Das Darmsystem von Cyclophorus ceylanicus.

(Fauna et Anatomia ceylanica, Nr. 5.)

Von

Elisabeth Schneider, Dessau.

Mit Tafel 1—5 und 25 Figuren im Text.

I. Einleitung.

Die Untersuchung des Darmkanales von Cyclophorus ceylanicus wurde mir von Herrn Professor Plate vorgeschlagen, da die Cyklophoriden noch nicht im Zusammenhang bearbeitet worden sind, und Fräulein Charlotte Kretschmar am hiesigen Institut gerade mit der Untersuchung des Nervensystemes von Cyclophorus ceylanicus beschäftigt war. Die Cyklophoriden gehören nach Lang-Hescheler (1900) zu den Monotocardiern, und zwar werden sie dort mit den Paludiniden und Cypräiden zur Gruppe der Architänioglossen zusammengefaßt. Jedenfalls sollen sie eine natürliche Überleitung von den Rhipidoglossen zu den Tänioglossen bilden. Aus diesem Grunde und wegen ihres eigenartig gebauten Nervensystems werden sie von Bouvier (1887) als eine der interessantesten und instruktivsten Familien der Prosobranchier bezeichnet. Doch stellt er auf Grund des Nervensystems schon fest, daß einerseits die Cyklophoriden mit den Paludiniden nahe verwandt sind, während andererseits die Cypräiden sich an den höchst entwickelten Prosobranchiertypus anlehnen. Haller (1892) und Thiele (1895) fassen dann Cyklophoriden und Paludiniden zu einer Untergruppe der Architänioglossen zusammen, der sie als zweite Untergruppe die Cypräiden gegenüberstellen. Fräulein Kretschmar nun möchte nur Cyklophoriden und Paludiniden zur Gruppe der Architänioglossen zusammenfassen, die Cypräiden aber schon den Tänioglossen zurechnen. — Meine Aufgabe war also, zu untersuchen, ob auch die Darmverhältnisse von Cyclophorus ceylanicus eine solche Gruppierung forderten, und inwiefern sie umgekehrt eine Abstammung der Cyklophoriden von den Rhipidoglossen erkennen

ließen. Hierbei mußten die durch den Übergang zum Landleben und damit zur Ernährung durch höhere Pflanzen bedingten Anpassungen besonders berücksichtigt werden.

Ich beschränkte meine Untersuchungen auf die Art Cyclophorus ceylanicus, da diese in der Dissertation von Fräulein Kretschmar hauptsächlich berücksichtigt worden ist, und verweise hinsichtlich der Literatur über Cyklophoriden auf das dort in der Einleitung Gesagte. Nur einiges, insbesondere auf den Darmkanal der Cyklophoriden bezügliche, möchte ich noch erwähnen. So beschreibt Troschel (1856—1863, S. 67) genau eine Zahnreihe von Cyclophorus aquila Sow, die er auf Taf. IV, Fig. 6 abgebildet hat. Außerdem gibt er auf S. 243 eine Beschreibung von Kiefer und Radula von Cyclophorus involvulus Müller. Amaudrut (1898) schildert auf S. 194 den Vorderteil des Darmkanales von Cyclophorus volvulus und verweist hierzu auf die Fig. 55, 64 und 65. Fig. 55 stellt zugleich die eigenartige Verbindung dar, die die Aorta cephalica bei Cyclophorus volvulus mit der Radulatasche eingeht. Die Erklärung dazu findet sich auf S. 101. Simroth (1896—1907) gibt auf Taf. XXXV, Fig. 6 Amaudruts Fig. 65 wieder, erwähnt auf S. 489 die Verbindung der Aorta cephalica mit der Radulatasche bei den Cyklophoriden und beschreibt auf S. 805 noch kurz die Verhältnisse am Ösophagus der Cyklophoriden, wobei er besonders auf die Schlundtaschen hinweist. Auf S. 474 bezeichnet er die Cyklophoriden als dritte Gruppe der Architänioglossen und ihre Radula als typische Tänioglossenradula. Hescheler (1900, S. 291) erwähnt die dorsalen Bukkaltaschen, die allen Diotocardiern zukommen und sich noch bei einigen Monotocardiern, wie Cyclophorus, erhalten.

Herr Professor Plate war so freundlich, mir für meine Untersuchungen sein auf Ceylon gesammeltes Material an Cyklophoriden zu überlassen. Ich möchte ihm hierfür und für das große Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, vielmals danken.

Die Tiere waren teils in kochendem Wasser getötet und in Alkohol 80% konserviert worden, teils in Alkohol resp. Alkohol-Eisessig fixiert und in Alkohol 80% konserviert. Ich untersuchte den Darmkanal von Cyclophorus ceylanicus makroskopisch unter dem Zeissschen Binokular und mikroskopisch in Schnittserien, teilweise auch in Glyzerin. Zum Schneiden legte ich die Objekte entweder in verdünntes Zedernholzöl, um sie dann in Paraffin

überzuführen, oder brachte sie aus Chloroform in Paraffin. Bei Schnitten durch die Radula oder durch den Magen, der oft Sandkörner enthielt, mußte ich den Block vor jedem Schnitt mit Celloidin, in Äther gelöst, bestreichen, um zusammenhängende Schnitte zu bekommen. Gefärbt wurden die Schnitte mit Hämatoxylin DELAFIELD oder Hämalaun, nachgefärbt mit Eosin, Eosinersatz nach GRÜBLER oder VAN GIESON. Mit Bismarckbraun gefärbte Schnitte ließen die Schleimzellen sowie die Struktur der Speicheldrüsenzellen deutlich hervortreten. — Zu Vorarbeiten benutzte ich Paludina vivipara und Cyclostoma elegans, da die Paludiniden den Cyklophoriden nahestehen als zweite Gruppe der Architänioglossen, die Cyklostomiden als landbewohnende, lungenatmende Form der Tänioglossen. Ich untersuchte sie in der gleichen Weise wie Cyclophorus ceylanicus.

II. Morphologische Übersicht.

Der Darmkanal von Cyclophorus ceylanicus ist am besten zu übersehen, wenn man die Mantelhöhle durch einen Längsschnitt in der Mitte ihrer Decke bis zur Niere hin öffnet, die Niere und die Wand des Eingeweidebruchsacks entfernt und auch die Nackenhaut der Länge nach aufschneidet (Textfig. 1, 2). Um Mitteldarm und Magen freizubekommen, muß man außerdem die Leber abpräparieren.

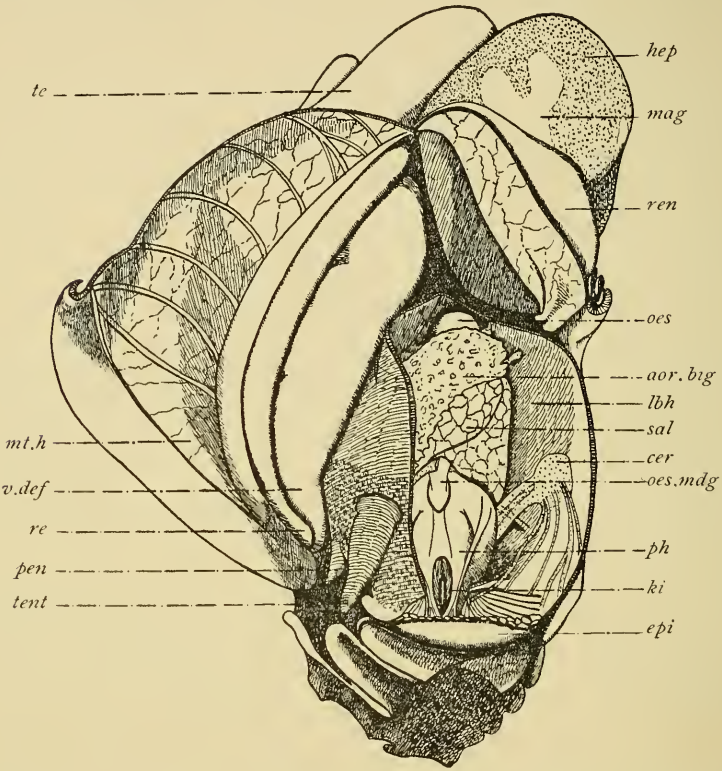
Von vornher führt eine trichterartige Vorhöhle (Textfig. 5, 7 *v.h*) auf die Mundöffnung zu, die als vertikaler Spalt in die Mundhöhle (Textfig. 7 *md.h*) hineinführt. Diese wird durch die Kiefer (Textfig. 7 *ki*) von der Bukkalhöhle (=Pharyngealhöhle) abgetrennt (Textfig. 8 *buc.h*), die von der Wand des Pharynx umschlossen wird.

Der Pharynx (Textfig. 1 *ph*) ist ein länglich rundes muskulöses Gebilde, das durch zahlreiche Muskeln im vordersten Teil der Leibeshöhle (Textfig. 1 *lb.h*) verankert ist. Vorn sitzt er schmal der Mundöffnung an und umschließt die Kiefer (Textfig. 1 *ki*). Weiter nach hinten hin muß er wegen der stark verdickten Muskulatur seiner Wandung als Bulbus bezeichnet werden. Oben in der Mitte lassen die beiderseitigen Muskelmassen Raum zur Einmündung des Ösophagus (Textfig. 1 *oes.mdg*) und der beiden Speicheldrüsen (Textfig. 6 *duc.sal*), deren Hauptausführgänge zu beiden Seiten des Ösophagus ein Stück in der Pharynxwand nach vorn verlaufen.

Unten in der Mitte des Pharynx tritt zwischen den beiderseitigen Muskelmassen die Radulatasche hervor (Textfig. 6 *rad.ta*).

Gleich hinter der Ösophagusmündung legt sich der Schlundring (Textfig. 1 *cer*) um den Pharynx herum.

Unter ihm hinweg ziehen die Speicheldrüsenausführgänge nach hinten, und hier legen sich von rechts und links her die beiden Speicheldrüsen (Textfig. 1, 6 *sal*) über den Ösophagus hinüber, und zwar so, daß die rechte über die linke hinübergreift.



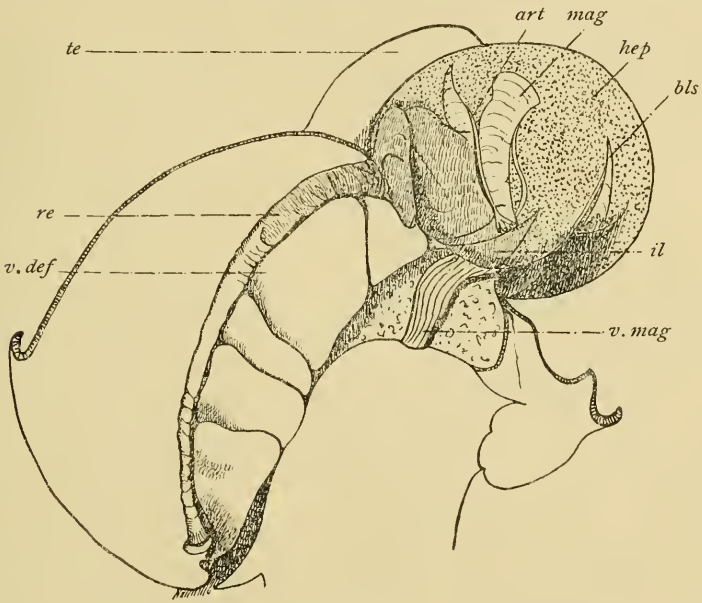
Textfig. 1. Gesamtbild von oben. Schale entfernt. Mantel- und Leibeshöhle durch einen medianen Längsschnitt geöffnet. Oben am Bulbus ansitzende Muskeln abpräpariert. Linkes Cerebralganglion nach links geklappt. Vergr. 5mal.

Auf der Unterseite stülpt sich auf der Grenze von Ösophagus und Pharynx jederseits eine Schlundtasche (Textfig. 6, Taf. 1, Fig. 2 *sch.ta*) vor. Die Schlundtaschen liegen noch symmetrisch, während Ösophagus, Speicheldrüsen und Aorta cephalica schon stark in die allgemeine Körpertorsion einbezogen worden sind.

Über das Hinterende der Speicheldrüsen hinweg zieht von links hinten her eine dicke lockere Bindegewebsmasse (Textfig. 1, 6, 10 *aor.big*), Sie umschließt die Aorta cephalica, die sich

nach rechts vorn über die Radulatasche hinüberstülpt. Vor dem Bindegewebe zieht von rechts nach links die Supraintestinalkommissur über den Ösophagus hinüber.

Der Ösophagus (Textfig. 1 *oes*) kommt gleich hinter dem Bindegewebe wieder zum Vorschein, um sich sogleich durch eine Art Zwerchfell hindurch in den hinteren Teil der Leibeshöhle zu versenken. Hier erweitert er sich zu einem Vormagen (Textfig. 2, 3 *v.mag*). Dieser zieht nach links hinten und tritt von unten her zwischen die Lebermasse (Textfig. 2 *hep*), die äußerlich

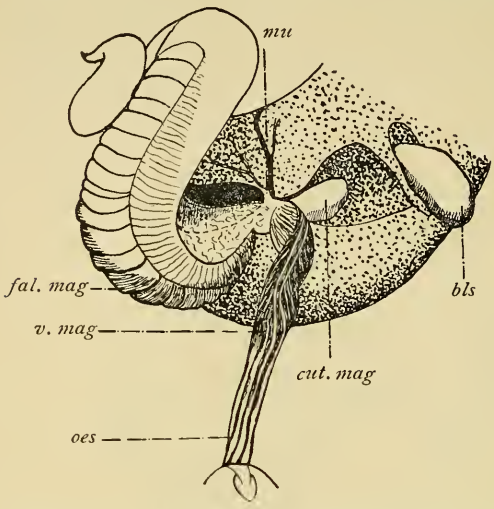


Textfig. 2. Darmtraktus zum Teil freigelegt, von oben. Mantelhöhle durch einen medianen Längsschnitt geöffnet. Niere, Perikard und Hautdecke abpräpariert. Vergr. 5 mal.

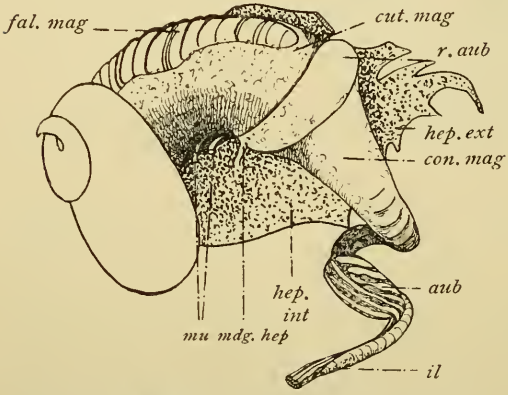
diesen Teil der fünften Körperwindung (vom Apex an gerechnet) fast ganz ausfüllt. Der innere Leberlappen kann sich sogar, je nach dem Entwicklungsgrad der in den oberen Körperwindungen gelegenen Geschlechtsorgane, bis zum Apex hinauf erstrecken. Auf der Außen- und Innenseite der Windung läuft je ein Ast der Arteria visceralis an der Leber entlang nach hinten (Textfig. 2 *art*).

Zunächst sind aus der Lebermasse heraus nur Teile des Magens und Dünndarmes (Textfig. 2 *mag.il*) sichtbar, und zwar sind die Magenteile hell, die Dünndarmteile meist durch Kot-

massen dunkelbraun und aufgetrieben. Präpariert man die Leber ab, so hat man einen Knäuel von Magen- und Darmschlingen vor sich, aus dem sich nur der Faltenmagen losgelöst hat (Textfig. 3, 4 *fal.mag*), um als Blindsack weit in die nächste Körperwindung hinaufzuziehen. Erst wenn man die Schlingen löst, sieht man, daß der Vormagen auf der Innenseite ein Stück nach rechts hin am Magen entlang läuft (Textfig. 3 *v.mag*), um allmählich in den Faltenmagen überzugehen. Der eigentliche Magen (Textfig. 3, 4 und Taf. 1, Fig. 2 *cut.mag*,*con.mag*)zieht als stark erweiterter Schlauch nach links oben. Um seine Mitte herum läuft eine ringförmige Ausbuchtung (Textfig. 4 *r.aub*), die an der linken Seite in einen Blindsack ausläuft (Textfig. 3 und Taf. 1, Fig. 2 *bls*).



Textfig. 3. Mündung des Vormagens in den Magen, von unten. Teile der Leber abpräpariert. Vergr. 5mal.



Textfig. 4. Magen von oben. Leber zum Teil abpräpariert. Vergr. 5mal.

Nach dem linken Ende zu verjüngt sich der Magen stark, um sich noch einmal etwas zu erweitern (Textfig. 4 und Taf. 1, Fig. 2 *aub*).

An diese hintere Ausbuchtung setzt der Dünndarm an. Als dünner Schlauch (Textfig. 4 und Taf. 1, Fig. 2 *il*) windet er sich in fünf mehr oder weniger deutlichen Schlingen nach rechts vorn, um sich an einer Biegung stark zu erweitern. Dann tritt er, wieder verengt, in die Mantelhöhle ein.

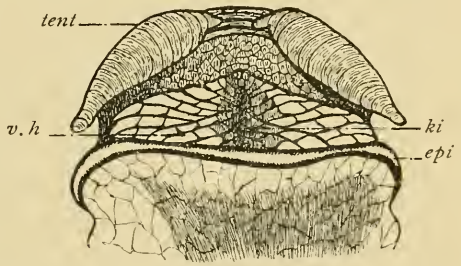
Der nun als Enddarm bezeichnete Darm (Textfig. 1, 2 *re*) läuft, in leerem Zustande flach gedrückt, an der Decke der Mantelhöhle nach vorn und mündet in ihrer rechten Vorderecke aus.

III. Untersuchung einzelner Darmabschnitte.

1. Makroskopisch. 2. Mikroskopisch.

A. Mundhöhle.

Betrachtet man Cyclophorus ceylanicus von vorn, so sieht man zunächst in eine Grube hinein (Textfig. 5 *vh*), die sich in Form eines gleichschenkligen Dreiecks über einer Hautfalte am Vorderrande der Fußbasis erhebt (Textfig. 1, 5 *ep*). Die Falte hat eine helle, glatte Oberfläche und verläuft an beiden Seiten schnell. Obgleich ich über ihre Innervierung nichts Näheres bestimmen konnte, möchte ich sie ihrer Lage nach als Epipodialrest bezeichnen. — Die Grube nenne ich Vorhöhle. Hescheler (1900, S. 277) braucht diesen Ausdruck für einen solchen von den Lippen überdachten und von einer Fortsetzung der Leibeswand des Kopfes ausgekleideten Teil der Mundhöhle. Sie ist bei Cyclophorus ceylanicus folgendermaßen gebaut: Im Gegensatz zur grauen, feingefelderten Hautdecke des Kopfes ist ihre Auskleidung hell und durch tiefe Furchen regelmäßig in größere Felder geteilt. Die Furchen laufen in bestimmter Anordnung auf eine in der Tiefe der Vorhöhle gelegene Öffnung zu, die als vertikaler Spalt in die eigentliche Mundhöhle (Textfig. 7 *mdh*) hineinführt. Um die Öffnung herum sind die Felder ringförmig angeordnet.



Textfig. 5. Kopf von vorn. Vergr. 5 mal.

Die eigentliche Mundhöhle wird erst sichtbar, wenn man die Hautdecke des Kopfes oben in der Mitte von vorn nach hinten aufschneidet (Textfig. 7 *mdh*). Sie ist von dicker Cuticula ausgekleidet (Taf. 1, Fig. 5 *mdh*), die hinten und unten in die Kiefer übergeht. Oben nämlich sind die beiden Kiefer in einer Mittellinie miteinander verwachsen, während ihre Unterenden jederseits dem unteren Teile der Mundhöhle ansitzen. Oben zieht so die Mundhöhle über die Kiefer hinweg und wird durch die Kiefer (Textfig. 7 *ki*) von der weiter hinten liegenden Bukkalhöhle ge-

trennt. Unten dagegen geht die Vorhöhle direkt in die Bukkalhöhle über.

Histologisch ist zu bemerken, daß das Epithel der Vorhöhle von außen nach innen zu das gleiche bleibt. Es besteht aus Zylinderzellen, deren basale Enden entweder an muskelreiches Bindegewebe oder an sinöse Hohlräume angrenzen. Das hierin zirkulierende Blut hilft wohl durch seinen Andrang mit beim Vorstülpen der Lippen. Die Epithelzellen haben feinkörniges mattrot gefärbtes Protoplasma und große, länglichrunde, chromatinreiche Kerne, die oft einen Nucleolus erkennen lassen und in der basalen Zellhälfte liegen. Durch die ganze Vorhöhle hindurch ist das Epithel von einer feinen Cuticula bedeckt, die manchmal horizontale Schichtung zeigt. Das Epithel der Vorhöhle geht allmählich in das der Mundhöhle über, wobei sich die Cuticula verdickt und so zum Kiefer überleitet.

B. Pharynx.

a) Muskulatur.

Da die Bewegung der Radula im allgemeinen nicht als Kaubewegung, sondern als ein Raspeln betrachtet werden kann, das zustande kommt durch Senken und Heben der Radula, so haben die meisten Autoren die Pharynxmuskeln nach ihrer Funktion eingeteilt in Protraktoren und Retraktoren des Bulbus bzw. der Radula. Neben diesen wird fast stets erwähnt der Papillarmuskel, ein Muskel, der zum Teil die Radulascheide umfaßt, und von Meisenheimer (1912) bei Helix promatia dem Kolumellarmuskel zugerechnet wird. Konstant treten jedenfalls die Muskeln auf, die polsterartig die Stützplatten der Radula umgeben. Nur Amaudrut (1897) und Simroth (1907) teilen die Pharynxmuskulatur nicht nur nach ihrer Funktion, sondern in erster Linie morphologisch ein, das heißt nach ihrer Zugehörigkeit zur allgemeinen Ring- oder Längsmuskulatur des Darmes. Da ich auf konserviertes Material angewiesen war, das Spiel der Muskeln also nicht am lebenden Tier beobachten konnte, will ich auch von einer morphologischen Einteilung ausgehen. Hieraus ergeben sich dann Schlüsse auf die Funktionen der einzelnen Muskeln (Textfig. 6, 7, Taf. 1, Fig. 1).

Bei der Präparation des Pharynx unter der Lupe fällt zunächst auf, daß er in einen schmalen vorderen und einen breiten hinteren Teil zerfällt. Beide sind voneinander getrennt durch eine Einfaltung der den Pharynx umgebenden Schichten. Diese

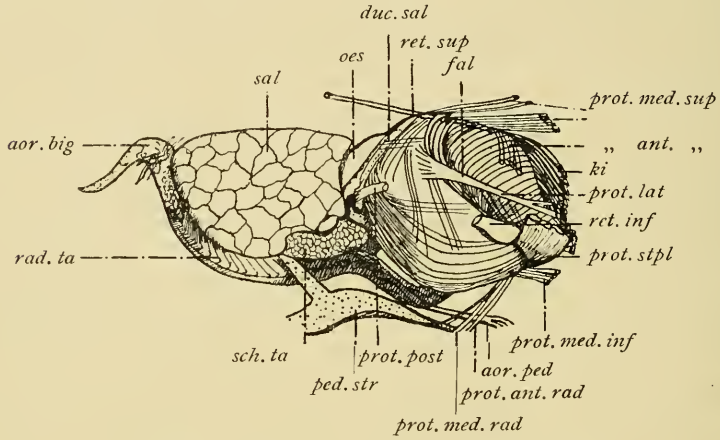
Falte (Textfig. 6*fal*) läuft jederseits hinten am Kieferrande entlang von oben nach unten. Oben ist sie nur eben angedeutet, sehr tief dagegen unten, wo vor und hinter ihr starke Muskeln entspringen. Sie ist also wohl als Folge des entgegengesetzt wirkenden Muskelzuges anzusehen.

Bei der Besprechung der Pharynxmuskulatur nun möchte ich von den Umhüllungsschichten des Pharynx ausgehen, um bei jeder Schicht die sich davon abzweigenden Muskeln zu beschreiben. Drei Schichten lassen sich unterscheiden, deren Muskelfasern oft kreuzweis übereinander hinwegziehen.

Die äußerste (Taf. 1, Fig. 1 *mu.ext*) ist eine dünne bindegewebige Haut, die nur stellenweise Muskelfasern enthält. Doch gehen viele feine Fasern von ihr aus nach der Innenwand der Hautdecke. Ihr Bindegewebe geht hinten in die äußerste Umhüllungsschicht von Ösophagus und Radulatasche über, die in ihr entlanglaufenden Muskelfasern setzen sich nur auf die Radulatasche fort. Innerhalb des Bindegewebes ziehen diese Fasern vom Ösophapus aus an der Hinterwand des Pharynx entlang und zu beiden Seiten der Radula vorbei an seiner Unterseite nach vorn. Hier senkt sich die ganze Schicht zwischen Subradularhöcker (Taf. 1, Fig. 1 *sbr.hö*) und Vorderrand der Stützplatten (Taf. 1, Fig. 1 *stpl*) tief in den Pharynx hinein. — Hier gehen aus ihr folgende Muskelstränge hervor: der vordere Radulaprotraktor (Textfig. 6 und Taf. 1, Fig. 1 *prot.ant.rad*). Er entspringt innen am Subradularhöcker ungefähr in dessen Mitte, zieht gerade nach unten, wendet sich nach dem Verlassen des Pharynx nach hinten und senkt sich in der Gegend der Pedalstränge in die Mitte des Fußes ein. Er wird von einem Paar feiner Stränge gebildet. — Der mittlere Radulaprotraktor (Textfig. 6 und Taf. 1, Fig. 1 *prot.med.rad*) entspringt ebenfalls innen am Subradularhöcker, aber oben da, wo die Radula vorn endet. Auch er zieht in einem Paar feiner Stränge gerade von oben nach unten. Oben kreuzen und anastomosieren einzelne seiner Fasern, unten zieht er neben dem vorderen Radulaprotraktor her und senkt sich dicht hinter ihm in die Fußmuskulatur ein und zwar mit vielen Ästen. — Der vordere Radulaspanner (Taf. 1, Fig. 1 *tens.sup*) geht zu beiden Seiten des Radulaendes von der Unterlage des subradulären Epithels aus, zieht vor dem zwischen den Stützplatten ausgespannten Querband vorbei nach unten und endet an den beiden unteren Vorderenden der Stützplatten. — Der untere Papillarmuskel schließlich (Taf. 1, Fig. 1 *pap.inf*) entspringt hinter der Sublingualtasche.

Als unpaarer feiner Strang zieht er zwischen den Radulaprotraktoren hindurch an der Unterseite des Pharynx entlang nach hinten und setzt an der Unterseite der Radulatasche an, da, wo diese in den Pharynx eintritt.

Dann gehen nach oben und seitlich am Pharynx aus der äußersten Schicht verschiedene Muskeln hervor: der obere mittlere Bulbusprotraktor (Textfig. 6 und Taf. 1, Fig. 1 *prot.med.sup*) geht in zahlreichen feinen Ästen von einer Längslinie oben auf dem Vorderteil des Bulbus aus und endet vorn oben um die Mundöffnung herum. — Der vordere obere Bulbusprotraktor (Textfig. 6 und Taf. 1, Fig. 1 *prot.ant.sup*) geht jederseits vom oberen Hinterende des Bulbus aus nach vorn unten, wo er sich



Textfig. 6. Pharynx von rechts. Vergr. 5mal.

an den Lippen innen anheftet. — Der obere Bulbusretraktor (Textfig. 6 und Taf. 1, Fig. 1 *ret.sup*) löst sich als feiner Strang jederseits oben aus der Mitte des Bulbus ab, zieht unter dem Schlundring hindurch gerade nach hinten und setzt an der Decke der Leibeshöhle an. Kurz davor sind seine beiden Äste durch eine schmale Brücke miteinander verbunden. — Von der unteren Mitte des Bulbus geht schließlich der untere Bulbusprotraktor (Textfig. 6 und Taf. 1, Fig. 1 *prot.med.inf*) aus. In Form zweier Bündel, die aus vielen einzelnen Fasern zusammengesetzt sind, zieht er auf beiden Seiten des Bulbus nach vorn unten, um sich innen an der Leibeshöhle anzuheften.

Unter der dünnen äußersten Schicht liegt eine zum Teil schon stark verdickte Muskelschicht (Taf. 1, Fig. 1 *mu.int II*). Sie sendet ebenfalls verschiedene Muskelbündel aus und geht

hinten in die Umhüllung von Ösophagus und Radulatasche über. Ganz vorn am Bulbus verlaufen ihre Fasern in dünner Schicht von hinten oben nach vorn unten, und zwar beginnen sie hinten an einer Vertikalen ungefähr am Ende des ersten Drittels vom Kiefer. Von hier aus ziehen die Fasern entgegengesetzt von vorn oben nach hinten unten tief in die Falte hinein. Ein Bündel zieht von oben aus in der Falte entlang. Innen gehen einige Fasern bis in die darunterliegende Muskelschicht hinein und an die Stützplatten heran. Von der Falte aus zieht je ein breiter Strang dünner Fasern nach hinten unten, tritt in die Unterseite des Pharynx ein, biegt hier um und setzt als hinterer Radulaspanner (Taf. 1, Fig. 1 *tens.post*) mit vielen feinen Fasern in einer Mittellinie auf der Unterseite der Radula an. Als ausgesprochene Muskelstränge gehen von dieser Schicht noch folgende ab: Der mittlere untere Bulbusprotraktor (Taf. 1, Fig. 1 *prot.med.inf)* zieht vom hinteren unteren Kieferende her außen an den Kiefern entlang, um unten innen an den Lippen anzusetzen. — Der untere Bulbusretraktor (Textfig. 6 und Taf. 1, Fig. 1 *ret.inf*) zieht vom vorderen unteren Kieferende aus jederseits als dicker Strang nach hinten und setzt seitlich an der Leibeshöhle an. — Der untere Radulaspanner (Taf. 1, Fig. 1 *tens.inf*) entspringt vor den Stützplatten hinten am Querband und zieht als ein Paar feiner Stränge unten innen im Pharynx nach hinten, um an der Unterseite der Radula anzusetzen, da, wo sie in den Pharynx eintritt. — Unten am Hinterende des Pharynx lösen sich noch die oberen Papillarmuskeln (Taf. 1, Fig. 1 *pap.sup*) ab. Sie kreuzen einander und gehen bald in die Umhüllung der Radulatasche über.

