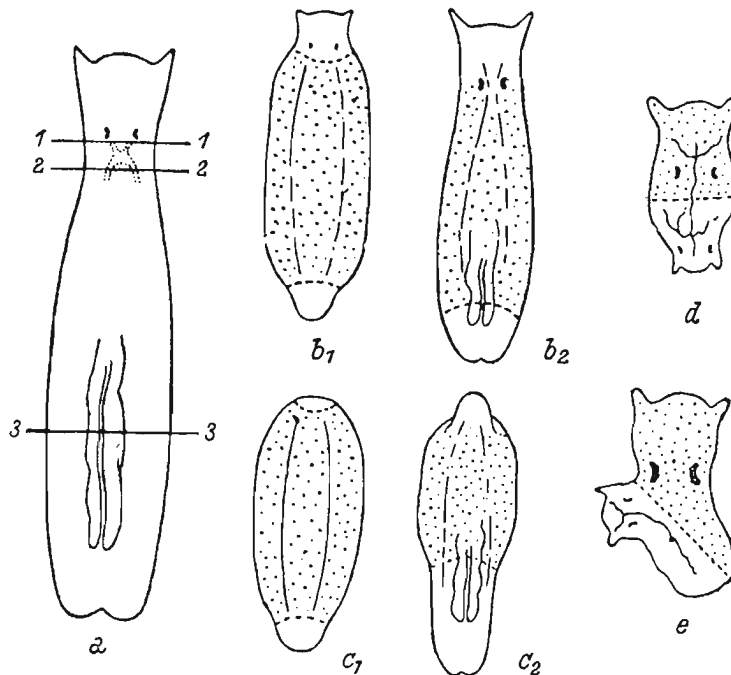


Fig. 97. *Procerodes litoralis* Ström, Restitution: *a* Umriß des ruhenden Tieres (mit bräunlichem bis schwärzlichem, häufig netzförmigem Rückenpigment und oft 3 dunkleren Längsstreifen am Vorderende, die bis zwischen die Augen, der mittlere oder die seitlichen bisweilen aber bis weit nach hinten reichen, bauchseits weißlichgrau; die Operationsschnittlinien 1, 2 und 3. — *b*<sub>1</sub> und *b*<sub>2</sub> Ergebnis der Restitution eines vorn in 1—1 und hinten in 3—3 amputierten Tieres, 14 bzw. 56 Tage nach der Operation. — In *c*<sub>1</sub> und *c*<sub>2</sub> ist 14 bzw. 56 Tage nach Abtrennung des Kopfes mit dem Gehirn (in 2—2) und des Hinterendes in 3—3 keine Restitution des Kopfendes erfolgt. — *d* polare Heteromorphose, 20 Tage nach Abtrennung des Kopfendes durch einen zwischen 1—1 und 2—2 quer durchs Gehirn geführten Schnitt. — *e* Doppelbildung, 20 Tage nach schräger Abtrennung des Vorderendes dicht hinter dem Gehirn; Regenerate weiß; L. bis 7 mm. — Nach LLOYD 1914.

Die großartigsten Restitutionsleistungen vollbringen die *paludicolen* *Tricladen*, und zwar die relativ primitiven *Euplanaria*-Arten, während sie bei höher differenzierten Arten, wie *Planaria torva* oder gar *Dendrocoelum lacteum*, viel geringer sind. Jene *Euplanarien* sind als Fließwasser-Formen auch in der Natur bedeutenden Verletzungen ausgesetzt, neigen auch z. T. zur Selbstzerlegung (Architomie, S. 102); im Versuche sind Teilstücke bis zu  $\frac{1}{279}$  des ursprünglichen Körpervolumens, aus fast beliebigen Regionen herausgeschnitten, also auch gehirnlose, noch voll restitutionsfähig, und man kann manchmal durch fortgesetzte Wiederholung der Zerschneidung nach Beginn ihrer Regeneration bis zu Teilen von  $\frac{1}{1000}$ , ja  $\frac{1}{1500}$  des ursprünglichen Volumens kommen. Restitutionsuntüchtig sind nur Körperabschnitte vor den Augen und das hinterste Schwanzstück. Einfache Zerschneidung führt oft zur Bildung

von Doppelköpfen oder Doppelschwänzen (polare Heteromorphosen). Hieraus ergibt sich, daß das Restitutionsvermögen nicht unter dem direkten Einfluß des Zentralnervensystems, des Gehirnes steht; vielmehr scheint dem das Gehirn enthaltenden vordersten Körperteile bei der Restitution eine förmliche Organisatorfunktion eigen zu sein, indem das Vermögen zur Kopf-Restitution von vorn nach hinten, das zur Schwanz-Restitution von hinten nach vorn abnimmt. Es besteht somit eine physiologische Polarität in Form eines Differenzierungsgefälles („Axialgradienten“) vom Kopfende bzw. dem das Gehirn enthaltenden Bereich als dem Orte höchster Aktivität in der Richtung zum Schwanzende, das das Regenerationsgeschehen beherrscht und reguliert, so daß zum Beispiel bei Verpflanzung von Regenerationsknospen mit Kopfbeschaffenheit in die Schwanzregion Umkehrung der Polarität, bei Verpflanzung von Schwanzknospen in die Augengegend ortsgemäße Umbildung zu Köpfen erfolgen kann. — Das Bestehen einer solchen physiologischen Polarität, eines Reaktionsgefälles, ergibt sich auch deutlich z. B. aus dem von vorn nach hinten abnehmenden Sauerstoffverbrauche des Körpers bei der Restitution — Kopfstücke oder Teilstücke des Vorderkörpers verbrauchen mehr Sauerstoff als gleich große des Hinterkörpers —, sowie aus der von vorn nach hinten zunehmenden Widerstandskraft des Körpers gegenüber schwachen Giftlösungen (Alkalien, Säuren, Narkotika, KCN), die sich im allgemeinen in einem am Kopf beginnenden, nach hinten fortschreitenden Zerfall des Körpers äußert.

Die Restitution vollzieht sich zunächst wie die Wundheilung hauptsächlich mit Hilfe der sich anhäufenden, oft durch Teilung vermehrenden Regenerationszellen, außerdem aber unter Degeneration von differenzierten Geweben, besonders der Geschlechtsorgane, die in der Reihenfolge wie beim Hungern (S. 96), zuerst Dotterstöcke, dann Begattungsorgane, schließlich Keimstöcke und Hoden) eingeschmolzen werden, oder auch von Darmteilen, deren Zellen zerfallen und phagozytiert werden oder sich gar zu Regenerationszellen zurück- und umdifferenzieren (Epimorphose). Die Neubildung erfolgt entweder unter dem organisierenden Einfluß noch vorhandener Organe oder Organteile oder aber unabhängig mitten im Regenerationsgewebe (z. B. Pharynx, Augen); die Teile des Geschlechtsapparates entstehen in der Reihenfolge, wie bei der normalen Entwicklung (S. 100). Die noch erhalten gebliebenen Teile des ursprünglichen Körpers erfahren in der Regel einen  $\pm$  weitgehenden Umbau (Morphallaxis). Die Voraussetzung für das Ausmaß der Restitution scheint — auf Grund von Zählungen der Regenerationszellen — die nach Arten verschiedene Menge des vorhandenen indifferenten (undeterminierten) oder noch umdeterminierbaren Zellmaterials zu sein, auf das die Restitutions-Organisatoren (chemische Stoffe, Feldwirkungen) determinierend wirken. — Man hat an *Euplanarien* durch Spaltung Doppel- und Mehrfachbildungen erzeugt, wobei das Ergebnis nicht nur von der Länge des Schnittes, sondern auch von dem Ausgang des Widerstreites zwischen dem auf die Wiederherstellung der Ganzheit des ursprünglichen Individuums gerichteten Einfluß und dem Streben der Spalteile nach Herstellung ihrer

eigenen Ganzheit abhängig ist: Es kann z. B. nach Entstehung überzähliger Regenerate, so auch bei Kopf-Heteromorphosen, nachträglich zu einer Wiederherstellung des ursprünglichen Individuums durch Einschmelzung oder Abschnürung des überzähligen Kopfes usw. kommen oder aber bei einer Doppelbildung zur völligen Trennung in zwei ganze Individuen (Re-individualisation). Ein bei der Operation verletzter Pharynx wird in der Regel abgestoßen und durch einen, bisweilen 2 oder mehrere ersetzt. Es lassen sich durch auto- und homoio-, ja sogar durch hetero-plastische Transplantationen bei *Euplanarien* außerordentlich groteske Monstra erzeugen. —

Die Restitutionsvorgänge werden im allgemeinen durch höhere Temperatur, Bewegung und Sauerstoff, gute Ernährung und Dunkelhaltung gefördert, durch Radium- und Röntgenstrahlen, die je nach ihrer Länge und Dosierung die noch undifferenzierten Regenerationszellen schädigen, verzögert. Chemische Stoffe können je nach ihrer Art fördern, so besonders die Mg-Ionen (S. 121), oder hemmen. Bei Verwendung der für Wirbeltier-Gewebe üblichen physiologischen Salzlösungen wirkt eine Vermehrung des Gehaltes an Ca-Ionen günstig (S. 119). Das Optimum des osmotischen Druckes für die Regeneration von *Procerodes litoralis* liegt gerade unter dem des Meerwassers; doch tritt eine merkliche Verzögerung oder Verhinderung erst unter 15 und über 22.5 Atmosphären ein. — Das Restitutionsvermögen ausgewachsener Tiere ist wesentlich größer als das von Embryonen oder Jungtieren.

### Ökologie und Verbreitung

**I. Meer- und Süßwasser, horizontale Verbreitung.** — Über die Verteilung der Turbellarien auf die Lebensräume der Erde gibt die Übersicht des Systems Aufschluß. Aus ihr ersieht man, daß mit Ausnahme der *Catenulida* und *Temnocephalida*, alter Süßwasserbewohner, alle Gruppen wenigstens mit ihren primitiv-organisierten Formen im Meere beheimatet sind. Im übrigen sind unsere Kenntnisse über Bindung der freilebenden Arten an bestimmte Bereiche der Salzkonzentration und über ihre geographische Verbreitung noch viel zu lückenhaft, als daß die folgenden Zusammenstellungen im einzelnen ein gesichertes Bild

über 40‰-30‰ etwa 30‰-16‰	Meerwasser polyhalines „Brackwasser“ (Fauna rein marin, aber an Artenzahl abnehmend)	Nordsee—Skagerrak Kattegat
etwa 16 (15)‰-(3) 2‰ etwa 16‰-10 (8)‰	mesohalines Brackwasser marin-brackisches Mischgebiet (Fauna mit überwiegend marinem Einschlag)	} Beltsee, östlich bis Darsser Schwelle südliche Ostsee, nördlich bis Gotland mit etwa 10-8‰
etwa 10 (8)‰-5‰	echtes Brackwassergebiet (maximale Entwicklung echter Brackwassertiere)	
etwa 5‰-3 (2)‰	brackisch-limnisches Mischgebiet (Fauna mit überwiegend limnischem Einschlag)	} nördliche Ostsee, Bottnischer und Finnischer Meeresbusen
etwa 2‰-0.2‰ unter 0.2‰	oligohalines Brackwasser (Fauna fast rein limnisch) Süßwasser	



geben könnten. Der Einteilung der Gewässer lege ich unter Hinweis auf den kritischen Überblick REMANES (1934) die von VÄLIKANGAS (1933) nach dem Gesamtsalzgehalt berechnete zugrunde:

A) Aus dem Nordatlantik und dem Mittelmeer, zum Teile außerdem aus dessen Nebenmeeren (Adria = A, Schwarzes Meer = Sch), nicht aber aus der Ostsee bekannte, also in vollsalzigen Meeren und polyhalinem Brackwasser (Sch) lebende  $\pm$  stenohaline Arten, die zum Teile (\*) in der Nordsee noch nicht nachgewiesen worden sind oder vielleicht nicht über den Ärmelkanal und die Irische See hinaus nach Norden reichen:

\**Microstomum rubromaculatum*, *Prostheceraeus vittatus*, *Cycloporus papillosus* (auch in Japan!), *Oligocladus sanguinolentus*, *Stylostomum ellipse* (auch in der Arktis und Subantarktis-Südspitze Afrikas und Amerikas), *Monocelis fusca* (A, Sch), \**Sabussowia dioica* (A), \**Monophorum striatum* (A), \**Allostoma austriacum* (A, Sch), *Vorticeros auriculatum* (A), \**Plagiostomum girardi*, *Alvaëra dioica* (A), \**Promesostoma ovoideum* (A), \**Pr. solea solea* (A, Sch), *Proxenetes gracilis* (A, Sch), \**Trigonostomum setigerum* (A, Sch), *T. venenosum* (A, Sch), \**T. penicillatum* (A), *Paramesostoma neapolitanum* (A, Sch), \**Progyrator mamertinus* (A, Sch).

B) Aus dem Nordatlantik (Nordsee), dem Mittelmeer und zum Teile aus dessen Nebenmeeren bekannte Arten, die bis ins marin-brackische Mischgebiet (Beltsee) vorgedrungen, also euryhalin sind:

*Leptoplana tremellaris* (Sch, Rotes Meer), *Eurylepta cornuta*, *Monocelis longiceps* (A, Sch), *Pseudostomum quadrioculatum* (A, Sch) und *klostermanni* (A, Sch).

Bis ins echte Brackwassergebiet, dieses sogar bevorzugend, sind verbreitet: *Monocelis lineata* (A, Sch), *Proxenetes flabellifer* (Sch) und *Promesostoma marmoratum* (A, Sch).

C) Bisher allein aus der Nordsee (N) oder aus dem Nordatlantik bekannte Arten, bei letzteren, wenn sie für die Nordsee (noch) nicht nachgewiesen sind, vielleicht den Ärmelkanal nach Norden nicht überschreiten, Angabe der bisherigen Fundstätten:

*Alaurina alba* (N), *Microstomum groenlandicum*, *M. lucidum* (Bretagne, Färöer), *Macrostomum ophiocephalum* (Färöer), *Omalostomum claparedei* und *schultzei* (Bretagne, Kanal), *Polyposthia similis* (N), *Cryptocelis loveni* (N), *Stylochus flevensis* (N), *Aceros typhlus* (N), *Pseudostomum arenarium* (N), *Cylindrostomum elongatum* (Kanal, Westgrönland), *Allostoma flavibacillum*, *A. fingsalianum* (Kanal, Insel Skye, Weißes Meer), *Enterostomula dura* (Bretagne), *Plagiostomum koreni*, *P. fabrei* (Bretagne), *P. violaceum* (Bretagne), *P. elongatum* (Kanal) und *P. caudatum* (Kanal, Westgrönland), *Monocelis gracilis* (N), *Coelogygnopora gigantea* (N), *Bothriomolus constrictus* (Kanal), *Otoplana filum* (N), *O. foliacea* (N), *O. helgolandica* (N), *O. borealis* (Färöer), *Cercyra teissieri* (Kanal), *Procerodes lobata solowetzkiana* (Färöer, Weißes Meer, Stammform im Mittelmeer), *Uteriporus vulgaris* (N, Kattegat), *Prorhynchopsis minuta* (Kanal), *Provortex rubrobacillus*

(Kanal), *Jensenia oculifera* (Bretagne), *Maehrenthalia agilis*, *M. intermedia* (N), *Byrsophleps graffii*, *Astrotorhynchus bifidus*, *Proxeneles cochlear* und *v. uncinatus*, *Promesostoma lenticulatum* (Kanal, Irische See, Färöer, Westgrönland), *Trigonostomum armatum*, *T. breitfussi* (N, Barents-See, Westgrönland), *T. intermedium* (N), *T. brunchorsti* (N, Westgrönland), *Cicerina tetradactyla* (atlant. Küste Frankreichs), *Gyratrix attemsi* (N), *Polycystis nägelii*, *P. (Acrorhynchus) caledonica* (N), *Koinocystis heinckeii* (N), *Neophonorchynchus arenarius* (N), *Neokoinocystis desertorum* (N), *Pseudogyatrix helgolandica* (N), *Proschizorhynchus faeroeensis* (Faröer), *P. helgolandicus* (N), *Paraschizorhynchus arenarius* (Arcachon), *Thylacorhynchus arcassonensis* (Arcachon), *Chelipana vestibularis* (Arcachon), *Diascorhynchus glandulosus* (Arcachon).

D) Im Nordatlantik bzw. in der Nordsee und bis in die Beltsee verbreitete, also  $\pm$  euryhaline Arten, die bis ins marin-brackische Mischgebiet vorge drungen sind (im Sandbiotop = S):

*Alaurina composita*, *Microstomum papillosum* (? Adria), *Omalo stomum dubium* (Arcachon, Kiel), *Discocelides langi*, *Stylochoplana maculata* (sehr nahe verwandt mit *St. agilis* Mittelmeer—Kanal), *Notoplana atomata* (als vikariierende Art lebt in der Arktis *N. kikenthali*, im Mittelmeer *N. vitrea*), *Plagiostomum vittatum* und *P. cinctum* (S), *Allostoma pallidum*, *Coelogygnopora bresslaueri* (S), *C. biarmata* und *C. gynocotyla* (S), *Nematoplana coelogygnoporoides* (S), *Jensenia angulata*, *Promesostoma excellens*, *Polycystis crocea*, *Neopolycystis tridentata* (S), *Phonorhynchus helgolandicus*, *Cicerina remanei* (S), *Thylacorhynchus conglobatus* (S).