Nach innen von der eben besprochenen Schicht ist noch eine Muskelschicht zu erkennen. Vorn umgreift sie als dicker Sphinkter (Taf. 1, Fig. 1 *mu.int I*) das Unterende der Kiefer. Zwischen Subradularhöcker (Taf. 1, Fig. 1 *sbr.hö*) und Stützplatten (Taf. 1, Fig. 1 *stpl*) durchzieht sie als breites Querband (Taf. 2, Fig. 8 und Taf. 1, Fig. 5 *mu.int*) die Bukkalhöhle und setzt jederseits außen an den Stützplatten in einer Vertikalen an. Von hier aus umzieht sie als starkes Muskelpolster (Taf. 2, Fig. 8 *mu.int I*) die Außenseiten der Stützplatten, wendet sich an deren Hinterrande (Textfig. 13 *mu.int*) nach innen um und heftet sich unten an die Stützplatten an. Auf der Außenseite der Schicht ziehen dabei einzelne Fasern bis an den Ösophagus hinauf, und von ihrer Innenseite gehen einige Fasern ab, die mit dem hinteren Radulaspanner zusammen an der Unterseite der

Radula ansetzen. — Zu dieser Schicht rechne ich auch die Stützplattenprotraktoren (Textfig. 6 und Taf. 1, Fig. 1 *prot.stpl*). Sie gehen als Bündel vieler starker Fasern von den vorderen Unterenden der Stützplatten aus nach dem Unterrande der Lippen hin.

Es kommt nun darauf an, erstens ein zusammenhängendes Bild der Freßbewegung bei Cyclophorus ceylanicus aufzustellen und zweitens den Zusammenhang der Umhüllungsschichten des Pharynx mit denen von Ösophagus und Radulatasche klarzulegen.

Eine Kaubewegung, das heißt eine Zerkleinerung der aufgenommenen Nahrungsteile in der Bukkalhöhle findet kaum statt. Dagegen spricht schon das Vorkommen größerer Pflanzenteile im Magen und Darm. Der Freßakt besteht vielmehr auch hier in einem Abschaben von Pflanzenteilen und Hinterbefördern in den Ösophagus hinein, und zwar mit Hilfe von Radula und Stützplatten. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen Vor- und Rückwärtsbewegung, Druck und Spannung durch Zug. Durch Kontraktion der vorderen und mittleren Radulaprotraktoren (Taf. 1, Fig. 1 *prot.ant.rad* und *prot.med.rad*) wird zunächst wohl der oberere Teil des Subradularhöckers und damit das Vorderende der Radula nach vorn unten gezogen. Durch den Zug senkt sich das Oberende der Stützplatten (Taf. 1, Fig. 1 *stpl*) nach vorn. Durch die Papillarmuskeln (Taf. 1, Fig. 1 *pap.inf* und *pap.sup*) und den hinteren Radulaprotraktor (Taf. 1, Fig. 1 *prot.post.rad*) wird hierbei die Radula vor allzu starkem Zug bewahrt. — Wenn sich dann die vielen kräftigen Fasern der Stützplattenprotraktoren (Textfig. 6 und Taf. 1, Fig. 1 *prot.stpl*) zusammenziehen, wird das vordere Unterende der Stützplatten heftig nach vorn gezogen, der obere Teil der Stützplatten muß sich wieder heben und dabei die Radula oben gegen die Bukkalhöhle pressen. Die Zähne der Radula halten dabei wohl die Nahrung fest und schieben sie hinten in den Ösophagus hinein. Während dieser Rückwärtsbewegung kontrahiert sich wahrscheinlich der vordere Sphinkter (Taf. 2, Fig. 6 *mu.int*) und verhindert ein Wiederaustreten der aufgenommenen Nahrung. Die Pressung der Radula gegen die Decke der Bukkalhöhle wird verstärkt durch die Kontraktion des schon erwähnten breiten Quermuskels (Taf. 1, Fig. 5 und Taf. 2, Fig. 7 *mu.int I*). Da er den Stützplatten erst ein Stück unter den oberen Vorderenden in einer Vertikalen außen ansetzt, so muß er bei seiner Kontraktion diese Enden und damit die Radula nach oben und auseinander schieben. In demselben Sinne muß auch eine Kontraktion des starken Muskelpolsters wirken, das

den hinteren Teil der Stützplatten umgreift (Taf. 2, Fig. 8 *mu.int I*). Es sitzt vorn derselben Vertikalen an und ist unten stärker ausgebildet als oben. Da aber von dieser innersten Muskelschicht auch Teile oben an den Ösophagus (Taf. 1, Fig. 1 *oes*) gehen, so wird er bei ihrer Kontraktion zugleich gegen die Bukkalhöhle hin geöffnet werden.

Das Zusammenwirken der verschiedenen Muskelbewegungen hat man sich vielleicht so zu denken: Beim Niedersenken von Radula und Stützplatten ist die innerste Muskelschicht schlaff, die Radula also gekrümmt. Beim Heben dagegen, das in der Hauptsache wohl durch die ebenfalls zur innersten Muskelschicht gehörigen Stützplattenprotraktoren (Taf. 1, Fig. 1 *prot.stpl*) geschieht, kontrahieren sich auch Quermuskel und Stützplattenpolster, die Radula wird nach oben gepreßt, seitlich gespannt, und der Ösophagus wird geöffnet. Beim Senken der Radula und Stützplatten und beim Schlaffwerden der innersten Muskelschicht schließt sich dann der Ösophagus um die aufgenommene Nahrung herum und befördert sie durch Peristaltik und Flimmerbewegung weiter nach hinten. Diese Bewegungen müssen heftig und schnell vor sich gehen, denn ich fand nie Nahrungsteile in der Bukkalhöhle oder dem Ösophagus, auch wenn Magen und Darm voll davon waren.

Was nun den Zusammenhang der Umhüllungsschichten des Pharynx mit denen des Ösophagus und der Radulatasche betrifft, so möchte ich wegen der Eigenart dieses Verhältnisses einmal weit vorgreifen. — Die Ösophaguswand von Cyclophorus ceylanicus besteht, wie die Darmwandung überhaupt, von innen nach außen aus folgenden Schichten: Epithelschicht, innere Bindegewebsschicht, Muskelschicht, in der sich teilweise wieder eine innere Ring- von einer äußeren Längsmuskelschicht unterscheiden läßt, äußere Bindegewebsschicht. Alle Schichten sind zart, nur um die Mündung des Speicheldrüsenhauptausführganges herum ist das innere Bindegewebe stark verdickt. — Auch in der Wand der Radulatasche lassen sich zunächst eine innere Epithelschicht, eine innere Bindegewebs- und eine Muskelschicht unterscheiden. Auf diese folgen aber nach außen noch die Schichten der Aorta cephalica, die sich von hinten her über die Radulatasche hinüberstülpt. Es sind eine innere Muskel- und eine äußere Bindegewebsschicht. Letztere entspricht wieder der des Ösophagus. Es ist eine Schicht, die mehr oder weniger stark ausgebildet alle in der Leibeshöhle gelegenen Organe überzieht. Im allgemeinen ist sie als eine aus

kleinen Zellen bestehende Haut ausgebildet; großzellig-blasig und dick dagegen in den Zwischenräumen zwischen Darmschlingen und Leber, um Ganglien, Nerven und Blutgefäße herum, besonders an der Aorta cephalica.

Ganz ähnlich beschreibt Simroth (1896—1907, S. 489) die Umhüllungsschichten der Radulatasche, insbesondere erwähnt er hier das Herantreten der vorderen Aorta an die Radulatasche bei verschiedenen Arten, z. B. Cyclophorus. Doch wird mir nicht ganz klar, ob seine Beschreibung der Schichten allgemein gilt, oder nur für diese Arten. Zum Teil bezieht sie sich jedenfalls auf Amaudruts Untersuchungen (1898).

Als Fortsetzung nun dieser äußeren Bindegewebsschicht im Zusammenhang mit der Muskelschicht der Aorta cephalica ist die äußerste Pharynxschicht anzusehen. Von der Radulatasche her nämlich stülpt sie sich über den Pharynx hinüber, so daß der sinöse Hohlraum, der in der Radulatasche zwischen ihr und der darunterliegenden Muskelschicht sich befand, sich noch auf den Pharynx fortsetzt. Unter dem Subradularhöcker erweitert er sich noch einmal (Taf. 2, Fig. 6 *sbl.sis*). Das Bindegewebe geht oben auf den Ösophagus und vorn in die Innenauskleidung der Leibeshöhle über, während die Muskellage sich in die oben beschriebenen Gänge auflöst. — Die beiden weiter innen liegenden Muskelschichten des Pharynx gehen sowohl in die der Radulatasche eigene Muskelschicht als auch in die des Ösophagus über. Es scheint mir nun berechtigt, die innere der beiden Schichten ihrer relativen Lage und ihres Verlaufes wegen der Ringmuskelschicht des Darmes gleichzusetzen. Die außen von ihr liegende Schicht wäre dann als Längsmuskelschicht zu bezeichnen, wenn auch ihre Fasern mehrfach von der Längsrichtung abgelenkt sind. Auch auf diesen Zusammenhang weist Simroth hin (1896—1907). Eine scharfe Trennung zwischen Ring- und Längsmuskelschicht läßt sich freilich hier ebensowenig durchführen, wie an vielen Stellen des Darmes selbst.

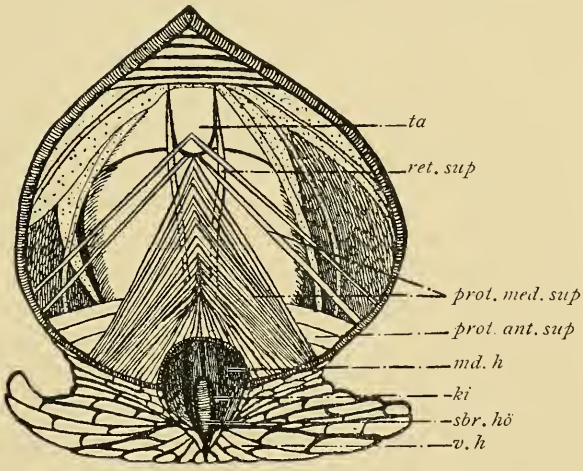
Dem inneren Bau nach ließen sich die verschiedenen Muskelschichten nicht unterscheiden. Auch Querstreifung konnte ich nicht in ihnen feststellen, doch mag das seinen Grund in der hierfür nicht geeigneten Konservierung haben.

b) Kiefer, Bukkalhöhle, Zunge.

Die Bukkalhöhle wird vorn gegen die Mundhöhle durch die Kiefer abgeschlossen. Es sind zwei durchsichtig-gelbe, hornartige,

ungefähr dreieckige Gebilde (Taf. 1, Fig. 2 *ki*), deren hinterer Teil den Wänden der Bukkalhöhle mit leichter Krümmung anliegt, während ihr vorderer Teil frei in die Mundhöhle hineinragt (Textfig. 7 *ki*). Dorsal sind sie durch eine kutikulare Längsnaht miteinander verbunden (Textfig. 11 und Taf. 2, Fig. 6 *ki*), während ihre Unterenden jederseits eine Falte der Bukkal- bzw. Mundhöhlenwand umgreifen (Taf. 2, Fig. 6 und Taf. 3, Fig. 14 *ki*). Ihr Vorderrand ist regelmäßig gezackt.

Mikroskopisch ist zu sehen, daß die Kiefer aus länglich sechseckigen Plättchen zusammengesetzt sind. Diese sind in Reihen angeordnet (Textfig. 11), die schräg von hinten oben nach vorn unten verlaufen. Die Plättchen einer Reihe liegen mit den Längsseiten nebeneinander, während die Schmalseiten in die der benachbarten Reihen eingeschoben sind (Textfig. 11 und Taf. 3, Fig. 17). Diese Linien rufen die regelmäßige Streifung der Kieferfläche hervor. Ich konnte auf jeder Hälfte mindestens 27 Streifen unterscheiden; bei Cyclophorus involvulus Müller hat Troschel (1856—63, S. 243) 24 gezählt. — Die Plättchen sind am Hinter- und Unterrande des Kiefers am längsten und dünnsten, vorn nach der Mitte zu werden sie kürzer und fester. Die Festigkeit läßt sich schon an der dunkelgelben Farbe und an der Zunahme der horizontalen Schichten erkennen, aus denen die einzelnen Kieferplättchen wieder zusammengesetzt sind (Taf. 3, Fig. 17 *ki*). Die Zacken am Vorderrande des Kiefers entsprechen jedesmal der Breite eines Streifens und mehreren nebeneinanderliegenden Kieferplättchen. — Die Innenwand des Kiefers ist von einer Cuticula überzogen, die sich am freien Vorderrande über die Zacken hinüberzieht (Taf. 3, Fig. 17 *cut*) und hier auch die Außenseite be-



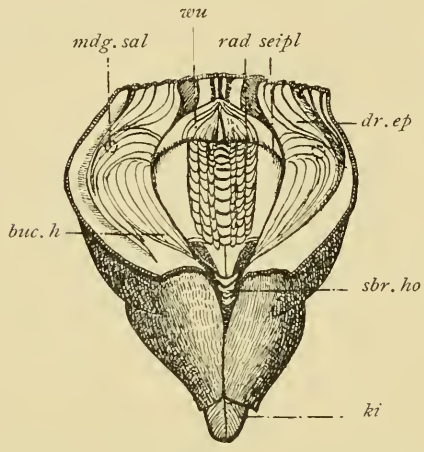
Textfig. 7. Mund- und Leibeshöhle von oben. Durch mediane Längsschnitte geöffnet. Vergr. 6mal.

deckt. Sie ist am stärksten an der Decke der Innenseite. An Querschnitten wird deutlich, daß innen direkt über den Kieferplättchen eine kaum gefärbte Schicht liegt, auf die noch eine mit Hämatoxylin-Eosin mattrot gefärbte Schicht folgt. Am Hinter- und Unterrande der Kiefer geht diese Schicht in die Bukkal- bzw. Mundhöhlenkutikula über (Taf. 3, Fig. 14 *cutII*, Taf. 3, Fig. 15 *cut*). Am Hinterende erfolgt der Übergang so, daß die Kieferplättchen allmählich niedriger werden, bis schließlich nur noch Cuticula das Epithel überzieht. Der freie Unterrand der Kiefer dagegen biegt sich jederseits um eine Falte des Mundhöhlenepithels herum und ragt in die dadurch gebildete Rinne hinein. Kieferplättchen sind hier nicht mehr zu erkennen, und der Rand ist innen und außen von Cuticula überzogen. Innerhalb der Rinne verdickt sich die äußere Cuticula. Das helle Kieferende liegt ihr auf, wird aber ganz am Rande von der äußeren Cuticula umfaßt. Diese kann bald darauf im Grunde der Rinne enden, oder sie überzieht noch Wände und Boden der Mundhöhle (Taf. 3, Fig. 14 *cutII*), die innere Cuticula (Taf. 3, Fig. 14 *cutI*) geht nach der Verdickung allmählich in die kutikulare Auskleidung der Mundhöhle über. — Die Kiefer sind ebenso wie die Bukkalhöhlenkutikula als Abscheidungsprodukt des darunterliegenden Epithels aufzufassen, das sich deutlich vom Bukkalhöhlenepithel abhebt. Am Hinter- und Seitenrande der Kiefer (Taf. 3, Fig. 15 und Taf. 3, Fig. 14) und unter ihrer dorsalen Verwachsungslinie macht das Kiefereepithel dem ursprünglichen Bukkalhöhlenepithel Platz (Taf. 3, Fig. 15 *ki.ep*, *buc.ep*). Dessen Zellen sind hier lang und dichtgedrängt, wie überall da, wo es eine besonders starke Cuticula abscheidet. Die Zellen des die Kiefer abscheidenden Epithels sind entsprechend den Kieferplättchen regelmäßig in Reihen angeordnet, die schräg von hinten oben nach vorn unten verlaufen. Die einzelnen Zellen wenden der Bukkalhöhle ihre Breitseite zu (Taf. 3, Fig. 15, 16 *ki.ep*). Die Zellen einer Reihe alternieren mit denen der benachbarten, sodaß ebenso wie bei den Kieferplättchen eine Art Verzahnung zustande kommt. Die Zellen sind durch schmale Lücken voneinander getrennt. Ihr Protoplasma ist feinkörnig und färbt sich durch Hämatoxylin dunkelblau. Es enthält oft große und kleine helle Vakuolen. Die großen länglichrunden Kerne haben einen großen Nucleolus und peripher angeordnetes Chromatin. Mit dem basalen Ende sitzen die Zellen der Pharynxmuskulatur auf, distal scheiden sie die Kieferplättchen ab. Ihre Wände sind ganz fein gezackt, so, daß die Zacken der

einen Wand in Lücken der benachbarten eingreifen können. Ein ähnliches Ineinandergreifen sieht man bei sehr starker Vergrößerung auch oft an den Kieferplättchen. — Die horizontale Schichtung der Plättchen läßt auf periodenweise Sekretion der Zellen schließen, die größere Dicke der vorderen mittleren Plättchen auf stärkere oder längere Sekretion der zu ihnen gehörigen Zellen. — Was die Funktion der Kiefer betrifft, so schreibt Amaudrut (1898, S. 134) ihnen eine rein passive Rolle zu. Sie sollen als Widerlager dienen, gegen die die Zunge die Nahrung preßt, um sie zu zerkleinern. Den Kiefern von Cyclophorus ceylanicus kommt wohl neben dieser Funktion eine gewisse Beweglichkeit zu. Hierfür spricht, daß dem Kieferepithel oben viele feine Zweige des oberen mittleren Protraktors (Taf. 1, Fig. 1 *prot.med.sup*) und unten der starke mittlere untere Protraktor (Taf. 1, Fig. 1 *prot.med.inf*) ansitzen.

Die Bukkalhöhle ist kein so einheitliches Gebilde, wie es nach dem Äußeren des Pharynx scheinen könnte. Sie wird zunächst durch den Zungenwulst in einen vorderen und einen hinteren Teil zerlegt (Taf. 1, Fig. 5 *buc.h*). Der vordere, von manchen Autoren als „Sublingualhöhle“ (Taf. 1, Fig. 5 und Taf. 2, Fig. 7 *subl.h*) bezeichnete Teil liegt als flache Tasche zwischen Zungenwulst und Bukkalhöhlenboden und stellt vorn die Verbindung zwischen Bukkal- und Mundhöhle her. Von hier aus zieht sich an jeder Seite der Bukkalhöhle eine schmale Ausstülpung nach hinten oben, die der schon erwähnten Einfaltung der Pharynxschichten entspricht. Ich nenne diese Ausstülpungen laterale Bukkaltaschen (Textfig. 9, Taf. 1, Fig. 4 und Taf. 2, Fig. 7 *lat.buc.ta*). — Die hintere Bukkaltasche (Textfig. 9 und Taf. 1, Fig. 5 *post.buc.ta*) ist eine flache, unpaare Tasche, die sich zwischen Ösophagus- und Radulamündung in die Hinterwand der Bukkalhöhle einsenkt. — Aus dem hinteren Teil der Bukkalhöhle sondern sich noch die dorsalen Bukkaltaschen ab (Taf. 1, Fig. 4 und Taf. 2, Fig. 10 *dors.buc.ta*). Von Hescheler (1900, S. 291) werden sie als taschenförmige Ausstülpungen der dorsalen Pharynxwand beschrieben, in die die Ausführgänge der Speicheldrüsen münden. Amaudrut (1884) nennt sie bei Cyclophorus volvulus Bukkaltaschen und bildet sie auf Fig. 65 ab. Frl. Kretschmar bezeichnet sie bei Cyclophorus ceylanicus als laterale Bukkaltaschen. Sie beginnen bei Cyclophorus ceylanicus dadurch, daß sich kurz vor den Mündungen der Speicheldrüsen an der

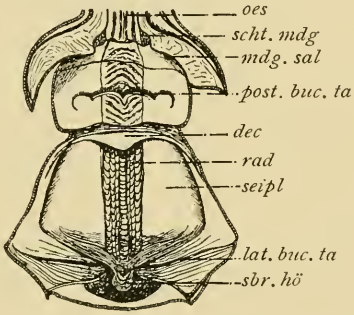
Decke der Bukkalhöhle von rechts und links je eine lange, schmale Falte vorstülpt. Die beiden Falten (Taf. 2, Fig. 8 *big*) setzen sich hinten in den Ösophagus hinein fort. Über sie hinweg ziehen vorn viele feine Querfalten (Textfig. 8 *dr.ep*) in die Taschen hinein. Hinten enden die Taschen erst da, wo von unten außen her die Schlundtaschen in sie eintreten (Taf. 1, Fig. 4 *dors.buc.ta*). Ich möchte hier einschalten, daß man hiernach die Schlundtaschen dem Pharynx zurechnen könnte. So erwähnt Hescheler (1900, S. 296), daß die Zuckerdrüsen der Chitoniden, welchen die Schlundtaschen von Cyclophorus ceylanicus entsprechen dürften, nach neueren Darstellungen nicht dem Ösophagus, sondern dem Pharynx angehören sollen, in den sie da, wo er in den Ösophagus übergeht, einmünden. Er meint, daß erst die Kenntnis der Ontogenese dieser Organe hierüber entscheidenden Aufschluß geben werde. So will ich die Schlundtaschen von Cyclophorus ceylanicus noch dem Ösophagus zurechnen und erst dort mit behandeln, da sie ihrer äußeren Lage nach ganz diesem zuzugehören scheinen.



Textfig. 8. Bukkalhöhle von oben. Durch einen medianen Längsschnitt geöffnet. Vergr. 6mal.

Vorn in der Mitte des Zungenwulstes zieht sich von der ventralen Portion der Bukkalhöhle bis zum Vorderende der Radula hinauf ein schmaler Wulst (Textfig. 8, 9, Taf. 1, Fig. 5 und Taf. 2, Fig. 6 *sbr.hö*), der sich nach oben hin etwas verbreitert. Er ist mit starker Cuticula bekleidet und, wohl infolge von Kontraktion, in zahlreiche regelmäßige Querfalten gelegt. Für gewöhnlich ragt er horizontal in den vorderen Teil der Bukkalhöhle vor, so, daß sein Vorderende der Mundöffnung gerade gegenüberliegt und zwischen den Kiefern vorn sichtbar sein kann (Textfig. 7 *sbr.hö*). In Taf. 1, Fig. 5 ist er nur noch seitlich getroffen und erscheint dadurch, daß der Zungenwulst zufällig kontrahiert ist, nach oben verschoben. Ich bezeichne den Wulst als Subradularhöcker, ohne ihn damit jedoch dem von Haller (1884) bei den marinen Rhipidoglossen so bezeichneten Gebilde unbedingt gleichstellen zu wollen.

Innerhalb des Zungenwulstes von Cyclophorus ceylanicus liegen als zwei durchscheinende elastische Gebilde die Radulastützplatten. (Taf. 1, Fig. 4, 5, Taf. 2, Fig. 7 und Fig. 8 *stpl*). Sie haben ungefähr Keilform, wobei die Breitseite hinten oben, die Schneide vorn unten liegt. Die inneren Vorderecken der Breitseiten sind etwas vorgewölbt und überlagern einander so, daß die der rechten Stützplatte (Taf. 1, Fig. 4) vorn liegt. Schon oben (S. 11) ist beschrieben worden, wie die innerste Muskelschicht des Pharynx die Stützplatten umhüllt. Da, wo ein Teil dieser Schicht oben der Mitte der Stützplatten ansitzt (Textfig. 13 *mu'*) scheint auch die Muskulatur verfestigt zu sein. Das wird auf Schnittpräparaten deutlich. — Ich bezeichne die Stützplatten nicht als Knorpel, da es sich nach Hescheler (1900, S. 285) bei dem Zungenknorpel der Gastropoden im allgemeinen nicht um echten Knorpel handelt, „sondern um ein Gewebe, das eine Zwischenstufe zwischen blasig-zelligem Bindegewebe und echtem Knorpelgewebe einnimmt". Schaffer (1913) stimmt ihm bei und unterscheidet chordoides Stützgewebe vom chondroiden und vom echten Knorpel. Die Gastropodenstützplatten rechnet er in der Hauptsache zu den ersten beiden Arten, nur für Patella hebt er die große Ähnlichkeit mit echtem Knorpelgewebe hervor. Je nach der Zugehörigkeit zu diesen drei Arten stellt er nun bei den Gastropoden vier Typen von Stützplattengewebe auf.



Textfig. 9. Bukkalhöhle von hinten. An den Seiten geöffnet, Hinterwand nach hinten geklappt. Vergr. 6mal.

Die Auskleidung der Bukkalhöhle ist eine sehr wechselnde. Als ursprüngliches Bukkalhöhlenepithel will ich das bezeichnen, in welches das die Kiefer abscheidende Epithel nach hinten hin übergeht. Es kommt überall da vor, wo die Bukkalhöle von Cuticula ausgekleidet ist und scheidet diese ab. Im Gegensatz zu dem die Kiefer abscheidenden Epithel sind seine Zellen frei von Vakuolen, und die Kerne liegen im basalen Drittel. Außerdem wenden die kubischen bis zylindrischen Zellen (Taf. 3, Fig. 15 *buc.ep*) der Bukkalhöhle ihre Schmalseite zu. Das feingekörnelte bis längsgestreifte Protoplasma färbt sich dunkelblau mit Hämatoxylin. Das Epithel bedeckt vorn den Boden der

Bukkalhöhle (Taf. 1, Fig. 5 und Taf. 2, Fig. 7 *sbl.h*) und geht an den Seiten in das die Kiefer abscheidende Epithel über. Hinter den Kiefern überzieht es die Seitenwände der Bukkalhöhle (Taf. 2, Fig. 7 *buc.h*, Textfig. 8) bis zu den lateralen Bukkaltaschen hin und die Decke der Bukkalhöhle in einem mittleren Längsstreifen (Taf. 1, Fig. 5 und Taf. 2, Fig. 8 *ta*). Der Streifen kann durch die oberen mittleren Protraktoren (Textfig. 6 *prot.med.sup*) taschenartig vorn über den Pharynx hinübergezogen werden. Sein Epithel geht nach hinten allmählich in das flimmernde Schleimepithel des Ösophagus über. Zu beiden Seiten des Längsstreifens überzieht das Bukkalhöhlenepithel auch die hohen Längsfalten. Hier trägt es statt der Cuticula lange Flimmern (Taf. 2, Fig. 8 *fl.ep*) und geht nach hinten hin ebenfalls in das Ösophagusepithel über. Außerdem bekleidet es die Mitte des Subradularhöckers der Länge nach (Taf. 1, Fig. 5 *sbr.hö*) und von hier aus den Zungenwulst unter den Seitenplatten (Taf. 1, Fig. 4 *seipl*) und den unteren Teil der Seitenwände im hinteren Teil der Bukkalhöhle. Vom Zungenwulst aus überzieht es schließlich noch den Raduladeckel, die Mitte der Bukkalhöhlenrückwand und die vordere Innenseite der hinteren Bukkaltasche, (Textfig. 9 *dec,post.buc.ta*) sowie unten die Grenze des Ösophagus gegen die Bukkalhöhle. — Überall da, wo die Kutikulaabscheidung eine besonders rege ist, sind die Zellen des Epithels stark in die Länge gezogen. Z. B. an der Decke der Bukkalhöhle hinter den Kiefern (Taf. 3, Fig. 15 *buc.ep*) unter den Ansatzlinien der Seitenplatten an die Radula, unter dem Hinterrande der Seitenplatten und am Raduladeckel (Textfig. 9 und Taf. 1, Fig. 5 *dec*). Dieser sitzt unten der Hinterwand der Bukkalhöhle an und dient wohl als Verschluß der Radulascheide gegen das Eindringen von Nahrungsteilchen. — Das Epithel am Innen- und Hinterrande der Seitenplatten möchte ich erst im Zusammenhang mit der Radula behandeln, ebenso das raduläre Epithel, das auch von dem ursprünglichen Bukkalhöhlenepithel abzuleiten ist.

Von der Mündung der Speicheldrüsen her zieht sich das Epithel der Hauptausführgänge in die dorsalen Bukkaltaschen hinein (Taf. 1, Fig. 4 und Taf. 2, Fig. 10 *dors.buc.ta*). Von hier aus bekleidet es oben die Seitenwände der Bukkalhöhle (Taf. 2, Fig. 8 *dr.ep*) und zieht in einem schmalen Streifen über dem Hinterrande der Seitenplatten entlang bis fast zur Mitte der Hinterwand der Bukkalhöhle (Textfig. 8). Nach vorn hin erstreckt es sich von den Seitenwänden der Bukkalhöhle aus in die seit-

lichen Bukkaltaschen (Taf. 1, Fig. 4 und Taf. 2, Fig. 7 *lat.buc.ta*) und bis in den vorderen Teil der Bukkalhöhle hinein (Taf. 1, Fig. 5 *buc.h*). Von hier aus zieht es sich zu beiden Seiten des Subradularhöckers (Taf. 2, Fig. 6 und Taf. 2, Fig. 7 *sbr.hö*) ein Stück am Zungenwulst hinauf. Es geht sehr schnell in das den Höcker selbst überziehende ursprüngliche Bukkalhöhlenepithel über. Dieses setzt sich oben direkt in das subraduläre Epithel fort; die dicke Cuticula, die es überzieht, in die Unterschicht der Basalmembran. Die genaue Beschreibung des Drüsenepithels folgt im Abschnitt Speicheldrüsen. Hier ist nur wichtig, daß es aus Schleimzellen besteht. Der Schleim soll wohl die Weiterbeförderung der aufgenommenen Nahrung erleichtern, denn auch bei Pal. viv. und Cycl. el. fand ich Schleimzellen sowohl vorn unter der Zunge als auch an den Seitenwänden der Bukkalhöhle. Außer am Subradularhöcker und der Decke der Bukkalhöhle ist das Drüsenepithel glatt ausgebildet. Mit dem basalen Ende grenzen die Epithelien der Bukkalhöhle an das innere Bindegewebe oder die innerste Muskelschicht des Pharynx. Sinneszellen oder Geschmacksbecher ließen sich im vorderen Teil der Bukkalhöhle nicht nachweisen. — Das Innere des Subradularhöckers wird von Bindegewebe und Muskulatur und im unteren Teile von Blutflüssigkeit erfüllt (Taf. 2, Fig. 6 *sbl.sis*). Die Muskeln lassen, wie schon die stark gefaltete Oberfläche, auf große Kontraktionsfähigkeit schließen. Das in dem Sinus enthaltene Blut dagegen dient wohl zum Vorstülpen des Organes. Subradularganglien oder -nerven konnte ich nicht finden, auch Frl. Kretschmar gibt nichts darüber an. Von einer Homologisierung mit dem Subradularorgan primitiver Schnecken kann also hier nicht die Rede sein.

Die Stützplatten von Cyclophorus ceylanicus sind zusammengesetzt aus meist rechteckigen Zellen (Taf. 3, Fig. 18), die oft zu Paaren zusammengefaßt sind. Die Ecken der Zellen sind abgerundet. Die größten Zellen liegen in der Mitte der Stützplatten, nach dem Rande zu sind sie kleiner und unregelmäßiger in der Form. Und während sie in der Mitte der Stützplatten durch zarte Scheidewände von einander getrennt sind, die auf den Seitenflächen der Stützplatten senkrecht stehen, ist am Rande und in der unteren Vorderecke viel Grundsubstanz (Taf. 3, Fig. 18 *grs*) zwischen die Zellen gelagert. Sie füllt hauptsächlich die Zwickel zwischen den Zellen aus, liegt aber auch in Form breiter Stränge zwischen benachbarten Zellen. Mit Eosin färbt

sie sich mattrot und scheint homogen, mit VAN GIESON aber wird sie leuchtend rot und zeigt deutliche Fibrillen. Da, wo den Stützplatten keine Muskeln ansitzen, sind sie von einer schmalen kernhaltigen Membran umgeben, die wohl dem Perichondrium gleichzusetzen ist. Der Inhalt der Zellen ist wasserhell durchsichtig, dünne, dunkle Umgrenzungen sind als Kapseln anzusprechen. Die Kerne liegen mittel- oder wandständig und sind meist rund. Oft ist der Kern von feinkörnigem, nur ganz schwach färbbarem Plasma umgeben, das sich in feinen Strängen weit durch den Zellinhalt hindurchziehen kann. Oder der Kern liegt in einem schmalen Plasmahof dicht einer Zellmembran an. Meist enthält er einen Nukleolus. Sind zwei vorhanden, so zeigt schon die Gestalt des Kernes, daß er in Teilung begriffen ist. Es bestehen hierbei alle Übergänge von einem runden zu einem hantelförmigen Kern bzw. zu zwei dicht nebeneinander liegenden Teilstücken. Die dazugehörigen verhältnismäßig kleinen Zellen liegen dann auch dicht nebeneinander. Teilungsfiguren sind besonders häufig an der Peripherie und der unteren Vorderecke der Stützplatten. Der oben an den Stützplatten ansitzende Muskel scheint auf Querschnitten (Taf. 2, Fig. 8 *stpl'*) zwischen sie einzudringen. Doch zeigt sich bei stärkerer Vergrößerung, daß auch hier die Stützplatten begrenzt sind, und zwar durch einen breiteren Streifen von Grundsubstanz. An der Zusammensetzung des Muskelansatzes haben Muskelbündel (Taf. 4, Fig. 19 *mu*) und blasige Zellen (Taf. 4, Fig. 19 *stpl.z*) ungefähr gleichen Anteil. Die Zellen sind polyedrisch und verschieden groß und lassen keine Zwickel zwischen sich. Ihre Scheidewände sind sehr fein; da, wo einzelne Zellen zwischen den Muskeln liegen, sind sie von eigener Membran umgeben. Die Kerne der Zellen sind rundlich, manchmal geschrumpft. Sie liegen mittel- oder wandständig. Manchmal scheinen die Zellen von feinfädigem Plasma erfüllt zu sein, das ebenso wie die Scheidewände durch Eosin mattrot gefärbt ist. — Das Gewebe der eigentlichen Stützplatten kann also wohl SCHAFFERS Typus C und damit dem chondroiden Gewebe gleichgestellt werden, das Gewebe der Muskelansatzstellen dagegen möchte ich noch dem chordoidähnlichen zurechnen. — Für Cyclostoma gibt GARNAULT (1887) nur an, daß die Zellen des der Radula anliegenden Knorpels „sont des éléments fibreux modifiés, revêtus d'une épaisse membrane". Ich fand auf Schnitten, daß sie aus kleinen breitwandigen Zellen aufgebaut sind, während die übrigen Stützplatten aus großen rechteckigen, dünnwandigen Zellen bestehen, die sehr

regelmäßig senkrecht zur Längsrichtung der Stützplatten angeordnet sind. — Dem Bau nach zeigen also die Stützplatten von Cyclophorus ceylanicus mehr Ähnlichkeit mit denen von Paludina viv. als von Cyclostoma el. Dasselbe gilt von der Anzahl der Stützplatten und ihrer Verschmelzung. Bei einer Zurückführung der Stützplatten dieser drei Arten auf die fünf Knorpelpaare von Patella ergibt sich nämlich folgendes: Bei Cyclophorus ceylanicus sind auf jeder Seite alle fünf Stützplatten miteinander verschmolzen, wobei sich die ehemaligen Cart. ant. noch durch andere Struktur erkennen lassen. Bei Paludina viv. sind jederseits vier Stützplatten miteinander verschmolzen, die Cart. ant. sind durch Muskeln eng damit verbunden. Bei Cyclostoma el. sind die Cart. lat. sup., lat. int. und lat. ext. miteinander verschmolzen, die Cart. ant. und Cart. post. sind noch frei. So ergeben sich für Cyclophorus ceylanicus ein Paar Stützplatten, für Paludina viv. zwei, für Cyclostoma el. drei. Ein Schluß auf die systematische Stellung von Cyclophorus ceylanicus läßt sich aber hieraus ebensowenig ziehen, wie aus der großen Länge ihrer Radula oder ihres Dünndarmes, da gerade diese drei Organe in ihrer Entwicklung in erster Linie von der Beanspruchung abhängig sind.

c) Speicheldrüsen.

Dicht hinter dem Cerebralganglion (Textfig. 1 *cer*), zum Teil noch von ihm bedeckt, ziehen die Speicheldrüsen (Textfig. 1 *sal*) als zwei mächtige weiße, länglich dreieckige Gebilde am Ösophagus entlang nach hinten. Sie sind um 45° mitgedreht worden, so daß das Hinterende der rechten Drüse über, das der linken unter dem Ösophagus liegt (Textfig. 20 *sal*). Sie sind aus vielen einzelnen Azini zusammengesetzt, von denen jeder in eine bindegewebige Haut eingehüllt ist und die komplexweise zusammengefaßt sind. Die Ausführgänge der einzelnen Azinikomplexe vereinigen sich zu mehreren Gängen (Taf. 1, Fig. 4 *duc.sal.prim*), die alle in je einen Hauptausführgang (Taf. 1, Fig. 4 *duc.sal*) zusammenlaufen. Die Hauptausführgänge liegen auf der Innenseite der Drüsen, treten über den Schlundtaschen seitlich hervor, wenden sich wieder nach innen und ziehen unter dem Cerebralganglion hinweg nach vorn. Hier laufen sie innerhalb der stark verdickten äußeren Bindegewebsschicht des Pharynx ein Stück neben dem Ösophagus her und münden in die dorsalen Bukkaltaschen (Taf. 2, Fig. 8 *duc.sal.sek*; Fig. 8, 9 *mdg.sal*). Ihre Wandung zeigt kleine bläschenartige Ausstülpungen, was auf

drüsige Beschaffenheit schließen läßt. — Die Drüsen sind durch Bindegewebe sowohl unter sich als auch mit der Innenwand der Leibeshöhle verbunden und durch feine Blutgefäße, die neben den Hauptausführgängen herlaufen, an die Radulatasche angeheftet.

Auf Schnitten durch die Speicheldrüse heben sich die Ausführgänge deutlich von den dichtgedrängten Azini ab (Taf. 1, Fig. 5 *sal*). Die Zwischenräume sind von Blutflüssigkeit von der Kopfaorta (s. S. 28) her ausgefüllt. Dicht an den beiden Hauptausführgängen liegt nämlich je eine feine Arterie, die von zelligem Bindegewebe umhüllt ist. — Das Drüsenepithel der Azini ist scharf gegen das der Nebenausführgänge abgesetzt (Taf. 4, Fig. 20 *dr.z, g.z*). Es besteht aus Stütz- und Sekretzellen. Die Stützzellen werden durch die großen runden Sekretzellen auf einen schmalen Saum gegen das Lumen des Azinus hin zusammengepreßt (Taf. 4, Fig. 20 *st.z*). So sind von ihnen fast nur die schmalen Kerne zu sehen. Die Sekretzellen haben helles Plasma mit dunkelblau gefärbter wabiger Struktur (Taf. 4, Fig. 20 *dr.z*). Ihre Kerne sind sehr groß, unregelmäßig geformt und basalständig. Sie haben einen großen Nukleolus und viel feinkörniges Chromatin. Dem Umriß nach sind sie in die Wabenstruktur des Plasmas eingepaßt. Man kann der inneren Struktur nach unterscheiden a) Zellen, die in hellem Plasma unregelmäßig dunkelblau gefärbte Waben erkennen lassen; b) Zellen, deren gleichmäßig rund geformte Waben lichtbrechende Körnchen enthalten; c) Zellen, die auf Hämatoxylin-Eosin-Präparaten mattblau gefärbt sind und runde Wabenstruktur zeigen, auf Bismarkbraunpräparaten dagegen hellgelb bis hellbraun gefärbte undurchsichtige Körnchen erkennen lassen, die in die Waben eingelagert sind. — Diese Körnchen finden sich wieder im Sekret der Ausführgänge. Ihrer Färbung mit Bismarkbraun nach sind sie kein Schleim. Im Vergleich mit Barfurths Untersuchungen (1885) halte ich sie für Muzin, wie ich überhaupt die verschiedenen Zellbilder den von Barfurth beschriebenen Funktionsstadien gleichstellen möchte. Bild *a* würde dem Stadium der ruhenden Drüse entsprechen, Bild *b* dem der muzigenhaltigen, Bild *c* dem der muzinhaltigen. Glykogen allerdings konnte ich weder mit Lugolscher Lösung noch nach der Bestschen Methode nachweisen.

Die Nebenausführgänge sind von einem mittelhohen Zylinderepithel ausgekleidet, an dem im vorderen Teile stellenweise ein schmaler Flimmersaum zu erkennen war. Das Plasma der Zellen (Taf. 4, Fig. 20 *g.z*) wird durch Eosin mattrot gefärbt, ist fein-

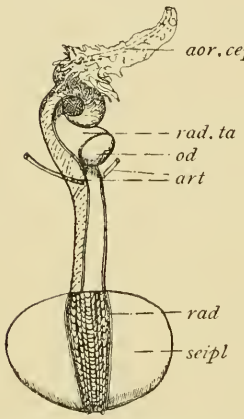
körnig und zeigt eine wabige bis fein längsgestreifte Struktur. Die länglichrunden Kerne sind basalständig. Sie haben eine dünne Membran, wenig unregelmäßig verteiltes Chromatin und manchmal einen Nukleolus. Das Lumen der Gänge ist im Verhältnis zu dem der Azini sehr weit.

Das Epithel der Nebenausführgänge geht allmählich in das der Hauptausführgänge über (Taf. 1, Fig. 4 *duc.sal*). Dieses besteht schließlich aus Sekret- und Stützzellen. Die Stützzellen werden durch die becher- bis kolbenförmigen Sekretzellen eng zusammengepreßt, so daß nur ihre distalständigen, schmalen, chromatinreichen Kerne zu sehen sind. — Die Sekretzellen haben helles Plasma mit dunkelblau gefärbter Wabenstruktur. Ihre runden Kerne liegen basal, haben eine starke Membran, einen Nukleolus und viel unregelmäßig verteiltes Chromatin. Oft sind die Zellen von einem mit Hämatoxylin matt- bis schwarzblau gefärbten Sekret mehr oder weniger erfüllt. Auf mit Bismarkbraun gefärbten Schnitten verrät es sich ebenso wie das der Ösophaguszellen durch seine tiefbraune Färbung als Schleim. Das Epithel der Hauptausführgänge zieht sich in die dorsalen Bukkaltaschen hinein und von hier aus weiter nach vorn (s. Bukkalhöhle). Die Hauptausführgänge lassen sich also nicht scharf gegen den Pharynx abgrenzen. — Im Lumen der Hauptausführgänge findet sich ein feinfädiges, mit Eosin mattrot gefärbtes Sekret. Auf mit Bismarkbraun gefärbten Schnitten sind innerhalb des hellen Sekretes die obenerwähnten hellbraunen Körnchen zu sehen. — Das Hinterende der Gänge ist ebenso wie die Azini und die Nebenausführgänge von einer dünnen kernhaltigen Membran aus Bindegewebe überzogen. Das Vorderende ist in die verdickte äußere Bindegewebsschicht des Pharynx eingebettet, die hier zellig faserig ausgebildet ist.

d) Radula.

Die Radula breitet sich vom oberen Ende des Subradularhöckers (Textfig. 9 *sbr.hö*) in der Mediane über den Zungenwulst hinüber. An beiden Seiten sitzt ihr hier je eine zahnlose Seitenplatte an (Textfig. 9 und Taf. 2, Fig. 7 *seipl*). Die Seitenplatten überziehen als glatte hornige Decke die Oberseite des Zungenwulstes. So schützen sie diesen bei der Nahrungsaufnahme. Außerdem verhindern sie wohl ein seitliches Verschieben der Radula bei der Kaubewegung. Doch können sie einer Bewegung der Radula in der Längsrichtung dadurch in gewisser Weise folgen, daß ihre äußeren Seitenränder gelenkartig in Epithelfalten

an den Außenseiten des Zungenwulstes eingefügt sind. Hinten enden sie erst am Boden der Bukkalhöhle (Taf. 1, Fig. 4 *seipl*). Ganz vorn ist die Radula flach ausgebreitet (Taf. 2, Fig. 6 *rad*). Weiter nach hinten biegt sie sich rinnenförmig ein (Taf. 1, Fig. 5 *rad*) und senkt sich tief zwischen die Stützplatten hinab (Taf. 2, Fig. 8 *rad*). Unter dem Raduladeckel (Textfig. 9 *dec* und Taf. 1, Fig. 5) tritt sie schließlich in die Radulatasche ein. Die Radulatasche tritt aus der unteren Mitte des Pharynx aus und biegt sich zuerst etwas nach unten. Hier geht nach vorn hin die Aorta pedalis (Textfig. 6 *aor.ped*) von ihr aus. Dann wendet sie sich nach oben und entläßt von ihrer Oberseite aus zwei feine Blutgefäße (Textfig. 10 *art*) nach den Speicheldrüsen hin. Hierauf zieht sie in einem leichten Bogen nach links hinten, um da, wo die Aorta cephalica sich über sie hinwegstülpt, nach rechts vorn umzubiegen und oft eine Spiralwindung zu beschreiben. Diese Windung ist erst gut zu sehen nach Entfernung der äußeren Umhüllung der Radulatasche. Danach wird auch deutlich, daß die Oberseite der Radulascheide frei von Zähnen ist und von einer hellen weichen Masse ausgefüllt wird, die sich bis in das verdickte zweizipfelige Hinterende der Radulascheide erstreckt.



Textfig. 10. Radula von oben, herauspräpariert. Vergr. 6mal.

Die einzelnen Teile der Radula und ihrer Scheide möchte ich nun von außen nach innen zu näher besprechen.

Eigenartig ist zunächst die Verbindung, welche die Aorta cephalica mit der Radulatasche eingeht. Man verfolgt dies am besten an Querschnitten von hinten nach vorn. Von der Herzkammer aus zieht nach vorn die Aorta cephalica als eine breite, innen von dünnem Endothel ausgekleidete Spalte im muskulösen Bindegewebe (Textfig. 22 *aor*). Sie läuft links neben dem Ösophagus her und sendet bald eine Zweigspalte unten in die Fußmuskulatur, die sich dort auflöst. (Textfig. 23 *aor'*). Erst weiter nach vorn bilden sich um die Aorta (Textfig. 22 *aor*) eine dicke Ringmuskelschicht und eine breite Schicht aus zelligen Bindegewebe aus. So zieht sie am Hinterende der Speicheldrüsen nach rechts über den Ösophagus hinüber (Textfig. 21, 20 *aor*). Auf weiter nach vorn gelegenen Schnitten tritt unter der Aorta die Radula auf,

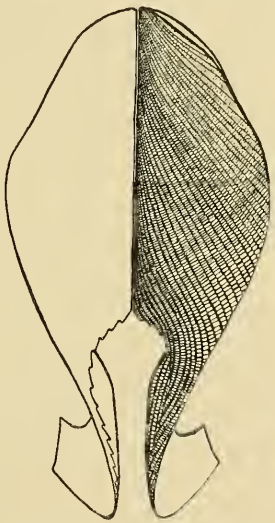
und zwar mit der Hinterseite der Umbiegungsstelle. Das raduläre Epithel ist nach außen hin von den schon auf S. 13 genannten Schichten umgeben. Dies sind eine innere Bindegewebs- und Muskelschicht und eine äußere Muskel- und Bindegewebsschicht. Die innere Bindegewebsschicht tritt erst weiter vorn deutlich als Umhüllung hervor. Im Hinterende der Radula ist sie über dem supraradulären Epithel stark verdickt (Taf. 2, Fig. 9 *pol*). Im übrigen ist sie zusammen mit der inneren Muskelschicht als feine Membran ausgebildet (Textfig. 14, Taf. 2, Fig. 9 *mu.int*). Deutlich dagegen lassen sich in der äußeren Schicht eine Muskel- und eine Bindegewebslage unterscheiden. Die beiden inneren Schichten habe ich oben von der allgemeinen Darmumhüllung abgeleitet und die äußere Muskelschicht dem Blutgefäßsystem zugerechnet, während die äußere Bindegewebsschicht alle in der Leibeshöhle gelegenen Organe umhüllt. Bald öffnet sich auch die Aorta von oben her zwischen die beiden Muskelschichten der Radulatasche, wobei ihre Muskel- und Bindegewebsschicht in deren zwei äußere Schichten übergehen (Textfig. 19 *big*). Diese beiden Schichten bilden eine gemeinsame Hülle für die übereinanderliegenden Querschnitte der Radula, die einzeln von der dünnen inneren Hüllschicht umgeben sind. Das feste Bindegewebspolster wird nach vorn hin schmaler, und zwischen der nun deutlichen inneren Muskelschicht und dem supraradulären Epithel tritt blasiges Bindegewebe auf. Auch das äußere Bindegewebe wird schmal und ist nur an den Seiten der Radulatasche blasig ausgebildet. — Für Blutflüssigkeit ist zunächst nur Raum da, wo oberer und unterer Radulaquerschnitt einander anliegen. Weiter nach vorn weichen innere und äußere Muskelschicht etwas auseinander, so daß eine spaltförmige Lakune entsteht (Taf. 2, Fig. 9 *sis*). Schließlich endet der obere Querschnitt der Radula und die Lakune kommt über die Radula zu liegen, wo sie einen weiten Hohlraum bildet. Von ihm zweigen oben seitlich die zwei feinen Gefäße ab, die an die Speicheldrüsen herantreten und deren Querschnitte neben dem Hauptausführgang in blasigem Bindegewebe liegen. Unten aus der Mitte oder rechts oder links seitlich von der Radulascheide löst sich die Aorta pedalis ab und zieht als flacher, blutgefüllter Hohlraum (Taf. 2, Fig. 11 *aor.ped*) unter der Radulatasche entlang nach vorn. Ihre Wand besteht aus einer breiten Ringmuskel- und einer blasigen Bindegewebsschicht. Vorn teilt sie sich in zwei Äste, deren jeder sich weiter verzweigt und zwischen den Pedalsträngen hinter der ersten

Pedalkommissur tief in die Fußmuskulatur eindringt (Taf. 1, Fig. 5 *aor.ped*). Die Radulaaorta selbst umgibt die Radula weiter bis zu ihrem Eintritt in den Pharynx. Hier zweigen von der inneren Muskelschicht die oberen Papilarmuskeln ab (Taf. 1, Fig. 1 und Taf. 2, Fig. 11 *pap.sup,mu.int*). Sie kreuzen einander innerhalb der Lakune und setzen oben an der Aortenmuskelschicht an. Das innere Bindegewebe füllt jetzt als fester, aus kleinen blasigen Zellen bestehender Pfropf (Taf. 2, Fig. 11 *big.int*) den Raum zwischen innerer Muskelschicht und supraradulärem Epithel (Taf. 2, Fig. 11 *sa.rad.ep*). Es dient den Zähnen wohl als Widerlager gegen den bei der Kaubewegung ausgeübten Zug. Das Anpressen dabei erfolgt wohl durch die Kontraktion des oberen Papillarmuskels. In der Mitte des Bindegewebspfropfes befindet sich ein kleiner Hohlraum, der auch mit Blut gefüllt ist. Über der Muskelkreuzung, an der Hinterwand des Pharynx, tritt das Bindegewebe in Massen von ähnlicher Beschaffenheit auf (Taf. 2, Fig. 11 *big.int'*). Es füllt zum Teil den Raduladeckel aus und die Falte, welche die hintere Bukkaltasche nach vorn unten von der Bukkalhöhle abtrennt, und zieht sich bis an die Ösophagusmündung hinauf. Der Lage nach entspricht es dem unpaaren Knorpel, den Lenssen (1899) bei Neritina fluviatilis angibt. — Die äußere Muskel- und Bindegewebsschicht der Radulatasche gehen in die äußerste Umhüllungsschicht des Pharynx über (siehe S. 14).

Die ganze Radulascheide liegt also innerhalb der Aorta cephalica, die über dem Pharynx einen Kopfsinus bildet. Man muß sich das so entstanden denken, daß zunächst eine kurze gerade Radulascheide hinten in einer Tasche der äußersten Pharynxschicht lag. Durch den Übergang zum Landleben und zu üppiger pflanzlicher Nahrung trat dann wohl eine Verlängerung der Radula und eine Ausstülpung der Tasche ein. Eine Verlängerung der Radula innerhalb eines geschlossenen Raumes muß man jedenfalls aus der Umbiegung und Aufrollung ihres Hinterendes annehmen. Dabei werden Gewebsspalten entstanden sein, die sich mit Blut von der Aorta cephalica her füllten und so groß wurden, daß die Radula in die Aorta verlagert erscheint.

Auch die übrigen Verhältnisse der Radula lassen sich auf Schnitten gut verfolgen. Zunächst die innerhalb der inneren Bindegewebsschicht gelegene Epithelschicht. Im Hinterende der Radula liegen in ihr die Odontoblasten. Schon bei Präparationen unter dem Binokular heben sie sich auf der Unterseite der

Radula durch dunklere Färbung von der übrigen Zellmasse ab, und zwar als **V**-förmiger Streifen, dessen Spitze nach vorn zeigt. Ich untersuchte sie weiterhin auf Sagittal-, Quer- und Horizontalschnitten. Die ersten stellte ich von in Wasser abgekochten und in 80%igem Alkohol konservierten Tieren her und färbte sie mit Hämatoxylin Hansen und Bismarkbraun. Hierdurch färbten sich die Zähne nur ganz mattblau, die Kerne des Epithels und der Umhüllungsschichten dunkler blau, die Substanz der Umhüllungsschichten mattbraun. Auf den mit Hämatoxylin-Eosin gefärbten Quer- und Frontalschnitten färbten sich die Zähne mattrot, das Epithel mattblau, die Umhüllungsschichten mattrot. Die Odontoblasten heben sich vom übrigen subradulären Epithel nur durch bedeutende Länge und Schmalheit ab, sowie durch vakuolenreiches bis fein längsgestreiftes Plasma. Basal sind sie von einer deutlichen Basalmembran begrenzt. Sie sind zu soviel Gruppen zusammengefaßt, als Zähne in einer Querreihe liegen. Und zwar treten die Odontoblasten der seitlichen Zähne schon in den beiden Zipfeln des Radulaendes auf (Taf. 4, Fig. 22 *od*), während das Polster für den Rhachiszahn erst da liegt, wo die beiden Zipfel sich zu einem einheitlichen Raum vereinigt haben (Taf. 4, Fig. 24 *od*). Diese Anordnung ließ schon der äußerlich sichtbare Odontoblastenstreifen vermuten. Infolgedessen stehen auch die Zähne einer Querreihe in einem stumpfen Winkel, dessen Scheitel nach vorn gerichtet ist (Textfig. 9, 10, 12 *rad*). Aus diesem Grunde und dann auch, weil das Hinterende der Radula leicht gekrümmt ist, sind durch keine der drei Schnittlagen alle Odontoblastengruppen auf einmal in einem Schnitt zu bekommen.



Textfig. 11. Kiefer von vorn, herauspräpariert. Vergr. 20mal.

Auf Taf. 4, Fig. 24 sieht man im Querschnitt die Odontoblasten des Rhachiszahnes und der inneren Lateralzähne, auf Taf. 4, Fig. 23 die des Rhachiszahnes, der inneren und äußeren Lateralzähne. Die Herkunft eines Zahnes von einer Gruppe von Zellen ist noch an einer feinen Streifung zu erkennen, die in den schon erhärteten Zähnen oft deutlicher hervortritt (Taf. 4, Fig. 21 *str*)

als in den noch weichen neugebildeten. Doch sind die jungen Zähne, wenn sie sich zufällig von den Odontoblasten losgelöst haben, durch eine Reihe von Sekretfäden noch mit ihnen verbunden, die ebenfalls die Abscheidung aus vielen Zellen deutlich machen. Kernteilungen waren weder hier noch in den dicht davor liegenden Zellen des subradulären Epithels zu beobachten. Weiter nach vorn ist dieses, wohl durch den Druck des über dem supraradulären Epithel eingeschobenen Bindegewebspfropfes, sehr viel niedriger. Doch konnte ich durch Kombination von Längs- und Querschnittbildern feststellen, daß bis an das Vorderende der Radula seine Zellen unter den einzelnen Zähnen höher sind, als unter den Zwischenräumen zwischen den Zähnen (Taf. 4, Fig. 21 *sb.rad.ep*). Viel höher und schmaler sind die Zellen des subradulären Epithels auch unter den Ansatzlinien der Seitenplatten an die Radula. Auch hier wieder treten Sekretfäden aus dem distalen Zellende aus, wenn sich die Cuticula zufällig abgehoben hat. Flach und eben dagegen ist das Epithel unter den Seitenplatten selbst ausgebildet. Hier wird denn auch seine Abstammung vom Bukkalhöhlenepithel besonders deutlich.

Im Hinterende der Radula schließt sich an die Odontoblasten nach oben hin das supraraduläre Epithel an. Seine Zellen sind sehr verschieden lang und zunächst zu breiten Gruppen zusammengefaßt, die zum Teil bis an die neugebildeten Zähne heranreichen. Im inneren Bau unterscheiden sie sich kaum von den Odontoblasten. Doch treten im distalen Ende der dem Lumen direkt anliegenden Zellen zahlreiche mitotische Kernteilungen auf (Taf. 4, Fig. 22 *kt*). Unter dem festen Bindegewebspfropf schon beginnt das supraraduläre Epithel, sich in langen schmalen Zipfeln tief zwischen die Zähne hinein zu strecken. Kernteilungen sind von hier ab nicht mehr zu sehen. Das Hineinpressen des Epithels zwischen die Zähne ist wohl ebenso eine Folge des von dem Bindegewebspfropf ausgeübten Druckes wie die plötzliche Erniedrigung des subradulären Epithels in dieser Gegend. Auf guterhaltenen Schnitten ist das subraduläre Epithel eng mit den Zähnen verbunden. Wenn es sich zufällig davon losgelöst hat, ist auch an seinem distalen Saum ausgetretenes Sekret in langen Fäden zu erkennen.

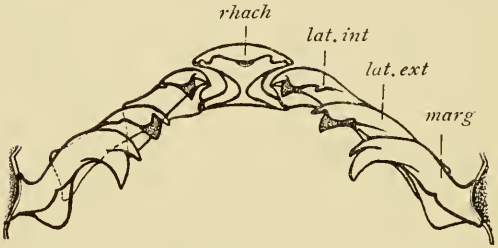
Zwischen dem subradulären Epithel und den Zähnen liegt eine Basalmembran. Als dicke Platte ist sie schon unter den neugebildeten Zähnen vorhanden. Wahrscheinlich scheidet also eine Odontoblastengruppe jedesmal einen Zahn und das zu ihm gehörige Stück Basalmembran aus. Möglich ist es immerhin, daß

auch die vor den Odontoblasten gelegenen Zellen an der Bildung der Basalmembran beteiligt sind, doch nimmt sie noch weiter nach vorn nicht mehr an Dicke zu. Zunächst ist sie ebenso mattgefärbt und homogen wie die neugebildeten Zähne selbst (Taf. 4, Fig. 22 z_2). Erst weiter nach vorn hin treten in den Zähnen Strukturen auf, die sich stark färben, so daß sich die Zähne deutlich von der helleren Basalmembran abheben. Nur vorn unter den Marginalzähnen färbt sich auch die Basalmembran dunkler (Taf. 4, Fig. 21 *bas.me*), mit Eosin z. B. leuchtend rot, wodurch ihre hier körnige Struktur deutlich hervortritt. Die Ränder der Basalmembran sind verdickt und ähnlich wie die Ränder der Kiefer (Taf. 3, Fig. 14) oder Seitenplatten gelenkartig in Epithelvertiefungen eingelassen. Da die dunklere Färbung sich an der Oberfläche der Basalmembran noch ein Stück nach deren Mitte zu erstreckt, kann auf seitlichen Längsschnitten der Eindruck einer zweischichtigen Membran hervorgerufen werden (Taf. 4, Fig. 21 *bas.me, bas.me'*). Auf medianen Längsschnitten oder Querschnitten dagegen konnte ich keine besondere Subradularmembran unterscheiden. Doch lockert sich nach vorn zu die Basalmembran selbst so stark auf, daß ganz am Vorderende der Radula eine obere und eine untere Schicht vorhanden sind, die durch einen weiten, nur durch einzelne Fasern überbrückten Zwischenraum voneinander getrennt sind. Ebenso wie das subraduläre Epithel zeigt die Oberfläche der Basalmembran regelmäßige Höcker. Auf Längsschnitten erscheint das als Wellenlinie, die vorn in der Radulatasche am deutlichsten ist (Taf. 4, Fig. 21 *bas.me'*).