E) Arten, die vorderhand nur aus der Beltsee (Kieler Bucht) bekannt sind, manche \* auch in echtem Brackwasser, viele im Sande (S):

*Haplopharynx rostratus* (S), *Euxinia baltica* (S), *Gastropharynx contractilis* (S), *Solenopharynx balticus* (S), *Monotoplana diorchis* (S), *Coelogygnopora tenuis* (S), *C. schulzii* (S), \**Archimonotresis limophila*, *Bothriomolus balticus* (S), *Otoplanidia endocystis* (S), *Parotoplana capitata* (S), *Otoplana baltica* (S), \**Provortex tubiferus* (S), \**Pseudograffilla arenicola*, *Jensenia macropharynx* (S), *Adenorhynchus balticus* (S), *Proxeneles arenarius* (S), \**P. filum*, \**Promesostoma hamiferum*, \**P. lugubre*, *Paracicerina laboeica* (S), *Blennorhynchus egregius* (S), *Ptyalorhynchus coecus* (S), *Ethmorhynchus anophthalmus*, *Gyratrix proavus* (S), *Phonorhynchus bitubatus*, *Neopolycystis hamata* (S), *Psammopolycystis bidens* (S), *Typhlopolycystis coeca* (S), *Prognathorhynchus dubius* (S), *Paragnathorhynchus subterraneus* (S), *Gnathorhynchus hastatus* (S) und *G. conocaudatus* (S), *Proschizorhynchus oculatus* (S), *Paraschizorhynchus mirabilis* (S), *Schizorhynchoides diplorchis* (S), *Lecanorhynchus remanei* (S), *Psammorhynchus tubulipenis* (S), *Koleorhynchus paradoxus* (S), *Thylacorhynchus caudatus* (S), *Karkinorhynchus primitivus* (S), *Cheliplana coeca* (S), *Rhinepera remanei* (S) und *R. vaginalis* (S), *Diascorhynchus borealis* (S).

F) Aus dem Nordatlantik bzw. der Nordsee und der Ostsee bekannte Arten, die bis in echtes Brackwasser bzw. auch ins brackisch-limnische Mischgebiet eindringen, also ausgeprägt euryhalin sind (35<sup>0</sup>/<sub>00</sub> bis etwa 5<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Salzgehalt) und meist auch im Sandbiotop leben (siehe auch B!):

*Archilopsis unipunctata*, *Paramonotus hamatus*, *Foviella affinis*, *Procerodes litoralis* (= *ulvae*), *Provortex balticus* (auch Westgrönland), *P. affinis* (auch Nordamerika: N.S.A.), *Cicerina brevicirrus*, *Placorrhynchus octaculeatus*, *Diascorhynchus brevicandatus*.

G) Arten der Beltsee und Ostsee, die im marin-brackischen Mischgebiet und im echten Brackwasser leben, z. T. nur aus der Ostsee \* bekannt sind, manche im reinen Sande (S):

*Promonotus schultzei* (im Aralsee mit etwa 10.8<sup>0</sup>/<sub>00</sub>: *Promonotus orientalis*!), \**Sabussowia punctata*, \**Pentacoelum fucoideum*, *Provortex psammophilus*, \**Vejdovskya pellucida*, \**Baicaliella brevitubus*, \**Promesostoma baltica*, *P. cochlearis*, *Polycystis robusta*, \**Koinocystis tvaerminnensis*, *Procheliplana magnifica* (S), *Cheliplanilla caudata* (S) und wohl noch andere Arten aus Liste E,

H) Im Meere, im Brack- und Süßwasser lebende, extrem euryhaline und weitverbreitete Arten:

*Macrostomum appendiculatum* (Paläarktis, Java), *Gyratrix hermaproditus* (Arktogäa, Java).

J) Arten des Süßwassers, die im brackisch-limnischen Mischgebiet (Ryck bei Greifswald, Frisches und Kurisches Haff, Finnischer und Bottnischer Meerbusen), einzelne \* auch im echten Brackwasser der Ostsee vorkommen:

*Stenostomum leucops*, *Microstomum lineare*, *Otomesostoma auditivum*, \**Plagiostomum lemani*, *Euplanaria polychroa* (? *lugubris*), *Planaria torva*, *Polycelis nigra*, \**Dendrocoelum lacteum*, *Dalyellia ornata*, *D. cuspidata*, *D. nigrifrons* (nur aus dem Finnischen Meerbusen, aus Süßwasser noch nicht bekannt!), *D. triquetra*, *D. pallida*, *D. armigera* und *D. picta* oder eine verwandte Art, *Castrada perspicua*, *C. stagnorum*, *C. lanceola*, *C. hofmanni* und *C. intermedia*, *Phaenocora typhlops subsalina* (Finnischer Meerbusen, Stammform im Süßwasser), *Mesostoma lingua* und *Bothromesostoma personatum*. — Die meisten dieser Arten haben eine sehr ausgedehnte Verbreitung in der Paläarktis oder gar in der Arktogäa, *Castrada stagnorum*, *C. hofmanni* und *C. intermedia* anscheinend eine boreo-alpine.

Wahrscheinlich lebt der im Süßwasser beheimatete, in Nordamerika auch in Brackwassertümpeln gefundene *Prorhynchus stagnalis* M. Schultze (*Lecithoepitheliata*) in Europa ebenfalls in solchen.

Unter Berücksichtigung der noch sehr ungenügenden Erforschung ergibt sich jedenfalls, daß nur eine geringe Zahl von Arten der Nordsee und dem Mittelmeer gemeinsam ist; noch sehr viel geringer sind die Beziehungen zwischen der Ostsee und dem Mittelmeer (Liste A und B), wie schon REMANE (1936) z. B. für die *Gastrotricha* gezeigt hat.

Unter den *Acoela*, die in obigen Zusammenstellungen nicht berücksichtigt worden sind, dringen nicht wenige Arten ins brackische Gebiet, einige auch ins brackisch-limnische Mischgebiet (Finnischer Meerbusen), so *Childia baltica* (= *spinosa* = *groenlandica*) und *Anaperus* (*Palmeniola*) *tvaerminnensis*, oder in Gebiete mit stark schwankendem Salzgehalt vor, wie z. B. *Aphanostoma diversicolor*, aber nur einzelne sind auf echtes Brackwasser beschränkt, so *Avagina aurita*, mit dem eine bei Artern am Harz in einer Salzquelle von etwa 43‰ Salzgehalt aufgefundene Acoele nach REMANE (brieflich) identisch zu sein scheint. Die ebenfalls meist weitgehend stenohalinen *Polycladen* sind in den nördlichen Meeren auffallend arm an Arten und Formtypen: Von den 26 Familien sind nur 4 (6) mit 13 Arten vertreten; in der eigentlichen Ostsee scheinen sie völlig zu fehlen und nur wenige (5) Arten (Liste B und D) sind in die Beltsee eingewandert; gleiches gilt fürs Schwarze Meer. Neben den *Leptoplaniden* herrschen die im Mittelmeer besonders artenreichen *Euryleptiden* vor, während die noch wärmere Meere bevorzugenden *Stylochidae* nur in der ziemlich warmen Zuidersee (*Balanus improvisus*-Biozönose) durch *Stylochus flevensis* vertreten sind, eine mit *St. pusillus* Bock aus dem Pazifik nahe verwandte und offenbar mit der Schifffahrt eingeschleppte Art.

Offensichtlich bildet eine Salzkonzentration von etwa 5—6‰ — wie auch bei anderen Tieren — für die Ausbreitung von Meeres- bzw. poly- bis mesohalinen Brackwasser-Arten ins Süßwasser und umgekehrt die entscheidende Grenze, die besonders deutlich in Aestuarien durch eine (fast) tierlose Zone zwischen dem Bereiche der Nippflut- und Springflut-Grenze hervortritt. Zu den wenigen Turbellarien, die solche Aestuarien bevorzugen, gehört *Procerodes litoralis* (Liste F), eine Meerestriclade, die an den nordatlantischen Küsten Europas im Bereiche von Flußmündungen etwa zwischen der Nippflut- und Nippebbe-Grenze an der Unterseite von (mäßig großen) Steinen, die auf grobem Sand (Kies) aufliegen, lebt und hier wenigstens in einem Teil des Jahres für etliche Stunden des Tages reinem Süßwasser, für etliche vollsalzigem Seewasser ausgesetzt ist, also gegenüber raschen, d. h. etwa innerhalb einer halben Stunde eintretenden extremen Änderungen des Salzgehaltes bzw. des osmotischen Wertes des Mediums außerordentlich widerstandsfähig sein muß. Dort, wo die Schwankungen des Salzgehaltes nicht so groß sind, kommt diese Art nach PANTIN in weitaus geringerer Menge vor. Dies erscheint allerdings besonders deshalb auffallend, da sie auch in unverdünntem Meerwasser mit bis etwa 40‰ Salzgehalt und ebenso in Brackwasser mit etwa 6 bis 5‰ Salzgehalt lebt und monatelang ohne merkbare Schädigung in stark (bis etwa auf 1.75‰ Salzgehalt) verdünntem Meerwasser gehalten werden kann. Im Ryck-Fluß bei Greifswald ist sie nur bis in die dänische Wick mit einem Salzgehalt von 6‰ vorgedrungen (BRANDTNER), und ähnlich in der Schlei bei Kiel. Zu dauerndem Leben im Süßwasser ist sie jedoch nicht befähigt (s. u.).

Ebensowenig vermögen die in den Listen B, F und G verzeichneten Brackwasserarten für dauernd ins Süßwasser einzudringen: So leben

im Unterlaufe des Ryck-Flusses außer Arten mariner Herkunft, wie *Sabussowia punctata*, *Monocelis lineata*, *Archilopsis unipunctata*, *Pro-mesostoma marmoratum* einige Süßwasserarten (*Macrostomum appendiculatum*, *Microstomum lineare*, *Gyratrix hermaphroditus* sowie die 4 unter J verzeichneten *Tricladen*) und sind hier, soweit sie in der Ufer-(Vegetations-)Zone und an der Oberfläche leben, vorübergehenden, durch Niederschläge bedingten Schwankungen des Salzgehaltes von etwa 6 bis 0,3‰ ausgesetzt; oberhalb der Greifswalder Schleuse, also bereits im brackisch-limnischen Mischgebiet, wurden jene 4 Brackwasserarten bereits vermißt und, da hier auch keine anderen Süßwasserarten dazugekommen sind, ergibt sich eine auch in der übrigen Fauna ersichtliche und für dieses Gebiet charakteristische V e r a r m u n g (GRESENS 1928). Bei *Sabussowia punctata* und anderen Brackwasserarten werden lange Zeiten der Aussüßung bzw. der Winter im Eizustande überdauert. — Gleiches zeigt *Baikaliella posieti* Nasonow, eine mit *Baikaliella brevitybus* (Liste G) verwandte Provorticide, die im Schlamme eines mit dem japanischen Meere verbundenen Sees lebt und in Abhängigkeit von Ebbe und Flut Schwankungen der Salzkonzentration von 18,97 bis 5,5‰ ausgesetzt ist, ähnlich wie z. B. auch die Turbellarien im Litoral von Odessa (18.9 bis 3‰; BEKLEMISCHEV 1927); nach Aussüßung des Sees durch anhaltende Regen wurde sie vermißt. — Diese Turbellarien haben offenbar eine beschränkte Fähigkeit zur Osmoregulation, wenigstens nach den Befunden an *Procerodes litoralis* (WEIL & PANTIN 1931, BEADLE 1934). Übertragung aus normalem in verdünntes Meerwasser hat bei dieser Art infolge osmotischen Durchtrittes von Wasser durch die Haut ins Parenchym neben Herabsetzung der Beweglichkeit ein Anschwellen des Körpers zur Folge, das im allgemeinen dem Grade der Verdünnung entspricht. Die Schwellung erreicht z. B. nach Übertragung in Seewasser mit 3.5‰ Salzgehalt oder Ca-armes Leitungswasser (Plymouth) nach 2—3 Stunden bzw. binnen einer Stunde ungefähr das Doppelte des ursprünglichen Volumens als Maximum. Dann nehmen die Tiere wieder etwas an Volumen ab, und zwar dadurch, daß das Wasser von den gegen das Lumen hin sich ausdehnenden Darmzellen in intrazelluläre Vakuolen aufgenommen wird, so daß das Parenchym nach etwa 12 Stunden wieder seinen normalen Wassergehalt zeigt, ein Gleichgewichtszustand mit Wiederherstellung voller Beweglichkeit. Die Vakuolen in den Darmzellen sind während der ganzen Dauer des Aufenthaltes im verdünnten Seewasser sichtbar und war eine Abgabe ihres Inhaltes ins Darmlumen nie zu beobachten. Offenbar setzt die Haut weiterem Wassereintritt aktiven Widerstand entgegen, vermutlich durch Herabsetzung (Abnahme) ihrer Wasserdurchlässigkeit. Die Nahrungspagozytose durch die Darmzellen (S. 94—95) ist während ihrer Vakuolisierung aufgehoben, die Nahrungsaufnahme herabgesetzt. Nach Zurückbringen der Tiere in normales Meerwasser gehen alle Erscheinungen stets wieder völlig zurück. — Umgekehrt verlieren Süßwassertricladen bei Versetzung in Salzlösungen rasch an Gewicht (Volumen). Nach Rückversetzung in Süßwasser nehmen sie dann wieder an Gewicht zu; jedoch werden stets nur etwa  $\frac{2}{3}$  des ursprünglichen

Gewichtsverlustes durch Wasseraufnahme ersetzt. Auch hier steht die Gewichtsänderung, d. h. die Änderung des osmotischen Wertes im Körper, nicht immer in einem Äquivalenz-Verhältnis zum osmotischen Wert des Außenmedium (ADOLPH 1925). *Gyatrix hermaphroditus* (Liste H), die im Süßwasser und Brackwasser eine bedeutendere Durchschnittsgröße (etwa 1,2 mm) erreicht als in vollsalzigen Meeren (etwa  $\frac{1}{4}$  mm), hat hier ein merklich kompakteres Parenchym als dort, was auch Übertragungsversuche aus Süß- in Meerwasser bestätigen (MEIXNER 1929). — Bei Versetzung aus vollsalzigem in verdünntes Meerwasser (*Procerodes litoralis*) findet zugleich mit der Wasseraufnahme eine Abgabe von Salzen statt, die auf Grund der Messung der elektrischen Leitfähigkeit mit dem Augenblick der Übertragung beginnt und während des Aufschwellens des Volumens auf das Doppelte (s. o.) nicht 25% übersteigt. Die Verlustrate sinkt aber allmählich und ist daher die Permeabilität auch hinsichtlich der Salzabgabe unvollkommen. Die mit Wasseraufnahme und Salzverlust verbundene Volumzunahme ist somit beschränkt, es kommt zu keinem vollständigen osmotischen Ausgleich mit dem Süßwasser, so wie er mit dem Meerwasser statthat, sondern die Tiere sind bis zu einem gewissen Grade homoiosmotisch, sie vermögen für eine Zeit die Molarkonzentration der Körpersäfte auf einem Fixstand (Minimalkonzentration), auf der lebensnotwendigen Höhe über der Konzentration des Außenmediums, zu erhalten und so das Anschwellen zu beherrschen, und zwar geschieht dies am leichtesten bei Anwesenheit einer merklichen Menge von *Ca*-Ionen (*Ca*-Chlorid oder *Ca*-Karbonat). So beträgt die Schwellung von *Procerodes litoralis* in kalkreichem Flußwasser (Wembury), dem sie zur Ebbezeit ausgesetzt ist, nur ungefähr  $\frac{2}{3}$  von der im *Ca*-armen Leitungswasser (siehe oben) und vermag dort viel länger zu leben und bis zu 85% Salzverlust zu ertragen. In destilliertem Wasser geben die Tiere fortgesetzt Salz ab, bis schließlich Tod durch Zytolyse eintritt; in *Ca*-armem Leitungswasser geschieht dies binnen 3 Tagen. Durch *Ca*-Ionen wird zwar allgemein die Permeabilität (Geschwindigkeit der Porenpermeation) der Zellen bzw. Gewebe, des Deckepithels als Membran betrachtet, gegenüber Wasser und Elektrolyten durch „Abdichtung“ der Zellgrenzflächen reversibel (? passiv) verringert (gehemmt); jedoch kann bei *Procerodes litoralis* die aktive osmotische Resistenz der einzelnen Zellen durch *Ca* nicht endgültig aufrecht erhalten werden, sondern wird bei Verminderung des Gesamtsalzgehaltes auf etwa 0.7‰ irreversibel zerstört: Die Zellen schwellen an und zerfallen (BEADLE 1934). Bei Vorhandensein von *Ca*-Salzen behält auch das zur Fortbewegung dienende Schleimsekret normale Konsistenz. Da ein minimaler *Ca*-Gehalt genügt, ist die Verbreitung der Art an der Küste durch den verschiedenen hohen *Ca*-Gehalt der Süßwasserzuflüsse (meist weit über 5 mg, z. B. 50.75 mg im Liter) nicht beschränkt. Somit scheint ein gewisser *Ca*-Gehalt für die Einwanderung von Meerestieren ins Süßwasser von großer Bedeutung zu sein.

Daß Meeresturbellarien (*Convoluta roscoffensis*, *Procerodes wheatlandi* — Nordamerika), in hypotonischem Meerwasser in Anzahl ge-

halten, länger am Leben bleiben als in einem gleichen Wasservolumen bei Einzelhaltung, ist einer meßbaren *Ca*-Ionen-Anreicherung zuzuschreiben, die auch bei Zusatz z. B. eines wässrigen *Procerodes*-Extraktes eintritt. So kann auch an isoliert in stark hypotonischem Meerwasser gehaltenen *Procerodes* durch Erhöhung des *Ca*-Spiegels (Zusatz von  $CaCl_2$  in einer Verdünnung von etwa M/2600 ab) der Eintritt der Cytolyse aufgehalten werden (OESTING & ALLEE 1935). Offenbar beruht darauf auch die bei Haltung in Anzahl vergrößerte Resistenz der *Convoluta* gegenüber Metall- und Farbgiften oder Temperatursteigerung (BOHN & DRZEWINA 1926, 1928; ALLEE 1928).