Wie schon gesagt, werden die Zähne von den Odontoblasten gebildet, und zwar je ein Zahn von je einer Gruppe, wobei die seitlichsten Zähne am weitesten hinten in der Radulatasche abgeschieden werden. Wie die Bildung eines Zahnes im einzelnen verläuft, läßt sich nicht bestimmt sagen. Denn da das Hinterende der Radula gekrümmt ist, ist man über die Richtung, in der ein Schnitt einen Zahn getroffen hat, nie sicher. Doch läßt sich deutlich feststellen, daß sich die jüngeren Zähne von den älteren der Größe, der äußeren Form und der inneren Strukturierung nach unterscheiden. Ich beobachtete die Zähne auf Quer- und Längsschnitten und auch an der in Glyzerin ausgebreiteten Radula unter dem Mikroskop.

An der in Glyzerin ausgebreiteten Radula ist eine ganz geringe Breitenzunahme von hinten nach vorn zu beobachten. Die Zähne sind regelmäßig in Quer- und Längsreihen angeordnet

(Textfig. 10 *rad*). In einer Querreihe liegen sieben Zähne nebeneinander (Textfig. 12). Nach Simroth haben ja die Cyclophoriden, soweit bekannt, die typische Tänioglossenradula. Das heißt, in einer Querreihe liegen sieben derbe Zähne, im Gegensatz zu den Cypräen, bei denen einige Formen Anklänge an die Radula der Rhizidoglossen zeigen, z. B. durch die kammförmige Schneide der Marginalzähne, oder zu den Paludinen, deren Zähne durch eine feine Dentikulierung eine ähnliche Verschmelzung andeuten. Doch gilt für Cyclophorus ceylanicus statt der normalen Formel 2+1+R+1+2 die Formel 1+2+R+2+1, das heißt, der innere Marginalzahn gleicht dem Lateralzahn, weshalb ich ihn als äußeren Lateralzahn bezeichne (Textfig. 12 *lat.ext*). Die Querreihen bilden stumpfe Winkel, an deren nach vorn gerichtetem Scheitel der Rhachiszahn liegt. Die Zähne der Querreihen liegen dachziegelartig übereinander, wobei die Zähne der hinteren Querreihe ihre umgebogenen Spitzen über den Fußteil der vorderen Zähne hinüberschieben. Die Schneiden der Marginalzähne sind in je zwei Spitzen ausgezogen, die der Lateralzähne in je drei, die Schneide des Rhachiszahnes in fünf, außerdem ist sein Fuß durch Leisten verdickt (Textfig. 12). Im übrigen ändern sich von hinten nach vorn innere Struktur und Größe der Zähne. — Bei der in Glyzerin ausgebreiteten Radula sind die neugebildeten Zähne hell und strukturlos. Hieran schließt sich eine Partie dunkelgelber Zähne, die ungefähr $^1/_4$ der Radulalänge einnimmt. Sie liegen da, wo die Radula hinten umbiegt, und die Aorta cephalica sich über sie hinüberstülpt. Die Dunklerfärbung muß mit der Blutzufuhr in Zusammenhang stehen, denn nach vorn hin werden die Zähne wieder heller. Hier bilden sich dann an der Basis des Rhachiszahnes Leisten aus und an der Schneide des Rhachiszahnes und der vier Lateralzähne Kappen. — Auf Schnitten beobachtete ich ein gleichmäßiges Dunklerwerden der Zähne nach vorn hin, wobei je nach der Färbemethode die Änderung der inneren Struktur verschieden hervortrat. — Mit Hämatoxylin-Eosinersatz sind die jüngeren Zähne mattrot gefärbt, die älteren



Textfig. 12. Querreihe von Radulazähnen. Vergr. 54 mal.

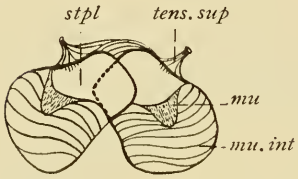
leuchtend karminrot. Die Umfärbung kommt vielleicht durch Sekretaufnahme vom oberen Epithel her zustande, da die zwischen dem unteren Epithel und den Zähnen gelegene Basalmembran sich nicht dementsprechend umfärbt. Oder sie beruht auf innerer Verfestigung der Zahnsubstanz. Die dunklere Färbung ist auf den Zahnkern beschränkt. Der kaum gefärbte Zahnrand ist bei den hinteren Zähnen sehr schmal, bei den vorderen aber breiter. — Mit Hämatoxylin-Eosin sind die jungen Zähne mattblau gefärbt und homogen, die älteren zeigen auf mattblauem Grunde dunkelblaue Strukturen, einen hellen Rand und manchmal im Innern dunkelrot gefärbte Längsbänder. Teile des Rhachiszahnes haben keinen Farbstoff aufgenommen und sind leuchtend gelb geblieben. — Mit Hämatoxylin-van Gieson färben sich die jungen Zähne hell karminrot, die älteren zeigen auf leuchtend gelbem Grunde im Inneren dunkle gelbrote Streifung (Taf. 4, Fig. 21*str*) und einen feinfaserigen dunkelblauen Rand (Taf. 4, Fig. 21*fa*).

Eine Größenzunahme der Zähne nach vorn hin ist ebenfalls deutlich zu beobachten. Bei der in Glyzerin ausgebreiteten Radula setzen sich außerdem von der Region der dunklen Zähne an den Spitzen der Zähne gekörnelte Kappen auf (Textfig. 12). Von hinten nach vorn treten sie zuerst bei den äußeren, dann bei den inneren Lateralzähnen auf, zuletzt beim Rhachiszahn. Die Marginalzähne sind frei davon. Auch die Kappen nehmen nach vorn hin an Größe zu. Der Abnutzung fallen sie zuerst anheim, erst nach ihnen wird die eigentliche Zahnsubstanz angegriffen. Mit Kappen sind versehen die drei Mittelspitzen des Rhachiszahnes und alle Spitzen der Lateralzähne. Von der Region der dunkleren Zähne an erscheint außerdem um die einzelnen Zähne herum eine schmale durchsichtige Schicht. — Diese durchscheinende Schicht war neben einer direkten Größenzunahme auch an den Zähnen der Schnittpräparate zu beobachten. Und zwar trug sie hier am Außenrande oft noch feine blaugefärbte Fasern.

Aus diesen Beobachtungen an der Radula von Cyclophorus ceylanicus glaube ich nun, in Bezug auf das Vorrücken und auf die Fertigstellung der Zähne den bisherigen Untersuchungsergebnissen über die Radula der Gastropoden einiges hinzufügen zu können. Diese beiden Punkte sind wegen ihres mehr oder weniger hypothetischen Charakters bisher am wenigsten geklärt worden. Eine eingehende Übersicht über die bis 1903 erschienenen Arbeiten über die Molluskenradula gibt Schnabel (1903). Ich will mich daher darauf beschränken, das bei Cyclophorus ceylanicus gefundene mit

dieser Übersicht und Schnabels eigenen Untersuchungen zu vergleichen und bei einigen Punkten noch auf die 1907 erschienene Arbeit von J. Sollas und die 1912 erschienene Dissertation von K. Beck hinzuweisen.

Das Vorrücken der Radula geschieht nach Semper durch periodische Häutungen. Kölliker nimmt als Ursache den Druck der umgebenden Muskelmasse und zerrende Freßbewegungen an, Troschel die immerwährende Neubildung von Zähnen vom Odontoblastenpolster aus. Während nach ihm aber die Basalmembran dabei über die Submembran hinweggleitet, nehmen Rücker, Rössler, Bloch und Rottmann zwar auch als Ursache den Nachschub neugebildeter Zähne an, halten aber ein Vorrücken nur im Zusammenhang mit den umgebenden Geweben für möglich. Während aber nach Rücker die umgebende Muskulatur und die vom oberen Epithel gebildeten Sperrhaken beim Vorschieben die Hauptrolle spielen, sind nach Rössler die kutikularen Sperrhaken nur mitbeteiligt.



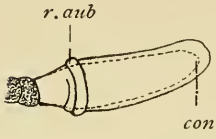
Textfig. 13. Stützplatten von oben, herauspräpariert. Vergr. 6mal.

Nach Rössler bildet dasselbe Odontoblastenpolster alle Zähne einer Längsreihe. Rücker, Bloch und Rottmann nehmen einen Ersatz der Odontoblasten aus der hinter ihnen gelegenen Zellmasse an, und zwar Bloch nach mehrmaliger, Rücker und Rottmann nach einmaliger Sekretion. Aus der Prüfung ihrer Arbeiten kommt Schnabel zu folgender Ansicht: „Auf Grund vorstehender Darstellung ergibt sich also wohl als wahrscheinlichste Hypothese die von Rottmann vertretene, daß ein Vorschieben der Radula nach vorn und ein Vorrücken der Zähne allein auf das Fortrücken der sie erzeugenden Zellen, der Odontoblasten, zurückzuführen ist, und daß die Odontoblasten regelmäßig nach einmaliger Sekretion durch frische ersetzt werden".

Er selbst kommt zu demselben Ergebnis bei Pulmonaten und Paludina vivipara, ohne aber einen direkten und sicheren Beweis führen zu können. Eine Bestätigung für die Richtigkeit der Hypothese gewinnt er erst durch das Studium der Pteropoden. Auch hier unterscheiden sich die Odontoblasten vom übrigen Epithel durch bedeutendere Größe und größere Kerne, daneben umgekehrt wie bei den Pulmonaten durch dunklere Färbung von Kern und Plasma. Auch das Plasma der dahinterliegenden Zellen

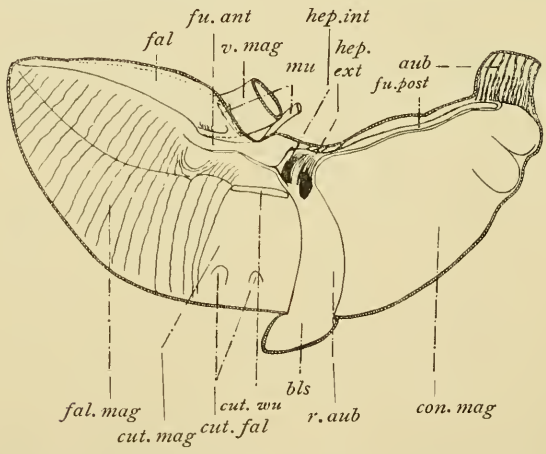
ist dunkler gefärbt. Am wichtigsten jedoch ist das Verhalten des subradulären Epithels. Seine Oberfläche ist wellenförmig und zwar dadurch, daß es in lauter einzelne Polster zerteilt ist. Er weist hier noch auf die Textfig. 8, 10, 11 der RÖSSLERschen Arbeit hin und vermutet, daß hiernach bei den Opisthobranchiern vielleicht ein ähnliches Verhalten vorliege wie bei den Pteropoden, doch sage RÖSSLER nichts Näheres über den von ihm dargestellten wellenförmigen Verlauf des Epithels aus. — J. SOLLAS erklärt sich, ohne näher auf diese Fragen einzugehen, für ein Vorrücken der Radula im Zusammenhang mit dem unteren Epithel, sowie einen Erzatz der Odontoblasten nach einmaliger Sekretion und ihren allmählichen Übergang in das subraduläre Epithel. — BECK schließt sich entschieden RÖSSLERS Ansicht an. Nach ihm werden alle Zähne einer Längsreihe von derselben Odontoblastengruppe gebildet. Über das Vorrücken der Radula sagt er nichts aus. — Für die Radula von Cyclophorus ceylanicus kann man ein Vorrücken der Radula im Zusammenhang mit dem subradulären Epithel wohl bestimmt annehmen. Bei RÖSSLER (1885 S. 466) nämlich fand ich in bezug auf das subraduläre Epithel von Paludina noch folgende Bemerkung: „Diese beiden, die Zähne tragenden Chitinplatten (gemeint sind Basal- und Subradularmembran) zeigen gewöhnlich ziemlich regelmäßige Querfalten, weil die Zähne, wie die Radula von Littorina gut erkennen läßt, um ca. 90° aus ihrer ursprünglichen Lage, parallel dem Odontoblastenpolster, gedreht worden sind und dabei die anfangs horizontale Lagerung der Membran gestört haben. Sogar das darunterliegende Epithel zeigt Spuren eines Druckes, der auf die Drehung der Zähne zurückzuführen ist.“ Außerdem bildet er das basale Epithel zum Teil wellig ab auf Textfig. 14, 15 und 17, das ist bei Paludina vivipara und Patella vulgata, weist jedoch nicht weiter darauf hin. Jedenfalls kann hiernach der wellenartige Verlauf der Basalmembran und des subradulären Epithels als eine bei Gastropoden allgemeinere Erscheinung angesehen werden. Es fragt sich aber, ob er, wie RÖSSLER meint, auf den durch die Zahndrehung hervorgerufenen Druck zurückzuführen ist, oder ob die Zellpolster des subradulären Epithels als vorgeschobene Odontoblastenpolster anzusehen sind. SCHNABEL sagt hierüber bei Pteropoden: „Ein Hingleiten der Radula, die sich vollkommen der welligen Oberfläche des basalen Epithels anschmiegt, über dieses erscheint hier recht wenig annehmbar, vielmehr hat man hier durchaus den Eindruck, daß die betreffenden Radulapartien zu den darunter-

liegenden Zellenpolstern gehören, und daß diese zugleich mit ihnen vorrücken. Die einzelnen Polster des basalen Epithels erscheinen alsdann als lauter ausgenutzte Odontoblastenpolster. Da hier sicher das ganze Polster auf einmal vorrückt, so ist es andererseits auch klar, daß die Odontoblasten nur zu einmaliger Sekretion gelagen." — Bei Cyclophorus ceylanicus fand ich nun



Textfig. 14. Kristallstiel, herauspräpariert. Vergr. $3^1/_2$ mal.

1. daß subraduläres Epithel und Basalmembran nicht eine den Querreihen der Zähne entsprechende Wellung, sondern einen regelmäßig höckerigen Verlauf zeigen. Das spricht gegen die Ansicht, daß die Unebenheiten durch die Drehung der Zähne zustande gekommen sein sollen; 2. daß die unter einem Zahn gelegenen Polster höherer Zellen jedesmal eng mit dem dazugehörigen Stück Basalmembran verwachsen sind (Taf. 4, Fig. 21 *sb.rad.ep*); 3. daß die Seitenränder der Basalmembran fast stets fest mit dem subradulären Epithel verbunden bleiben, wenn auch die Membran selbst sich leicht von dem Epithel ablöst. — Eine weitere Stütze dafür, daß die Zähne im Zusammenhang mit der Basalmembran und dem subradulären Epithel vorrücken, ist, daß der Subradularhöcker als Bildung aufgefaßt werden könnte, die zum Teil wenigstens von dem am Vorderende der Radula freiwerdenden subradulären Epithel samt der unteren Schicht der Basalmembran herrührt. Jedenfalls haben, soweit ich es in der Literatur verfolgen konnte, diejenigen Gastropoden, bei denen ein wohlausgebildeter Subradularhöcker beschrieben wird, z. B. Fissurella, Acmaea fragilis, Helcioniscus ardosiaeus, auch eine auffallend lange



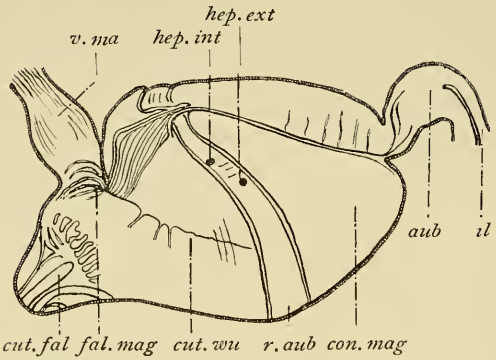
Textfig. 15. Mageninneres von C. c., durch einen Schnitt längs der Innenkrümmung geöffnet. Vergr. $3^1/_2$ mal.

Radula; während umgekehrt z. B. Paludina vivipara und Cyclostoma elegans keinen Subradularhöcker und eine verhältnismäßig kurze Radula haben- Starke Abnutzung der Radula würde also einerseits bezeichnet durch die große Menge der Ersatzzähne und andererseits durch die Menge des schon vorgeschobenen verbrauchten subradulären Epithels. Es spricht noch nicht gegen diese Annahme, daß nur die Mitte des Zungenwulstes vorn stark gefaltet ist, da ja die Seitenplatten infolge ihrer geringeren Inanspruchnahme auch nicht in dem Maße vorgeschoben zu werden brauchen, wie die Radula selbst.

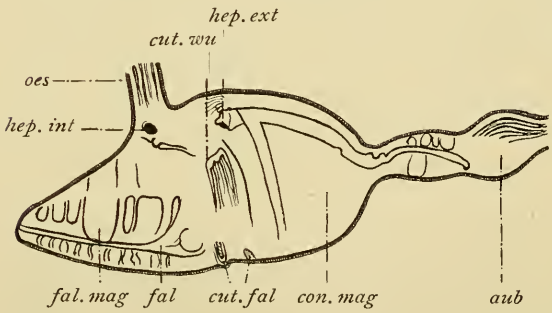
Dagegen vermag ich nicht zu entscheiden, ob und wie oft die Odontoblasten aus dem dahinterliegenden supraradulären Epithel ersetzt werden, ob also die Zellpolster unter den Zähnen als vorgeschobene Odontoblastenpolster anzusehen sind. Man sollte es aber daraus annehmen, daß die hinter den Odontoblasten gelegenen Zellen zahlreiche in Teilung befindliche Kerne aufweisen, während solche in den vor den Odontoblasten liegenden Zellen nicht vorkommen. Hier aber müßten neue Zellen erzeugt werden, wenn man annehmen wollte, daß wohl das ganze subraduläre Epithel im Zusammenhang mit der Basalmembran vorrückt, die Odontoblasten dagegen an ihrem Platze verharren. Nimmt man aber ein Vorrücken auch der Odontoblasten an, das heißt, sieht man die Polster im subradulären Epithel als vorgeschobene Odontoblastenpolster an, so muß man einmal, wie es Schnabel tut, einen Ersatz der Odontoblasten nach einmaliger Sekretion, andererseits aber auch einen Ersatz des ganzen Polsters auf einmal annehmen. Unklar bleibt mir, wie Schnabel das Vorrücken des ganzen Polsters auf einmal und den Ersatz der Odontoblasten nach einmaliger Sekretion mit einem zellenweisen Ersatz vereinigen kann.

Was nun die Fertigstellung der Zähne betrifft, so handelt es sich hier darum, ob vom supraradulären Epithel nachträglich eine Sekretschicht auf sie abgelagert wird oder nicht. Eine Schmelzauflagerung nehmen an: Rücker (1883), Rössler (1885), Sharp (1883), Bloch (1896), während Rottmann (1901) und Schnabel (1903) sie durchaus zurückweisen. Rössler und Bloch sehen als Ursprungsstätte für die Schmelzabsonderung follikelartige Gruppen des supraradulären Epithels an, die sich zwischen die Zähne hineinziehen, und zwar sollen sie nach Bloch nur der Rückenseite der Zähne Schmelz auflagern. Rössler unterscheidet den Zahnkern dadurch noch besonders von der

Schmelzschicht, daß er anisotrop ist, während die Schmelzschicht isotrop ist und Farbstoffe schwer annimmt. Rottmann und Schnabel führen dagegen an, daß 1. die Zähne beim Abheben vom Odontoblastenpolster bereits vollständig fertig gebildet seien; 2. eine Sekretion von seiten der oberen Epithelzellen niemals wahrzunehmen sei; 3. der Zahn niemals von einer Glasur umgeben, sondern stets von einer dunklen Kontur scharf begrenzt sei; 4. die älteren Zähne im Vergleich mit den neugebildeten keine Größendifferenz aufweisen. — Die Unterschiede von den Befunden der älteren Autoren werden auf ungeeignete Färbung und Konservierung zurückgeführt. J. Sollas (1907) schließlich nimmt für Docoglossen eine nachträgliche Vergrößerung des Zahnes durch eine Schmelzschicht an. Einmal, weil das supraraduläre Epithel dicht an die Zähne anschließe und im vorderen Teile der Radulatasche zwischen die Zähne ein kutikulares Sekret absondere und dann, weil auf den älteren Zähnen eine nicht färbbare Schmelzschicht auftritt, die schließlich fast den ganzen Zahn erfüllt. Sie soll nicht durch Apposition, sondern durch Intussuszeption entstehen, worüber jedoch nichts Näheres gesagt wird. Beck (1912) schließt sich dieser Ansicht von Miß Sollas an. Auch er beobachtete Veränderungen der Zähne und der Basalmembran nach vorn hin und im vorderen Teile der Radula-



Textfig. 16. Mageninneres von Pal. viv., durch einen Schnitt längs der Innenkrümmung geöffnet. Vergr. $3^1/_2$ mal.



Textfig. 17. Mageninneres von Cycl. el., durch einen Schnitt längs der Innenkrümmung geöffnet. Vergr. $3^1/_2$ mal.

scheide eine die Zähne fest umhüllende Cuticula. — Für Cyclophorus ceylanicus möchte ich eine nachträgliche Vergrößerung der Zähne durch Sekretauflagerung vom supraradulären Epithel her annehmen, obgleich ich mein Material nicht nach der Rottmann-Schnabelschen Methode färben konnte. Denn 1. bilden die Zellen des supraradulären Epithels follikelartige Zellgruppen, die sich von der Gegend des oberen Muskelpolsters an zwischen die Zähne schieben und ihnen ringsum fest angepreßt sind. 2. Da, wo das supraraduläre Epithel sich zufällig von den Zähnen losgelöst hat, sind an seinem distalen Ende Fäden ausgetretenen Sekretes zu erkennen und an den Zähnen ein mattblau gefärbter faseriger Rand, der wohl Reste der Sekretfäden und der Zellen selbst darstellt. 3. Bei älteren Zähnen ist deutlich eine kaum gefärbte Außenschicht von einem dunklen Zahnkern zu unterscheiden. 4. Auf Glyzerinpräparaten ist sowohl eine Größenzunahme der Zähne von hinten nach vorn, als auch ein Besatz der vorderen mit Kappen zu bemerken.

C. Ösophagus.

a) Schlundtaschen.

An der Grenze von Pharynx und Ösophagus liegen symmetrisch zum Ösophagus zwei ungefähr bohnenförmige Taschen, die mit einem etwas engeren Teil jederseits in die Unterwand des Ösophagus einmünden. Es sind die Schlundtaschen (Textfig. 6 und Taf. 1, Fig. 4 und Taf. 2, Fig. 9 *sch.ta*). Außen setzt an ihnen der hintere Bulbusprotraktor (Textfig. 6 und Taf. 1, Fig. 1 *prot.post*) mit dem hintersten seiner drei Äste an. Die Taschen sind von einer derben muskulösen Haut umschlossen, während ihre Innenwand in tiefen Zotten gegen das Lumen hin vorspringt (Taf. 2, Fig. 9 *sch.ta*).

Die derbe Außenhaut zeigt sich auf Schnitten als Bindegewebsschicht, die von zahlreichen Ring- und Längsmuskelfasern durchzogen wird. Sie ist also als Verstärkung der äußeren Bindegewebs- und Muskelschicht des Darmes aufzufassen und dient wohl zur Auspressung der vom Epithel der Schlundtaschen abgesonderten Stoffe. Bindegewebe bildet die Zotten der Innenwand. Nach dem Lumen zu sind die Zotten von einem flachen kubischen Epithel überzogen. Seine Zellen haben blaßblau gefärbtes Plasma und große Kerne und machen den Eindruck von Drüsenzellen. Da man in den Schlundtaschen kein deutliches Sekret antrifft, handelt es sich vielleicht um ein fermentproduzierendes Organ.

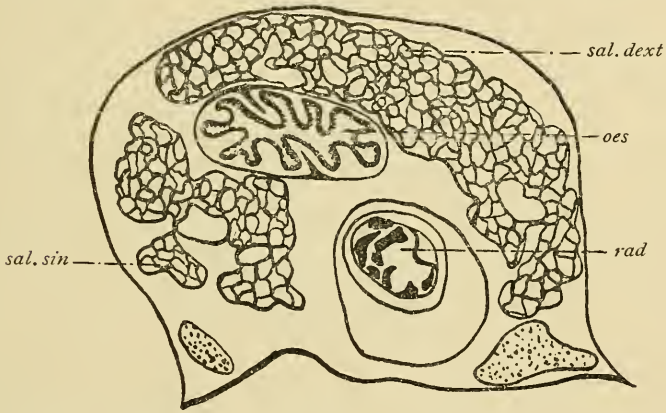
Sie münden da, wo die dorsalen Bukkaltaschen in den Ösophagus übergehen. So ist ihr Epithel vorn scharf gegen das der Bukkaltaschen, hinten gegen das des Ösophagus abgesetzt (Taf. 1, Fig. 4 *sch.ta*).

b) Ösophagus.

Oben aus der hinteren Mitte des Pharynx geht nach hinten hin der Ösophagus ab (Textfig. 1, 6 *oes*). Und zwar sieht man schon von den Kiefern aus oben in der Mitte des Pharynx einen dünnhäutigen, daher dunkleren Streifen nach hinten gehen, der von zwei hellen Linien begrenzt ist. Dieser Streifen kann durch die an ihm ansitzenden mittleren oberen Protraktoren (Textfig. 6, 7 *prot.med.sup*) taschenartig nach vorn ausgezogen sein (Textfig. 7 *ta*). Vom Pharynx aus zieht der Ösophagus zunächst als gleichmäßig rundes Rohr nach hinten (Taf. 2, Fig. 9 *oes*), tritt durch die zwerchfellähnliche Scheidewand in den hinteren Teil der Leibeshöhle ein und erweitert sich schließlich zum Vormagen (Textfig. 3, 25 *v.mag*). In seiner Wand (Textfig. 19 *oes*) ist ein System von Längsstreifen zu erkennen, die von rechts nach links hinüberziehen. Schneidet man Pharynx und Ösophagus längs auf, so sieht man, daß makroskopisch eine Grenze zwischen beiden nicht gut zu ziehen ist. An der Decke des Pharynx könnte als Anfang des Ösophagus der Mittelstreifen angesehen werden, der zu beiden Seiten von den dicken, in die Bukkalhöhle vorspringenden Bindegewebspolstern (Textfig. 8 *dr.ep*) begrenzt wird, die äußerlich als helle Linien sichtbar waren. Nach hinten hin geht der Streifen dadurch in den eigentlichen Ösophagus über, daß Längsstreifen in ihm auftreten. Auf der Ventralseite ist der Ösophagus für die Lupenbetrachtung durch einen feingefalteten Wulst, eine Zungenklappe (Textfig. 8 und Taf. 2, Fig. 10 *wu*) gegen den Pharynx abgesetzt. Die Längsfalten, die den Ösophagus bis zum Vormagen hin durchziehen, sind vorn sehr regelmäßig angeordnet, nach hinten hin werden sie flach und undeutlich. Immerhin konnte ich an ihnen auf Querschnitten die Drehung des Ösophagus feststellen, indem ich von vorn nach hinten die Verlagerung der großen dorsalen und ventralen Längsfalte verfolgte (Taf. 2, Fig. 9 und Textfig. 18—25 *oes*). Auf Textfig. 18—25 habe ich die beiden Falten durch Striche zwischen den Außenwänden kenntlich gemacht. Die dorsale Falte kommt schließlich auf die rechte Seite zu liegen, die Drehung der Ösophagusdecke beträgt also im Sinne des Uhrzeigers 45°. Die ventrale Falte verschiebt sich noch etwas weiter nach links oben, wandert aber

nach hinten zu wieder etwas nach unten, so daß auch der Ösophagusboden beim Übergang in den Vormagen um etwa 45° gedreht ist. Die Drehung ist zwar auch unter der Lupe am geschlossenen Ösophagus (Textfig. 3 *oes*) zu verfolgen, aber nicht so genau wie an Schnitten. Die Schlundtaschen nehmen noch nicht an ihr teil, wohl aber die Speicheldrüsen (Textfig. 1 und 18—25 *sal*).

Mikroskopisch läßt sich der Ösophagus etwas schärfer gegen den Pharynx hin abgrenzen, als makroskopisch. Als Anfang des Ösophagus nämlich kann man die Stellen bezeichnen, an denen flimmertragendes Drüsenepithel auftritt. Hiernach beginnt der Ösophagus am weitesten vorn auf der Ventralseite. Hier nämlich tritt das eigentliche Ösophagusepithel schon an der Hinterwand



Textfig. 18—25. Drehung des Ösophagus und Übergang der Aorta cephalica in die Radulatasche.
Textfig. 18. Querschnitt durch den Vorderteil von Ösophagus und Radulatasche. Vergr. 15mal.

der hinteren Bukkaltasche auf (Taf. 1, Fig. 5 *post.buc.ta*). Auch die Innenseiten der Bindegewebspolster tragen ungefähr von der Mündung der Speicheldrüsen an schon Flimmern (Taf. 2, Fig. 8 *fl.ep*), doch sitzen diese noch ursprünglichem Bukkalhöhlenepithel auf. Am weitesten nach hinten erstreckt sich das ursprüngliche Bukkalhöhlenepithel auf der Dorsalseite des Ösophagus. Als geschlossenes Rohr hat er zunächst den auf Taf. 2, Fig. 10 angegebenen Querschnitt, schließt also noch Teile flimmerlosen drüsigen Pharynxepithels in Gestalt der dorsalen Bukkaltaschen ein. Erst hinter der Mündung der Schlundtaschen nimmt er den Querschnitt an (Taf. 2, Fig. 9 *oes*), den er im ganzen bis zum Vormagen beibehält und ist nun ganz von Ösophagusepithel ausgekleidet. Die dorsalen Bukkaltaschen sind noch als Vertiefungen und die Binde-

gewebspolster als Vorwölbungen seiner Wandung erhalten, während sich aus der ebenen Decke und den tiefeingeschlagenen Falten der Ventralseite je eine deutliche Vorwölbung gebildet hat. — Das Ösophagusepithel gleicht dem Epithel der Hauptausführgänge der Speicheldrüsen darin, daß es viele gefüllte Schleimzellen enthält, was besonders auf Schnitten hervortritt, die mit Bismarkbraun gefärbt sind. Dagegen fehlen ihm die Stützzellen; es besteht nur aus Drüsenzellen in den verschiedensten Sekretionsstadien, die außerdem einen kurzen Stäbchen- und einen langen Flimmersaum tragen. Diese Säume sind auch am Grunde der Falten vorhanden, und zwar durch den ganzen Ösophagus hindurch. Die Zellen sind gewöhnlich schmal und haben feinkörniges, mit Eosin mattrot gefärbtes Plasma, das distal vom Kern zuweilen feine, hellgelbe Körnchen enthält. Die mit Schleim erfüllten Zellen dagegen sind becherförmig ausgebuchtet, haben helles Plasma und dunkelblaue Wabenkonstruktur und enthalten je nach dem Sekretionszustand feinkörnigen mattblauen bis homogenen dunkelblau gefärbten Schleim. Hierdurch sind die Kerne ganz an das basale Ende gedrängt worden und haben eine unregelmäßige Gestalt angenommen. In den Zellen, die eben ihren Schleim entleert haben, rundet sich der Kern wieder ab und wandert wieder bis zur Zellmitte. Am basalen Ende grenzt das Epithel an eine innere Bindegewebsschicht oder direkt an die Ringmuskelschicht (Taf. 4, Fig. 26 *mu*). Außen von dieser ist die Längsmuskelschicht bündelweise in die äußere Bindegewebsschicht eingelagert. In die Längsfalten treten die beiden äußeren Schichten nicht mehr mit ein. — Im Lumen des Ösophagus fand ich stets nur fädige, mit Hämatoxylin dunkelblau gefärbte Schleimmassen. — Hinten geht das Ösophagusepithel ziemlich schnell in das des Vormagens über.