Mit der Wasseraufnahme ist eine Steigerung des Sauerstoffverbrauches der Gewebe, d. h. der Intensität der Zellatmung verbunden. *Procerodes litoralis* erreicht schon 20 Minuten nach Übertragung in verdünntes Meerwasser das Maximum des  $O_2$ -Verbrauches und ist ein Absinken desselben dann nicht zu beobachten. Doch erhöht sie sich in gleichem Maße mit der Verdünnung des Meerwassers (BEADLE 1931), wobei auch die stark fördernde Wirkung des *Ca* auf die Zellatmung zu berücksichtigen ist. Diese Erhöhung der Atmungsintensität halten SCHLIEPER (1930, 1933) und BEADLE (1931, 1934) für ein Zeichen gesteigerten Energie-Aufwandes, der eben mit der aktiven Osmoregulation (Bildung der Wasservakuolen in den Darmzellen usw.) und osmotischen Resistenz notwendig verbunden sei, und es gelang BEADLE auch, durch Sauerstoffmangel oder die atmungshemmende Wirkung von Cyankalium den Osmoregulations-Mechanismus im hypotonischen Medium entsprechend der Stärke seiner Verdünnung  $\pm$  rasch zu unterbrechen (Verschwinden der Vakuolen in den Darmzellen, Anschwellen und Zerfall der Haut- und Parenchymzellen). Neuerdings hält SCHLIEPER (1936) aber die durch Wasseraufnahme in einem hypotonischen Medium oder durch Quellungswirkung reiner, nicht äquilibrierter Salzlösungen ( $NaCl$ ,  $KCl$ ,  $CaCl_2$ ) herbeigeführte Erhöhung des Wassergehaltes, d. h. des Quellungszustandes des Protoplasmas, also eine Änderung seines kolloidalen Zustandes (? Vergrößerung der inneren atmenden Oberfläche der Zellen), als Grund für die Steigerung des Sauerstoffverbrauches, mit der dann eine osmoregulatorische Herabsetzung der Permeabilität der Körperoberfläche verbunden wäre. Doch sprechen obige Befunde BEADLES und der Umstand, daß eine reversible Quellung der Zellplasmen nicht in Erscheinung tritt, dafür, daß durch aktive, Energie ( $O_2$ ) erfordernde Tätigkeit der normale Permeabilitätsgrad hergestellt und erhalten sowie die Exkretion von Wasser im Darm herbeigeführt wird (CLAUS 1937). Es könnte daher bei der Einwanderung mariner Tiere ins Brack- und Süßwasser die durch die Herabsetzung des Salzgehaltes bedingte Atmungssteigerung, also der  $O_2$ -Bedarf, eine wichtige Rolle als begrenzender Faktor spielen (REMANE 1934). Bei *Procerodes litoralis* spielen nach BEADLE die Nephridien bei der Wegschaffung des Imbibitionswassers keine erkennbare Rolle: Nach Übertragung in verdünntes Meerwasser wurden keine Veränderungen in der Tätigkeit der Wimperflammen und im Aussehen der Kanäle bemerkt, die auf ein Hinausschaffen von Wasser aus dem



Parenchym hindeuten würden. Es scheint aber, daß andere Turbellarien, z. B. *Neorhabdocoela*, für die Aufrechterhaltung ihrer Molarkonzentration sich der Nephridien bedienen, und es fragt sich, ob ihr Darmepithel als osmoregulatorischer Wasserspeicher dann überhaupt in Funktion tritt (S. 98).

Betreffs der für das Leben nötigen Zusammensetzung des Salzgehaltes im Meere sei bemerkt, daß das *Na*-Ion allein eine zweifache toxische Wirkung ausübt, von denen in einer gewöhnlichen äquilibrierten *Na-K-Ca*-Lösung die eine durch die *K*-Ionen, die andere durch die *Ca*-Ionen aufgehoben wird, die also unabhängig voneinander antagonistisch (entgiftend) gegenüber den *Na*-Ionen wirken (RUBINSTEIN 1927). In Übereinstimmung damit wurde weiter an *Procerodes lobata* (Liste C), einer auch ökologisch mit *P. litoralis* nahe verwandten Art, nachgewiesen, daß reine *NaCl*-Lösungen durch die *Na*-Ionen (wie allgemein) fast sofort schädigen und in kurzer Zeit zum Tode führen, daß in *NaCl + KCl* oder *NaCl + CaCl<sub>2</sub>*-Lösungen der Tod weniger rasch eintritt und selbst in *NaCl + KCl + CaCl<sub>2</sub>*-Lösungen die Tiere nach einigen Tagen tiefgreifende Schädigungen zeigen. Erst der Zusatz von *MgCl<sub>2</sub>* als 4. Salz gewährleistet auch in geringerer als im Meere vorhandener Menge völlig normales Leben für praktisch unbegrenzte Zeit. *K* kann durch *Rb*, nicht aber durch *Cs* ersetzt werden, *Ca* hingegen weder durch *Sr* noch *Ba*. *Ca*- und *Mg*-Ionen sind also jedenfalls unentbehrlich (BENZAZZI 1934). — Die Menge der gelösten Salze hat für die Lebensfähigkeit ebenso wenig Bedeutung wie die Wasserstoff-Ionen-Konzentration.

Für die meisten der in der Liste J (S. 116) verzeichneten Arten besteht kein Zweifel, daß sie erst sekundär aus dem Süßwasser in das brackisch-limnische Mischgebiet eingedrungen sind, also alte Süßwasserbewohner darstellen, da sie selbst oder ihre Gattungsgenossen sonst nur im Süßwasser leben, dieses also ihre Heimat ist. Unter ihnen bleibt das eury-ione *Dendrocoelum lacteum* (p<sub>H</sub> 4.2 bis 9.5) nach allmählicher Erhöhung der Salzkonzentration sogar bei 15‰ dauernd lebensfähig und unter 10‰ auch fortpflanzungsfähig und kommt daher auch in der südlichen Ostsee (z. B. Characeenwiesen zwischen Hiddensee und Rügen) vor; nach plötzlicher Konzentrationserhöhung liegt aber die Grenze der Lebensfähigkeit schon bei 7‰, für einzelne Individuen (Kümmertiere!) bei 8.9 oder 10.2‰ (GRESENS 1928). Nicht ohne weiteres kann obiger Schluß auch für *Plagiostomum lemani*, *Otomesostoma auditivum* und *Bresslauilla relicta* gezogen werden, deren Verwandte fast durchweg Meeresbewohner sind, während sie selbst in hochsalzigen Meeren fehlen: Das ausgeprägt eurytherme und oxyphile *Plagiostomum lemani* — außer *P. lacustre* Baylis aus dem Tanganjika-See die einzige bekannte Süßwasserart der Familie *Plagiostomidae* — besiedelt heute fließende und stehende Süßwässer der Paläarktis (bis Japan!), namentlich größere Flüsse und Seen (Genfer-, Garda-, Ochrida-See), und zeigt andererseits Häufigkeit und weite Verbreitung im Brackwasser (Ostsee, Kaspisches Meer, Issyk-

Kul). Es lebt mit Vorliebe in wärmerem Wasser (geringe Verbreitung im Gebirge) im Schlamm oder Sand, an der Felsküste von Südschweden (Karlskrona, 8‰ Salzgehalt) aber auf *Fucus vesiculosus*, also in der Vegetationszone, der gewöhnlichen Wohnstätte der marinen *Plagiostomidae*. Daher ist *Plagiostomum lemani* eher marin-brackischer Herkunft, als (STEINBÖCK 1932) ein alter Süßwasserbewohner, der erst sekundär ins Brackwasser eingedrungen ist. — *Otomesostoma auditivum*, ein isoliert stehender, die Unterfamilie *Otomesostominae* repräsentierender Vertreter der *Monocelididae*, ist hingegen als alter, vielleicht schon präglazial zirkumpolar verbreiteter Süßwasserbewohner (Nordamerika, Grönland, Nord- und Mitteleuropa) anzusehen, der in Flüssen, Teichen und Seen stets auf Schlamm- oder Sandboden, so auch in vielen Seen des Alpengebietes, aber nur ausnahmsweise im Hochgebirge (bis 2450 m ü. d. M.) lebt, und zwar augenscheinlich als ausgeprägt stenothermer Kaltwasserbewohner, der in den Alpen als boreoalpines Faunenelement, d. h. als Eiszeitrelikt, zu bewerten ist. Sein Vorkommen im schwachsalzigen Brackwasser des finnischen Meerbusens ist offenbar ein sekundäres. Die Graffillide *Bresslauilla relicta* kennt man bisher einerseits aus dem Schlamm stehender Süßwasser Mitteleuropas (Wörthersee in 15 bis 40 m Tiefe, Weiher in Köln a. Rh.), andererseits aus dem schwachen Brackwasser des Finnischen Meerbusens (etwa 30 cm tief, in feinem Quarzsand), in das sie vermutlich ebenfalls vom Süßwasser her eingewandert ist.

Außer bei *Plagiostomum lemani* kommt nur noch in wenigen Fällen eine wohl verhältnismäßig späte Einwanderung aus dem Meere ins Süßwasser in Frage. Die im Grundwasser Europas — Graz (Österreich) und Straßburg (Elsaß) — anscheinend weit verbreitete *Protomonotresis centrophora* steht der im brackischen Botsand und im Seegrass-Schlamm bei Stein in der Kieler Bucht entdeckten *Archimonotresis* (Fig. 4 B) derart nahe — die beiden Arten bilden eine eigene Unterfamilie *Protomonotresinae* von sehr ursprünglicher Stellung innerhalb der *Cumulata*! —, daß nur eine Ableitung jener als der weniger primitiv gebauten Art von dieser in Frage kommt. — Noch interessanter ist *Gyatrix hermaphroditus*: Unter den *Eukalyptorhynchia* des Süßwassers, die in ihrem Bau mit den Arten der litoralen Vegetationszone des Meeres so weitgehend übereinstimmen, daß sie meist in dieselben Gattungen gehören, also an ihrer Ableitung von diesen nicht zu zweifeln ist, nimmt *G. hermaphroditus* eine Sonderstellung ein. Diese Art ist einerseits aus allen Süßwasser-Biotopen der Arktogäa bis ins Hochgebirge (2560 m ü. d. M.), so auch aus feuchtem Laub und Moos, aus der Tiefe großer Seen, aus Grundwässern usw. bekannt, andererseits lebt sie in vollsalzigen Meeren im sandigen Detritus des Küstenbewuchses (z. B. Adria) und in Brackwässern, im Amphioxus-Sande des Schwarzen Meeres und der Nordsee (S. 129), hier auch im groben Schell, weiter in stark salzhaltigen Tümpeln an der Meeresküste und im Binnenlande (z. B. Salzquelle bei Artern am Südharz mit 43‰ Salz), hat also den weitaus größten Lebensraum unter den Turbellarien inne, eine wohl einzig dastehende Anpassungsfähigkeit bei

geringer Variabilität (S. 79). Eine nahe verwandte Art, *G. proavus*, lebt in der Ostsee in etwa 8 m Tiefe im Sande (und Schlick). Die dritte bekannte Art der Gattung bzw. der Familie *Gyratricidae*, *G. attemsi*, kennt man bisher nur aus der Litoralzone der Küste von Helgoland. Die auf Grund des Geschlechtsapparates wohl eindeutig sich ergebende Reihung dieser 3 Arten — *G. attemsi*, *G. proavus*, *G. hermaphroditus* (Fig. 98) — legt den Einwanderungsweg klar vor Augen, der aus litoralen Sand- oder Schlammbiotopen des Meeres vor allem im Wege der Flüsse bis in hochalpine Gewässer geführt hat (MEIXNER 1929). Betont sei noch, daß die *Gyratriciden* mit gewissen Kalyptorhynchiern des Sandes den Besitz einer getrennten Vagina und eines Ductus spermaticus gemein haben. — Über *Otoplanen* in Flußsanden siehe System!

Von hohem zoogeographischen Interesse ist *Pentacoelum fucoideum* (Fig. 42) als derzeit einziger europäischer Vertreter der Familie *Bdellouridae*, die man sonst nur von der atlantischen Küste Nordamerikas (*Bdelloura* und *Syncoelidium* — Ektokommensalen auf *Limulus*) und aus der Antarktis (*Synsiphonium* — freilebend) kennt.

**II. Parasitische Turbellarien.** — Die parasitisch lebenden Turbellarien gehören durchweg marinen Gruppen zu. Als Ektoparasit ist allein die Meerestriclade *Micropharynx parasitica* zu nennen, deren Wirte, die Rochen *Raja batis* und *clavata*, in der Nordsee bis ins Kattegat und als Irrgäste noch in der Beltsee vorkommen, in der ausgesüßten Ostsee aber fehlen. Das Vorkommen einer 2. Art (*Micropharynx murmanica* Awerinzeff) im Murman-Meer auf der Rückenhaut von *Raja radiata* (Nahrung: Epithelzellen) deutet auf Wirtsgebundenheit hin; diese Rochenart des Nordatlantik dringt nur selten in die Beltsee vor und fehlt in der südlichen Nordsee.

Von den Entoparasiten lebt *Cylindrostoma cyprinae* in der Mantelhöhle zwischen den Kiemenblättern verschiedener Muscheln der Nord- und Ostsee, des Weißen Meeres, der Barents-See, des Mittelmeeres und seiner Nebenmeere, und *Graffilla buccinicola* in der Mitteldarmdrüse, angeblich auch in der Niere von Schnecken (*Buccinum undatum* L., *Neptunea antiqua* L.) im Nordatlantik und — nach dem Vorkommen dieser Wirte bis in die Beltsee — vielleicht auch hier. — Hingegen ist bei den an bestimmte Echinodermen (und Sipunculiden) gebundenen *Anoplodiiden* mit einem Vorkommen in der Ostsee nicht zu rechnen, da selbst in die Beltsee nur 2 als Wirte nicht in Betracht kommende Echinodermen (*Asterias rubens* L. und *Ophiura albida* Forb.) eingedrungen sind. Während *Syndesmis echinorum* im Darm gewisser Seeigel (*Echinus esculentus* L. und *E. acutus* Lam., *Strongylocentrotus droebachiensis* Müll. und *Paracentrotus lividus* Lam.) im Nordatlantik, Barents-See, Westgrönland und Mittelmeer lebt, sind *Anoplodium stichopi*, *Anoplodiera voluta*, *Wahlia macrostylifera* und eine *Umagilla*-Art (*elegans* Bock nom. nud.) auf die an der norwegischen Küste lebenden Seewalze *Stichopus tremulus* Gunn. beschränkt, in deren Leibeshöhle *Anoplodium stichopi* und in deren lehrmerfülltem Vorderdarm die übrigen wohnen, in den dort neben *Stichopus* zahlreich vorkommenden anderen Holothurien (*Mesothuria intestinalis* Asc. und *Bathyploetes natans* Sars)



aber vermißt wurden. Dem hochgradigen wirts-spezifischen Parasitismus der *Anoplodiidae* kommt daher wohl ein höheres Alter zu als jenem von *Cylindrostoma cyprinae* oder der *Graffilinen*. Weshalb gerade jener Stichopus als Wirt mehrerer *Anoplodiiden* dient — in seinem Darm lebt außerdem ein Turbellar ungeklärter systematischer Stellung, *Meara stichopi* Bock nomen nudum (WESTBLAD 1926) —, ist völlig unklar.

Aus dem Ärmelkanal (Plymouth) erst vor kurzem gemeldet (LEIGH-SHARPE 1933, ATKINS 1934, CHRENKO 1934), nach dem Vorkommen ihrer Wirte zu schließen vielleicht auch bis in die Nordsee verbreitet sind folgende aus dem Mittelmeere und der Adria beschriebene Parasiten: *Hypotrichina tergestina* und *Hypotrichina marsiliensis* (*Cumulata*) leben ektoparasitisch (? ektokommensalisch) auf dem Körper und im Schalenraume von *Nebalia bipes* O. Fabr. (Fig. 37), *Anoplo-dium parasita* und *Umagilla forskalensis* (*Anoplodiidae*) in der Leibeshöhle bzw. im Vorderdarm von *Holothuria forskalii* Chiaije u. a. Arten; dazu kommt eine von Nordamerika aus *Modiolus*-Arten beschriebene Graffilline, *Graffilla gemellipara*, die bei Plymouth im Mantelraum (Kiemenhöhle) von *Cardium edule* L. schmarotzt. — Aus dem Kanal kennt man weiter seit langem die beiden Graffillinen *Paravortex cardii* (im Magen von *Cardium edule* L.) und *Paravortex scrobiculariae* (im Magen und Darm einiger Muscheln, besonders *Scrobicularia piperata* Gm. und *tenuis* F. & H. und *Tapes decussata* Meg., auch im Mittelmeer und in der Adria häufig), sowie die Anoplodiide *Collastoma monorchis* im Darm einer Sipunculide (*Phascolosoma vulgare* Blainv.). In der Nordsee muß auch mit dem Vorkommen der beiden Fecampiiden, *Fecampia erythrocephala* (Kanal, Irland) und *F. xanthocephala* (Kanal, Ile de Yeu, Irische See) gerechnet werden, die in der Leibeshöhle verschiedener Krebse leben (S. 108), und zwar jene im Cephalothorax (nahe der Mitteldarmdrüse!) gewisser Krabben, so vornehmlich junger *Carcinus maenas* Leach, und des Einsiedlers *Eupagurus bernhardus* L., diese im Thorax der Arthrostraken *Idotea neglecta* Sars und *Gammarus locusta* L., wobei sie durch ihre Raumbeanspruchung die Entwicklung der Geschlechtsdrüsen ihres Wirtes beschränken, ohne aber Kastration herbeizuführen (Fig. 96).

Fig. 98. *Gyatricidae*, Hinterkörper, Längsschnitt-Rekonstruktionen:

A *Gyatrix attemsi* Graff, 500:1. — B *Gyatrix proavus* Meixner, 550:1. —

C *Gyatrix hermaphroditus* Ehrenb. (siehe Fig. 47), 200:1.