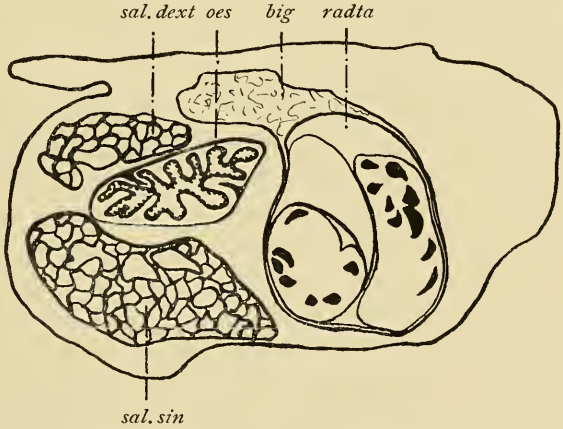
D. Magen.

a) Magen.

Der Vormagen (Textfig. 2 *v.ma*) liegt ganz im hinteren Abschnitt der Leibeshöhle. Er bildet die gerade Fortsetzung des Ösophagus nach hinten, dreht sich aber nicht weiter um sich selbst. Auf seiner rechten Oberseite laufen die breiten Streifen des Ösophagus weiter, indem sie noch breiter und flacher werden. Die Wand seiner linken Unterseite dagegen ist stark vorgewölbt und zeigt eine längsverlaufende feine Äderung. So ist das Lumen des Vormagens viel weiter als das des Ösophagus. In den noch

weiteren eigentlichen Magen geht der Vormagen ganz allmählich über, und zwar so, daß er noch ein Stück an dem nach rechts aufgerollten Blindsack des Faltenmagens (Textfig. 3*fal.mag*) entlang zu laufen scheint. Wegen dieses allmählichen Überganges, dann auch wegen seines Inhaltes — feinkörnige weiße Sekretmassen wie im Blättermagen — rechne ich diesen Darmteil nicht dem Ösophagus, sondern dem Magen zu und bezeichne ihn als Vormagen.

Hierfür spricht auch der Aufbau seiner Innenwand. Bis auf die Längsfalten an der linken Oberseite ist sie glatt. Das Epithel ist ein einheitliches ungefähr gleich hohes Flimmerepithel ohne Schleimzellen. Die Epithelzellen gleichen im allgemeinen den schmalen Ösophaguszellen, doch zeigt ihr Plasma eine feine Wabenstruktur und die Zellkerne liegen im basalen Drittel. Da das Lumen des Vormagens von Sekretmassen angefüllt ist, halte ich die Zellen für Sekretzellen. Außer dem langenFlimmersaum sitzt den Zellen ein kurzer Stäbchensaum auf.



Textfig. 19. Querschnitt durch Ösophagus und Radulatasche am Hinterende der Speicheldrüsen. Vergr. 15 mal.

Der eigentliche Magen liegt als weites gekrümmtes Rohr (Textfig. 4 und Taf. 1, Fig. 2) in der vordersten Körperwindung. Von hier aus zieht nur der Faltenmagen (Textfig. 4 und Taf. 1, Fig. 2*fal.mag*) nach rechts weit in die folgende Körperwindung hinauf, der übrige Magen zieht nach links oben und biegt nach vorn um. Diese Umknickung ist nach Simroth (1896—1907, S. 541) für die einfachen Prosobranchier, wie Cypraea und Conus, charakteristisch. Dabei soll, wohl durch mechanische Stauung, die Umbiegungsstelle zum Magen ausgeweitet worden sein, und die obere Leitrinne, die sich durchweg am besten erhält, im hinteren Schenkel auf die Unterseite zu liegen kommen. Durch die Torsion des Körpers können freilich Verschiebungen eintreten. —

Der Faltenmagen wird nach dem blinden Ende zu spitzer. Auf der Außenseite wird er durch tiefe Querfurchen in wulstartige Falten zerlegt, die auf der Innenseite (Textfig. 3, 4 *fal.mag*) an zwei Längslinien entlang enden. Von der unteren gehen nach der entgegengesetzten Seite noch feine Querfurchen aus. — Der auf den Faltenmagen folgende Cuticularmagen (Textfig. 4 und Taf. 1, Fig. 2 u. 3 *cut.mag*) hebt sich äußerlich nicht ab, wohl aber die hinter ihm liegende ringförmige Ausbuchtung (Textfig. 3, 4 und Taf. 1, Fig. 2 u. 3 *r.aub*). Sie zieht von innen her oben um den Magen herum, um an seiner Außenseite in einem Blindsack zu enden (*bls*), der sich nach unten innen um den Magen herumbiegt.

Der Cuticularmagen und die ringförmige Ausbuchtung haben glatte Wände, ebenso zunächst der folgende konische Magenabschnitt (Textfig. 4 und Taf. 1, Fig. 2 *con.mag*). Er wird aber nach hinten sehr schnell enger und zeigt dann auf der Außenseite ebenfalls tiefe Querrinnen. An dieses scharf umgebogene Ende setzt eine kleine Ausbuchtung an (Textfig. 4 und Taf. 1, Fig. 2 *aub*), die ähnlich wie der Vormagen einseitig vorgewölbt ist und auch in der Wandung ähnliche Reliefbildung zeigt.

Erst wenn man den Magen durch einen Längsschnitt öffnet, wird seine Sonderung in fünf Abschnitte recht deutlich. Der Faltenmagen zeigt auch von innen die regelmäßigen Querfurchen (Textfig. 15 *fal.mag*), die hier weit in das Lumen vorspringen. Der Teil des Faltenmagens, der außen als Fortsetzung des Vormagens an ihm entlang zu laufen schien, gibt sich am aufgeschnittenen Magen als Falte zu erkennen (Textfig. 15 *fal*), die tief nach innen eingeschlagen ist, und das Lumen des Faltenmagens in einen engen und einen weiten Längsabschnitt teilt. In den engen Abschnitt mündet der Vormagen ein, die Nahrung muß also erst den engen, dann den weiten Abschnitt passieren, ehe sie in den Cuticularmagen eintreten kann. An der Grenze gegen den Cuticularmagen enden die tiefen äußeren Querfalten plötzlich. Die feinen inneren sind an der Mündung des Vormagens halbkreisförmig angeordnet, laufen dann aber wieder den tiefen Falten parallel und enden mit ihnen in einer Linie. — Den dritten Magenabschnitt nenne ich Cuticularmagen (Textfig. 15 *cut.mag*), da seine glatte Wandung von einer im ganzen abhebbaren Cuticula überzogen ist. In der Fortsetzung der Längslinie, zu deren beiden Seiten die Querfalten entspringen, verdickt sich die Cuticula zu einem kammartig in das Lumen vorspringenden Wulst

(Textfig. 15 *cut.wu*), der bis zur ringförmigen Ausbuchtung hinzieht. Ihm gegenüber bildet die Cuticula noch zwei kleine plattenartige Falten (Textfig. 15 *cut.fal*). Außerdem ziehen von der Vormagenmündung aus an der Innenseite des Cuticularmagens entlang zwei Längsfalten, die zusammen eine Furche einschließen (Textfig. 15 *fu.ant*). Die vordere, auf der Abbildung obere Falte verstreicht sehr bald, nachdem nach außen hin einige feine Querfalten von ihr ausgegangen sind. Die hintere, auf der Abbildung untere, läuft dem Cuticularwulste parallel und verstreicht erst an der ringförmigen Ausbuchtung vor den Lebermündungen. — Die ringförmige Ausbuchtung fasse ich mit dem Blindsack als vierten Magenabschnitt zusammen (Textfig. 15 *r.aub*, *bls*). Ihre Wandung ist glatt, aber nicht von Cuticula überzogen. Hinten auf der Innenseite münden die beiden Lebergänge (Textfig. 15 *hep.int*, *hep.ext*) in die Ausbuchtung. Beide liegen dicht nebeneinander, der des inneren Leberlappens etwas nach vorn oben. Von beiden Mündungen her strahlen viele feine Fältchen in eine breite Furche aus, die von zwei Falten eingeschlossen wird (Fig. 15 *fu.post*). Die rechte, auf der Abbildung obere Falte beginnt schon vor der ringförmigen Ausbuchtung, die linke erst an deren hinterem Rande. Die Furche durchzieht den ganzen fünften Magenabschnitt auf der Ventralseite und endet blind vor der auf ihn folgenden hinteren Ausbuchtung. Den fünften Magenabschnitt bezeichne ich als konischen in Anlehnung an Garnaults (1887) Benennung bei Cycl. el. Nach Garnault bildet der „Intestin conique“ den Übergang vom Magen zum Darm, bei Cyclophorus ceylanicus aber ist er aus verschiedenen Gründen dem Magen zuzurechnen. Der erste ist das Aufhören der Furche erst vor der hinteren Ausbuchtung. Ein weiterer Grund der, daß die anfangs glatte, dann mit kleinen Ausbuchtungen versehene Wandung des konischen Magenabschnittes scharf gegen die fein längsgefaltete der hinteren Ausbuchtung absetzt (Textfig. 12 *aub*). Weitere Gründe ergeben sich aus dem histologischen Aufbau der Magenwand.

Präpariert man so den Magen unter der Lupe und untersucht den Inhalt der einzelnen Abschnitte in Glyzerin unter dem Mikroskop, so ergibt sich folgendes: Der Faltenmagen enthält dieselben lockeren, weißen, feinkörnigen Sekretmassen wie der Vormagen, dazwischen oft hellbraune Ballen aus Nahrungsteilen, geschichtet mit Sekretmassen. Im engeren Abschnitt des Faltenmagens aber fand ich nie Nahrungsteile. — Der Cuticularmagen hat entweder denselben Inhalt wie der Faltenmagen, oder er ent-

hält schon den Anfang des Kristallstieles. — Weiße Sekretmassen mit Lebersekretkugeln fanden sich stets in dem Blindsack, manchmal auch in der ringförmigen Ausbuchtung. Oft aber reichte ein Kristallstiel über die ringförmige Ausbuchtung hinweg in den konischen Magenabschnitt hinein. — Im konischen Magenabschnitt lagen entweder dieselben Kugeln aus Nahrungsmassen und Sekret wie im Falten- und Cuticularmagen, oder er enthielt einen Kristallstiel, der ganz verschieden ausgebildet sein konnte. Meist war er gebildet wie der auf Textfig. 14 abgebildete, das heißt, kleine dunkle Ballen von Nahrungsmassen mit Lebersekretkugeln, eingehüllt in durchsichtige glänzende Häutchen, wurden von den hellen, feinkörigen Sekretmassen derart schichtweise eingeschlossen, daß ein fester länglicher Pfropf entstand. Nach dem schmalen Ende des konischen Magenabschnittes zu war er scharf abgedreht, mit dem Anfang reichte er oft bis in den Cuticularmagen zurück, wo er entweder fadenförmig ausgezogen war, oder mit Ballen von Nahrungsmassen zusammenhing. Da, wo er die ringförmige Ausbuchtung querte (Textfig. 14 *r.aub*), war er meist mit einem oder mehreren ringförmigen Wülsten umgeben. Soweit er im konischen Magenabschnitt lag, umhüllte ihn eine feste, glänzende Haut. Einmal bestand der Kristallstiel aus zwei ineinandergedrehten Stücken, die ebenfalls aus Nahrungsballen im Innern und einer dicken äußeren Sekretschicht zusammengesetzt waren. Die äußerste glatte Haut zeigte feine, schrägverlaufende Riefen, die durch Drehung und gleichzeitige Pressung entstanden sein müssen. Ein andermal bestand der Kristallstiel nur aus Sekretmassen und hatte die Form eines langgestreckten Propfes. Einmal sogar enthielt der Magen keinerlei Nahrungsteile, war aber von einer einheitlichen zusammenhängenden Sekretmasse ganz erfüllt. — Der enge hintere Teil des konischen Magenabschnittes und die hintere Ausbuchtung waren fast stets voll von kleinen, dunklen, länglichen Ballen, die aus einer Mischung von Nahrungsmassen mit hellem Magensekret und viel Lebersekretkugeln bestanden und von einer ebensolchen glänzenden Membran umhüllt waren, wie der Kristallstiel.

Auf Schnitten stellen sich Bau und Inhalt des Magens folgendermaßen dar: Der Faltenmagen (Taf. 4, Fig. 27) ist von einem Cylinderepithel ausgekleidet, das wie das des Vormagens gebaut ist und alle Falten in ungefähr der gleichen Breite überzieht. Auf Hämatoxylin-Eosinpräparaten haben seine Zellen ein fast ungefärbtes Plasma, das eine feine Netzstruktur erkennen

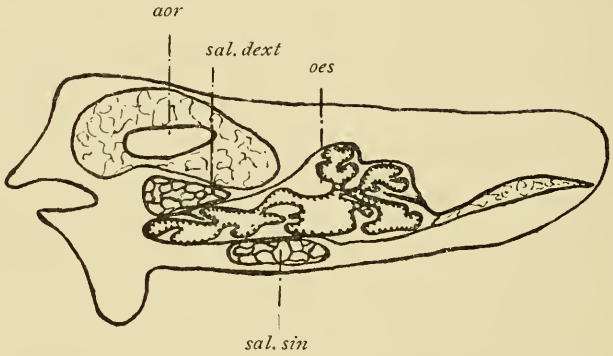
läßt und nur am distalen Ende mattrot gefärbt und feinkörnig wird. Nach dem Lumen zu sitzen dem Epithel ein kurzer Stäbchen- und ein langer Flimmersaum auf (Taf. 4, Fig. 27 *stä*, *fl*). Die Kerne liegen im basalen Drittel der Zellen. Sie sind länglich-rund, haben einen Nukleolus und wenig feinkörniges Chromatin. Zwischen die basalen Enden der Zellen sind zahlreiche Leukozyten (Taf. 4, Fig. 27 *wa.z*) eingewandert. Sie haben mattblau gefärbtes Plasma und runde bis unregelmäßig geformte Kerne.

Das Epithel ist am basalen Ende durch eine Grenzlamelle deutlich gegen die dahinterliegende Ringmuskelschicht abgesetzt (Taf. 4, Fig. 27 *mu*). Ihre Faserbündel sind auf der Abbildung quergetroffen dargestellt. Nach außen von der Muskelschicht liegt noch eine ziemlich breite Schicht zelligen pigmenthaltigen Bindegewebes (Taf. 4, Fig. 27 *big*).

Ein Epithel von sehr ähnlichem Bau kleidet den Cuticularmagen aus (Taf. 5, Fig. 28). Von dem des Faltenmagens unterscheidet es sich dadurch, daß am distalen Ende in der Breite der Zellen fädige Ausscheidungen von diesen ausgehen, die nach dem Lumen zu in eine verschieden breite homogene Cuticula verschmelzen (Taf. 5, Fig. 28 *cut*). Auf Hämatoxylin-Eosinpräparaten ist die Cuticula nach den Zellen zu mattrot gefärbt, nach dem Lumen zu dunkler. Manchmal zeigt sie leichte horizontale Schichtung. Das Epithel macht im ganzen einen etwas dunkleren Eindruck als das des Faltenmagens. Das kommt zum Teil daher, daß einzelne Zellen mit mattblau gefärbten Sekretkörnchen erfüllt sind. Die Muskelschicht (Taf. 5, Fig. 28 *mu*) ist viel breiter als die des Faltenmagens, das außen davon liegende Bindegewebe ebenso gebaut.

In der ringförmigen Ausbuchtung und dem Blindsack ist das Epithel (Taf. 5, Fig. 29) noch dunkler, wenn es auch im allgemeinen wieder denselben Aufbau zeigt. Es besteht aus langgestreckten Cylinderzellen, deren Kerne im basalen Drittel liegen. Distal von den Kernen sind die Zellen dicht mit kleinen Blasen erfüllt, die oft noch mit Hämatoxylin dunkelblau gefärbte Körnchen enthalten. Die Bläschen (Taf. 5, Fig. 29 *sekr*) sind in Mengen aus den Zellen ausgetreten. Am distalen Ende sitzt den Zellen noch ein kurzer Stäbchensaum auf (Taf. 5, Fig. 29 *stä*). Am basalen werden die Zellen durch eine sehr schmale Muskelschicht (Taf. 5, Fig. 29 *mu*) begrenzt, die als solche nur an den Kernen zu erkennen ist. Nach außen von der Muskelschicht liegt wieder zelliges pigmenthaltiges Bindegewebe.

Das Epithel des konischen Magenabschnittes ist im allgemeinen wie das des Faltenmagens gebaut und verhältnismäßig niedrig. Höher ist es nur in und neben der Furche und in einem schmalen Längsstreifen gegenüber von der Furche an der Dorsalwand des Magens. Neben der Furche ist wieder die innere Falte höher als die äußere, was schon an Textfig. 15 (*fu.post*) deutlich wird. Der Grund der Furche wird durch eine kleine Erhöhung noch einmal längsgeteilt. Das höhere Epithel ist zugleich dunkler gefärbt. An der Innenseite des konischen Magenabschnittes ist das Epithel in ganz feine Falten gelegt, im übrigen glatt. Am distalen Ende sind dem Plasma oft gelbe Körnchen eingelagert. Flimmern trägt das Epithel nur auf den Falten zu beiden Seiten der Furche. Sonst kommen überall am distalen Ende Stäbchen



Textfig. 20. Querschnitt durch Ösophagus und Aorta cephalica am Hinterende der Speicheldrüsen. Vergr. 15 mal.

vor. Sie sind auffallend breit und lang am Epithel der Innenseite, so daß sie wohl denen gleichzustellen sind, die Haller (1894, S. 41) für den Magen der Cyclobranchen beschreibt und an gewissen Teilen des Rhipidoglossenmagens beobachtet hat. Die Muskelschicht ist sehr schmal, die äußere Bindegewebsschicht zellig ausgebildet und ziemlich breit. Am basalen Ende sind zwischen die Epithelzellen zahlreiche Lymphzellen eingewandert, besonders viele an der Furche entlang. — Das Epithel der hinteren Ausbuchtung ist noch ebenso zusammengesetzt wie das des konischen Magenabschnittes, doch trägt es distal einen kurzen Stäbchen- und einen langen Flimmersaum. Außerdem ist es in sehr viel feine Längsfalten gelegt. Die Falten kommen zustande durch verschiedene Länge der Zellen und auch dadurch, daß die umgebenden Schichten das Epithel nach innen vorwölben. Diese

Schichten sind: eine breite Ring- und eine feine Längsmuskelschicht und eine breite lockere Bindegewebsschicht. Das Plasma der Zellen enthält am distalen Ende oft gelbe Körnchen.

Die Sekretmassen des Faltenmagens färben sich auf Hämatoxylin-Eosinschnitten mattrot und lassen die feine Körnelung noch besser erkennen. Sie sind entweder locker zusammengeballt oder zeigen in sich rundliche Schichtung (Taf. 3, Fig. 13), oder sind mit grob zerkleinertem pflanzlichen Material zusammengedreht. Hierin kann man noch unterscheiden eckige braune Stücke, Reste von Milchröhren, Gewebestücke mit verdickten Zellwänden und blaugefärbtem körnigem Inhalt oder Gewebestücke mit zarten Zellwänden, deren Zellen mit Drüsen von Kalziumoxalat oder homogenem dunkelbraunen Inhalt gefüllt sind. In dem schmaleren Längsabschnitt des Faltenmagens fand ich nie Nahrungsteile, sondern stets nur Sekretmassen (Taf. 3, Fig. 13). — Die Nahrungsteile, die der Cuticularmagen enthält, sind denen im Faltenmagen gegenüber nicht auffallend zerkleinert. Man kann in ihnen noch dieselben Elemente unterscheiden wie im Faltenmagen. Doch sind sie schon mit etwas Lebersekret gemischt und meist mit Magensekret zusammengeballt. Diese Ballen setzen sich manchmal in den Kristallstiel fort. — In den Sekretmassen der ringförmigen Ausbuchtung und des Blindsackes lassen sich neben Faltenmagensekret die Sekretbläschen erkennen, die ihr eigenes Epithel abscheidet, sowie zahlreiche Lebersekretkugeln und Leberzellenkörnchen. Meist aber reichen die Kristallstiele vom Cuticularmagen quer über die ringförmige Ausbuchtung hinweg bis in den konischen Magenabschnitt hinein. Ein Grund mehr, diesen noch dem Magen zuzurechnen. — Die Massen, welche die Ballen oder den Kristallstiel im konischen Magenabschnitt zusammensetzen, bestehen aus Faltenmagensekret, Lebersekreten nnd den Sekretbläschen aus Blindsack, ringförmiger Ausbuchtung und Leberausführgängen. Die dazwischen geschichteten Nahrungsmassen bestehen noch aus denselben Elementen wie in den vorhergehenden Magenabschnitten. Die kleinen länglichen Ballen, die stets im engen Hinterende des konischen Magenabschnittes vorkommen, sind ebenso zusammengesetzt wie der Kristallstiel. — In der hinteren Ausbuchtung sind die Ballen meist noch kleiner, was sich aus der stärkeren Muskelschicht dieses Magenteils erklärt. Ihre Sekretmassen bestehen entweder aus zähen, feingepunkteten, mit Hämatoxylin mattblau gefärbten Massen mit viel Lebersekretkugeln und Sekretbläschen. Oder sie sind aus feinkörnigen gelb-

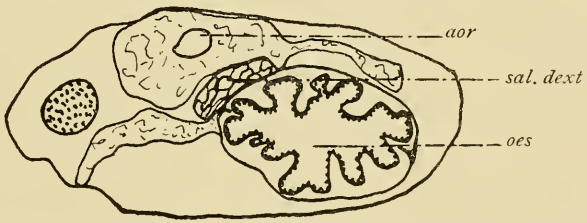
braunen Massen ohne Lebersekretkugeln zusammengesetzt, oder aus einem Gemisch beider Sekretarten. Man hat wohl in beiden Fällen Lebersekret vor sich. Im ersten Falle besteht es hauptsächlich aus Produkten der Lebersekretzellen und Leberausführgänge, im zweiten Falle überwiegen Produkte der Leberzellen.

Aus der Zusammenfassung all dieser Tatsachen ergibt sich für die Funktion des Magens wohl das Folgende: dringt keine Nahrung in ihn ein, so ist er von Sekretmassen erfüllt, die von der Wandung des Magens, der ringförmigen Ausbuchtung und des Blindsackes, der Lebergänge und der Leber selbst abgeschieden werden. Im Faltenmagen bestehen sie nur aus Sekreten der Faltenmagenwandung. Manchmal sind sie bis zum konischen Magenabschnitt (Textfig. 15 *con.mag*) hin locker geballt, zuweilen leicht konzentrisch geschichtet. Im übrigen können auch die Sekretmassen kristallstielartig geformt sein. — Dringt nun vom Vormagen aus Nahrung in den Magen ein (Textfig. 15 *v.mag*), so schiebt sie sich zunächst im schmaleren Abschnitt des Faltenmagens bis in dessen blindes Ende hinauf. Und zwar muß das noch ebenso schnell geschehen wie im ganzen Vorderdarm, da ich auch hier keine Nahrungsteile fand. Dann bewegt sich die Nahrung durch den breiteren Teil des Faltenmagens hindurch in den Cuticularmagen hinein (Textfig. 15 *cut.mag*), wobei sie schon durch wirbelartige Schichtung mit dem Faltenmagensekret gemischt wird. Die eigentliche Durcharbeitung der Nahrung mit dem Faltenmagensekret und schon etwas Lebersekret kommt aber erst im Cuticularmagen zustande, und zwar wohl mit Hilfe der Cuticularleisten (Textfig. 15 *cut.wu*, *cut.fal*) und der starken Muskelschicht. Die beiden sehnigen Muskelbänder (Textfig. 3, 4, 15 *mu*), die der Innenseite des Cuticularmagens ansitzen, dienen vielleicht dazu, ihn bei dieser starken Bewegung in seiner Lage festzuhalten. Trotz der Cuticulaauskleidung und -leisten und der starken Muskulatur möchte ich also diesen Magenabschnitt nicht als Kaumagen bezeichnen, denn es findet in ihm nicht eine weitere Zerkleinerung der Nahrung statt, sondern vielmehr eine Durchmischung mit Sekret. Die durchmischten Massen werden dabei zu länglichrunden Ballen zusammengedreht. Überwiegt die Nahrungszufuhr die Sekretausscheidung, so wandern die Ballen als solche weiter durch Magen und Darm, wobei nur noch von außen her Sekrete der Leber und der folgenden Magenabschnitte in sie eindringen. Ist dagegen die Sekretausscheidung größer als die Nahrungszufuhr, so bildet sich ein Kristallstiel aus.