Ductus vaginalis (*va*) in A lang und in das ♂-Antrum sich von hinten her öffnend, in B und C mit selbständiger Öffnung hinter ihm, in C überdies dorsal verlagert und stark verkürzt; Samen- und Kornsekretbehälter (*sb*, *kb*, *ksb*) nebeneinander geschaltet (Fig. 53 B), dessen Stilet (*sti*) in A etwa 75  $\mu$ , in B 120  $\mu$ , in C 110–170  $\mu$  lang, in A mit geschlossenem Sekretkanal, in B und C außerdem mit dorsaler Samenrinne (*sr*); A mit einheitlichem Antrum, ohne Stilettscheide und mit einfachen Protraktoren (*pt*), B und C mit kutikularer, zur Führung des langen Stilettes dienender Scheide (*sch*), die dem äußeren Antrum zugehört, von eigenen Protraktoren (*schp*) bewegt wird und in C durch einen langen Stielfortsatz (*schst*) ausgezeichnet ist, an den sich die Protraktoren anheften (Aktionsbereich des Stilettes dadurch bedeutend vergrößert); innerer Abschnitt des ♂-Antrums (♂-Genitalkanal, ♂ *k*) von Ring- und sehr starken Längsmuskeln umhüllt, die als Stiletprotraktoren (*stip*) dienen. Vergleiche die Lage der Geschlechtsöffnungen! — A mit fertiger, C mit einer in Bildung begriffenen, nur von einer dünnen Membran aus Schalendrüsensekret umgebenen Eikapsel (Fig. 91) im Uterus (*u*), deren peripher und polständig gelegene Eizelle (*ei*) erst zur Furchung in die Dotterzellmasse (*doz*) hineinrückt. — Nach MEIXNER 1926 (abgeändert) und 1929.

Ein Bild über die Stärke des Befalls erhalten wir aus folgenden Zählungen: In 1 *Mytilus modiolus* L. fand WESTBLAD bis 454 Stück *Cylindrostoma cyprinae*, in 1 *Neptunea antiqua* bis 80 Stück *Graffilla buccinicola*, in 1 *Echinus esculentus* durchschnittlich 14 *Syndesmis* und in 1 *Stichopus* je bis 23 *Wahlia*-, 8 *Umagilla*-, 30 *Anoplodium*-, bis 90 *Anoplodiera*- und 8 *Meara*-Exemplare. Von *Paravortex cardii* waren bei Plymouth stellenweise bis 92% der Herzmuscheln (je mit bis 14 Stück) befallen. Ein junger *Carcinus maenas* enthielt bis zu 9 Fecampien. — Aufmerksam gemacht sei endlich auf *Nemertosclex parasiticus* Greeff, ein in der Leibeshöhle von *Echiurus pallasii* Guerin von GREEFF 1879 in der Nordsee, wahrscheinlich bei Helgoland, mehrmals gefundenes, turbellarien-ähnliches Tier von etwa 3 mm Länge, das seither nicht mehr beobachtet worden und dessen Stellung vollends ungeklärt ist.

Als Epök von *Idotea neglecta* Sars lebt auf der Insel Yeu *Plagiostomum oyense*, das seine gestielten Eikapseln in der Umgebung der Geschlechtsöffnung fast ausschließlich männlicher Asseln anheftet (Fig. 90).

### III. Biotope (Biozöosen).

A) Pelagial: Während in wärmeren Meeren einzelne *Acoela* und mehrere *Polycladen* auch im erwachsenen Zustande ein pelagisches Leben führen, kennt man in den nordischen Meeren außer durch Cilien schwimmfähigen Larven und Jugendstadien verschiedener Turbellarien (s. u.) nur einen einzigen echten Planktonten, *Alaurina composita* (S. 81 und Fig. 2 B): Diese an den nordatlantischen Küsten Europas verbreitete Art — eine nahverwandte (*A. alba*) lebt träge kriechend im litoralen Bewuchs — hat man in der Zuidersee (vor ihrer Trockenlegung!) im Sommer (Juni bis August) regelmäßig in ungeheuren Mengen beobachtet. Sie hat sich in dieser Zeit, begünstigt durch hohe Temperatur und die im Mai eintretende Hauptentwicklung der Diatomee *Coscinodiscus biconicus*, die dort neben Tintinnen (*Tintinnopsis fimbriatus* u. a.) ihre Hauptnahrung bildet, anscheinend nur durch Querteilung (S. 102) intensiv vermehrt und sich jedes Jahr, offenbar mit dem Plankton der Jütland-Strömung, entlang der dänischen Küste durch das Skagerak bis in die Beltsee verbreitet, ohne in diesen Gebieten seßhaft zu werden, was nicht dem verringerten Salzgehalt zuzuschreiben ist. Sie trat dort somit als allogener, als Indikator für Strömungsgeschwindigkeit benützbarer Planktont jährlich fast datumgetreu plötzlich in Massen auf (HOFKER 1930). Mit der Golfstrom-Trift gelangte sie weit nach Norden (Weißes Meer), wurde aber im Plankton der belgischen Küste vermißt. Ob die nach 1 Exemplar aus dem Mittelmeer-Plankton (Malaga) beschriebene *A. prolifera* Busch mit *A. composita* identisch ist, ist sehr fraglich.

Trotz der Fähigkeit zahlreicher Turbellarien, nach dem Verlassen des Eies frei zu schwimmen (S. 80), sind verhältnismäßig wenige Arten in ihrer Jugend für kürzere oder längere Zeit im Pelagial angetroffen worden, vor allem im litoralen; sie sind überdies meist nur Ge-

legenheits-Planktonten, die durch die Brandung, namentlich nach Stür-

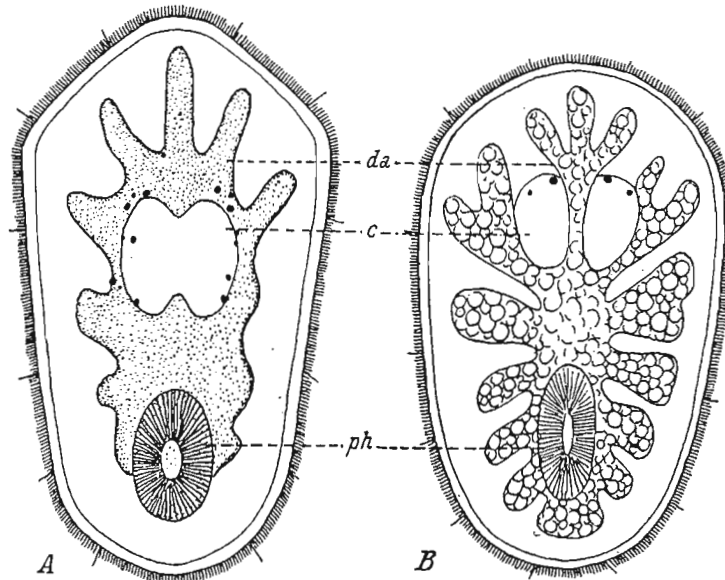


Fig. 99. *Polycladida* (*Leptoplanidae*), Pelagische Jugendstadien aus der Kieler Förde: A *Stylochoplana maculata* Quatrefages (vgl. Fig. 3). — B Höchstwahrscheinlich *Notoplana atomata* Müll. — Darmdivertikel nur schwach entwickelt in B noch von Dotter erfüllt, Zahl der Augen gering. 260:1. Nach REMANE 1929.

men, ins Plankton geraten und in ihm unfreiwillige Irrgäste darstellen, so Jugendstadien von *Acoela*, *Seriata* (*Monocelis*) und *Neorhabdoceola*, während die mancher *Cumulata* aus den Familien *Pseudostomidae*, *Cylindrostomidae* und *Plagiostomidae* sowie einiger *Polycladida* (*Leptoplanidae*) oft regelmäßig im Küstenplankton anzutreffen sind (Fig. 99, 100). — Von *Polycladen*-Larven hat man bisher nur Müllersche Larven des *Stylochus flevensis* in der Zuidersee beobachtet; doch sind solche ja vor allem aus der Unterordnung *Cotylea* zu erwarten, die im Gebiete mit 6 Arten vertreten ist.

B) Benthal: 1. Litorales Benthal mit festem Untergrund. — Hierher gehört das verhältnismäßig gut durchforschte Biotop der Felsküste, einschließlich der Uferverbauungen, Hummerkästen usw. mit ihrem Bewuchse von Pflanzen (Algen) und festsitzenden Tieren (Schwämmen, Hydroiden, Bryozoen, Kolonien von *Mytilus*, *Balanus* und der Ascidien *Ciona*, *Botryllus* u. a.), Vegetationszone oder Phytal genannt. Die meisten der hier

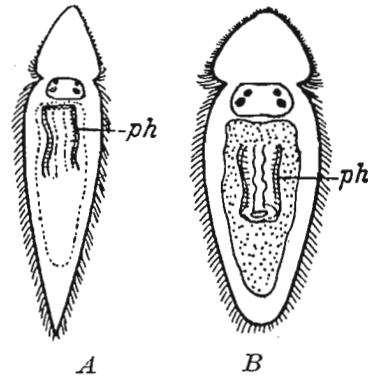


Fig. 100.

*Alloecoela Cumulata*, Jungtiere aus dem Küstenplankton: A *Pseudostomidae*, vermutlich von *Pseudostomum quadrioculatum* Leuck., dessen geschlechtsreife, bis 1 mm lange Individuen auch noch schwimmfähig sind (Nordatlantik-Arktis). — B *Cylindrostomidae* (mehrere Gattungen möglich). — Mit Wimperrinne vor dem Gehirn, dieses mit 4 Augen in einer Kapsel; Pharynx plicatus (ph) in A nach vorn, in B nach hinten gerichtet. Darm punktiert. L. 0.04 bis 0.3 mm. Nach REISINGER 1934.



in großer Individuenzahl vorkommenden Turbellarien-Arten sind nicht auf die Nordsee und Ostsee oder den Nordatlantik beschränkt, sondern viel weiter verbreitet (Liste A und B, S. 114).

2. Benthal mit lockerem Untergrund. — Es umfaßt zahlreiche, verschiedenartige, von Turbellarien sehr ungleichmäßig und meist von verschiedenen Arten besiedelte Biotope, von denen folgende hervorgehoben seien:

a) Helgoland-Nordostseite der Düne, ufernaher, vegetationsloser, feiner, ziemlich reiner, scharfkantiger Quarzsand im Bereiche der Gezeitenzone mit gutdurchlüftetem Wasser, in bis etwa 1.5 m Tiefe unter der Ebbelinie: *Coelogygnopora biarmata*, *C. bresslaui*, *C. gynocotyla*, *Otoplana helgolandica*, *Monotocelis gracilis*, *Cicerina remanei*, *Proschizorhynchus helgolandicus*, *Thylacorhynchus conglobatus* u. a.; sonstige Leitformen sind *Halammohydra octopodides* Remane (1927) und *Protodrilus symbioticus* Giard. —

Amrum-Sylt-Sand der Strandzone mit *Otoplanen* und *Nematoplana coelogygnoporoides*. In einer Zone unreinen Sandes an der oberen Flutgrenze („Farbstreifenwatt“ REMANES) *Macrostomum* sp., *Provortex balticus*, *Proxenetes flabellifer*, *Cicerina brevicirrus*, *Placorhynchus octaculeatus* und *Diascorhynchus* sp.

Kieler Bucht (z. B. bei Schilksee), etwa 20 bis 30 cm breite Zone von grobem, bei jedem Wellenschlage bewegtem Sande: *Bothriomolus balticus*, *Coelogygnopora biarmata*, *Otoplana baltica*, *Diascorhynchus brevicaudatus* u. a.

Grober, durch Gerölle und Klippen vor Bewegung ± geschützter Sand in abgeschlossenen Meeresteilen, in denen Brandung, Ebbe und Flut keine größeren Strandveränderungen hervorrufen und solche nur selten durch schweren Seegang entstehen, ist zugleich das bevorzugte Biotop der *Meeres-Tricladen*; in Ästuarien als typische Leitform *Procerodes litoralis*.

Solchen Biotopen mit *Otoplanen* und *Coelogygnoporen* („*Otoplana*-Zone“) entspricht z. B. an der atlantischen Küste Frankreichs die scharf begrenzte, durch dauernd herabfließendes Quellwasser brackische Zone am Fuße der Steilküste bei Portel (obere Grenze der Gezeitenstufe) mit auf Quarzgries gemischt mit kleinen Muscheltrümmern aufliegenden Steinen, unter denen *Bothriomolus constrictus* (im Frühjahr), *Coelogygnopora biarmata* (im Herbst) zusammen mit *Procerodes litoralis* leben (HALLEZ 1910). Die Auffindung dieser *Coelogygnopora*-Art in Grönland in einer ins Meer mündenden warmen Quelle zeigt, wie Neigung zum Brackwasser leicht zur Einwanderung ins Süßwasser führt.

Zum Vergleiche sei noch das Biotop des „Diatomeen-Sandes“ herangezogen, feinen, wenig bewegten Sandes mit braunem, fleckenförmigem Überzug (Rasen) aus Diatomeen und Peridineen, mit bestimmten Gastrotricha (*Turbanella*-Arten u. a., REMANE 1936), der z. B. an der atlantischen Küste Frankreichs (Ambleteuse, Arcachon) eine charakteristische Turbellarienfauna birgt (S. 115 unter

C), einigermaßen entsprechend der des Feinsandes der Düne von Helgoland (s. o.).

b) Kieler Bucht (Schilksee). — Grundwasser der Sandküste, mit einem etwa von 15<sup>0</sup>/<sub>00</sub> bis 2<sup>0</sup>/<sub>00</sub> schwankenden Salzgehalt: *Coelogygnopora schulzei*, *Nematoplana coelogygnoporoides*, *Paragnathorhynchus subterraneus*, *Karkinorhynchus coecus* u. a., also mit einem sehr eigenartigen, marinen Formenbestand.

c) Kieler Bucht — reiner, d. h. fast detritusfreier mittelgrober bis grober, scharfkantiger Quarzsand in etwa 3 bis 16 m Tiefe, mit Halammohydra octopodides Remane (vgl. a), birgt die Hauptmenge typischer Sand-Turbellarien, so vorzüglich *Kalyptorhynchia*, die hier gegenüber den anderen Tiergruppen gewöhnlich vorherrschen (S. 115 Liste D und E). Überdeckung oder starke Beimischung von Detritus oder Schlamm etwa nach schweren Stürmen wirkt außerordentlich schädigend auf die Zusammensetzung der Fauna dieses Biotops ein.

d) Helgoland — ziemlich grober Quarzsand mit runden Kanten, mit etwas Detritus, in etwa 15 bis 18 m Tiefe („Amphioxus-Sand“). Trotz umfangreicher, genauester Durchsuchung konnte, abgesehen von einzelnen Individuen von *Gyatrix hermaphroditus*, kein anderes Turbellar gefunden werden.

e) Helgoland-Westküste (Westmauer), gemischter rundkantiger, grober Sand und Schell der Ebbezone, mit nur einer einzigen *Acoela*-Art in großer Zahl.

f) Helgoland — reiner Schell, hauptsächlich aus Steinchen, Bruchstücken von Molluskenschalen und Echinodermenskeletten, also aus Kalk bestehend, in etwa 6 m Tiefe, zwischen Klippzügen in nordwestlicher Verlängerung der Düne, mit Halammohydra schulzei Remane (1927). In einem feinkörnigen Schell, der etwa in der Höhe der Nordspitze von Helgoland entnommen wurde, leben *Coelogygnopora gigantea*, *Otoplana filum* und *foliacea*, *Pseudogyatrix helgolandica* und *Koinocystis desertorum* sowie 3 *Acoela*-Arten, in einem sehr groben Schell südlich der Nordspitze fast allein *Otoplana foliacea*, also ein außerordentlich eigenartiger Bestand.

g) Kieler Bucht, ufernaher, detritusreicher Schlamm und Sand der Seegrasszone bei Stein in etwa ½ m Tiefe, in dem mit Ausnahme von *Phonorhynchus bitubatus* durchweg Arten wie z. B. im Bottsande leben.

h) Kieler Bucht, Bottsand (Kolberger Heide): Fadenalgenwatten auf mit Sand gemischtem Schlammgrund in seichten Wassergräben und Pfützen, mit durchschnittlich geringerem Salzgehalt als in der Förde, aber mit mehr als etwa 7<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, im Sommer stark erwärmt: *Avagina aurita*, *Macrostomum appendiculatum* u. a., *Archimonotresis limophila*, *Monocelis lineata*, *Archilopsis unipunctata*, *Promonotus schultzei*, *Provortex balticus* und *P. tubiferus*, *Proxenetes filum*, *Promesostoma marmoratum*, *P. lugubre* und *P. hamiferum*, *Polycystis robusta*. Diesem Biotop ähnelt z. B. das Brackwassergebiet bei Greifswald.

i) Kieler Bucht, Enteromorpha-Zone, ein 20 bis 30 cm breiter Grünalgenstreifen, der in oder oberhalb der Mittelwasserlinie beginnt und nach oben durch eine Fadenalgenzone (mit *Rhizoclonium riparium*) begrenzt wird, mit extremen Salzgehalts- und Temperaturschwankungen, enthält Brackwasser-Arten der litoralen Sand- und Vegetationszone: *Archilopsis unipunctata*, *Provortex balticus* und *P. affinis*, *Promesostoma marmoratum*, außerdem (in der Wiker Bucht) *Macrostomum timavi*; in der Schlei, einem etwa 40 km langen Meeresarme — Ästuarium, (bei Arnis) *Procerodes litoralis* und in tiefer gelegenem Sande (bei Missunde) *Paramonotus hamatus*. — Im Rück bei Greifswald *Sabussowia punctata* (S. 118).

Zum Vergleiche diene an der atlantischen Küste Frankreichs das Mündungsstück eines mit Entwässerungskanälen (Brackwassersümpfen) verbundenen Bachgebietes bei Saint-Jean de Luz (Basses-Pyrénées) mit kiesigem Untergrunde und Enteromorpha-Bewuchs, in das nur gelegentlich hohen Seeganges Meerwasser einfließt. Hier fand BEAUCHAMP (1910, 1913) außer den Süßwasser-Arten *Stenostomum leucops* und *Macrostomum appendiculatum* eine *Convoluta*-Art, *Enterostomula (Monoophorum) graffi* Beauchamp (auch im Litoral bei Odessa — Schwarzes Meer, S. 118), weiter eine Monocelidine, *Archiloa rivularis*, die hier offenbar *Archilopsis unipunctata* vertritt und bis in die Zone stark ausgesüßten Wassers (mit *Planaria gonocephala* und *Polycelis nigra*) hinaufreicht, endlich *Provortex balticus* und *Promesostoma marmoratum*.

k) Finnischer Meerbusen bei Tvaerminne, ± feiner und detritusreicher Quarzsand der Strandzone in etwa 20 cm bis 1 m Tiefe: *Bresslauilla relictata*, *Proxenetes flabellifer*, *Polycystis (Acrorhynchus) robusta*, *Koinocystis tvaerminnensis* und *Placorhynchus octaculeatus*. — In tiefer gelegenen Sanden *Paramonotus hamatus*, *Archilopsis unipunctata*, *Dalyellia nigrifrons* und *Promesostoma baltica*.

l) Kieler Bucht, Schlammformationen bei Nebenfahrwasser-tonne B: Mud aus etwa 18 m Tiefe (mit ungeheuren Mengen von Ostracoden, Halacariden und Foraminiferen, aber sehr arm an Ciliaten) und Schlick aus 8 bis 10 m Tiefe (mit *Lagis koreni*, *Nephtys* und verschiedenen Mollusken, so *Nassa reticulata*, *Cultellus pellucidus*, *Abra abra*, *Cardium fasciatum*, *Corbula gibba*) sind außerordentlich arm an Turbellarien. Außer *Ethmorhynchus anophthalmus* als Leitform wurden nur eine *Acoela*-Art und Jungtiere einer neuen *Kalyptorhynchia*-Art festgestellt.

m) Westküste Skandinaviens, weicher Schlamm oder Mud und fester Sand oder Schell (oft gemischt) in Tiefen von etwa 10 bis über 100 (300) m, mit den Polycladen *Discocelides langi*, *Polyposthia similis* und *Cryptocelides loveni* als Leitformen. Diese 3 Arten, durchweg *Acotylea-Craspedommata* und einzige Gattungsvertreter, sind im borealen Gebiete endemisch; in der Arktis vikariiert für *Discocelides langi* die nahe verwandte augenlose *Plehnia arctica* Plehn. — Andere Turbellarien sind aus diesem Biotop noch nicht bekannt!

Aus diesen Befunden lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1) Die Turbellarien geben in besonderem Maße Leitformen zur Kennzeichnung verschiedener Biotope ab. Vielleicht wird einmal eine genauere Unterteilung von Biozönosen im Quarzsand etwa nach der Korngröße und Tiefe der Lagerung u. a. gelingen, als es REMANE (1936) für die *Gastrotricha* und ich hier zu geben versucht haben.

2) Gegenüber dem Turbellarienbestand des Vegetationsgürtels zeigt der der Sand- und Schellbiotope eine bemerkenswerte Auslese. Er besteht im wesentlichen aus bestimmten *Acoëla*, *Proseriata* und *Kalyptorhynchia*, letztere in weitaus größerer Formenfülle als in der Vegetationszone, während andere Gruppen, so *Polycladida*, *Cumulata* und *Neorhabdocoëla* (*Proxenetidae*, *Trigonostomidae*, *Dalyellioida*) nur spärlich vertreten sind oder fehlen.

3) Manche Sandbiotope sind turbellarienreich sowohl nach Arten wie an Individuenzahl, andere dagegen aus nicht klar ersichtlichen Gründen auffallend arm (siehe d und e, rundkantiger Sand).

4) Die hochangepaßte Fauna typischer Sandbiotope der Beltsee (Liste E—G, S. 115—116) lebt z. T. auch in solchen des brackisch-limnischen Mischgebietes (LUTHER 1918, KARLING 1931, 1935, 1937). So werden aus vegetationsfreien Quarzsandbiotopen des Finnischen Meerbusens (siehe k) neben Arten vom Baue jener des Vegetationsgürtels, unter den *Kalyptorhynchia* z. B. *Polycystis robusta* und *Koinocystis tvaerminnensis*, auch aberrante, so eine *Cicerina*- und eine *Gnathorhynchus*-Art sowie *Placorhynchus octaculeatus* angegeben, und im Sande der Kurischen Nehrung hat REMANE jüngst *Otoplanen*, zahlreiche *Schizorhynchia* u. a. gefunden.

5) Viele Arten des Sandes haben wahrscheinlich eine beschränkte geographische Verbreitung. Wenigstens scheinen die von der atlantischen Küste Südfrankreichs (Arcachon) beschriebenen Arten solchen der Nord- und Ostsee ökologisch zu entsprechen, so *Cicerina tetradactyla* — *C. brevicirrus*, *Paraschizorhynchus arenarius* — *P. mirabilis*, *Thylacorhynchus arcassonensis* — *Th. conglobatus*, *Cheliplana vestibularis* — *Procheliplana magnifica*, *Diascorhynchus glandulosus* — *D. borealis*. *Proschizorhynchus oculatus* (Ostsee) vikariiert mit *P. faeroeensis* (Nordatlantik), *Schizorhynchoides duplotestis* vielleicht mit *Schizorhynchus coecus* (Portel) und mit *Sch. tataricus* (Schwarzes Meer), *Euxinia baltica* mit *Euxinia corniculata* (Schwarzes Meer) und, falls *Graffia capitata* (Grönland) gattungsgleich mit *Euxinia* ist, auch mit dieser, weiter *Bothriomolus constrictus* mit *B. balticus* (beide im Brackwasser der Strandzone, S. 115 E, 128), die *Otoplanen* der Ostsee z. T. mit solchen der Nordsee, des Nordatlantik und des Mittelmeeres. Dabei ist jedoch hervorzuheben, daß aus den Sandbiotopen des Mittelmeeres ebenso wie aus denen der atlantischen Küste Europas und Amerikas nur ganz wenige Funde vorliegen, aus dem Pazifik überhaupt keine.

6) Die im Atlantik im Sande der Gezeitenstufe lebenden Arten besiedeln in der Ostsee oft tiefer gelegene Sandbiotope (S. 115—116 D—G), vermutlich wegen des in der Tiefe größeren Salzgehaltes, was auch für andere Tiere gilt (REMANE 1934).

#### IV. Vertikale Verbreitung.

Aus Tiefen von über 30 *m* sind fast nur *Polycladen* bekannt, und zwar in der Nordsee. Doch ist nach den Funden an der Westküste Grönlands in Tiefen bis über 400 *m* (S. 14) auch in der Nord- und Ostsee mit dem Vorkommen von Turbellarien verschiedener Gruppen, wahrscheinlich ebenfalls zumeist neuen Arten, zu rechnen, weiter mit einer größeren Tiefenverbreitung mancher bisher nur aus dem Litoral bekannter Arten, worauf z. B. das Vorkommen von *Childia groenlandica* und *Promesostoma marmoratum* an der Westküste Grönlands bis in Tiefen von über 200 *m* hinweist. Unter den *Polycladen* kommen 3 Arten, *Discocelides langi*, *Polyposthia similis* und *Cryptocelides loveni* in der Regel in Tiefen von 10 bis über 100 *m*, *Discocelides* sogar bis 300 *m*, in der Kieler Förde schon in etwa 8 *m* Tiefe vor, und zwar ausschließlich auf Schlamm- und Sandboden (S. 130).

Die übrigen *Polycladen* sind vornehmlich an die litorale Bewuchszone gebunden, also an Tiefen bis 30 oder 40 *m*. So wurde *Stylochoplana maculata* nur bis 10 *m*, *Prostheceraeus vittatus* bis 20 *m* tief gefunden. *Oligocladus sanguinolentus* und *Eurylepta cornuta* leben vorzüglich auf Rotalgen, daher stets in etwas größerer Tiefe, meist 10 bis 50 oder 60 *m*, im Mittelmeer bis 120 *m* tief, also im Stillwasser und Dämmerlicht. Die Litoralzone bevorzugen *Cycloporus papillosus*, *Stylostomum ellipse*, *Leptoplana tremellaris* und *Notoplana atomata*; sie reichen auch in die obere Sublitoralzone hinab und leben besonders zwischen den Wurzeln von Braunalgen und auf ihnen, ferner auf Mytilus- und Ascidien-Kolonien (Färbungsvariabilität, S. 15, 78). Unter ihnen hat *Notoplana atomata* die weiteste Vertikalverbreitung, indem sie von der Gezeitenzone, in die auch *Leptoplana tremellaris* hinaufreicht, bis in Tiefen von 200 *m*, hier auf Bänken der Koralle *Lophohelia*, vorkommt. Auf *Lophohelia* wurde im Trondhjemsfjord auch das einzige Exemplar des augenlosen *Aceros typhlus* erbeutet.

In den tiefen Mulden der Ostsee von etwa 230 *m* abwärts sind Turbellarienfunde kaum zu erwarten, weil infolge verhältnismäßig langsamer Erneuerung des Wassers sich der Sauerstoff verringert und  $CO_2$ , in manchen auch  $H_2S$  so sehr anhäuft, daß das Tierleben hier unmöglich wird (EKMAN 1935).

#### V. Beziehungen zur Umwelt.

1. Periodische Einflüsse: Gezeiten, Tages- und Jahreszeiten. — Mit dem Wechsel von Ebbe und Flut sowie von Tag und Nacht verknüpfte periodische Vertikalwanderungen kennt man nur von *Convoluta roscoffensis*, die in ungeheuren Massen im Sande von Ebbetümpeln des Ärmelkanales lebt und im Sande auch ihre Eier ablegt (Seite 86). Nur bei ruhigem Wasser, also bei Ebbe, und bei Licht, also am Tage, werden diese *Acoela* durch positive Phototaxis, herbeigeführt durch symbiontische Zoochlorellen (Seite 89), veranlaßt, den Sand zu verlassen und sich an der Wasseroberfläche anzusammeln; dagegen, daß hierbei auch negative Geotaxis mitwirkt, spricht, daß aus dem Ei geschlüpfte und noch zoochlorellenfreie Tiere jene

Reaktion nicht zeigen. Die bei Erschütterungen, so bei Eintritt der Flut, erfolgende Rückwanderung in den Sand jedoch wird zweifellos durch positive Geotaxis ausgelöst (Seite 86), desgleichen natürlich durch den Eintritt von Dunkelheit. Im Aquarium, nach Ausschaltung jeglicher periodischer Einflüsse, bleibt jener Wanderungsrhythmus noch für einige Zeit bestehen, klingt aber dann ab; da er von jungen, mit den erwachsenen in demselben Gefäß gehaltenen Individuen anfänglich nicht mitgemacht wird, handelt es sich nicht um eine vererbte Gewohnheit (Instinkt), sondern wohl um eine natürliche Dressur.

Die Turbellarien des Litorals unserer Meere trifft man gewöhnlich vom Frühjahr (oft schon Februar) bis Herbst (September oder Oktober) in Geschlechtsreife (SOUTHERN 1936 u. a.). Bisweilen scheint aber ihre Geschlechtsreife und Trächtigkeit an die kühleren Jahreszeiten gebunden: So entbehrten alle Ende Juni und im August 1923 auf Helgoland gefangenen, etwa 1 mm langen Exemplare von *Polycystis crocea* des Geschlechtsapparates (MEIXNER 1925). REMANE (1929) traf bei Kiel die Polyclade *Notoplana atomata* im Sommer bestenfalls mit Hoden und erst ab Dezember mit Ovarien (S. 100) und bei der Eiablage, Jungtiere sodann im Februar-März (Fig. 99 B); *Stylochoplana maculata* jedoch trug erst ab Mai Ovarien und ist Sommerlaicher. Siehe auch S. 118. — Demgegenüber scheint *Gyatrix hermaphroditus* im Süßwasser das ganze Jahr hindurch trächtig werden zu können. —

Über Sommereibildung siehe Seite 71! Über die Einschaltung einer geschlechtlichen, mit Eiablage und Tod endigenden Fortpflanzungsperiode im Herbst bei den das übrige Jahr sich ungeschlechtlich vermehrenden *Catenulidae* und *Microstomidae* siehe S. 101—103, über das periodische Massenaufreten von *Alaurina composita* Seite 126.

Die vielen Süßwasser- (besonders aber Land-)Turbellarien eigentümliche Fähigkeit, sich bei Eintritt ungünstiger Lebensbedingungen (Austrocknung, Winter, länger dauernde Überschwemmung), so auch nach reichlichen Mahlzeiten oder bei Nahrungsmangel mit Hautdrüsensekreten (mit oder ohne Beteiligung der Rhabdoide) zu encystieren, scheint meist infolge Fehlens solcher tiefgreifender Milieu-Änderungen für die Turbellarien des Meeres von geringer Bedeutung zu sein. Daß sie ihnen nicht abgeht, zeigen Versuche mit *Meeres-Tricladen* (*Procerodes lobata*), die sich z. B. zur Sicherung der Ruhe nach reichlicher Fütterung und während größerer Regenerationsleistungen (Teilstücke quer zerschnittener Tiere!) mit oft noch durch Detritus inkrustierten Schleimkapseln umgeben; ebenso erfolgt bei den *Fecampiidae* nach ihrem parasitischen Leben regelmäßig Encystierung, verbunden mit Reifung der weiblichen Keimdrüsen und Eiablage (Fig. 96). — Weiter vermögen aber die Turbellarien in dem nur selten, zur Zeit der Springtiden oder bei stürmischem Wetter, unter Wasser liegenden Farbstreifen-Sandwatt (SCHULZ 1937) und besonders in der darüber folgenden, bereits z. B. von Landkäfern besiedelten Sandzone (*Bledius arenarius*-*Dyschirius*-Zone) bei erstaunlich geringem Feuchtigkeitsgehalt (nach SCHULZ etwa 18 Gewichtsprozenten) Wochen, ja Monate durchzuhalten, vielleicht ebenfalls im encystierten Zustande.

Von *Anaperus (Palmeniola) tvaerminnensis*, einer schleimdrüsenreichen Acoele, gibt LUTHER (1912) an, daß sie sich zeitweise in durch Schleim zusammengehaltenen Röhren aus Mud-Teilchen aufhält.

2. Anpassung des Körperbaues. — Durch auffallende Organisationseigentümlichkeiten, die nur als Anpassungen erklärbar sind, zeichnen sich im besonderen die **Turbellarien reiner Sandbiotope** aus. Sie sind teils auf unmittelbare Einflüsse der Umwelt zurückführbar und augenscheinlich durch das Leben in dem feinen Lückensystem zwischen den Sandkörnern, das einem Kleinhöhlensystem vergleichbar ist, bedingt, teils handelt es sich um tiefergehende Umbildungen im Zusammenhange mit dem Nahrungserwerb und der geschlechtlichen Betätigung. Zu ersteren sind zu zählen:

a) Die Ausbildung langer, oft dicker Tasthaare (Tastgeißeln) als Tangorezeptoren, namentlich am Vorderende, oft auch an den Seiten, am Hinterende und auf dem Rücken (Fig. 5—7), weitverbreitet bei Höhlentieren.

b) Die Entstehung eines dünnen, mit feinen Härchen besetzten Schwanzanhanges bei je einem Vertreter der *Thylacorhynchidae* und *Karkinorhynchidae* (Fig. 11 E, H). Er dient wohl zur taktilen Wahrnehmung sich von hinten her nähernder Beutetiere bzw. Feinde, ähnlich wie das Pygidialfilament bzw. der Kaudalcirrus (Appendix) gewisser ebenfalls sandbewohnender Polychaeten (*Sigalionidae*) und Heteronemertinen (*Micrurinae* u. a.) und wird beim Schwimmen fast steif gehalten.

c) Der Verlust der Augen bei etwa 50 % der Arten (Seite 77).

d) Die Umbildung der Körper- und Bewegungsform (Seite 82). Vermögen und Neigung zum Schwimmen sind verringert.

e) Die Verstärkung und Neubildung von drüsigen Anheftungsorganen (Seite 22). Unter den wenigen in reinem Sande lebenden *Cumulata* zeichnet sich *Gastropharynx* durch starkes Haftvermögen des Hinterendes aus (eosinophile Drüsen, aber keine Haftpapillen!), ebenso *Haplopharynx* unter den *Macrostomida* und *Adenorhynchus* unter den *Neorhabdoceola*. — In der Reihe der *Proseriata* gibt es schon in der Bewuchszone Arten mit einem von Haftzellen umsäumten, einfach zugespitzten oder spatelförmig verbreiterten Hinterende (*Monocelidinae*); neben solchen (Fig. 5 A, C) leben im Sande Arten mit mehreren Gürteln von bei der Anheftung buckel- oder zehenförmig hervortretenden Papillen (Fig. 5 B). Die *Otoplanidae* haben ihr Hinterende oft zu einer Haftplatte verbreitert, die sich beim Anheften deutlich absetzt; sie tragen auch seitlich, oft bis weit nach vorn, Haftpapillen von Buckel- oder Zehenform (Konvergenz, Fig. 7). *Otoplana foliacea* hat außer einer Haftfläche am Hinterende einen den Körper mit Ausnahme des Vorderendes umsäumenden dichten Besatz von sägeartig vortretenden kleinen Klebhöckern. Der bandförmigen *Coelogynepora gigantea* (in Schell) verleihen eigenartig gebaute Schlauchdrüsen



eine außerordentliche Klebrigkeit am ganzen Körper (Fig. 21). Ob die Gallertdrüsen von *Coelogyropora tenuis* (aus Quarzsand) ähnlich wirken, ist fraglich. — Bei den *Kalyptorhynchia* des Sandes treten zu dem ihnen wohl allgemein eigentümlichen Schwanzdrüsenkomplex als primärem Haftapparat noch besondere, viel kräftigere Haftorgane hinzu. Sie bestehen bei den *Cicerinidae* aus mehreren Kränzen von Haftzellen in bestimmter Anordnung (Fig. 11 B), bei *Ptyalorhynchus* aus einem einzigen vor dem Hinterende, bei den *Schizorhynchiern* gewöhnlich aus 2 Kränzen von großen Haftfeldern, einem dicht vor dem Hinterende und einem bei manchen Arten fehlenden  $\pm$  weit davor hinter oder in der Pharynxregion (Fig. 11 C—F). Bei manchen *Karkinorhynchiden* (*Rhinepera*, *Cheliplanilla*, Fig. 11 G, H) ist bloß ein ununterbrochener starker Haftgürtel ausgebildet, der dem hinteren Papillenkranz der anderen entspricht. Die *Diascorhynchiden* haben etwa 4 Kränze kleinerer Haftfelder. Das Fehlen dieser Haftorgane bei den mit den *Cicerinidae* nächst verwandten *Ethmorhynchidae* erklärt sich wohl aus ihrem Vorkommen im Schlick (Seite 130, l). Der Zweck aller dieser Haftorgane ist ein zweifacher: Einerseits wird durch das augenblickliche, feste Anheften an Sandkörner, mit denen die Tiere nach Aufwirbelung durch tiefgreifende Wellen alsbald wieder zu Boden absinken, verhütet, daß sie weit von ihren Lebensorten weggeführt werden. Ausgesprochene Thigmotaxis (Seite 85) unterstützt diese Anheftungsfähigkeit, die bei manchen Arten, so *Otoplana foliacea* und *Coelogyropora gigantea* so stark ist, daß nach meinen Versuchen mit Glas (Aquarienwand, Objektträger) als Unterlage im lebensfrischen Zustande ein Absaugen selbst mit einer starken Gummiballonpipette nicht gelang und eher die Haftpapillen abrissen, als daß die Tiere die Unterlage losgelassen hätten, so auch bei Versuchen, sie seitwärts zu verschieben. Das Bestreben der faden- oder bandförmigen Formen, sich eng um Sandkörner herumzulegen, hat nach künstlicher Loslösung von der Unterlage sofort Einrollen zu einer  $\pm$  kegelförmigen Spirale zur Folge, ähnlich wie bei Archianelliden und gewissen Polychaeten aus Sandbiotopen, so auch z. B. bei Erschütterung während des Gleitkriechens (Fig. 21 A<sup>1</sup>), und findet die Entrollung bei Rückkehr zur Kriechbewegung nur allmählich und oft unvollständig statt. — Andererseits ermöglichen die Haftorgane eine raupen- oder egelartige, nach vorwärts, auf kurze Strecken auch nach hinten gerichtete Fortbewegung von Sandkorn zu Sandkorn durch abwechselndes Festheften von Haftpapillen unter gleichzeitiger peristaltischer Kontraktion der Hautmuskulatur. Weiterhin können nach erfolgter Festheftung mit dem Hinterende ausgiebige, bisweilen pendelnde Suchbewegungen mit dem zu extremer Streckung und Verdünnung befähigten Körper vollführt werden (Fig. 4 E, 7 B); bei Erreichen (Ertasten) eines Sandkornes begeben sie sich dann gleitend oder spannend auf dieses hin.