So glaube ich wenigstens nach dem, was ich in der Literatur darüber fand, die mehr oder weniger gallertigen Gebilde bezeichnen zu können, die im Magen von Cyclophorus ceylanicus in der verschiedensten Ausbildung vorkommen. — Übersichten über Kristallstielbildungen bei Lamellibranchiern und Gastropoden finden sich bei Krukenberg (1882), Simroth (1896—1907, S. 537), Lang-Hescheler (1900, S. 301, 306) und Biedermann-Moritz (1911, S. 1030). Die letzte ist am umfassendsten und berücksichtigt die übrigen meist. Der Kristallstiel der Lamellibranchier ist hiernach im allgemeinen eine zylindrische, nach hinten verdünnt zulaufende gallertartige Bildung von oft ziemlich fester und elastischer Beschaffenheit. Das in den Magen vorspringende breite Ende ist fast regelmäßig von Nahrungsmaterial umgeben und durchsetzt und in Verflüssigung begriffen. Hiernach scheint der Kristallstiel fortdauernd bei der Verdauung verbraucht zu werden. Manchmal dringen Nahrungspartikel bis in die Achse des Stieles vor. Manchmal läßt sich eine innere Markmasse unterscheiden, die zuweilen weißlich ist und farbige Kristalle enthält, zuweilen neben Sandkörnchen aus unverdaulichen Nahrungsresten besteht. Meist ist der Stiel blaßgelblich, bei manchen dagegen völlig farblos und durchsichtig. Nahrungsteile enthält der Stiel nur, wenn er im Anfangsteile des Darmes liegt, statt wie gewöhnlich in einem Blindsack am Magenende. Bei Anodonta (nach Mitra) nimmt der Stiel nur die eine Längshälfte des Darmanfanges ein, die andere Hälfte vermittelt den Verkehr zwischen dem Magen und übrigen Darm und ist mit Nahrungsteilen gefüllt. — Über seine Entstehung bei Lamellibranchiern meint nun Biedermann, er sei nicht sowohl als ein Sekret des Darm- resp. Cöcalepithels aufzufassen, sondern sozusagen als ein Kondensationsprodukt der von der Mitteldarmdrüse gebildeten Absonderung. — Über die Deutungen seiner Funktion gibt schon Krukenberg eine Übersicht, doch werden verschiedene dieser Hypothesen von Biedermann widerlegt. Dieser meint: „Nur soviel darf wohl mit Sicherheit behauptet werden, daß der Kristallstiel irgendwie an den Verdauungs- und Assimilationsvorgängen beteiligt sein muß". Wichtig für seine funktionelle Bedeutung bei Lamellibranchiern ist der Nachweis, daß er der Hauptmasse nach aus Eiweißsubstanzen besteht und daß er nach Mitra „immer nur dann gut entwickelt gefunden wird, wenn die Muscheln Nahrung aufgenommen haben und sich im Verdauungszustand befinden". Doch ist noch nicht einwandfrei festgestellt, ob und wieweit er als gespeichertes

Reservematerial anzusehen ist. „Es bleibt aber demungeachtet die Tatsache bestehen, daß es sich um ein vergängliches Gebilde handelt, welches unter gewissen, noch genauer festzustellenden Bedingungen schwindet und sich wieder regenerieren kann." — Nach Biedermann ist es nun „eine Frage von größtem Belang, ob es sich bei dem fraglichen Organ wirklich am etwas handelt, was den Lamellibranchiern ausschließlich zukommt und für dieselben sozusagen charakteristisch ist, oder ob sich nicht auch bei anderen wirbellosen Tieren wenigstens vergleichbare Bildungen nachweisen lassen". Er selbst vergleicht den Kristallstiel der Lamellibranchier mit dem Mitteldarminhalt hungernder Mehlwurmlarven, der zum Teil wenigstens die Rolle eines Reservestoffes spielt. In nicht so naher Beziehung zu dem Kristallstiel der Lamellibranchier scheinen ihm ähnliche, bei Gastropoden beschriebene Bildungen zu stehen. So beschreibt Collier als „crystalline stylet" einen durchsichtigen gallertartigen Stab, welcher bei Strombus, Trochus und Murex in einem dem Ösophagus parallel verlaufenden Blindsack des Magens eingeschlossen liegt. Nach Huxley enthält bei Pteroceras ein aus dem Pylorusabschnitt entspringendes Coecum einen richtigen Kristallstiel. Hier zwar scheint es Biedermann kaum zweifelhaft, daß diese beiden Gebilde als Analoga des Kristallstieles der Lamellibranchier aufgefaßt werden können. Nicht so klar ist es ihm bei der Masse, die im Winter im Darm von Helix pomatia vorkommt und von Jung als etwas dem Kristallstiel der Lamellibranchier Ähnliches angesehen wurde. Sie bildet nach Jung eine Art Pfropfen, zusammengesetzt aus Endothelzellen, eingehüllt in Cuticularschuppen, die sich von der Darmwand abgelöst haben. Der Pfropfen kommt besonders im Darm hinter dem Coecum vor, aber auch im Magen. Manchmal bildet er einen wahren Abdruck des Darminneren. Er ist nie ganz durchscheinend. Auf Querschnitten zeigt er konzentrische Schichtung, die auf periodische Sekretion schließen läßt. Nach Simroth (1896—1907) werden kristallstielartige Gebilde bei Gastropoden noch verschiedentlich erwähnt. So von Moquin-Tandon bei Bythinia ein langer knorpeliger Stab, von Jhering bei Lithoglyphus ein Kristallstiel, von Moore ein Kristallstiel bei Thiphobia und Nassopsis, und zwar in einem besonderen Blindsack neben dem Rest des Spiralcoecoms. Woodward fand im Pterocerasblindschlauch ein Gebilde „nach dem Blindende zu spitz, das andere, abgeflacht, ragte in den Pylorus des Magens hinein, wo es gerade auf den feinen Cuticularkamm traf. Dieses

Ende glich mehr frisch verdautem Futter, nach der anderen Seite nehmen Gleichmaß und Transparenz zu". Haller (1894) beschreibt bei Fissurella einen Kristallstiel im dünnen Abschnitt des Mitteldarmes, der von dem dem Mitteldarm zugekehrten Teil der Pylorusfalte abgeschieden sein soll. Er liegt dorsal, ventral läuft eine Längsrinne durch den Magen hindurch. Er ist ein zylindrischer kurzer Stab, der an dem der Pylorusfalte zugekehrten Ende in einer schalenförmigen Schleimhautfalte liegt, die sich wahrscheinlich nur zu Zeiten bildet, in denen das Tier den Pfropfen besonders braucht. Er ist stets im März und April vorhanden. — Garnault (1887) fand bei hungernden Cyclostomen im konischen Teile des Mitteldarmes einen grauweißen, gallertartigen Zylinder, der am Anfang des zylindrischen Darmteiles plötzlich endet und nach dem Magen hin in einen kurzen, grauen Faden ausläuft. Er scheint aus Lebersekret zu bestehen. — Schließlich beschreibt Bregenzer (1915) einen Kristallstiel bei Bythinella Dunckeri. Er soll hier in einem Blindsack des Magens neben der Austrittsstelle des Enddarmes liegen. Dem Blindsack gegenüber ist die Cuticula des Magens zu einem Zahn verdickt. Der in das Magenlumen hineinreichende Teil des Stieles gleicht verdauter Nahrung, während er nach unten zu an Gleichmaß und Transparenz zunimmt. Auf einzelnen Schnittserien zeigt er konzentrische Streifung. Mit Eosin färbt er sich schwach. — Was nun den Kristallstiel von Cyclophorus ceylanicus betrifft, so glaube ich, ihn der Lage und dem Bau nach wohl als Analogon des betreffenden Gebildes bei den Lamellibranchiern bezeichnen zu können, ebenso wie es mir für die von Woodward, Garnault, Haller und Bregenzer beschriebenen Bildungen berechtigt erscheint. Das Bild freilich, das ich mir von seiner Entstehung und Funktion machen kann, bleibt ein lückenhaftes, da ich weder Fütterungsversuche noch chemische Reaktionen ausführen kann, doch glaube ich immerhin, folgendes feststellen zu können: Er entsteht sowohl aus Magen- als auch aus Lebersekret, wobei hin-



Textfig. 21. Querschnitt durch Ösophagus und Aorta cephalica hinter dem Hinterende der linken Speicheldrüse. Vergr. 15 mal.

sichtlich des Verhältnisses alle Übergänge bestehen. Das Lebersekret wird den aus dem Cuticularmagen vorgeschobenen Ballen hauptsächlich erst in der ringförmigen Ausbuchtung zugefügt, zusammen mit dem Sekret dieser Ausbuchtung und des Blindsackes. Überwiegt die Nahrungszufuhr die Magensekretion, werden also die Ballen als solche weitergeschoben, so ist das ihnen zugefügte Lebersekret in relativ ebenso großen Mengen in ihnen vorhanden, wie das Magensekret. Wird dagegen bei geringerer Nahrungszufuhr und also verlangsamter Fortbewegung ein regelrechter Kristallstiel gebildet, das heißt, legen sich um die im Cuticularmagen mit viel Magensekret durchmischten Nahrungsmassen beim Vorschieben durch die ringförmige Ausbuchtung hindurch noch Sekretschichten aus dieser und dem Blindsack, vermischt mit Lebersekret, so ist hier schon relativ mehr Magensekret vorhanden als Lebersekret. Mehr noch bei Tieren, deren Magen gar keine Nahrung enthält und wo die Magensekretmassen sich entweder im konischen Magenabschnitt mit Lebersekret zu einem Kristallstiel verfestigen oder als einheitliche zusammenhängende Masse den ganzen Magen ausfüllen, der auch erst in der ringförmigen Ausbuchtung Lebersekret beigemischt wird. — Die Formung der Sekret- und Nahrungsmassen zum eigentlichen Kristallstiel kommt der ringförmigen Ausbuchtung und dem konischen Magenabschnitt zu, so daß der Kristallstiel als Abdruck dieser beiden Abschnitte erscheinen kann. Der Cuticularmagen formt nur die in das Innere des Stieles einzuschließenden Ballen. — So sehe ich den Kristallstiel bei Cyclophorus ceylanicus als eine Bildung an, die im Grunde abhängig ist von der Zeit, während welcher die Magenwandungen auf den Mageninhalt einwirken können. Dies ist wichtig für die Beurteilung seiner Funktion. Er ist also nicht vorhanden bei Tieren, die in voller Nahrungsaufnahme begriffen sind. Typisch tritt er dagegen auf bei langsamer oder zeitweiliger Nahrungsaufnahme, gallertig bei fastenden Tieren. Rein als Speicherorgan ist er hier also nicht aufzufassen; auch deshalb nicht, weil diese verschiedenen Formen des Mageninhalts bei Tieren vorkamen, die zu ungefähr der gleichen Zeit getötet wurden und weil Cyclophorus ceylanicus in dauerndem Nahrungsüberfluß lebt. Wohl aber muß man vermuten, daß seine Bildung die Nahrung in engerem Kontakt mit den Magen- und besonders Lebersekreten bringt, die Nahrung also bei geringer Zufuhr besser ausgenutzt werden kann. — Obwohl ich die chemische Natur der Sekrete nicht bestimmen konnte, nehme

ich hiermit zugleich eine verdauende Wirkung der Magen- und Lebersekrete an. Das scheint mir berechtigt, weil die festen Nahrungsbestandteile vom Anfang des Magens an bis zum After im ganzen dieselbe Gestalt und Größe beibehalten. Schon im Magen also werden die verdaulichen Bestandteile aus der Nahrung herausgelöst, während die unverdaulichen, z. B. Gefäßtracheïden, Zellwände, Kristalle von Calciumoxalat unverändert weiter wandern. — Auch die Resorption setzt vielleicht schon im Magen ein, und zwar im Hinterende des konischen Magenabschnittes. Nach Haller (1894) würde hierfür der Besatz der Epithelzellen mit den breiten Stäbchen sprechen. Außerdem aber werden, wenn ein Kristallstiel vorhanden ist, schon hier von ihm kleine Stücke abgetrennt, die zu festen, länglichrunden Ballen zusammengepreßt, mehr angreifbare Oberfläche bieten. In der hinteren Ausbuchtung des Magens freilich werden sie noch mehr zerkleinert und noch einmal mit Lebersekret versetzt, das durch die im konischen Magenabschnitt entlang laufende Rinne frisch hierher geleitet werden kann. Die Hauptrolle bei der Resorption scheint also doch der Dünndarm zu übernehmen. Zum Schluß möchte ich noch einen Vergleich durchführen zwischen dem Mageninneren von Cyclophorus ceylanicus und dem von Paludina viv. und Cyclostoma el., die viele Übereinstimmungen zeigen. — Den Magen von Paludina viv. beschreibt Leydig eingehend (1850, S. 161): „Der Schlund, dessen Längsfalten mit einemmal aufhören, sobald er sich zum Magen erweitert hat, führt in eine Abteilung, die selbst wieder durch eine Querfalte in zwei Portionen zerfällt, wovon die obere eine zierliche Bildung zeigt, indem in ihr von einem helleren Fleck aus radienartig sechs niedrige Falten ausstrahlen. Eine hohe Querleiste trennt die erwähnten Magenabteilungen, welche man auch den Cardiateil des Magens nennen könnte, von einer grünfarbigen, tief ausgebuchteten Portion. Hierauf folgt der Pylorusteil des Magens, von welchem aber noch durch eine niedrige Querfalte ein kleiner Teil abgegrenzt wird, in welchen die Lebergänge mit ein oder zwei Mündungen sich öffnen“. Die grüne Bucht und der Wulst, der sie vom Cardiateile trennt, sind nach ihm von einer Membran von knorpelähnlicher Konsistenz überzogen, die sich auf dem Wulste stark verdickt und blattartig in das Mageninnere vorspringt. Gartenauer (1875, S. 14) ergänzt seine Beobachtungen noch dahin, daß die Furche, in die die Lebergänge einmünden, umbiegt, um durch den Magen hindurch noch ein Stück in den Mitteldarm hineinzulaufen, wo sie verschwindet.

Die sie begleitende Falte aber bleibt erhalten, wird gegen Ende des Mitteldarmes sehr schwach, erscheint jedoch im Enddarm wieder, wo sie nach beiden Seiten hin zahlreiche Querfältchen entsendet. — Der Magen von Cyclostoma el. ist nach Garnault (1887, S. 18) folgendermaßen gebaut: ein Teil läuft außen an der Oberfläche der zweiten Windung ein Stück nach hinten, während der andere sich in die Leberlappen einsenkt. Der Ösophagus mündet in den linken Teil des Magens im Niveau einer Linie, welche die beiden Lebermündungen miteinander verbindet. Unter diesen Mündungen zeigt der Magen schwach ausgeprägte Vorsprünge und Furchen, die in einer Längsrinne enden. Diese Rinne verlängert sich am Ende des Organes in eine andere Furche, die schräg nach oben läuft und sich schließlich unter die Vorsprünge der oberen Region verteilt. Die ganze dorsale Fläche zeigt zahlreiche Vorsprünge. Die des konischen Darmteiles, der von dem Magen durch eine ausgesprochene Querfurche getrennt wird und nach der anderen Seite in den Dünndarm überleitet, sind ausgesprochener. Die beiden Längsrinnen auf der dorsalen resp. ventralen Fläche des Magens teilen dessen Höhlung in zwei fast vollkommen getrennte Rinnen, die aber im Blindsack frei miteinander kommunizieren. — Zur allgemeinen Orientierung für das eben Erwähnte verweise ich auf Textfig. 16 u. 17. Ich fertigte sie nach je einem Lupenpräparat des Mageninneren von Paludina viv. und Cyclostoma el. und versah die einzelnen Abschnitte mit den Bezeichnungen, die denen im Magen von Cyclophorus ceylanicus entsprechen. Bei einem Vergleich stellte sich nun für Paludina folgendes heraus: Dem Vormagen von Cyclophorus ceylanicus entspricht eine Erweiterung des Ösophagus (Textfig. 16 *v.mag*) kurz vor seiner Einmündung in den Magen, die ebenfalls an dessen innerer Krümmung liegt. Der Faltenmagen (Textfig. 16 *fal.mag*) ist durch einige kleine Falten nur eben angedeutet; viel ausgesprochener als bei Cyclophorus ceylanicus ist dagegen das Faltensystem an der Cardia (Textfig. 16 *cut.fal*), ebenso der hornige Wulst (Textfig. 16 *cut.wu*) im Cuticulamagen. Sehr deutlich ist weiterhin die Rinne, die von der Cardia aus, von zwei Falten begrenzt, bis an die ringförmige Ausbuchtung heranführt (Textfig. 16 *r.aub*). Diese ist gut gekennzeichnet, läuft aber nicht in einen Blindsack aus. Auch liegen die beiden Lebermündungen (Textfig. 16 *hep.int, hep.ext*) mehr nach der Außenkrümmung des Magens zu und in der Richtung der Ausbuchtung nebeneinander. Durch den folgenden ebenfalls nach hinten sich verjüngenden Magenabschnitt (Text-

fig. 16 *con.mag*) hindurch zieht sich von der breiten Rinne her die Fortsetzung der äußeren Falte. Sie endet da, wo die hintere Ausbuchtung an den Magen ansetzt (Textfig. 16 *aub*), und tritt erst im eigentlichen Dünndarm (*il*) wieder auf. Im engen Hinterende zeigt auch hier der konische Magenabschnitt Querfalten.

Bei einem Vergleich mit dem Mageninneren von Cycl. el stellte sich folgendes heraus: der Ösophagus mündet ohne äußerlich sichtbaren Vormagen, aber auch an der Innenkrümmung in den Magen ein. Rechts davon zieht ein deutlicher Faltenmagen (Textfig. 17 *fal.mag*) bis in die folgende Körperwindung hinauf. Auch er wird durch eine hohe Längsfalte (Textfig. 17 *fal*) in zwei Abteilungen zerlegt. Nach links schließt sich an den Blättermagen wieder ein von Cuticula ausgekleideter Teil an, der einen hornigen Wulst und Faltenbildungen aufweist (Textfig. 17 *cut.wu, cut.fal*). Auf ihn folgt eine leichte Andeutung der ringförmigen Ausbuchtung (Textfig. 17 *r.aub*), und auf diese der konische Magenabschnitt, der in seinem Hinterende wieder kleine Ausbuchtungen zeigt (Textfig. 17 *con.mag*). An ihn setzt noch eine fein längsgefaltete Ausbuchtung (Textfig. 17 *aub*) an. Von der Cardia bis zum Pylorus durchzieht den Magen wieder eine Rinne, die, wie es mir schien, nur nach der Seite der Außenkrümmung hin durch eine Falte begrenzt wird, welche an der Dünndarmausbuchtung plötzlich aufhört. Die Lebermündungen (Textfig. 17 *hep.int, hep.ext*) sind ganz nach der Cardia hingerückt und liegen in der Längsrichtung des Magens nebeneinander.

Textfig. 22. Querschnitt durch Ösophagus und Aorta cephalica hinter den Speicheldrüsen. Vergr. 15 mal.

Im Magen von Paludina viv. fand Gartenauer keine Wimperung (1875) und auch für den Magen von Cycl. el. leugnet sie Garnault (1887).

b) Leber.

Die Leber füllt als dunkelbraunes massiges Gebilde die vorderste der Körperwindungen fast ganz aus. Nur rechts oben läßt sie Teile des konischen Magenabschnittes (Textfig. 2 *con.mag*) und Dünndarmes (Textfig. 2 *il*) frei, und an der linken Außenseite den Magenblindsack (Textfig. 2 *bls*) da, wo er sich aus der ringförmigen Ausbuchtung ausstülpt (Textfig. 3 *bls*). Nach hinten zu teilt sich die Leber in der Mitte, und der Blättermagen tritt zwischen ihr hervor (Textfig. 4 *bl.mag*). Ihre äußere Hälfte zieht

sich nur noch ein kurzes Stück am Blättermagen entlang nach hinten. Ihre innere Hälfte dagegen begleitet ihn bis zu seinem blinden Ende oder erstreckt sich noch weiter hinauf, je nach der Ausbildung der Gonade. Innen auf der Columellaseite läßt die Leber zwischen sich Raum für den Magen und die zahlreichen Schlingen des Dünndarmes. — Präpariert man die Leber vom Magen ab, so sieht man, daß ihre beiden Hälften auf der Innenseite zwar nicht zusammenhängen, auf der Außenseite jedoch dicht ineinander geschoben sind, so daß man sie hier nicht sondern kann. Doch muß man aus des Zweizahl der Mündungen und der verschiedenen Ausdehnung der Hälften wohl annehmen, daß die Leber von Cyclophorus ceylanicus aus zwei Lappen besteht. Sie sind von einer bindegewebigen Hülle eingeschlossen und durch viele feine Bindegewebsfasern an die Magenwand angeheftet. Präpariert man die Hülle, die der Leibeshöhlenwand entspricht, ab (Textfig. 2), so sieht man, daß die Leber aus vielen hellbraunen Azini besteht, deren Ausführgänge sich in größere sammeln, die schließlich in je einen Hauptausführgang zusammenlaufen. Die beiden anfangs sehr breiten Hauptausführgänge sind bis tief in die Leber hinein mit weißen Sekretmassen angefüllt, die denen im Blättermagen äußerlich gleichen.

Auf Schnitten durch die Leber (Taf. 3, Fig. 12 *hep*) sieht man ein dichtes Gewirr ihrer Azini und Gänge. Ihr Lumen ist verschieden weit. Die Wandung besteht aus dem sehr breiten Leberepithel, das nach außen hin von einem feinen bindegewebigen Häutchen mit platten Kernen begrenzt wird (Taf. 5, Fig. 30 *big*). Ich unterscheide drei Arten von Epithelzellen: Sekret-, Leber- und Kalkzellen. Die ersten nenne ich Sekretzellen (Biedermann-Moritz 1911) und nicht Fermentzellen (Barfurth 1883), da die Fermentnatur ihrer Einschlüsse noch nicht einwandfrei nachgewiesen ist. Die zweiten dagegen, Biedermanns Resorptionszellen, bezeichne ich nach Barfurth als Leberzellen, da ich über die resorbierende Tätigkeit von Cyclophorus ceylanicus nichts aussagen kann.

Am charakteristischsten sind die Sekretzellen mit den Lebersekretkugeln (Taf. 5, Fig. 30 *sekrz*). Diese können je nach ihrem Ausbildungszustand sehr verschieden aussehen und sehr verschieden groß sein. Es kommen vor kleine leuchtend gelbe bis dunkelbraune Kugeln, ungefähr von der Größe der Leberzellenkerne. Dann große Kugeln mit hell- bis dunkelbrauner wabiger Struktur oder mehreren kleineren Kugeln im Inneren. Dann solche

mit vielen kleinen gelb- bis dunkelbraunen Körnchen, die inmitten der Kugel zusammengeballt sind und nach der derben dunklen Membran hin einen schmalen hellen Zwischenraum lassen. Schließlich finden sich noch große dunkelbraune Kugeln. Mit Ausnahme der dunkelbraunen Kugeln sind alle mehr oder weniger lichtbrechend. Über die zeitliche Aufeinanderfolge dieser verschiedenen Stadien möchte ich nichts aussagen, da jedes der Stadien sich unregelmäßig verteilt sowohl am basalen als auch am distalen Ende des Epithels als auch im Lumen vorfand. Die Sekretkugeln liegen in Vakuolen, welche das distale Ende der Sekretzellen meist soweit erfüllen, daß deren mit Hämatoxylin mattblau gefärbtes Plasma eng an der Basis zusammengedrängt ist. Hier liegt auch der mittelgroße Kern.

Die der Zahl nach überwiegenden Leberzellen sind lang zylindrisch und oft nach dem Lumen zu kolbig verdickt. Oft ragen sie weit in das Lumen vor (Taf. 5, Fig. 30 *lez*). Ihr Plasma ist im basalen Teile hell, wabig, wird aber nach dem distalen Ende hin feinkörnig und färbt sich hier mit Eosin rot. Dem distalen Ende der Zellen sitzt ein kurzer Stäbchensaum auf.

Die Kerne liegen basal von der Zellmitte. Sie sind länglichrund und haben sehr wenig fein verteiltes Chromatin und manchmal einen Nucleolus. Zwischen die Plasmawaben sind in kleine Bläschen viele mattgelbe Körnchen eingelagert. Stellenweise enthält das distale Ende auch ganz feine, mit Hämatoxylin dunkelblau gefärbte Körnchen, die vereinzelt fast die ganze Zelle erfüllen. Die Zellen gleichen dann einem Sekretionsstadium der Schleimzellen.

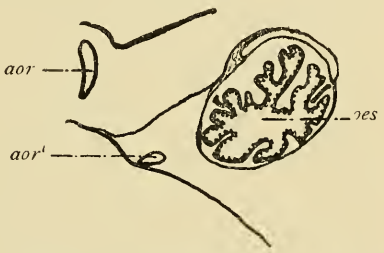
Die Kalkzellen (Taf. 5, Fig. 30 *kk.z*) sind breite bis langgestreckte dreieckige Gebilde. Mit einer Kante liegen sie der umhüllenden Bindegewebsschicht an, mit der gegenüberliegenden Ecke erstrecken sie sich mehr oder weniger weit zwischen die Leberzellen hinein, oft bis an das Lumen heran. Ihr Plasma zeigt eine mit Hämatoxylin dunkelblau gefärbte Wabenstruktur, die die Zellen im ganzen dunkel erscheinen läßt. Doch sind in den Waben viele helle durchscheinende Vakuolen zu erkennen. Sie bezeichnen wohl die Stellen, aus denen Kalkkörner ausgelöst worden sind. Jedenfalls glich ihr Zellinneres ganz dem, das ich an den Kalkzellen einer Schnittserie von Cyclophorus ceylanicus beobachtete. Für Cyclophorus ceylanicus gibt Barfurth (1883) Kalkzellen an. Ich fand bei einer Serie die betreffenden Zellen von Cyclophorus el. dicht mit mattblau gefärbten, konzentrisch

geschichteten Konkretionen erfüllt, die im Inneren meist ein dunkler blau gefärbtes Korn enthielten. Bei einer zweiten Schnittserie dagegen waren die Zellen ebenso wie bei Cyclophorus ceylanicus dicht mit hellen Vakuolen erfüllt. Ich darf also wohl umgekehrt daraus schließen, daß auch die Vakuolen von Cyclophorus ceylanicus ursprünglich Kalkkörner enthielten. Die Kerne liegen basal. Sie sind sehr groß, unregelmäßig geformt und chromatinreich.

Schließlich liegen zwischen den Zellen oder im Lumen der Azini noch runde Gebilde, die ich für Coccidien halte (Taf. 5, Fig. 30*p*). Auf Hämatoxylin-Eosinpräparaten sind sie mattrosa bis mattblau gefärbt und zeigen feine runde Wabenstruktur. In ihrer Mitte liegt ein großer runder Kern, der ganz feine Körnelung und einen dunkleren, exzentrisch gelegenen Fleck zeigt. Zuweilen sind kleine, stark lichtbrechende, mit Eosin rotgefärbte Körnchen zwischen die Waben eingestreut. Die Parasiten kommen auch zwischen Sekret- und Nahrungsmassen im Magen und Darm vor, einmal auch im Ösophagus.

Auf manchen Schnitten ist gut zu sehen, wie sich durch die Länge je eines Leberlappens ein Hauptausführgang zieht (Taf. 3, Fig. 12 *duc.hep.int*). Im Inneren der Leberlappen sind die Gänge mit dem eigentlichen Leberepithel ausgekleidet. Es geht aber gegen die Mündung zu schnell in ein Epithel (Taf. 5, Fig. 31) über, das sich auch im Magen zwischen den beiden Lebermündungen hinzieht und dem des Blindsackes ähnelt. Es ist in tiefe schmale Falten gelegt, die wohl eine Vergrößerung der Sekretionsoberfläche vorstellen. Das Epithel nämlich besteht aus becherartigen Zellen, die nur am Rande einen Saum körnigen Plasmas tragen, das sich mit Eosin rot färbt. Die übrige Zelle bis zum basalständigen Kern hin ist von einem Hohlraum erfüllt. Er enthält helle Bläschen, zuweilen mit körnigem, mattrot gefärbten Inhalt, die als solche ausgestoßen werden. Die Kerne liegen langgestreckt im Basalteil der Zellen. Das distale Ende der Zellen trägt einen kurzen Stäbchen- und einen langen Flimmersaum. Nach außen liegt dem Epithel eine pigmenthaltige Bindegewebsmembran und eine schmale Muskelschicht an. — Aus der Breite der Gangmündungen könnte man wohl ein Eindringen von Nahrung vermuten. Doch sah ich auf Querschnitten auch bei einem Exemplar, dessen Magen dicht mit Nahrung gefüllt war, keine festen Nahrungsteile im Lumen der Leberausführgänge. Im Lumen der Gänge bis in die Azini hinein fanden sich nur mit Eosin mattrot

gefärbte körnige Sekretmassen, gemischt mit den Sekreten der Leber- und Sekretzellen und den Sekretbläschen aus dem Epithel der Ausführgänge. Es ist nun immerhin möglich, daß nur flüssige Nahrungsbestandteile in die Lebergänge eindringen, um hier resorbiert zu werden. Doch hatten Prüfungen mit Sudan auf Fett und mit Jodjodkalium und nach der Bestschen Methode auf Glykogen keinen Erfolg. Dies kann jedoch an der Konservierungsart des Materials liegen. Denn da wahrscheinlich schon das Sekret des Faltenmagens die verdaulichen Bestandteile der Nahrung zum großen Teile löst, und außerdem in den Kalkzellen jedenfalls Kalk aufgespeichert worden war, so wäre ein Eindringen von Nahrungssaft in die weiten Gänge der Leber und eine Anhäufung auch anderer Resorptionsprodukte in ihren Zellen nicht unmöglich. Das ist jedoch das Einzige, was ich über die resorbierende Funktion der Leber von Cyclophorus ceylanicus aussagen kann.



Textfig. 23. Querschnitt durch Ösophagus und Aorta cephalica im hinteren Teil der Leibeshöhle. Vergr. 15 mal.

Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Azini sind von zelligem Bindegewebe ausgefüllt, das oft Muskelfasern enthält. Verschiedentlich sind die einzelnen Bindegewebszellen innerhalb der Zwischenräume sternförmig angeordnet, wobei sie zuweilen ein Gefäß der Aorta hepatica umschließen. Die Pigmentzellen, die im allgemeinen unregelmäßig über das Bindegewebe verstreut sind, liegen bei den sternartigen Gebilden an deren Peripherie. Ich kann hierfür auf Taf. 5, Fig. 32 verweisen, weil an den Blutgefäßen des Darmes die Verhältnisse ebenso liegen. Die Bindegewebszellen sind verschieden groß und unregelmäßig geformt. Sie haben eine mit Eosin mattrot gefärbte Membran, die ganz fein oder als breiter Streifen die einzelnen Zellen umschließt. Meist enthalten die Zellen mattrote, feingekörnte Plasmareste, die oft inmitten der Zelle liegen und unregelmäßig an der Membran aufgehängt sind. Die Kerne sind rund bis länglichrund und haben einen Nucleolus und feinkörniges Chromatin. Manche der Zellen sind mehr oder weniger mit hell- bis braungelben Pigmentkörnchen erfüllt.

Bei Pal. viv. hat sich trotz des zuweilen doppelten Ausführganges nach Simroth (1896—1907) nur die linke Leber erhalten, bei Cyclophorus el. sind nach Garnault (1887) und nach

meinen eigenen Beobachtungen noch zwei Leberlappen zu erkennen. Ebenso sah ich, daß das Epithel der Hauptausführgänge bei Pal. viv. feingefaltet ist und dem des an der Mündung liegenden Magenabschnittes gleicht, daß sich bei Cyclophorus el. dagegen das Leberepithel fast bis an die Mündung fortsetzt. Es besteht hier aus Leber-, Sekret- und Kalkzellen, bei Pal. viv. fehlen die Kalkzellen. Hierauf weist schon Barfurth (1883) hin.

E. Dünndarm.

Der Dünndarm verläuft in fünf Windungen. Zunächst bildet er die Schlinge *I* (Taf. 1, Fig. 2 und 3 *i*), indem er dicht hinter der hinteren Magenausbuchtung (*A*) scharf umbiegt, dann an ihr entlang unter dem Magen hinweg nach rechts vorn läuft und sich an der Oberfläche der vordersten Körperwindung nach hinten wendet. Dann zieht er wieder unter dem Magen hinweg parallel mit dessen ringförmiger Ausbuchtung (Taf. 1, Fig. 3 *r.aub*) nach links, biegt bei *B* nach oben um und läuft bis unter den Magen an seiner eigenen Oberseite zurück (*II*). Hier wendet er sich in flachem Bogen nach links vorn, wobei er über Schlinge *IV* hinüberzieht, und biegt bei *C* scharf nach rechts unten. Mit einer Biegung nach links vorn erscheint er wieder an der Oberfläche und bildet durch einen scharfen Knick nach rechts hinten (*III*) die dritte Schlinge. Hinter *D* senkt er sich wieder in die Lebermasse ein und zieht unter Schlinge *I* und *II* hinweg nach links hinten. Dicht unter der Oberfläche (*IV*) biegt er nach oben um und bildet, indem er die Schlinge *II* zunächst parallel, dann unter ihr hinwegzieht, die vierte Schlinge. Vor *E* beschreibt er dann einen kleinen Knick, indem er sich nach links, dann nach rechts vorn wendet und bei *E* wieder an die Oberfläche tritt. Hier zieht er nach links bis an den vorderen Ast von Schlinge *III* heran und biegt bei *V* scharf nach rechts unten um. Hierdurch bildet er die fünfte Schlinge. Ganz rechts, bei *F* tritt der Darm dann in die Mantelhöhle ein und wird als Enddarm (Taf. 1, Fig. 2 *re*) bezeichnet.

An die hintere Magenausbuchtung (Textfig. 4 *aub*) setzt der Dünndarm (*il*) mit einer leichten Einschnürung an. Schon äußerlich ist zu erkennen, wie die Längsfalten der Ausbuchtung allmählich in ihm auslaufen. Während seines weiteren Verlaufes bis zum Übergang in den Enddarm zeigt er ungefähr denselben Bau und dieselbe Dicke, einen runden Querschnitt oder perlschnurartige Auftreibung durch Kotmassen. In der Mitte seines Verlaufes etwa (Taf. 1, Fig. 2 und 3 *d*) ist er stark erweitert.

Der ganze Dünndarm ist von lockerem Bindegewebe umgeben und mit Ausnahme weniger oben erwähnter Stellen, die nur von der Leibeshöhlenwand überdeckt sind, tief in die Leber eingebettet.