Im Zusammenhänge mit dem Nahrungserwerb ergeben sich viel tiefergreifende Umbildungen, die uns meist als Organisationsmerkmale ganzer Familien oder noch größerer Gruppen entgegentreten und sich in eine förm-

liche Reihe ordnen lassen: Die *Typhloplanidae* können ihre Beuteobjekte an der vorderen Körperspitze mit dem Sekrete ihrer großen Stäbchen- drüsen festkleben und sie dann zum Munde führen (S. 25, 92). Wenn nun *Adenorhynchus* einen außerordentlich streckungsfähigen Vorder- körper hat (Fig. 10 B), so erscheint dies vorteilhaft, um aus engen Spalten Beutetiere heranzuholen. — Bei den *Kalyptrorhynchiern* mün- den die Klebdrüsen am Endkegel des in der Ruhe eingestülpten, blitz- schnell gegen das Beutetier vorstreckbaren Rüssels aus (Seite 25). Augenscheinlich haben jedoch diese Klebdrüsen den meisten *Kalyp- tro- rhynchiern* der Sandbiotope für ihren Beuteerwerb nicht genügt. Als Beutetiere kommen dort vor allem glatte, muskelkräftige Nematoden, Archianelliden neben Krebsen (Harpacticiden) und Milben in Betracht, die innerhalb enger Klufträume sicher erfaßt, herangeholt und zum Pharynx geführt werden müssen. Bei den *Cicerinidae* und *Ethmo- rhynchidae* ist das Epithel der Rüsselscheide am Grunde des Endkegels drüsig differenziert, entweder ringsum oder in 4 Komplexen, in be- sonderer Stärke bei *Blennorhynchus*, *Ptyalorhynchus* und *Ethmorhyn- chus* (Seite 27) und wirken die Sekrete dieser Rüsselscheidendrüsen offenbar beim Festhalten, vielleicht auch beim Betäuben der Beute (vor- züglich Nematoden) wesentlich mit. Zweifellos noch viel sicherer als durch die Erhöhung der Klebfunktion durch Erwerb jener Rüssel- scheidendrüsen erscheint gegenüber Beutetieren mit dicker, glatter Ku- tikula das Ergreifen mit 2 gegeneinanderwirkenden muskulösen Lippen oder kutikularen Haken, wie sie die *Placorhynchidae* bzw. die *Gnatho- rhynchidae* ausgebildet haben (Fig. 27, 28, 29 u. S. 27—31). Die höchste Vervollkommnung in dieser vermutlichen Entwicklungsreihe stellt wohl *Paragnathorhynchus* dar (Fig. 28), dessen Haken in 2 kutikula- risierten Spalten des Scheidenepithels eine förmliche Führung haben; überdies münden jederseits der Haken Drüsensäcke aus, die in den dorsalen und ventralen Muskelwülsten eingebettet sind und deren ery- throphiles (? giftiges) Sekret beim Einschlagen der Haken in das Beute- tier durch Muskeldruck entleert werden kann. Die Ausbildung von Greiflippen an dem Rüssel der *Placorhynchidae* führt zum Spaltrüssel der *Schizorhynchia* (Fig. 30—33), dessen selbständig bewegbare, ur- sprünglich rein muskulöse Spalthälften  $\pm$  große Beutetiere wie mit einer Pinzette zu ergreifen oder zu umschlingen (*Schizorhynchidae*), bei Aus- bildung breiter, lippenförmiger Spalthälften (*Thylacorhynchidae*) kleinere Beuteobjekte zu umfassen vermögen, oder aber bei Ausbildung kuti- kularer Haken an den Enden der muskulösen Spalthälften (*Karkino- rhynchidae*, *Diascorhynchidae*) in die Beute eingeschlagen oder einge- stochen werden können, wie die Haken der *Gnathorhynchidae*. Seitlich zwischen den Basen der Spalthälften einmündende erythrophile Drüsen liefern ein vielleicht klebendes und zugleich giftiges Sekret. Die bei den meisten *Gnathorhynchidae* durch die Ausbildung der dorsoventral ein- ander gegenüberstehenden Haken sich ergebende seitliche Abplattung des Rüssels, die den *Schizorhynchia* mit Ausnahme der *Thylacorhyn- chidae* in noch stärkerem Maße eigen ist, die starke Streckungsfähigkeit seiner muskulösen Spalthälften sowie die weite Vorstreckbarkeit des

Rüssels lassen diese Bautypen, die eben ausschließlich im Sandbiotop ausgebildet worden sind, im höchsten Grade geeignet erscheinen, Beute aus engen Klüften herauszuholen. Extreme Ausbildung der Haken und Drüsen zeigen die *Diascorhynchidae* (Fig. 33), und unter den *Karkinorhynchidae* erscheint eine weitere Steigerung dadurch gegeben, daß an der muskulösen Basis der Haken bei *Cheliplana* und *Rhinepera* noch ein Paar von kurzen, spitzigen kutikularen Seitenlappen entstanden ist, die schließlich bei *Cheliplanilla* als lange Stäbe mit Gabelspitzen und T-förmig verbreiteter Basis auftreten und so genau zusammenzuwirken vermögen, daß die mit den Haken gefaßte Beute, vornehmlich Harpacticiden, wahrscheinlich auch Milben, zugleich von den Seiten her gehalten und am Entschlüpfen gehindert werden kann; die an der Innenseite der Haken vorhandenen 2 Paare von Nebenspitzen erhöhen wohl die Festigkeit des Griffes (Fig. 32 b). — Auch unter den *Schizorhynchidae* zeigt eine dem *Schizorhynchoides duplotestis* ähnliche Form, *Carcharodorhynchus subterraneus* (Grundwasser der Kurischen Nehrung, Bledius-Sand auf Amrum), eine sehr bemerkenswerte Vervollkommnung des Pinzetten-Bauprinzipes: Die Spaltheilften des Rüssels dieser neuen Art sind auf ihrer Innenfläche jederseits mit 4 Längsreihen alternierend gestellter Kutikularzähne besetzt!

Das häufige Fehlen der Rhabdoide bei vielen *Proseriata* und *Kalyptorhynchia* (z. B. allen *Schizorhynchia*) besagt augenscheinlich, daß in der Umwelt des Sandes ihre schützende Rolle (S. 20, 138) unnötig geworden ist; bei den *Cicerinidae* und *Ethmorhynchidae* u. a. sind sie durch Pseudorhabdoide ersetzt.

Wie im Süßwasser, so besteht auch im Sandbiotop eine Tendenz zur Reduktion der paarigen Gonaden zu unpaarigen, die man mit den relativ ungünstigen Ernährungsverhältnissen gegenüber jenen günstigen im Bewuchsgürtel zu erklären versucht. So haben z. B. die meisten *Solenopharyngidae*, die *Pseudograffillinae* und viele *Eukalyptorhynchia* (alle *Gyratricidae* und *Gnathorhynchidae*, *Neopolycystis*, *Neophonorhynchus*, *Psammopolycystis*, *Typhlopolycystis*, *Psammorhynchus*, *Pseudogyatrix* u. a. sowie fast alle *Schizorhynchia*) ein unpaariges Germal, einige von ihnen einen unpaarigen Hoden und gleichzeitig oft auch ein unpaariges Vitellar. Mit der Aussüßung hängen diese Reduktionen aber sicherlich nicht zusammen; denn gerade die *Eukalyptorhynchia* des Süßwassers mit alleiniger Ausnahme von *Gyatrix hermaphroditus* haben durchaus paarige Gonaden und sind auch im übrigen Bau mit den *Polycystidae* der Vegetationszone des Meeres sehr nahe verwandt, stammen daher zweifellos aus dieser. *Gyatrix hermaphroditus* aber stammt, wie schon früher dargelegt (S. 122—123) aus dem Meeressande, in dem diese Art heute noch lebt.

Die auffallend häufige Verlagerung des Geschlechts- bzw. Begattungs-(Vaginal-)porus an die hintere Körperspitze — eine solche zeigen auch die entparasitischen *Anoplodiidae* — legt den Gedanken nahe, daß es sich um eine zweckmäßige Anpassung der Begattungsstellung innerhalb enger Klufträume handelt, d. h. daß die Partner Hinterende an Hinterende

kopulieren. Tatsächlich zeigt kein bekannter Eukalytorhynchier der Vegetationszone und des Süßwassers dieser Verlagerung. Im Meeresande finden wir sie bei *Gyratrix proavus*, *Polycystis tridentata*, *Neophonorhynchus*, *Lekanorhynchus*, *Pseudogyatrix*, *Prognathorhynchus dubius* und *Gnathorhynchus hastatus*; ihnen schließt sich *Gyratrix hermaphroditus* mit etwas dorsal verlagertem Vaginalporus an, während er bei *Gyratrix attemsi* ventral liegt und mit der männlichen Geschlechtsöffnung kombiniert ist (Fig. 98). Auch unter den wenigen *Cumulata* des Sandes tragen *Gastropharynx* und *Pseudostomum arenarium* den Geschlechts- bzw. Vaginalporus terminal am Hinterende (Fig. 36, 39).

Es sei schließlich auf die bei Sand-Kalyptorhynchiern häufige Ausbildung einer gesonderten Vagina und damit eines Ductus spermaticus, so bei den *Cicerinidae*, *Gyratricidae* und *Schizorhynchia*, hingewiesen.

Die parasitischen Turbellarien entbehren aus im wesentlichen wohl gleichen Gründen, wie die des Sandes (siehe oben), meist der Rhabditen und sonstigen Hautdrüsen (alle *Anoplodiidae*, *Fecampiidae* Seite 108 und *Hypotrichininae*) und gewöhnlich auch der Augen, bisweilen aller Mesenchympigmente. *Cylindrostoma cyprinae* und die relativ primitiven *Graffillinae* haben meist noch  $2 \pm$  kleine Augen, etwas Pigment, einzelne auch noch kleine Rhabditen oder Pseudorhabditen, so *Cylindrostoma cyprinae*.

3. Feinde, Parasiten-Kommensalen, Schutzeinrichtungen. — Soweit bekannt, stellen im Wasser vornehmlich gewisse Fische und größere Krebse (Isopoden und Amphipoden) den Turbellarien nach (Seite 91) oder fressen sie nur gelegentlich. Kleinturbellarien haben überdies in ihren eigenen Reihen Feinde, und zwar unter den *Acoela*, *Catenulida* (*Stenostomum*), *Microstomidae*, *Dalyellioida* und *Typhloplanida* (*Phaenocorinae*), die als Schlinger eben gelegentlich auch Stammes- oder gar Artgenossen im ganzen verschlucken. Die auffallend geringe Zahl der Feinde ist zweifellos durch die bedeutende Schutzwirkung der vor allem zur Fortbewegung (Seite 81) und zum Nahrungserwerb (Seite 91—92) in meist großer Menge abgesonderten, ungeformten oder rasch zu einem zähen Schleim verquellenden geformten Sekrete der Hautdrüsen bedingt, da wenigstens größere Turbellarien (*Polycladen*, *Tricladen*) trotz ihrer weichen Körperbeschaffenheit z. B. von Fischen, Amphibien, Krebsen, Insektenlarven, Egel als Nahrung in der Regel deutlich abgelehnt werden oder sie bei Berührung sogar zur Flucht veranlassen; offenbar verleihen die Sekrete den Turbellarien auch jene „Immunität“ gegenüber dem Nesselgift der Hydrozoen, die es z. B. *Microstomiden* und *Tricladen* gestattet, Hydren anzugreifen (Seite 91) bzw. ihnen frisch gefangene Beute abzunehmen, ohne selbst gefangen zu werden. — Die Schutzwirkung ergibt sich anscheinend wie bei Schneckenschleim vor allem aus der mechanischen, klebenden Eigenschaft der Sekrete, die den Angreifer fesseln, außerdem möglicherweise aus ihrem Gehalt an vielleicht widerlich schmeckenden oder ätzenden Stoffen, denen aber toxische Bedeutung im allgemeinen nicht zuzukommen scheint. Denn die aus Süßwassertricladen (*Dendrocoelum lacteum*, *Polycelis nigra* u. a.) oder aus deren Haut oder Pharynx mit



physiologischer Kochsalzlösung gewonnenen Extrakte wirken zwar parenteral (subkutan, intrakardial oder intraperitoneal) in Kleinsäuger oder intrakardial in Frösche eingespritzt — von einer geringen hämolytischen Eigenschaft abgesehen — als Herzgifte tödlich, vergleichbar Digitalis-Giften; jedoch hat sich weder nach Verfütterung von Tricladenbrei an Fische, Molche, Säuger, noch nach Einsetzen von Kleinkrebsen in jene Extrakte, noch bei Berührung mit dem Hautsekret selbst irgendeine schädigende, z. B. auch lähmende Wirkung feststellen lassen (ARNDT 1925). — Bezüglich des Gebrauches der oft in  $\pm$  enger Beziehung zum Geschlechtsapparat stehenden Giftorgane, der Penisstilette und Nesselzellen (Kleptokniden) sei auf S. 55, 62, 93 und 20 verwiesen.

Als Entoparasiten kommen unter den Protozoen einerseits Flagellaten in Betracht, so Cryptobia (Trypanoplasma) dendrocoeli (Fantham & Porter) intrazellulär in verschiedenen Geweben von *Dendrocoelum lacteum*, besonders in der Bursa, und Euglena leucops Hall im Parenchym von *Stenostomum leucops*, andererseits Sporozoen im Darm von *Tricladen* und *Polycladen*, und zwar neben Coccidien und Haplosporidien besonders Gregarinen (Lankesteria-Arten), über deren Lebenszyklus man nur sehr wenig weiß, und schließlich Ciliaten, so Holophrya virginia Kepner & Karroll im Mesenchym von *Stenostomum leucops* (Amerika), Hoplitophrya uncinata M. Schultze im Darm von *maricolen Tricladen* (*Procerodes*, *Uteriporus*) und Sieboldiellina (Discophrya) planariarum Sieb. sowie seltener Ophryoglena parasitica André im Darm von *paludicolen Tricladen* (*Dendrocoelum lacteum*, *Planaria torva* u. a.). Als Epöken wurden folgende Ciliaten gefunden: Coleps hirtus Müller auf *Dalyellia cuspidata*, ein Hypotrich auf *Graffilla gemellipara* (Seite 125) und Trichodina-Arten auf *Tricladen* und *Polycladen*. Es sei bemerkt, daß eine Infektion der genannten, auch ins Brackwasser eindringenden Süßwasser-Turbellarien in jenem bisher nicht bekannt geworden ist. Unter den Metazoa spielen nur Trematoden und Nematoden eine Rolle. So findet man in den Geweben coelater Turbellarien bisweilen Cercarien und Agamodistomen frei oder (meist) eingekapselt, in Tricladen oft in großer Zahl. Trotzdem handelt es sich stets, auch im Hinblick auf die Unbeliebtheit der Turbellarien als Nahrung (Seite 138), eher um Verirrungen als um ein Zwischenwirtsverhältnis. Miracidien von Fasciola hepatica L. hingegen werden bei ihren Versuchen, in verschiedene Süßwasser-Tricladen als vermeintliche Wirte einzudringen, schon bei der ersten Berührung oder während des Einbohrens meist gelähmt und durch Quellung und Ablösung von Epithelzellen stets so schwer geschädigt, daß sie alsbald zugrunde gehen (MATTES 1932). Gegenüber diesen zarten, kleinen Larven kommt also doch eine Giftwirkung zur Geltung, die offenbar vom Hautsekret ausgeht, da isoliertes Sekret, nicht aber Planarien-Gewebsbrei sie auslöst; vielleicht ist sie besonders auf das Rhabditensekret zurückzuführen, da durch Reizung der Planarien (Ausstoßung der Rhabditen) jene Wirkung erhöht wird. — Von Nematoden trifft man vor allem Mermis-Larven vereinzelt im Parenchym, im Pharynxgewebe oder auch im Hoden von *Alloeocoela* (besonders *Seriata*) und *Neorhabdocoela* des Süß- und Brackwassers.

Zu den pflanzlichen Parasiten werden heute die „Kristalloide“ gerechnet, einzellige kugelige Körper von 4, 6 bis etwa 13  $\mu$ , meist um 9  $\mu$  Durchmesser, die eine feste, dicke, mit einem groben vier- oder fünfeckigen Leistenrelief versehene Zellulose-Membran tragen und wahrscheinlich Dauersporen von parasitischen Pilzen, Olpidien (Archomycetes: Chytridiaceae) darstellen. Unter den Turbellarien befallen sie anscheinend nur alternde Individuen von *Macrostomida* (*Microstomum*) und *Neorhabdocoela* des Süßwassers. Nach Zerstörung des Darmes, der Gonaden (zuerst der Hoden, dann der Dotterstöcke), des Parenchyms und der Drüsen — die übrigen Organe bleiben erhalten — verleihen die im Körper sich anhäufenden Kristalloide ihm eine mattweiße Farbe. Vermutlich gehören hierher auch die in *Placorhynchus octaculeatus* (Finnischer Meerbusen, 5‰ Brackwasser) gefundenen Kristalloide, die durchschnittlich bloß 5.5  $\mu$  Durchmesser und eine feine Netzstruktur an der Oberfläche haben. Aus dem Meer ist kein Kristalloidenbefall bekannt.

4. Symbionten. — Einzelne *Acoela*, *Alloeocoela* und *Neorhabdocoela* bergen in ihrem Körper einzellige Algen. Im Meere sind es entweder gelbe bis braune *Zooxanthellen* (so bei *Convoluta convoluta*, *Promesostoma excellens* und *murmanicum*) oder grüne *Zoochlorellen* (bei *Convoluta roscoffensis* u. a.), diese wie jene fraglicher Artzugehörigkeit, da ihre Aufzucht bisher nicht gelungen ist. Bei den Arten aus dem Süß- und Brackwasser hingegen sind es *Zoochlorellen* anderer Art, wahrscheinlich stets die leicht züchtbare *Chlorella vulgaris* Beijerinck, der auch gewisse Protozoen, Schwämme und Hydrozoen ihre grüne Farbe verdanken. Die Algen werden in allen bekannten Fällen erst von den aus den Eiern ausschlüpfenden, stets noch algenfreien jungen Würmern mit der Nahrung in das Darmparenchym (*Acoela*) bzw. den Darm aufgenommen. Bei den beiden *Convoluta*-Arten soll es ursprünglich nur eine einzige Zelle sein, deren Abkömmlinge dann vorzüglich peripher in Lücken des Randparenchyms eingelagert werden. Bei den *Neorhabdocoela* werden sie in die Darmzellen aufgenommen und siedeln sich entweder hier dauernd an (*Dalyellia ornata* u. a., *Promesostoma excellens* und *murmanicum*) oder werden ins Parenchym abgegeben (manche *Castrada*-Arten, *Phaenocora typhlops*). Manche Arten enthalten stets oder fast stets Algen, so *Castrada hofmanni* und *Dalyellia ornata*, manche traf man oft, so *Castrada intermedia*, *Phaenocora typhlops*, oder stets (*Phaenocora typhlops subsalina*) algenlos. Nach den bisherigen, noch nicht ausreichenden Untersuchungen darf eine Ergänzung des respiratorischen Stoffwechsels zu gegenseitigem Vorteile angenommen werden, indem die Algen das vom Tiere ausgeatmete Kohlendioxyd zur Photosynthese von Kohlehydraten verwerten und dem Tiere der bei diesem Assimilationsprozesse freiwerdende Sauerstoff zugute kommt. Ob auch Endprodukte des Eiweiß-Stoffwechsels des Tieres von den Algen und die Kohlehydrate der Algen von dem Tiere ausgenützt werden, ist sehr fraglich. Die Entstehung und Erhaltung der Symbiose hat überdies eine weitgehende Resistenz der lebensfrischen Algen gegenüber den Verdauungs-

fermenten zur Voraussetzung; es werden daher, soviel bekannt, bestenfalls degenerierte Algen im Tierkörper verdaut. Die Tiere müssen daher ihrem normalen Nahrungserwerbe nachgehen. Sie sind auch ohne Algen lebensfähig! — Dazu im Gegensatz soll *Convoluta convoluta*, algenfrei gezüchtet, trotz genügender Nahrungsaufnahme im Wachstum zurückbleiben, *Convoluta roscoffensis* sogar die normale Nahrungsaufnahme einstellen, sobald die Algen durch reichliche Vermehrung genügend Kohlehydrat- und Eiweißnahrung liefern; dies soll aber dann eine Herabsetzung der Algenvermehrung infolge ansteigenden Stickstoffmangels und schließlich durch allmähliche Verdauung der Algen den Hungertod der *Convoluten* herbeiführen.

5. Wirtschaftliche Bedeutung. — Nur *Alaurina composita* scheint bei ihrem Massenaufreten im Plankton als Fischnahrung von einiger Bedeutung zu sein (S. 126).

**Verwandtschaftsbeziehungen (Stammesgeschichte)** GRAFF hat als Hauptmerkmal für die Klassifikation die Form des Darmes gewählt und 5 Ordnungen unterschieden: *Acoela*, *Rhabdoceola*, *Alloeocoela*, *Tricladida* und *Polycladida*. Diese Einteilung hat auch BRESSLAU (1928—1933) beibehalten. Im Anschlusse an die von beiden Autoren genügend begründete Vorstellung, daß die *Acoela* die in wesentlichen Zügen primitivst organisierten Turbellarien und Würmer überhaupt sind, und unter Berücksichtigung anderer Merkmale, insbesondere des Pharynx- und Gonadenbaues, habe ich die Turbellarien in 6 Ordnungen geteilt: *Acoela*, *Catenulida*, *Macrostomida*, *Polycladida*, *Alloeocoela* und *Neorhabdoceola* und befinde mich damit in vollkommener Übereinstimmung mit dem von BRESSLAU (l. c. S. 255) gegebenen Schema, aus dem sich die von mir seinerzeit (1926) vorgeschlagene Abtrennung der *Catenulida* und *Macrostomida* von den *Rhabdoceola* als eigene Ordnungen zwingend ergibt. Derart grundsätzlich verschieden gebaute Formen, wie die mit Pharynx simplex und Ovarien versehenen *Catenulida* und *Macrostomida* mit den durch einen Pharynx bulbosus ausgezeichneten *Rhabdoceola-Lecithophora* allein um ihres Stabdarmes willen (Seite 41) — ein anderes wesentliches Merkmal haben sie nicht gemeinsam — in eine Gruppe *Rhabdoceola* zu vereinigen, erscheint unberechtigt. Denn einerseits haben viele *Alloeocoela* ebenfalls einen typischen „Stabdarm“, so die *Cumulata*, andererseits besteht bei den *Macrostomida* eine starke Neigung zur Divertikelbildung, die bei *Paramacrostomum* Riedel (Grönland) eine so starke Ausprägung erreicht, daß auf eine solche z. B. der *Polycladen*-Darm ohne Schwierigkeit zurückgeführt werden kann (Seite 44). Überdies ist es ja auch bei einzelnen *Rhabdoceola-Lecithophora* zu einer Gabelung des Darmes, ähnlich wie bei *Trematoden* gekommen (Seite 44, *Desmote* Beklem.). Die Kluft zwischen den *Catenulida* und *Macrostomida* einer- und den *Rhabdoceola-Lecithophora* andererseits ist jedenfalls weitaus tiefer als die zwischen den *Alloeocoela* und *Tricladida*; ich habe deshalb die *Tricladida* zu den *Alloeocoela* gestellt, die ohnehin eine sehr vielgestaltige, schwer definierbare Sammelgruppe darstellen und nunmehr die *Archoophora* (s. u.),



*Lecithoepitheliata* (ausschließlich der *Hofsteniidae*, s. u.), *Cumulata* und *Seriata* umfassen mögen, wobei unter den *Seriata* auch die *Tricladida* einbezogen werden, die von den primitiver gebauten, als *Proseriata* (= *Crossocoela* + *Cyclocoela*) zusammengefaßten Formen nur durch die Ausbildung eines Embryonalpharynx (Seite 108) und die extreme Spaltung des Darmes unterschieden werden. Die *Rhabdocoela-Lecithophora* stellen somit eine eigene Ordnung dar, die ich *Neorhabdocoela* nenne und den primitiveren übrigen, mit einem „Stabdarm“ versehenen Turbellarien, insbesondere den *Cumulata*, als höher differenzierte Parallelgruppe gegenüberstelle. Von *Neorhabdocoela* leiten sich offenbar die *Temnocephalida* und weiterhin mit großer Wahrscheinlichkeit auch die *Trematodes* und *Cestodes* ab. — Die *Hofsteniidae* sind auf Grund ihrer wesentlichen Organisationszüge (Fehlen einer Basalmembran und einer Darmabgrenzung, Bau des Nervensystems, Besitz einer Statocyste und eines allerdings besonders stark entwickelten Pharynx simplex) ohne Schwierigkeit als hochdifferenzierte *Acoela* aufzufassen. Die *Nemertodermatidae* reihen sich ebenfalls den *Acoela* an, wenn man von ihrem deutlich abgegrenzten Darm absieht. Schwieriger verhält es sich mit der Einreihung der *Haplopharyngidae*; durch den Besitz eines typischen Pharynx simplex und eines einfachen Ovariums (*Microstomidae*!) schließen sie sich den *Macrostomida* (*Opisthandropora*) an, durch die Lage der männlichen Geschlechtsöffnung vor (rostral von) der weiblichen den *Alloeocoela*. Wenn man aber berücksichtigt, daß bereits unter den *Acoela* bei den *Otocelidinae* eine solche Umkehrung der Lagerung zu verzeichnen ist, steht ihrer Einreihung zu den *Macrostomida* nichts im Wege. — Die von REISINGER (1935) den *Rhabdocoela* angereihten *Proporoplanidae* (*Archophora*) sind durch Stellung und Bau ihres Pharynx plicatus und Darmes den *Protomonotresinae* ähnlich und als primitivste dzt. bekannte Gruppe unter die *Alloeocoela* zu stellen; sie sind durch den Besitz eines Frontalorganes, von Ovarien und eines wie bei *Acoela* (*Proporidae*) gebauten männlichen Kopulationsorganes ausgezeichnet.

Was die Herkunft der Turbellarien überhaupt anlangt, kommt in notwendiger Anerkennung acoeloider oder mit einem  $\pm$  scharf umgrenzten einfachen Darm und mit Pharynx simplex (S. 36, 41) versehenen Turbellarien als Urformen wohl nur die von GRAFF begründete Planula-Theorie in Betracht, also eine Ableitung von niedrig organisierten *Coelenterata* etwa vom Typus der *Planula*-Larven. Näheres hierüber siehe BRESSLAU 1928/33.

#### Literatur

- Unter Hinweis auf die in KÜKENTHAL-KRUMBACH, Handbuch der Zoologie, 2. Band, 2. Hälfte: E. BRESSLAU (und E. REISINGER), Turbellaria, Berlin-Leipzig 1928/33, verzeichneten Schriften werden hier vornehmlich die für die Nord- und Ostsee wichtigen, sowie die seit 1933 erschienenen einschlägigen Arbeiten aufgenommen.
- ADOLPH, E. F., & P. E. ADOLPH: The regulation of body volume in freshwater organisms. Journ. exper. Zool. 43; 1925.
- AN DER LAN, H.: Ergebnisse einer von E. REISINGER & O. STEINBÜCK mit Hilfe des Rask-Ørsted Fonds durchgeführten zoologischen Reise in Grönland 1926, 7. *Acoela* I. Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. 99; 1936.

- ATKINS, D.: Two parasites of the common *Cardium edule*; a Rhabdocoele *Paravortex cardii* Hallez and a Copepod *Paranthesius rostratus* (Canu). Journ. marine Biol. Ass. 19; 1934.
- ATTEMS, C. Graf: Beitrag zur Kenntnis der rhabdocoelen Turbellarien Helgolands. Wiss. Meeresuntersuchungen, herausgeg. v. d. Kommission z. Unters. d. dtseh. Meere in Kiel u. d. Biol. Anstalt auf Helgoland. N. F. 2, 1. Heft; 1897.
- AWERINZEW, S.: Über eine neue Art von parasitären Tricladen. Zool. Anz. 64; 1925.
- BEADLE, L. C.: The effect of the salinity changes on the water content and respiration of the marine invertebrates. Journ. experim. Biol. 8; 1931.
- Osmotic regulation in *Gunda ulvae*. Ebendort 11; 1934.
- BEKLEMISCHEV, W. N.: Über die Turbellarienfauna des Aralsees. Zool. Jahrb. System. 54; 1927.
- Über die Turbellarienfauna der Bucht von Odessa und der in dieselbe mündenden Quellen. Bull. Inst. Recherch. biol. Univ. Perm (Izvestija Biol. Naučno-Issled. Inst. Permsk. Univ.) 5; 1927.
- Zur Kenntnis der Solenopharyngidae. Pubbl. Staz. Zool. Napoli 9; 1929.
- BEAUCHAMP, P. DE: *Archiloa rivularis* n. g. n. sp., Turbellarié Alloecocoele d'eau douce. Bull. Soc. Zool. de France 35; 1910.
- Un nouveau Rhabdocoele marin, *Prorhynchopsis minuta* n. g. n. sp. Ebendort 37; 1913.
- Sur la faune (Turbellaries en particuliers) des eaux saumâtres de Socoa I, II und III. Ebendort 38; 1913.
- Sur un nouveau *Plagiostomum* et ses rapports avec un Isopode. Ebendort 46; 1921.
- Sur quelques Rhabdocoeles des environs de Dijon. C. R. Assoc. franc. pour l'Avanc. des Sc., Congrès de Strasbourg 1920; 1921.
- *Jensenia oculifera* n. sp. Turbellarié Rhabdocoele marin. Ebendort 52; 1927.
- Rhabdocoeles des sables à Diatomées d'Arcachon (I und II). Ebendort 52; 1927.
- Turbellariés, Hirudinées, Branchiobdelidés (2me Série). Biospeologica 56. Arch. Zool. experim. 73; 1932 (1933).
- BENAZZI, M.: Contributo alla conoscenza delle soluzioni saline fisiologicamente equilibrate. Pubbl. Staz. zool. Napoli 13; 1934.
- BEUSEKOM, G. VAN: Die Nahrungsaufnahme von *Dendrocoelum lacteum* Müller und *Planaria lugubris* O. Schm. Zeitschr. vergl. Physiol. 9; 1929.
- BÖCK, H.: Lichtrückeneinstellung und andere lokomotorische Lichtreaktionen bei *Planaria gonocephala*. Zool. Jahrb. Abt. f. allg. Zool. 56; 1936.
- BOCK, S.: Studien über Polycladen. Zool. Bidrag från Uppsala 2; 1913.
- *Anoplodium stichopi*, ein neuer Parasit von der Westküste Skandinaviens. Ebendort 10; 1925.
- Oerstedts *Planaria affinis* wiederentdeckt. Zool. Anz. 64; 1925.
- BRANDTNER, P.: Ergebnisse usw. (siehe AN DER LAN!), 5. Plagiostomidae. Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. 97; 1934.
- Eine neue marine Triclade, zugleich eine Studie über die Turbellarien des Rycks. Zeitschr. f. Morphol. u. Ökol. 29; 1935.
- BRINKMANN, AU.: Studier over Danmarks Rhabdocoele og acöle Turbellarier. Vidensk. Medd. fra den naturh. Foren. i København 1906 (1905).
- CHRENKO, F. A.: A list of parasitic Rhabdocoela of Plymouth. Paras. 26; 1934.
- DILK, F.: Ausbildung von Assoziationen bei *Planaria gonocephala* (Dugés). Zeitschr. vergl. Physiol. 25; 1937.
- DORNER, G.: Darstellung der Turbellarienfauna der Binnengewässer Ostpreußens. Schr. d. Physik.-oekonom. Ges. Königsberg 44; 1902.
- EKMAN, S.: Tiergeographie des Meeres. Leipzig 1935.
- FERGUSON, F. F.: The morphology and taxonomy of *Macrostomum virginianum* n. sp. Zool. Anz. 119; 1937.
- GAMBLE, F. W.: Contributions to a knowledge of british marine Turbellaria. The Quart. Journ. Micr. Sci., Ser. 2, 34; 1893.
- GELEI, J. v.: „Echte“ freie Nervenendigungen. (Bemerkungen zu den Receptoren der Turbellarien.) Zeitschr. Morph. Ökol. 18; 1930.
- Historisches und Neues über die interciliären Fasern und ihre morphologische Bedeutung. Zeitschr. Zellf. u. mikr. Anat. 22; 1935.
- GIARD, A.: Sur la ponte des Rhabdocoeles de la famille des Monotidae. Compt. rend. Soc. Biol. Paris 4; 1897.
- Sur une faunule caractéristique des sables à Diatomées d'Ambleteuse. Compt. rend. Soc. Biol. Paris 56; 1904.
- GRAFF, L. v.: Marine Turbellarien Orotavas und der Küsten Europas I und II. Zeitschr. wiss. Zool. 78 und 83; 1904 und 1905.
- Acoela, Rhabdocoela und Alloecoela des Ostens der vereinigten Staaten von Amerika. Mit Nachträgen zu den „Marinen Turbellarien Orotavas und der Küsten Europas“. Ebendort 99; 1911.
- Turbellaria: I. Acoela und II. Rhabdocoelida. Das Tierreich, 23. und 35. Lief.; 1905 und 1913.