Am aufgeschnittenen Dünndarm ist folgendes zu erkennen: Das Epithel der hinteren Magenausbuchtung geht allmählich in das des Dünndarmes über. Die breiten Längsstreifen legen sich zunächst dicht nebeneinander, lösen sich aber bald in dem glatten lockeren Epithel auf, das von nun an den Dünndarm auskleidet. An zwei Stellen, Biegungsstellen des Darmes, ist das Lumen enger. An der ersten (Taf. 1, Fig. 2 und 3 *b*) ist das Epithel wieder deutlich längsgestreift, an der zweiten (Taf. 1, Fig. 2 und 3 *e*) dichter und fein quergestreift. Nach hinten hin geht das Dünndarmepithel allmählich in das des Enddarmes über. Die im konischen Magenabschnitt so deutliche Flimmerfurche ist durch den ganzen Dünndarm hindurch zu verfolgen, wenn auch stellenweise wenig ausgesprochen.

Bis *B* (Taf. 1, Fig. 2 und 3) ist der Dünndarm noch von feingefaltetem Magenepithel ausgekleidet, das dann ziemlich schnell in das eigentliche Dünndarmepithel übergeht. Die Längsfalten werden schmaler, und das Epithel besteht schließlich aus großen Drüsenzellen (Taf. 5, Fig. 33) in den verschiedensten Funktionsstadien. Die sekretfreien Zellen werden mehr oder weniger von feinkörnigem, mit Eosin mattrot gefärbtem Plasma erfüllt. Die Kerne liegen ungefähr in der Mitte der Zellen. Sie haben einen oder zwei Nucleoli und sind langgestreckt. Zwischen sekretfreien und sekreterfüllten Zellen sind alle Übergänge vorhanden, sowohl was den Zellinhalt als auch Lage und Form der Kerne betrifft. Die ganz mit Sekret erfüllten Zellen zeigen auf hellem Grunde feine, mit Hämatoxylin mattblau gefärbte Netzstruktur. Zuweilen liegen dazwischen kleine Vakuolen mit gelbbraunen Körnchen. Die hellen Sekretmassen drängen das Plasma an das distale Zellende und die Kerne an das basale. Die Kerne sind rund, haben einen großen Nucleolus und grobkörniges Chromatin. Am distalen Ende sitzen den Zellen lange Flimmern auf, die sich allerdings meist nur in der Tiefe der Falten erhalten haben. Die feine Faltung kommt durch verschiedene Länge der Zellen zustande. Die äußere Umhüllung dieses Darmabschnittes ist dieselbe wie am vorhergehenden, nämlich eine breite Ring- und eine feine Längsmuskelschicht. Auch der Inhalt besteht noch aus denselben kleinen Ballen, die im Verhältnis zu der großen Menge braunen Lebersekretes nur wenig feste Nahrungsteile enthalten.

Des Sekret dieses Darmabschnittes scheint die Lebersekretkugeln zu zersetzen, denn man trifft hier oft Kugeln an, aus denen die braunen Einschlüsse heraustreten. Das Epithel der Flimmerfurche, die sich deutlich abhebt, ist dasselbe wie das der Furche im konischen Magenabschnitt. Weiter nach hinten (Taf. 1, Fig. 2 und 3*d*) geht das eben beschriebene allmählich in ein Epithel über, das zwar noch ebenso in schmale Falten gelegt ist, dessen Zellen aber länger und sekretreicher sind. Auch hier rührt die Faltung von der verschiedenen Länge der Zellen her und ebenso wie bisher bestehen alle Übergänge zwischen sekretfreien und sekreterfüllten Zellen. Die sekretfreien sind wieder mehr oder weniger von feinkörnigem, mit Eosin mattrot gefärbtem Plasma erfüllt, das stellenweise distal vom Kern feine gelbe Punkte enthält. Ihre länglichen Kerne haben wieder zwei Nucleoli. Als Vorstadium der Sekretion bildet sich in den Zellen ein feines, mattblau gefärbtes Maschenwerk aus, das immer mehr von kernigem, mit Hämatoxylin dunkelblau gefärbtem Sekret erfüllt wird. Manchmal bildet das Sekret in der Zelle große dunkle Flecken. Dazwischen liegen oft | wieder kleine helle Vakuolen (Taf. 5, Fig. 33), die mit braungelben Kügelchen gefüllt sind. Sie liegen sowohl im distalen als auch im basalen Teile der Zellen, sind aber im Darmlumen nicht zu finden. Die Kerne liegen meist im basalen Drittel der Zellen. Sie sind sehr groß, rundlich, haben einen deutlichen Nucleolus und grobkörniges Chromatin. Mit Bismarkbraun färbte sich das Sekret dunkelbraun, ist also Schleim. Am distalen Ende tragen die Zellen wieder einen langen Flimmersaum, der sich auch hier meist nur in der Tiefe der Falten erhalten hat. Diese Region des Darmepithels muß besonders empfindlich sein, da durch Schrumpfung zwischen den Zellen zahlreiche Zwischenräume entstanden sind. Die deutliche Furche ist wieder mit demselben Flimmerepithel ausgekleidet wie vorher. Die umgebende Muskelschicht ist hier sehr fein, die Bindegewebsschicht dagegen breit und pigmenthaltig. Das Lumen dieses Darmteiles ist stark erweitert. Seine Inhaltsmassen haben noch dieselbe Zusammensetzung wie die des vorhergehenden, sind aber in viele sehr kleine Kugeln zerteilt und von blau gefärbten Schleimmassen durchsetzt. Weiter nach hinten hin werden die Sekretmassen des Darminhaltes resorbiert. Er besteht dann aus großen Kugeln, die aus lockeren Nahrungsresten zusammengeballt sind. Man kann darin noch dieselben festen Bestandteile unterscheiden wie im Magen. Da von hier an der Darminhalt ungefähr

die gleiche Zusammensetzung beibehält, darf man wohl annehmen, daß weiterhin nur noch wenig verdaut und resorbiert wird.

Zugleich verschwinden aus dem Epithel die Schleimzellen wieder bis auf wenige. Es besteht dann aus langen, schmalen Zellen, die Lücken zwischen sich lassen. Ihr Plasma ist durch Eosin mattrot gefärbt, feingekörnelt und von kleinen Vakuolen durchsetzt. Ihre länglichrunden Kerne liegen im basalen Drittel; sie haben einen Nucleolus und feinkörniges Chromatin. Das Epithel ähnelt jetzt dem der Flimmerfurche. Bei *E* (Taf. 1, Fig. 2 u. 3) ist es in viele feine Falten gelegt, da sich hier das Darmlumen stark verengt. Dann erweitert sich der Darm wieder, behält aber Epithel und Inhalt wie eben bei und geht in den Enddarm über.

Paludina viv. hat nach Gartenauer (1875) am Übergang vom Magen in den Dünndarm Flimmerepithel, das sich weiterhin auf die durch den ganzen Dünndarm hindurch sichtbare Längsfalte beschränkt. Von Drüsenzellen erwähnt er nichts. — Für den Dünndarm von Cyclostoma el. gibt Garnault (1887, S. 23) weder Flimmern noch Drüsenzellen an.

Textfig. 24. Querschnitt durch Ösophagus und Aorta cephalica nahe dem Anfang der Aorta. Vergr. 15mal.

F. Enddarm.

Der Enddarm (Textfig. 1, 2 *re*), das heißt der Teil des Darmes, der in der Mantelhöhle liegt, verläuft dicht links neben den Ausführwegen der Geschlechtsprodukte an der Decke der Mantelhöhle und mündet mit einer Papille in deren rechter Vorderecke. Nach außen grenzt er an die äußere Hautdecke, nach innen überzieht ihn das Deckenepithel der Mantelhöhle und rechts legt er sich an Uterus resp. Samenleiter an.

Sowohl am aufgeschnittenen Darm als auch an Schnittpräparaten ist gut zu verfolgen, wie das Dünndarmepithel schnell in das des Enddarmes übergeht. Die Schleimzellen, die dem letzten Stück des Dünndarmes noch eingelagert waren, verschwinden, und der Enddarm ist von jetzt ab mit einem fein längsgefalteten gleichmäßigen Epithel überzogen. Die Falten kommen zustande durch verschiedene Länge der Zellen. Diese enthalten helles vakuolenreiches Plasma, das nur am distalen Ende feinkörnig und durch Eosin mattrot gefärbt ist. Flimmern kommen in diesem Darmteil scheinbar nicht vor. Die länglichen Kerne liegen durchschnittlich in der Mitte der Zellen. Distal von ihnen sind dem

Plasma oft feine gelbe Körnchen eingelagert. Die Furche tritt dadurch deutlich hervor, daß die Zellen ihres Epithels festergefügt und weniger vakuolenreich sind. Die nach außen hin gelegene Muskelschicht ist kräftiger als am Ende des Dünndarmes, die Bindegewebsschicht noch ebenso breit und pigmentreich. — Allmählich bildet sich ein Epithel aus, das an der rechten Seite des Enddarmes flache oder gar keine Falten zeigt, an der linken Seite zahlreiche flache Falten, an der oberen und unteren Mediane dagegen sehr tiefe. Die Falte der unteren Mediane zeigt bald auch deutliches Flimmerepithel. Die Anordnung bleibt bis fast an das Ende des Darmes die gleiche. Schließlich kommen zur ventralen Falte noch andere hinzu, bis wieder die ganze Darmwand gefaltet ist. Nur in die größeren greift zunächst die innere Bindegewebsschicht mit ein. Die Ringmuskelschicht verbreitert sich allmählich, die Falten werden tiefer und die Ringmuskelschicht stülpt sich mit in sie hinein. Jedenfalls ist dies nur ein Kontraktionszustand, zeigt aber, wie kräftig hier eine Kontraktion wirkt. Auch das äußere Bindegewebe ist hier von derben Muskelsträngen durchzogen. — Um die Afteröffnung herum treten zwischen den gewöhnlichen Enddarmepithelzellen zahlreiche Zwischenräume und Sekretzellen mit hellem Plasma und feiner Wabenstruktur auf Die Kerne der gewöhnlichen Zellen (Taf. 5, Fig. 34 *stz*) liegen im distalen, die der Sekretzellen (Taf. 5, Fig. 34 *dr.z*) im basalen Drittel. Manche der Sekretzellen sind mit körnigem, durch Hämatoxylin dunkelblau gefärbtem Schleim erfüllt. Die Flimmern, die wohl durchweg hier vorkommen, waren meist abgerissen. Das die Enddarmpapille umgebende Epithel der Mantelhöhle hat hier dieselbe Beschaffenheit. Zuweilen sind am Grunde des Epithels Ballen kleiner gelber Körnchen eingelagert, sie schienen entweder in den Hohlräumen zwischen den Zellen oder in den Sekretzellen zu liegen.

Bei Paludina viv. wimpert nach Gartenauer (1875) die Innenfläche des ganzen Enddarmes, ebenso bei Cyclostoma el. nach Garnault (1887). Hier sollen zwischen dem gewöhnlichen Epithel auch Schleimzellen vorkommen.

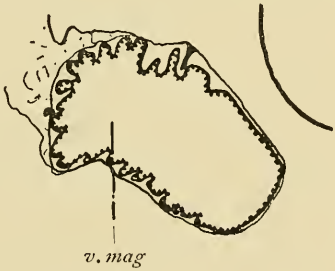
IV. Zusammenfassung und Vergleich mit anderen Prosobranchiern.

a) Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse:

Der Darmkanal beginnt mit einer Vor- und Mundhöhle (Textfig. 7 und Tafel 1, Fig. 5). Die Mundhöhle wird gegen

die Bukkalhöhle durch zwei Kiefer abgeschlossen. Sie sind oben miteinander verwachsen und werden von einem Feld besonderer Zellen abgeschieden (Textfig. 11, Taf. 2, Fig. 6 und Taf. 3, Fig. 16). — Die Umhüllungsschichten des Pharynx stehen in bestimmtem Zusammenhang mit denen von Ösophagus und Radulascheide (Taf. 1, Fig. 1). — In der Bukkalhöhle befinden sich paarige dorsale und laterale Bukkaltaschen und eine unpaare hintere Bukkaltasche (Textfig. 9, Taf. 1, Fig. 4 u. 5 und Taf. 2, Fig. 10). — Die Bukkalhöhle wird zum Teil von Zylinderepithel mit Cuticula, zum Teil von Schleimdrüsenepithel ausgekleidet. — Vorn am Zungenwulst empor zieht sich ein sogenannter Subradularhöcker ohne Sinneszellen und Ganglien (Textfig. 9 und Taf. 1, Fig. 5). — Im Zungenwulst liegen zwei Stützplatten von teils chondroidem knorpelähnlichem, teils chordoidähnlichem Bau (Textfig. 13, Taf. 1, Fig. 4, Taf. 3, Fig. 18 u. Taf. 4, Fig. 19).

Neben dem Ösophagus liegen zwei Speicheldrüsen. Ihre Azini münden in Gänge, die sich in je einem Hauptausführgang sammeln. Die Hauptausführgänge münden vor dem Schlundring in die dorsalen Bukkaltaschen (Textfig. 1, 6 und Taf. 1, Fig. 4). Das Epithel der Nebenausführgänge besteht aus meist flimmerlosen Zylinderzellen, das der Hauptausführgänge aus flimmerlosen Schleimzellen (Taf. 4, Fig. 20 u. 25).



Textfig. 25. Querschnitt durch den Vormagen. Vergr. 15 mal.

Die Mündung der Radulascheide unten in den Pharynx wird von einem mit dicker Cuticula bekleideten Epithelwulst verschlossen (Textfig. 9 und Taf. 1, Fig. 5). — Die Radula ist eine typische Tänioglossenradula. In einer Querreihe stehen sieben Zähne, doch nach der Formel 1 + 2 + R + 2 + 1 (Textfig. 12). Die Radulatasche ist sehr lang, ihr Hinterende nach vorn umgeschlagen und oft aufgerollt (Textfig. 10). In ihrem zweizipfeligen Hinterende liegen sieben Gruppen von langen schmalen Odontoblasten, deren jede einen Zahn abscheidet. In den dahinter liegenden Zellen des supraradulären Epithels sind zahlreiche mitotische Kernteilungen zu beobachten. Das subraduläre Epithel erniedrigt sich sehr schnell nach vorn hin. Doch liegt unter jedem Zahn ein Polster höherer Zellen. — Nach vorn hin nehmen die Zähne an Stärke zu, und zwar durch Schmelzabsonderung vom

supraradulären Epithel her. Die Zähne rücken im Zusammenhang mit der Basalmembran und dem subradulären Epithel vor. Das vorgeschobene Epithel trägt wahrscheinlich zur Bildung des Subradularhöckers bei (Taf. 4, Fig. 21, 22, 23 u. 24). — Über die Radulascheide stülpt sich von hinten her die Aorta cephalica. Sie bildet um den Pharynx herum einen Sinus und sendet von dem Radulasinus aus nach unten einen Ast in den Fuß, nach oben zwei Äste an die Speicheldrüsen (Textfig. 6 und Taf. 2, Fig. 11).

Zwischen Radulascheide und Ösophagus liegt in der Hinterwand des Pharynx eine feste, elastische Bindegewebsmasse (Taf. 2, Fig. 11).

Hinten oben vom Pharynx geht der Ösophagus ab. Er ist durchweg von flimmerndem Drüsenepithel ausgekleidet (Textfig. 6 und Taf. 4, Fig. 26). Unten an der Grenze von Bukkalhöhle und Ösophagus mündet jederseits eine Schlundtasche (Textfig. 6, 9 und Taf. 2, Fig. 7). — Der Ösophagus geht im hinteren Abschnitt der Leibeshöhle in den Vormagen über und dreht sich bis dahin um 45° (Textfig. 3, 18—25). In diese Drehung sind die Speicheldrüsen, die Radulatasche und Aorta cephalica einbezogen, nicht aber die Schlundtaschen.

Der Magen zerfällt in fünf Abschnitte: Vormagen, Faltenmagen, Cuticularmagen, ringförmige Ausbuchtung mit Blindsack, konischer Magenabschnitt mit hinterer Ausbuchtung (Taf. 1, Fig. 2 u. 3). Der Faltenmagen zieht bis in die folgende Körperwindung hinauf, der übrige Magen bildet eine Schlinge innerhalb der vordersten Körperwindung. — Der Magen ist von hohem Zylinderepithel ausgekleidet. Es trägt im Vormagen, Faltenmagen und der hinteren Ausbuchtung kurze Stäbchen und lange Flimmern, im Cuticularmagen eine verschieden dicke Cuticula, in der ringförmigen Ausbuchtung und dem Blindsack kurze Stäbchen, im konischen Magenabschnitt stellenweise lange breite Stäbchen. Bis auf diese Stellen ist seine Funktion im wesentlichen sekretorisch (Taf. 4, Fig. 27 und Taf. 5, Fig. 28 u. 29).

Im Magen liegt oft ein Kristallstiel, der vom Cuticularmagen aus fast durch den ganzen konischen Magenabschnitt hindurchreicht. Seine Entstehung ist abhängig von der Nahrungszufuhr und wahrscheinlich von Bedeutung für die Einwirkung der verdauenden Magen- und Lebersekrete auf die Nahrung (Textfig. 14).

In die ringförmige Ausbuchtung münden nebeneinander die Ausführgänge der Leber. Ihr Epithel gleicht im Unterende dem

der Ausbuchtung und setzt scharf gegen das Leberepithel ab (Textfig. 15 und Taf. 5, Fig. 31). Die Leber läßt undeutlich zwei Lappen erkennen. Das Epithel ihrer Azini besteht aus Leber-, Sekret- und Kalkzellen (Taf. 5, Fig. 33).

Der Dünndarm beschreibt fünf ziemlich konstante Windungen. Er ist vorwiegend von flimmerndem Drüsenepithel ausgekleidet. Durch seine ganze Länge verläuft eine Flimmerfurche (Taf. 1, Fig. 2 u. 3 und Taf. 5, Fig. 33).

Der Enddarm läuft an der Decke der Mantelhöhle entlang und mündet in ihrer rechten Vorderecke. Die Flimmerfurche setzt sich in ihm fort. Vor der Afteröffnung trägt sein Epithel Schleimzellen und Flimmern (Textfig. 2, Taf. 4, Fig. 2 u. Taf. 5, Fig. 34).

b) Vergleich mit anderen Prosobranchien.

Für den Vergleich von Cyclophorus ceylanicus mit anderen Prosobranchiern sind vor allem wichtig folgende Punkte des Darmkanales: Kiefer, Subradularhöcker, Aorta cephalica mit Kopfsinus, Bukkaltaschen; Speicheldrüsen, Zungenklappe, Schlundtaschen, Drehung dieser Qrgane; Magen, Leber; Dünndarm.

Kiefer. Große Ähnlichkeit mit den Kiefern von Cyclophorus ceylanicus haben die von Frank (1913) für die Trochide Photinula taeniata beschriebenen Gebilde. Bei ihnen stoßen die Seiten- und Mittelplatten je einer Seite oben zusammen. Außerdem ragen sie mit gezähntem Rande frei in die Pharyngealhöhle vor, wobei der Rand innen und außen so von Cuticula bedeckt ist, daß nur die Zähne freibleiben. Und ebenso wie bei Cyclophorus ceylanicus werden die Kiefer von einem Epithel abgeschieden, dessen Zellen durch schmale Zwischenräume voneinander getrennt sind. Auch die Kiefersubstanz selbst besteht aus einzelnen Plättchen, doch haben sie rhombische Gestalt und stehen schräg auf den abscheidenden Zellen. — Auch bei Tänioglossen bestehen die Kiefer wie bei den Diotocardiern im allgemeinen aus zwei Hälften (Simroth 1896—1907), die Kiefer fehlen aber oft, z. B. bei Cyclophorus ceylanicus.

Subradularhöcker. Einige neuere Bemerkungen über dieses Organ sind bei Simroth (1896—1907) und Hescheler (1900) noch nicht berücksichtigt worden, ich gebe deshalb hier eine kurze Zusammenfassung der darauf bezüglichen Beobachtungen. Einen Überblick gibt schon Simroth (S. 321 und 546), und Hescheler hält es immerhin für möglich, daß sich bei Diotocardiern

ein Rest des Subradularorganes der Chitoniden erhalten habe, der durch einen vor der Radula in der Mundhöhle gelegenen Höcker ohne Sinneszellen repräsentiert werde. Bei Docoglossen, und zwar Acmaea testudinalis Müller beschreibt Fräulein Willers (1901) ein solches Gebilde als Subradularorgan. Ein Ganglion konnte sie nicht darin finden und über das Vorkommen von Sinneszellen kann sie nichts Sicheres aussagen. Das Innere des Höckers besteht bei Acmaea aus Bindegewebe, das von Muskelfasern durchzogen wird. Sie meint, es sei ohne ein genaues Studium des Epithels und der Innervation unmöglich, zu sagen, ob das Organ als ein rudimentäres oder als ein noch funktionierendes anzusehen sei. Bei zwei konservierten Tieren fand sie den Odontophor so aus dem Munde vorgestreckt und dabei die Radula so zurückgehalten, daß das Subradularorgan die Spitze des Odontophors bildete. Sie läßt es dahingestellt, ob es sich hier um ein Kunstprodukt handele. — Ein entsprechendes Organ bei Helcioniscus ardosiaeus nennt Thiem (1915) „Sublingualorgan". Hier ist bemerkenswert der gefaltete cuticulare Überzug und die Innenausfüllung durch Muskulatur und Blutlakunen. Versorgt wird das Organ von einem vom Labialbukkalkonnektiv stammenden Nerv. Ein Ganglion sah er nicht. — Bei Rhipidoglossen beschreibt Haller (1884, S. 80) den Subradularhöcker als eine höckerförmige Einstülpung der Schleimhaut unter dem Beginne der Radula und medianwärts von den Bukkalknorpeln. Die Unterlage bilden eine Grenzmembran und eine starke Muskelschicht. Die Oberfläche trägt viele Querfurchen. Das Epithel ist hoch, zylindrisch und wimperlos, mit einem cuticularen Überzuge. Dazwischen kommen Becherzellen vor, Sinneszellen fehlen ganz. Von hinten her treten zwei Subradularnerven an den Höcker heran, ohne zuvor in Ganglien überzugehen. Für die Trochiden Monodonta turbinata, Gibbula cineraria und Photinula taeniata konnte Frank (1913) ein Subradularorgan ebensowenig feststellen wie Thiele (1892). — Bei Monotocardiern soll nach Haller (1890, S. 275) ein Subradularhöcker mit zwei Nerven vorkommen bei Cypraea testudaria. Auch für Natica lineata erwähnt er 1892 einen Subradularhöcker. — Auch wenn man nun mit Haller den Höcker als Rest des Subradularorganes der Chitoniden bezeichnet, ist damit noch nichts über seine Funktion gesagt. Aus dem Fehlen von Sinneszellen kann man höchstens schließen, daß er nicht mehr als Sinnesorgan funktioniert. Und doch sollte man, bei Cyclophorus ceylanicus wenigstens, annehmen, daß das wohlentwickelte Gebilde irgend eine

Bedeutung hat. Dazu scheint es mir wichtig, daß Boutan (1885, S. 23) bei Fissurella ein Vorstoßen der Radula außer durch Muskel auch durch Blut vermutet, ähnlich wie er es bei Nassa reticulata experimentell festgestellt hat. Hierfür sprechen auch die verschiedenen Kontraktionsstadien der Subradularhöcker bei Cyclophorus ceylanicus und bei Acmaea testudinalis Müller und auch die sinösen Hohlräume, die fast stets im Innern der Subradularhöcker beschrieben werden. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß der Subradularhöcker einmal durch das in ihn eindringende Blut das Vorstülpen der Radula erleichtert, beim Zurückziehen der Radula aber etwa abrutschende Nahrungsteile doch noch in den Mund befördert. Auf Grund dieses Zusammenhanges mit der Radula aber könnte man sich den Subradularhöcker auch auf andere Weise entstanden denken, denn als Rest des Subradularorganes. Ich wies schon beim Vorrücken der Radulazähne darauf hin, daß das subraduläre Epithel nach vorn kontinuierlich in das des Subradularhöckers und die Basalmembran ebenso in die des Höckers übergehe, daß also der Höcker sich möglicherweise erst aus vorgeschobenem subradulären Epithel, zum Teil wenigstens, bilde. Gewißheit hierüber könnte erst der Vergleich verschieden alter Schnecken in Bezug auf die Ausbildung des Subradularhöckers geben. Doch ist es immerhin auffallend, daß ein Subradularhöcker bisher meist bei Formen beschrieben worden ist, die eine lange Radula haben. Die von Fissurella z. B. soll $^1/_2$mal so lang sein wie das Tier, die von Helcioniscus ardosiaeus sogar $2^1/_2$mal so lang, die von Cyclophorus ceylanicus ist ungefähr so lang wie die Mantelhöhle. Eine lange Radula aber läßt auf starke Abnutzung der Zähne, also starkes Vorrücken der Radula schließen. Andererseits endet nach Frank (1913) bei den Trochiden, bei denen er einen Subradularhöcker nicht nachweisen konnte, die Radula schon über dem Kropf. Dabei lassen Monodonta turbinata und Gibbula cineraria durch ihren hinteren Magenblindsack auf vorwiegend animalische Kost schließen. Wenn meine Auffassung richtig ist, müßten sich Subradularhöcker auch bei höheren Prosobranchiern nachweisen lassen, und zwar ebenso als Folgeerscheinung harter Pflanzennahrung wie eine lange Radula bzw. ein langer Dünndarm. — Das Vorkommen von Subradularnerven spricht an sich noch nicht gegen eine solche Deutung. Denn Haller (1890, S. 275) gibt z. B. für Paludina Subradularnerven an, bei der ich statt eines Subradularhöckers auf Längsschnitten nur zwei schwache Querfalten unten am Vorderende der Zunge beobachten konnte.

Aorta cephalica und Kopfsinus. Im allgemeinen teilt sich bei Prosobranchiern die Aorta cephalica hinter dem Pharynx in mehrere Äste, die einzeln an die verschiedenen Organe des vorderen Darmabschnittes herantreten. Bei verschiedenen Formen dagegen liegt die Radulascheide ganz in der Aorta eingeschlossen und diese bildet einen Kopfsinus. Amaudrut (1898) gibt eine eingehende Übersicht hierüber und kommt zu folgendem Ergebnis: „Chez Patelle, Nérite, Navicelle, l'aorte aborde la papille par sa face supérieure; chez Haliotide, Cyclophore, Ampullaire, Janthine, la papille est en relation ave l'aorte par son extrémité postérieure, taudis que chez les Pulmonés (Arion, Helix, Limax) l'aorte vient s'ouvrir dans la lacune en un point où celle-ci peut être considérée comme faisant encore partie du bulbe. Il est bien probable, qu'entre ces cas extrêmes existent tous les intermédiaires; l'un d'eux déjà nous est offert par les Paludines." Auch bei Fissurella wird von Boutan (1885) ein vorderer Sinus erwähnt Hiernach scheint eine Verlagernng der Radulascheide in die Aorta sowohl bei niederen als auch bei höheren Prosobranchiern vorzukommen. Doch vermag ich darin weder systematische Beziehungen noch einen Zusammenhang mit der Lebensweise zu erkennen. So kann ich nur feststellen, daß bei Cyclophorus ceylanicus die Verhältnisse ganz ähnlich liegen wie bei dem von Amaudrut beschriebenen Cyclophorus volvulus. Paludina bildet nach Amaudrut insofern einen Übergang, als bei ihr die Aorta von unten her an die Radulascheide herantritt und dadurch ihre beiden vorderen Drittel direkt in die Aorta zu liegen kommen. Mit diesem Blutraum ist dann die Schicht, die das hintere Drittel der Radulascheide zu äußerst umgibt, durch Lakunen verbunden. Auch bei Cyclostoma elegans sind Pharynx und Radulascheide von einer äußersten Schicht umgeben, doch steht die Aorta cephalica nicht in direkter Verbindung damit.

Dorsale Bukkaltaschen kommen nach Hescheler (1900, S. 291) allen Diotocardiern zu, erhalten sich noch bei einigen Monotocardiern (Cyclophorus, Ampullaria) und verschwinden dann in dieser Abteilung gänzlich. — Bei den Trochiden Monodonta turbinata und Gibbula cineraria z. B. beschreibt Frank (1913) zwei Bukkaltaschen, die jederseits in der Wand des oberen Teiles der Pharyngealhöhle eine Einstülpung bilden. Ihr Epithel besteht aus Zylinderzellen und vereinzelten Schleimzellen. In sie münden die Ausführgänge der Speicheldrüsen. Bei der zu den Neritiden gehörigen Hydrocena cattaroensis Pf. jedoch werden

von Thiele (1910) keine dorsalen Bukkaltaschen erwähnt. — Auch für Pal. viv. und Cycl. el. werden sie nicht angegeben. Bei Cyclophorus volvulus beschreibt sie Amaudrut (1898) als kleine Aushöhlungen am Vorderende der oberen Falten der Bukkalhöhle, in die sich die Ausführgänge der Speicheldrüsen öffnen. Doch rechnet er den Teil, den er in seiner Fig. 65 *„pod“* nennt, und den ich bei Cyclophorus ceylanicus noch den Bukkaltaschen zurechnen muß, schon den Ösophagealtaschen zu.

Speicheldrüsen. Nach dem, was Hescheler (1900, S. 290) über die Speicheldrüsen der Prosobranchier feststellt, sind die Speicheldrüsen von Cyclophorus ceylanicus ebenso wie die von Pal. viv., Cypraea und Cyclostoma elegans typische Monotokardierspeicheldrüsen, obgleich sie noch in dorsale Schlundtaschen ausmünden.

Zungenklappen. Den Rhipidoglossen kommen nach Simroth (1896—1907) noch je eine obere und untere Zungenklappe zu, die bei den Trochiden schon kürzer werden. Bei Cyclophorus volvulus (Amaudrut (1898) ist noch eine untere Zungenklappe vorhanden. Schwach ausgebildet ist eine untere auch noch bei Cypraea. Für höhere Monotocardier werden keine Zungenklappen mehr angegeben; bei Paludina schon werden keine erwähnt. Die untere Zungenklappe von Cyclophorus ceylanicus, die der von Cyclophorus volvulus gleicht, ist also als primitives Merkmal zu bezeichnen.