- GRESENS, J.: Versuche über die Widerstandsfähigkeit einiger Süßwassertiere gegenüber Salzlösungen. Zeitschr. Morphol. u. Ökol. 12; 1928.
- HALLEZ, P.: Catalogue des Rhabdocoelides, Triclades et Polyclades du Nord de la France. 2e éd. Lille 1894.
- Un nouveau type d'Allocoele (*Bothriomolus constrictus* n. g. n. sp.). Arch. Zool. experim. et génér. 43; 1910.
- HOFKER, J.: Faunistische Beobachtungen in der Zuidersee während der Trockenlegung. III. Die Turbellarien der Zuidersee. Zeitschr. Morphol. Ökol. 18; 1930.
- HOVEY, B.: Associate hysteresis in marine flatworms. Physiologic. Zool. 2; 1929, Chicago.
- JÄGER, H.: Untersuchungen über die geotaktischen Reaktionen verschiedener Evertibraten auf schiefer Ebene. Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool. 51; 1932.
- JENSEN, O. S.: Turbellaria ad litora norvegiae occidentalia. Bergen 1878.
- HOFSTEN, N. v.: Anatomie, Histologie und systematische Stellung von Otoplana intermedia du Plessis. Zool. Bidrag från Uppsala 7; 1918.
- KARLING, T. G.: Bresslauilla relicta Reisinger (Turbellaria Rhabdocoela) zum ersten Male in Finnland angetroffen. Memor. Soc. pro Fauna et Flora Fennica 6; 1930. Helsingfors.
- Untersuchungen über Kalyptorhynchia (Turbellaria Rhabdocoela) aus dem Braekwasser des Finnischen Meerbusens. Acta Zool. Fennica 11; 1931. Helsingfors.
- Mitteilungen über Turbellarien aus dem Finnischen Meerbusen: 1. *Dalyellia nigrifrons* n. sp., 2. *Promesostoma cochlearis* n. sp. Memor. Soc. Fauna Flora Fennica 10; 1935.
- Ein Apparat zum Auffangen von Kleintieren des Meeressandes. Acta Soc. Fauna Flora Fenn. 60; 1937.
- KEPNER, WM. A., J. S. CARTER & M. HESS: Observations upon Stenostomum oesophagium. Biol. Bull. 64; 1933.
- LEHMENSICK, R.: Morphologie und Histologie einer neuen Meerestriclade (*Procerodes Harmsi* n. sp.) mit Linsenaugen. Zeitschr. wiss. Zool. 149; 1936.
- LEIGH-SHARPE, H. W.: Note on the occurrence of *Graffilla gemellipara* Linton at Plymouth. Paras. 25; 1933.
- LEMKE, G.: Beiträge zur Lichtorientierung und zur Frage des Farbensehens der Planarien. Zeitschr. vergl. Physiol. 22; 1935.
- LEVETZOW, K. G. v.: Beiträge zur Reizphysiologie der polycladen Strudelwürmer. Zeitschr. vergl. Physiol. 23; 1936.
- LEVINSEN, G. M.: Bidrag til kundskab om Grönlands Turbellarie-Fauna. Vidensk. Medd. naturh. Foren. i Kjøbenhavn, 1879.
- LUTHER, A.: Studien über acöle Turbellarien aus dem Finnischen Meerbusen. Acta Soc. Fauna Flora Fennica 36; 1912.
- Untersuchungen an rhabdocölen Turbellarien. I. Über *Phaenocora typhlops* (Vejd.) und *Ph. subsalina* n. subsp., II. Über *Provortex brevitubus* Luther. Acta Soc. Fauna Flora Fennica 48; 1921.
- Vorläufiges Verzeichnis der rhabdocölen und alloecölen Turbellarien Finnlands. Meddel. Soc. Fauna Flora Fennica 44; 1918.
- Studien an rhabdocölen Turbellarien. III. Die Gattung *Maehrenthalia* v. Graff. Acta Zool. Fennica 18; 1936.
- MEIXNER, J.: Studien zu einer Monographie der Kalyptorhynchia und zum System der Turbellaria-Rhabdocoela. Zool. Anz. 60; 1924.
- Beitrag zur Morphologie und zum System der Turbellaria-Rhabdocoela I und II. Zeitschr. Morphol. Ökol. 3 und 5; 1925 und 1926.
- Aberrante *Kalyptorhynchia* (*Turbellaria Rhabdocoela*) aus dem Sande der Kieler Bucht (I). Zool. Anz. 77; 1928.
- Der Genitalapparat der Tricladen und seine Beziehungen zu ihrer allgemeinen Morphologie, Phylogenie, Ökologie und Verbreitung. Zeitschr. Morphol. Ökol. 11; 1928.
- Morphologisch-ökologische Studien an neuen Turbellarien aus dem Meeressande der Kieler Bucht. Ebendort 14; 1929.
- MÜLLER, H.-G.: Untersuchungen über spezifische Organe niederer Sinne bei rhabdocölen Turbellarien. Zeitschr. vergl. Physiol. 23; 1936.
- NASONOW, N.: Vertreter der Fam. *Graffillidae* (*Turbellaria*) des Baikalsees. Bull. de l'Académie des Sciences de l'URSS.; 1930.
- Über den Heliotropismus der *Turbellaria Rhabdocoelida* des Baikalsees. Trav. Labor. de Zool. exper. et de Morphol. des Animaux 4; Moskau 1935.
- OESTING, R. B., & W. C. ALLEE: Further analysis of the protective value of biologically conditioned fresh water for the marine Turbellarian *Procerodes wheatlandi*, IV. The effect of Calcium. Biol. Bull. 68; 1935.
- OTTO, G.: Die Fauna der Enteromorphazonen der Kieler Bucht. Kieler Meeresforschungen 1; 1936.
- PANTIN, C. F. A.: The adaptability of *Gunda ulvae* to salinity. I. The environment, II. (WEIL, E., & C. F. A. PANTIN) The water exchange, III. The electrolyte exchange. Journ. exper. Biol. 8; 1931.
- PYEFINCH, K. A.: Habitat of *Procerodes* (*Gunda*) *ulvae*. Nature 137; 1936.

- REISINGER, E.: *Protomonotresis centrophora* n. gen. n. sp.; eine Süßwasser-allocoecole aus Steiermark. Zool. Anz. 58; 1923.
- Zur Turbellarienfauna der Antarktis. Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903, 18, Zoologie X; Berlin 1926.
- Zum Ductus-genito-intestinalis-Problem. I. Über primäre Geschlechtstrakt-Darmverbindungen bei rhabdocoelen Turbellarien. Zeitschr. Morphol. Ökol. 16; 1929.
- Turbellaria; in: Nordisches Plankton, herausgeg. von K. BRANDT und C. APSTEIN, 10; 1934. Kiel und Leipzig.
- Ergebnisse usw. (siehe AN DER LAN!), 6. Proporoplana jenseni. Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. 98; 1935.
- REMANE, A.: Halammohydra, ein eigenartiges Hydrozoon der Nord- und Ostsee. Zeitschr. Morphol. Ökol. 7; 1927.
- Die Polycladen der Kieler Förde. Schriften d. Naturw. Vereins f. Schleswig-Holstein 19; 1929.
- Intrazelluläre Verdauung bei Rädertieren. Zeitschr. vergl. Physiol. 11; 1930.
- Verteilung und Organisation der benthonischen Mikrofauna der Kieler Bucht. Wissensch. Meeresuntersuch. (N. F.); Abt. Kiel, 21; 1933.
- Die Brackwasserfauna. Verhandl. d. Deutschen Zool. Ges. 1934 (Zool. Anz. Supplem. 7); 1934.
- Gastrotricha und Kinorhyncha; in: H. G. BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreichs 4, II. Abt.; 1936.
- REMANE, A., & E. SCHULZ: Die Tierwelt des Küstengrundwassers bei Schilksee (Kieler Bucht). I. Das Küstengrundwasser als Lebensraum. Schriften d. Naturw. Vereins f. Schleswig-Holstein 20; 1935.
- RIECH, F.: Beiträge zur Kenntnis der litoralen Lebensgemeinschaften in der poly- und mesohalinen Region des Frischen Haffes. Schriften Physikal.-ökonom. Ges. Königsberg 65; 1926.
- RIEDEL, G.: Ergebnisse usw. (siehe AN DER LAN!), 3. Macrostromida, 4. Dalyelliidae. Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. 94; 1932.
- RITCHE, A. D.: The Habitat of Procerodes ulvae. Journ. Mar. biol. Assoc. U. Kingd., N. S. 19; 1934.
- RUBINSTEIN, D.: Ein Beitrag zur Lehre von den physiologisch äquilibrirten Salzlösungen. Bföf. Stat., Akad. d. Wiss. u. biol. Labor., med. Inst., Odessa 5; 1927.
- SCHLIEPER, C.: Die Abhängigkeit der Atmungsintensität der Organismen vom Wassergehalt und dem kolloidalen Zustand des Protoplasmas. Biol. Zentralbl. 56; 1936.
- SICK, F.: Die Fauna der Meeresstrandtümpel des Bottsandes (Kieler Bucht). Ein Beitrag zur Ökologie und Faunistik von Brackwassergebieten. Arch. Naturgesch. N. F. 2; 1933.
- SCHMIDT, O.: Neue Rhabdocoelen aus dem nordischen und dem adriatischen Meere. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Cl. 9; 1852.
- SCHULTZE, M.: Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald 1851.
- SCHULZ, E.: Das Farbstreifen-Sandwatt und seine Fauna, eine ökologisch-biozönotische Untersuchung an der Nordsee. Kieler Meeresforschungen 1; 1937.
- SOEST, H.: Dressurversuche mit Ciliaten und rhabdocoelen Turbellarien. Zeitschr. vergl. Physiol. 24; 1937.
- SOUTHERN, R.: Turbellaria of Ireland. Proceed. Royal Irish Academy 43 (Sektion B, No. 5); 1936.
- STAMMER, H. J.: Die Fauna der Ryckmündung, eine Brackwasserstudie. Zeitschr. Morphol. Ökol. 11; 1928.
- STEINBÖCK, O.: Untersuchungen über die Geschlechtstrakt-Darmverbindung bei Turbellarien nebst einem Beitrag zur Morphologie des Trikladendarmes. Zeitschr. Morphol. Ökol. 2; 1924.
- Zoology of the Faroes, VIII. Marine Turbellaria; 1931. Copenhagen.
- Die Turbellarien des arktischen Gebietes. Fauna arctica 6; 1932. Jena.
- Turbellarien aus Ostgrönland. Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. 98; 1935.
- STEINBÖCK, O., & E. REISINGER: Ergebnisse usw. (siehe AN DER LAN!), 1. Reisebericht. Vidensk. Medd. fra Dansk Naturh. Foren. 90; 1930/31.
- SZIDAT, L.: Beiträge zur Faunistik und Biologie des Kurischen Haffes. Schriften Physikal.-ökonom. Ges. Königsberg 65; 1926.
- VANHÖFFEN, E.: Die niedere Tierwelt des Frischen Haffes. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde Berlin; 1917.
- WEIL, E., & C. F. A. PANTIN: Siehe PANTIN, C. F. A.!
- WESTBLAD, E.: Zur Physiologie der Turbellarien. Lunds Universitets Arsskrift N. F. Avd. 2, 18; 1923.
- Das Protonephridium der parasitischen Turbellarien. Zool. Anz. 67; 1926.
- Parasitische Turbellarien von der Westküste Skandinaviens. Zool. Anz. 68; 1926.
- *Anoplodiera voluta* und *Wahlia macrostylifera*, zwei neue parasitische Turbellarien aus *Stichopus tremulus*. Zeitschr. Morphol. Ökol. 19; 1930.
- *Pentacoelum fucodeum* m., ein neuer Typ der *Turbellaria metamerata*. Zool. Anz. 111; 1935.
- Die Turbellarien-Gattung Nemertoderma Steinböck. Acta Soc. Fauna Flora Fennica 60; 1937.
- WILHELMI, J.: Tricladen. Fauna und Flora des Golfes von Neapel 32; 1909.

**Verzeichnis der allgemeinen Abkürzungen in den Figuren.**

<i>ac (ag)</i>	Antrum bzw. Atrium genitale commune = gemeinsamer Vorraum des Geschlechtsapparates	<i>m</i>	Mund (Mundrohr)
<i>af</i>	Antrum bzw. Atrium femininum = weiblicher Vorraum	<i>my (mbl)</i>	Myoblasten
<i>am</i>	Antrum bzw. Atrium masculinum = männlicher Vorraum	<i>n</i>	Zellkern (Nucleus)
<i>au</i>	Augen	<i>np</i>	Nervenplexus
<i>bc</i>	Bursa copulatrix = Begattungstasche	<i>o</i>	Ovarium = Eierstock
<i>bm</i>	Bursamundstück	<i>od</i>	Oviduct = Eileiter
<i>bs (b)</i>	Bursa seminalis = Samentasche	<i>odc</i>	gemeinsamer Oviduct = Eiergan
<i>bst</i>	Bursastiel (der in die Bursa führende Teil des weiblichen Genitalkanales)	<i>oe</i>	Oesophagus
<i>c</i>	Gehirn (cerebrum)	<i>p</i>	Penis (Penispapille)
<i>cd (cyd)</i>	cyanophile Drüsen (Schleimdrüsen)	<i>pa</i>	Parenchym (auch Randparenchym der Acoela)
<i>ci</i>	Cirrus (bestachelter, umstülpbarer Ductus ejaculatorius)	<i>pal</i>	Lückenräume im Parenchym
<i>cib</i>	Cirrusbeutel (Bulbus und Cirrus umschließender Sack)	<i>ph</i>	Pharynx (sein Lumen <i>phl</i> )
<i>co</i>	männliches Kopulationsorgan	<i>phd</i>	Pharynxdrüsen
<i>da</i>	Darm	<i>phn</i>	Pharynxnervenring
<i>dal</i>	Darmlumen (bzw. Lumen im Darmparenchym)	<i>pht</i>	Pharyngealtasche
<i>dc</i>	Ductus communis (vereinigte Germe- und Vitelloducte)	<i>pi</i>	Pigment
<i>dd</i>	Darmdivertikel	<i>ps</i>	Penisscheide
<i>dei (de)</i>	Ductus ejaculatorius	<i>pst</i>	Penis-Stilett (bzw. Stilett des Kornsekretbehälters)
<i>dil</i>	Dilatatoren	<i>pt</i>	Protraktoren
<i>dm</i>	Diagonalmuskeln	<i>R</i>	Rüssel
<i>do</i>	accessorisches Drüsenorgan	<i>Rd</i>	Rüsseldrüsen (übrige Bezeichnungen der Rüsselteile in Fig 24!)
<i>dp</i>	Darmparenchym der Acoela	<i>rm</i>	Ringmuskeln
<i>ds</i>	Ductus seminalis = Samengang	<i>rh</i>	Rhabdoide
<i>dsp</i>	Ductus spermaticus	<i>rhd</i>	Rhabdoidendrüsen
<i>dv</i>	Ductus vaginalis (siehe <i>va</i> )	<i>rs</i>	Receptaculum seminis bzw. al solches dienender Teil der weiblichen Geschlechtsgänge
<i>ed</i>	erythrophile (seröse) Drüsen	<i>rt</i>	Retraktoren
<i>ei</i>	Eizelle bzw. Eikapsel ( <i>etk</i> )	<i>sag</i>	Sammelgang des Ovariums
<i>ek</i>	Exkretionskanal	<i>sb</i>	echte äußere oder innere Samenblase (Samenbehälter, Vesicula seminalis)
<i>ep</i>	Exkretionsöffnung (-porus)	<i>sd</i>	Schalendrüsen (Sekret zur Eischalenbildung)
<i>f</i>	Frontalorgan	<i>se</i>	Sekret
<i>fi</i>	Fixatoren (Muskeln)	<i>sp</i>	Spermien
<i>fs</i>	falsche Samenblasen	<i>sph</i>	Sphinkter
<i>g</i>	Gehirn (siehe <i>c</i> )	<i>st</i>	Statocyste
<i>ge</i>	Germarium = Keimstock	<i>sti</i>	siehe <i>pst</i>
<i>ged</i>	Germiduct	<i>sw (sy)</i>	Schwanzdrüsen = am Körper Hinterende ausmündende Klebdrüsen, bisweilen ein Synzytium
<i>gm</i>	Grenzmembran-Muskelseptum des Pharynx bulbosus	<i>sz</i>	Schzellen oder Zellkerne (siehe <i>szk</i> )
<i>gv</i>	Germovitellar = Keimdotterstock	<i>t</i>	Tentakel
<i>gvd</i>	Germovitelloduct („Oviduct“)	<i>te</i>	Hoden (Testis)
<i>gvc</i>	gemeinsamer Germovitelloduct	<i>va</i>	Vagina = Ductus vaginalis <i>dz</i>
<i>gz</i>	Ganglienzellen	<i>vb (vab)</i>	Vaginalbursa
<i>h, hf, hg, hz</i>	Haftpapillen, -felder, -gürtel, -zellen	<i>vd</i>	Vas deferens = Samenleiter
<i>hr</i>	Haftzellenring	<i>vi</i>	Vitellarium = Dotterstock
<i>kb (ksb)</i>	Kornsekretbehälter (Körnerdrüsenblase, Vesicula granulorum)	<i>vic</i>	gemeinsamer Vitelloduct = Dottergang
<i>kd</i>	Kittdrüsen (Anheftung der Eier)	<i>vid</i>	paariger Vitelloduct
<i>kda</i>	Kopfdarm	<i>vn</i>	ventrale Längsnerven
<i>klc</i>	Körnerkolben (Darmdrüsen)	<i>vā</i>	äußere Öffnung der Vagina (des Ductus vaginalis)
<i>kō</i>	Körner- oder Kornsekretdrüsen (ihr Sekret im <i>kb</i> gespeichert)	<i>wg</i>	Wimpergrübchen
<i>ksd</i>	als Schalen- und Kittdrüsen dienende Drüsen	<i>wr</i>	Wimperrinne
<i>li</i>	Statolith in der Statocyste	<i>u</i>	Uterus (Eihälter)
<i>lm</i>	Längsmuskeln	<i>ud</i>	Uterusdrüsen
<i>ln</i>	Längsnerven	<i>♂k</i>	männlicher Genitalkanal
		<i>♀k</i>	weiblicher Genitalkanal
		<i>♂, ♀</i>	♂ männliche, weibliche, gemeinsame Geschlechtsöffnung

Alle Angaben über die meist an kriechenden Tieren gemessene Körperlänge (L.) und die Vergrößerung sind Näherungswerte.