Schlundtaschen. Über diese bei allen Diotocardiern auftretenden, den Zuckerdrüsen der Chitoniden ähnlichen Gebilde stellt Hescheler (1900) allgemein fest, „daß diese Differenzierungen des Ösophagus am besten ausgebildet sind bei räuberisch lebenden, karnivoren Formen, daß in den verschiedensten Gruppen mit phytophager Lebensweise Reduktion derselben und dafür stärkere Ausbildung des Mitteldarmes eintritt“. Für Rhipidoglossen werden typische paarige Schlundtaschen beschrieben bei Haliotis von Wegmann (1884) und Fissurella von Boutan (1885). Bei den Trochiden Gibbula cineraria und Photinula taeniata stülpen sich nach Frank (1913) jederseits vorn am Ösophagus zwei Taschen aus, die sich jedoch hinten zu einem Kropf vereinigen. Nach Haller (1894) soll die Vorderdarmerweiterung von Trochus gibberosus bzw. Turbo rugosus sogar schon durchaus einheitlich sein und keine lateralen Taschen mehr aufweisen. Anders bei Neritiden. Bei Neritina fluviatilis beschreibt Lenssen (1899) zwei „Sacs glandulaires“. Er hält sie für Speicheldrüsen und

rechnet sie deshalb dem Pharynx zu, doch entsprechen sie nach Lage und Bau ganz den paarigen Schlundtaschen anderer Rhipidoglossen. Auch bei Hydrocena entwickeln sich nach THIELE (1910) aus drüsigen Seitenteilen der Pharyngealhöhle heraus nach unten zu zwei weite Säcke, die er als Vorderdarmdrüsen bezeichnet und die wohl auch als Schlundtaschen aufzufassen sind. — Bei Monotocardiern kommen paarige Schlundtaschen nur noch vor bei Cyclophoriden und Ampullariiden, für die sie AMAUDRUT (1898) eingehend beschreibt. Bei Cyclophorus volvulus münden die erweiterten Schlundtaschen mit einem engeren Stück dicht hinter dem Ösophagusanfang in diesen ein. Von hier aus sollen sich zwei Vertiefungen an der dorsalen Pharynxwand nach vorn ziehen, die AMAUDRUT noch den Schlundtaschen zurechnet und in seiner Fig. 65 „*pod*“ nennt. (S. bei „Dorsale Bukkaltaschen“.) Die Längsachse der Schlundtaschen liegt dem Ösophagus parallel, bei Ampullaria, deren Schlundtaschen ihnen sonst gleichen, liegt sie senkrecht dazu. Bei Pal. viv. traten am Vorderende des Ösophagus nur Aussackungen der Seitenwände auf, die AMAUDRUT (1898) als Homologa der Ösophagealtaschen der Diotocardier ansieht. BOUVIER (1887) schließt wegen des Verschwindens der unteren Furchen zwischen ihnen auf die Verwandtschaft der Paludinen mit dem Trochiden. Cypraea testudinaria L. hat nach HALLER (1890, S. 277) eine kompliziert gebaute unpaare Vorderdarmerweiterung, die ebenso wie die der Naticiden „eine Entwicklung der großen selbständigen Vorderdarmdrüse der höchsten Prosobranchier vorstellt“. Bei Cyclostoma elegans dagegen zeigt der Ösophagus keine Erweiterung. — Die Schlundtaschen von Cyclophorus ceylanicus sind also als primitives Merkmal anzusehen. Betrachtet man sie außerdem mit HESCHELER als Kennzeichen für Karnivorie, so lassen sie sich bei der durch den übrigen Darmkanal verbürgten rein vegetabilischen Ernährungsweise von Cyclophorus ceylanicus nur als Rudimente früherer Karnivorie erklären. Eine Parallelerscheinung hierzu würde das Vorkommen der paarigen Schlundtaschen bei Neritina fluviatilis und Hydrocena cattaroensis Pf. sein.

Drehung des vorderen Darmabschnittes. Nach HESCHELER (1900, S. 296) zeigt der vordere Teil des Ösophagus samt den Schlundsäcken bei Diotocardiern stets eine Drehung um 180° von rechts nach links um die Längsachse, was besonders deutlich am Verlaufe gewisser Längswülste im Innern des Ösophagus zu erkennen ist. — Auf diese Drehung weist WILLCOX (1898)

bei Acmaea fragilis Chemnitz hin, wenn sie auch die Schlundtaschen dabei unberücksichtigt läßt. Und bei Haliotis gibt Wegmann (1884) eine Drehung auch der Schlundtaschen mit an. Dagegen muß auffallen, daß Amaudrut (1898) die Schlundtaschen von Cyclophorus volvulus nicht mitgedreht fand, obwohl Darm, Nerv, Arterie und Speicheldrüsen ebenso wie bei den Diotocardiern gedreht waren. Er erklärt sich das entweder durch eine Verschiebung der Drehungsregion von vorn nach hinten oder besser durch eine nachträgliche Verlängerung der vordersten Darmpartie. Diese Erklärung erscheint mir wahrscheinlicher, weil man eine Verlängerung der vordersten Darmpartie bei Monotocardiern schon dafür annimmt, daß die Ausführgänge der Speicheldrüsen im Gegensatz zu denen der Diotocardier durch den Schlundring hindurchtreten, der während der Verlängerung an dem ursprünglichen Platze geblieben ist. Diesem Typus aber folgen schon die Speicheldrüsen von Cyclophorus volvulus sowohl als auch von Cyclophorus ceylanicus. Außerdem sind auch bei Cyclophorus ceylanicus die Schlundtaschen nicht mit in die Drehung des vorderen Darmabschnittes einbegriffen. Ähnlich wie bei Cyclophorus ceylanicus liegen die Verhältnisse bei Pal. viv. Nach Amaudrut (1898, S. 202) sind auch hier Ösophagus, Nerv und Aorta gedreht, doch verläuft nach seiner Textfigur 45 der vorderste Teil des Ösophagus mit den seitlichen Ausbuchtungen noch gerade nach hinten. Auch bei Cycl. el. ist der ganze Komplex mit Ausnahme des vordersten Ösophagusteiles gedreht.

Magen. Nach Simroth (1896—1907, S. 541) ist am Darm der Prosobranchier im Gegensatz zu dem der Neomenien die Knickung charakteristisch, so daß der Darm **U**- oder **V**-förmig und die Umbiegungsstelle wohl durch mechanische Stauung zum Magen ausgeweitet wird. Infolge der Umbiegung kommt im hinteren Schenkel die obere Leitrinne ventral zu liegen. — Die Docoglossen besitzen nach Haller (1894) einen nicht so ausgesprochenen Magen wie die übrigen Prosobranchier, sondern nur einen langen weiten Darmabschnitt, in den die Leber mündet. Auch soll er mit Ausnahme der Flimmerrinne nur von einerlei Epithel ausgekleidet sein, dessen Stäbchenbesatz auf resorbierende Tätigkeit schließen läßt. — Von den Rhipidoglossen an soll eine Sonderung in einen vorderen sezernierenden Magenabschnitt und einen hinteren resorbierenden auftreten. Schon 1892 erwähnt er diese beiden Abschnitte, an deren Grenze die Lebermündungen liegen. Er bringt Beispiele dafür von den Rhipidoglossen bis zu

den höheren Neotaenioglossen. Für die systematische Einordnung von Cyclophorus ceylanicus sind besonders wichtig die Magenverhältnisse von Haliotiden, Trochiden und Neritiden. Über den Magen von Haliotis liegen Untersuchungen vor von Wegmann (1884) und Haller (1894). Er zerfällt demnach in einen vorderen sezernierenden und einen hinteren resorbierenden Abschnitt, die durch eine Querfalte voneinander getrennt sind. Eine vordere Aussackung ist nicht vorhanden, dagegen ein Drüsenblindsack, der hinter der Trennungsfalte mündet. Vor der Falte münden zwei Leberausführgänge in eine Flimmerrinne. Eine zweite Rinne zieht im sezernierenden Abschnitt entlang, eine dritte vom Coecum aus in den resorbierenden. Im vorderen Abschnitt soll eine gestreifte Cuticula vorkommen. In den Hauptpunkten stimmt also der Magen von Haliotis mit dem von Cyclophorus ceylanicus überein, er unterscheidet sich von ihm hauptsächlich durch den Mangel eines vorderen Blindsackes. Als Beispiel für den Trochidenmagen führe ich die Beschreibungen von Frank (1913) für Monodonta turbinata und Gibbula cineraria an. Er unterscheidet nach Randles eine vordere Ösophageal- und eine hintere Intestinalkammer. Nach hinten setzt sich der Magen in ein Spiralcoecum fort, ist aber im übrigen als einfache Erweiterung des Darmkanales aufzufassen. Von der Ösophagusmündung aus ziehen zwei Falten in das Coecum, die zwischen sich eine Coecalgrube bilden. Diese soll Hallers Flimmerrinne entsprechen und die beiden Lebermündungen aufnehmen. Am Epithel ist wichtig, daß es aus Zylinderzellen besteht, die meist mit Cuticula bedeckt sind, die sich zu Leisten verdicken kann. Nur das Coecum trägt Flimmern. Bei Photinula taeniata fehlen Coecum und Coecalgrube. Haller (1894) findet bei einem Vergleich des Trochidenmagens (Turbo rugosus) mit dem von Haliotis, daß ihm die dritte Flimmerrinne fehlt, und daß sein sezernierender Abschnitt trotz des hinteren spiraligen Drüsenblindsackes stärker ausgebuchtet ist. Abweichend von dem Magen von Cyclophorus ceylanicus ist also auch hier wieder das Fehlen des vorderen Blindsackes, daneben das Fehlen der einen Flimmerrinne. Den Magen von Neritina fluviatilis schließlich beschreibt Lenssen (1899). Auch er zerfällt in zwei Abschnitte, die durch eine Furche voneinander getrennt werden. In dem größeren, ausgeweiteten Ösophagealabschnitt liegen neben der Ösophagusmündung mehrere Lebermündungen Die beiden Abschnitte sind wieder in sich geteilt. Der vordere Teil des großen Abschnittes trägt meist flimmerndes Zylinder-

epithel, der durch einen kutikulaartigen Kamm von ihm abgetrennte hintere Teil eine „L'ame épaisse de substance d'un aspect vitré". Aus dem kleineren Intestinalabschnitt stülpt sich an der Abgangsstelle des Dünndarmes ein kleiner Blindsack aus. Auffallend ist hier die Ausbildung einer Art von „Cuticularmagen" wie bei Cyclophorus ceylanicus; dagegen ist der hintere Blindsack noch geringer ausgebildet als bei Haliotis und auch keine Andeutung eines vorderen vorhanden. Anders bei Hydrocena cattaroensis Pf. Hier biegt nach J. Thiele (1910) der Vorderdarm „hinten nach rechts um und verläuft neben dem Magen weit nach vorn, um schließlich von oben her zusammen mit sehr weiten Lebergängen in diesen eine Strecke weit von seinem blinden Vorderende entfernt einzumünden". Der Magen durchzieht den ganzen rechten Schenkel des Eingeweidesackes. Sein vorderes blindes Ende ist seitlich zusammengedrückt. Neben der Einmündung des Vorderdarmes, und zwar rechts von ihr, erhebt sich eine weit in das Innere des Magens vorspringende Kante, die von einer Epithelfalte und einer hohen, durch diese erzeugten kutikularen Absonderung gebildet wird. Nach hinten hin wird diese Kante allmählich niedriger und verschwindet schließlich, während sich weiter links dorsal und ventral ein Faltenpaar erhebt und den Magen in eine größere rechte und eine kleinere linke Kammer teilt. Diese Falten teilen und vereinigen sich weiterhin noch so, daß im Hinterende des Mageus drei nebeneinanderliegende Abschnitte entstehen, von denen die beiden nach rechts gelegenen blind enden, während der linke in den Darm überleitet. Das Epithel des rechten trägt eine kristallstielartige kutikulare Abscheidung, das des mittleren kräftige Borsten oder Wimpern. Welchen Teilen des Cyclophoridenmagens diese drei Abschnitte entsprechen, kann ich, da nur Schnittbilder gegeben sind, nicht sicher bestimmen, doch ist die Übereinstimmung der übrigen Teile, besonders der Mündung des Ösophagus in den vorderen Blindsack eigenartig genug. Was nun die Verhältnisse bei den Monotocardiern betrifft, so besitzt der Magen von Cypraea testudinaria nach Hallrr (1890, S. 282) „nicht den Typus der sackartigen Mitteldarmerweiterungen (Rhipidoglossen, Naticiden, Rhachiglossen), wenn diese Form auch in situ vorgetäuscht wird, sondern jene hufeisenförmige Gestalt, die wir u. a. bei den Dolideen antreffen". Doch soll er sich in bezug auf den inneren Bau wieder mehr den sackförmigen Mägen anschließen. Nach der Abbildung, die Haller davon gibt (Taf. X, Fig. 21) finde ich außer der Lage der Leber-

mündung auf der Grenze zwischen vorderem und hinterem Abschnitt und der Querfalte am Ende des letzteren keinen Vergleichspunkt mit dem Magen von Cyclophorus ceylanicus. Im Gegensatz hierzu haben die Mägen von Pal. viv. und Cycl. el. wieder viel Ähnlichkeit mit dem von Cyclophorus ceylanicus (s. S. 54). Wichtig ist bei beiden die teilweise Cuticulaauskleidung des vorderen Magenabschnittes und das Fehlen des hinteren Blindsackes und bei Cycl. el. die Ausbildung eines großen vorderen Blindsackes. — Nach all dem fordert der Magen von Cyclophorus ceylanicus einen Vergleich und damit eine Erklärung vor allem in bezug auf den vorderen und hinteren Blindsack und die kutikulare Auskleidung, während die Sonderung in zwei Hauptabschnitte und die Flimmerfurchen allgemeinere Prosobranchiermerkmale zu sein scheinen. — Nach Haller soll nun der sezernierende Magenabschnitt bei exquisiten Pflanzenfressern, z. B. den Neritaceen unter den Rhipidoglossen, stark rückgebildet werden, während umgekehrt Drüsen bei den ärgsten Raubschnecken (Natica) am mächtigsten entwickelt auftreten. Er schließt hieraus, daß Magendrüsen bei überwiegend animalischer Kost erforderlich sind. Nun aber faßt er den hinteren Drüsenfortsatz der Haliotiden und Trochiden z. B. als Konzentration der Magendrüschen auf. Und da diese in der Gezeitenzone lebenden Tiere neben vegetabilischer Kost wohl auch animalische zu sich nehmen, so zeigt die Reihe der Neritaceen, Fissurelliden, Haliotiden, Trochiden alle Übergänge von einem Magen ohne hinteren Blindsack bis zu einem solchen mit wohl ausgebildetem Spiralcoecum. Und bei den aquatilen bzw. terrestrischen, also wohl vegetabilisch lebenden Paludinen und Cyclostomiden ist kein hinterer Blindsack vorhanden. — Andererseits ist ein vorderer Blindsack angedeutet bei Pal. viv. und wohl ausgebildet bei Cycl. el. Ebenso ist ein vorderer Blindsack nicht vorhanden oder möglicherweise durch eine Furche im ausgeweiteten Vorderende des Magens angedeutet bei der im Süßwasser lebenden Neritina fluviatilis, während er bei der auf dem Lande lebenden Hydrocena cattaroensis Pf. ebenso stark entwickelt ist wie bei Cyclophorus ceylanicus. Der Schluß liegt also nahe, daß der vordere Blindsack von Cyclophorus ceylanicus eine Anpassung nicht nur an vegetabilische, sondern insbesondere an terrestrische Lebensweise ist. Und zwar muß sein Epithel ein anderes Sekret abscheiden als das des hinteren Blindsackes. Dessen Vorkommen bei Cyclophorus ceylanicus kann ebenso wie das der paarigen Schlundtaschen nur so erklärt werden, daß man ihn als

von den Rhipidoglossen ererbtes Merkmal ansieht, das sich vielleicht infolge sehr raschen Überganges vom Wasser- zum Landleben noch erhalten konnte. — Die Cuticularauskleidung schließlich im Magen von Cyclophorus ceylanicus ist wohl auf die Aufnahme von Sand mit der Nahrung zurückzuführen. Jedenfalls werden nach SIMROTH (1896—1907) Cuticulargebilde im Magen nur für Tiere angegeben, die irgendwelche Hartteile mit in der Nahrung aufnehmen. Bei Neritina z. B. werden in der im allgemeinen vegetabilischen Nahrung öfters Spongillennadeln gefunden.

Leber. Im Bau der Leber läßt sich eine fortschreitende Verschmelzung feststellen, wenn auch ihre Ausbildung und Lage im Einzelnen ziemlich wechseln. Nach HESCHELER (1900, S. 303) ist die Verdauungsdrüse der Gastropoden ursprünglich paarig, symmetrisch. Später verkümmert meist bei rechtsgewundenen Formen die rechte, bei linksgewundenen Formen die linke Hälfte. „Bei den Rhipidoglossen lassen sich die beiden Leberhälften noch leidlich unterscheiden, auch sind gewöhnlich zwei Mündungen in den Magen vorhanden, die im vorderen Abschnitt desselben liegen.“ „Bei Haliotis und den Trochiden kann man an der äußerlich unpaaren Verdauungdrüse immerhin einen kleineren vorderen Abschnitt, die rechte Hälfte, und einen größeren hinteren, die linke Hälfte, unterscheiden; die beiden Mündungen liegen nicht neben-, sondern hintereinander.“ „Bei den höheren Prosobranchiern, ausgenommen Valvata, ist meist nur eine Hälfte der Verdauungsdrüse, bei rechtsgewundenen die linke, gut ausgebildet, die andere aber reduziert; die Reduktion geht bei einigen Formen bis zum vollständigen Schwunde, so bei Paludina.“ Gewöhnlich sind zwei Mündungen in den Magen vorhanden, die sich manchmal weit voneinander entfernen. Pal. viv. hat trotz ihrer unpaaren Leber nach LEYDIG ein bis zwei Mündungen. Bei Cypraea testudinaria beschreibt HALLER (1890, S. 283) eine unpaare schmale Leber, die mit einem kurzen Ausführgang in den Magen mündet. Nur einmal fand er neben dem ersten einen kurzen zweiten Gang. Cycl. el. hat einen größeren linken und einen kleineren rechten Lappen, sowie zwei weit auseinander liegende Mündungen. — Cyclophorus ceylanicus steht also mit seinen zwei nur auf der Außenseite miteinander verwachsenen Leberlappen und den zwei dicht hintereinander liegenden Mündungen wieder den Rhipidoglossen nahe.

Dünndarm. Der Dünndarm wird ebenso wie die Stützplatten stärker als andere Organe von der augenblicklichen Lebens-

weise des Tieres beeinflußt, aus seiner Ausbildung läßt sich also kaum ein Schluß ziehen auf die systematische Stellung des betreffenden Tieres. Der Wert eines langen Dünndarmes besteht auch hier in der Resorption pflanzlicher Nahrung. So soll sich nach SIMROTH (1896—1907) der Dünndarm umsomehr verlängern, je mehr bei Tieren der Gezeitenzone, z. B. in der gemischten Kost, die Algen vorwiegen: Docoglossen, Rhipidoglossen, Calypträiden, oder wenn viel Tang aufgenommen wird: Pteroceras z. B. Hiermit hängt es denn wohl auch zusammen, daß die terrestrisch lebenden Cyclophorus ceylanicus und Cycl. el. einen längeren Dünndarm haben als die im Süßwasser lebende Pal. viv., ebenso wie bei beiden ein vorderer Magenblindsack vorhanden ist.

Im ganzen läßt sich also auch für den Darmkanal von Cyclophorus ceylanicus feststellen, was Fräulein KRETSCHMAR schon am Nervensystem beobachtete, daß nämlich neben primitiven Merkmalen Eigenschaften auffallend hoher Entwicklungsstufen auftreten. Und zwar wird am Darmsystem deutlicher als am Nervensystem, daß diese mit dem Übergang der Cyclophoriden zum Landleben, d. h. hier zu ausgesprochen pflanzlicher Nahrung zusammenhängen. Die primitiven Merkmale dagegen weisen auf die Rhipidoglossen hin. Was nun ihre Ableitung von diesen betrifft, so stellt BOUVIER (1887) auf Grund des Nervensystems einmal ihre Verwandtschaft mit den Turboniden bzw. den Trochiden fest, dann aber auch ihre große Ähnlichkeit mit den Paludiniden. Die Frage dagegen, ob die Cyclophoriden nun durch die Paludiniden mit den Rhipidoglossen zusammenhägen oder durch eine noch unbekannte oder schlecht bekannte aquatile Zwischenform, vermag er nicht zu lösen, da in einigen Punkten des Nervensystems die Cyclophoriden denRhipidoglossen näher stehen, in anderen die Paludiniden. Doch neigt er dazu, die Paludiniden als Übergangsform zwischen beiden anzunehmen, da sie im unteren Jura aufgetreten seien, die Cyclophoriden aber erst im Eozän. Schon hieraus ergibt sich, daß HALLERS Vermutung, die Cyclophoriden seien älter als die Paludiniden, nicht zutreffen kann, obwohl Cyclophorus ceylanicus durch die paarigen Schlundtaschen und die paarig angedeutete Leber z. B. primitiver organisiert scheint als Pal. viv. So ist eine Lösung wohl nur dadurch möglich, daß man Cyclophoriden und Paludiniden als zwei Stämme ansieht, die sich zwar beide von den Rhipidoglossen, und zwar wahrscheinlich den Trochiden, ableiten lassen, sich aber in getrennter Richtung weiter entwickelt

haben. In den Grundzügen des Darmsystems nämlich haben beide Ähnlichkeit mit den Trochiden. Doch gleicht Cyclophoru ceylanicus den Trochiden mehr durch den Besitz dorsaler Bukkaltaschen, einer unteren Zungenklappe und des hinteren Magenblindsackes, sowie die Andeutung paariger Lebern, was den Paludiniden fehlt, während bei Pal. viv. die geringen Ausbuchtungen der unteren Ösophaguswand der im allgemeinen mehr einheitlichen Vorderdarmerweiterung der Trochiden ähnlicher sind als die paarigen Schlundtaschen von Cyclophorus ceylanicus, und bei Pal. viv. ein vorderer Magenblindsack höchstens angedeutet ist. — Zur Klärung können die Verhältnisse bei den Neritoidea beitragen, wie sie Thiele (1910) auffaßt. Nach ihm sind diese ebenso wie die Tänioglossen mehr oder weniger direkt von den Trochoidea abzuleiten. Ausgangsform ist dabei vermutlich eine Form, die, wie es für Hydrocena ja zutrifft, aus der Strandzone heraus zum Landleben übergegangen ist. So hält er das Fehlen einer Kieme ebenso wie einige andere Merkmale für den ursprünglichen Zustand. Hier scheint es ihm denn „eine bemerkenswerte Tatsache, daß diejenigen Tänioglossen, die sich durch den Besitz eines strickleiterförmigen Pedalnervensystems an die Trochiden anschließen, nämlich Viviparus und Cyclophorus, Bewohner des Süßwassers und des Landes sind". Dafür nun, daß Cyclophorus ceylanicus wohl ebenso wie Hydrocena direkt aus der Strandzone zum Landleben übergegangen ist, scheint mir besonders der ebenso wie bei Hydrocena ausgebildete vordere Magenabschnitt gerade neben ganz trochidenähnlichen Merkmalen, wie dorsale Bukkaltaschen, Zungenklappe, hinterer Magenblindsack, paarig angedeutete Lebern, zu sprechen. Den Gedanken aber, daß die Neritoidea möglicherweise ein Zwischenglied zwischen Trochoidea und Neotänioglossen darstellen, weist schon Thiele (1910) zurück. Bei Hydrocena, bei der der vordere Magenabschnitt insbesondere auf einen Übergang zu Cyclophorus ceylanicus schließen lassen könnte, sprechen dagegen das Fehlen von Speicheldrüsen, dorsalen Bukkaltaschen und Zungenklappen. Über die Leber gibt Thiele nichts an. Die Ausbildung des vorderen Magenabschnittes, wie bei Cyclophorus ceylanicus, ist also als Konvergenzerscheinung aufzufassen. — Und auch die Annahme, daß Pal. viv. erst später wieder zum Wasserleben übergegangen sei, wie es Thiele z. B. für Neritina annimmt, bzw. daß Cyclophorus ceylanicus in ähnlicher Weise Ausgangsform sei wie Hydrocena, wird durch die oben erwähnten Gründe widerlegt.

Innerhalb der Tänioglossen nun ist auch in bezug auf den Darmkanal die Zusammenfassung von Paludiniden und Cyclophoriden zu einer Untergruppe, gegenüber der Untergruppe der Cypräiden, das Gegebene. Denn nach Haller (1890) hat sowohl die unpaare Vorderdarmerweiterung als auch die unpaare Leber von Cypraea testudinaria Ähnlichkeit mit der der höchsten Prosobranchier. Und auch den Magen kann ich außer in der Lage der Lebermündungen und der hinteren Begrenzung des Magens in nichts dem von Cyclophorus ceylanicus und damit auch Pal. viv. vergleichen.

Abkürzungen im Text:

Fig. = Figur.
Textfig. = Textfigur.
Taf. = Tafel.
Pal. viv. = Paludina vivipara
Cycl. el. = Cyclostoma elegans.

Literaturverzeichnis.

1) Amaudrut, A., Structure et mécanisme du bulbe chez les Mollusques. Compt. rend. acad. Paris 1897, Tome CXXIV.
2) Ders., La partie antérieure du tube digestif et la torsion chez les Mollusques gastéropodes. Ann. scienc. nat. Zool. (8) 1898, Tome VII.
3) Barfurth, D., Über den Bau und die Funktion der Gastropodenleber. Archiv f. mikr. Anat. 1883, Bd. XXII.
4) Ders., Vergleichend-histochemische Untersuchungen über das Glykogen. Archiv f. mikr. Anat. 1885, Bd. XXV.
5) Bernard, F., Recherches sur les organes palléaux des Gastéropodes prosobranches. Ann. scienc. nat. Zool. (7), Tome IX. Paris 1890.
6) Biedermann-Moritz, Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung. III. Über die Funktion der sogenannten „Leber" der Mollusken. Pflügers Archiv 1899, Bd. LXXV.
7) Dies., 1911, s. bei Winterstein.
8) Bloch, J., Die embryonale Entwicklung der Radula von Paludina viv. Jen. Zeitschr. f. Naturw. 1896, Bd. XXX.
9) Bronn's, Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Mollusca. Bearb. von Simroth. Leipzig 1896—1907.
10) Bouvier, E. L., Système nerveux, morphologie générale et classification des Gastéropodes prosobranches. Ann. scienc. nat. Zool. (7), Tome III. Paris 1887.
11) Boutan, L., Recherches sur l'anatomie et le développement de la Fissurelle. Arch. Zool. Exp. Gén. (2) 1885, III bis.
12) Bregenzer, A., Anatomie und Histologie von Bythinella Dunckeri. Diss. 1915.

13) Frank, E. J., Beiträge zur Anatomie der Trochiden. Diss. 1913.
14) Frenzel, J., Über die Mitteldarmdrüse der Gastropoden. Auszug. Archiv f. mikr. Anat. 1885, Bd. XXV.
15) Ders., Über die sogenannten Kalkzellen der Gastropodenleber. Biol. Zentralblatt 1883, Bd. III.
16) Garnault, P., Recherches anatomiques et histologiques sur le Cyclostoma elegans. Act. Soc. Linn. Bordeaux 1887.
17) Gartenauer, K. M., Über den Darmkanal einiger einheimischen Gasteropoden. Diss. 1875.
18) Gibson, H.. Anatomy and Physiologie of Patella vulgata. Part. I. Anatomy. Transactions Royal Soc. Edinburgh 1882—1885, Vol. XXXII.
19) Haller, B., Studien über dokoglosse und rhipidoglosse Prosobranchier. 1894.
20) Ders., Die Morphologie der Prosobranchier. I, II, III, IV. Morph. Jahrb. 1888, Bd. XIV, 1890, Bd. XVI, 1892, Bd. XVIII, 1893, Bd. XIX.
21) Hertwig, R., Lehrbuch der Zoologie. 1912.
22) Hescheler, K., „Mollusca" in Lang, Lehrbuch der vergl. Anatomie der wirbellosen Tiere. 1900.
23) Kobelt, W., Cyclophoridae. Das Tierreich. Mollusca. 1902.
24) Kölliker, A., Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. 1844.
25) Ders., Untersuchungen zur vergl. Gewebelehre. 1858.
26) Krukenberg, Über die Verdauungsvorgänge bei den Cephalopoden, Gasteropoden und Lamellibranchiern. Unters. a. d. physiol. Inst. der Univ. Heidelberg 1882, Bd. II, 1.
27) Lebert, H., Beobachtungen über die Mundorgane einiger Gasteropoden. Müllers Archiv 1846.
28) Lenssen, J., Système Digestif et Système Génital de la Neritina fluviatilis. La Cellule 1899, Tome XVI (1).
29) Leydig, F., Über Paludina vivipara. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1850, Bd. II.
30) Loisel, G., Les cartilages linguaux des Mollusques. Journ. anat. et physiol. 1893, Ann. XXIX.
31) Meisenheimer, J., Die Weinbergschnecke. Leipzig 1912.
32) Merton, H., Quergestreifte Muskulatur und vesikuloses Gewebe bei Gastropoden. Zool. Anz. 1911, Bd. XXXVII, Nr. 26.
33) Nowikoff, M., Studien über das Knorpelgewebe von Wirbellosen. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1912, Bd. CIII.
34) Nussbaum, M., Über den Bau und die Tätigkeit der Drüsen. Archiv f. mikr. Anat. 1882, A. XXI.
35) Oswald, A., Der Rüsselapparat der Prosobranchier. 2. Teil. Jen. Zeitschr. f. Naturw. 1893, Bd. XXVIII.
36) Plate, L., Studien über opisthopneumone Lungenschnecken. 1891, Bd. IV, 1893, Bd. VII.
37) Ders., Bemerkungen über die Phylogenie und die Entstehung der Assymetrie der Mollusken. Zool. Jahrb. (Anat. u. Ontog.) 1895, Bd. IX.

38) Ders., Über primitive und hochgradig differenzierte Lungenschnecken. Verhandl. d. deutschen zool. Ges. 1897, 7. Jahresversammlung zu Kiel.
39) Rössler, R., Die Bildung der Radula bei den cephalophoren Mollusken. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1885, Bd. XLI.
40) Rottmann, S., Über die Embryonalentwicklung der Radula bei den Mollusken, I. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1901, Bd. LXX.
41) Rücker, A., Über die Bildung der Radula bei Helix pomatia. XXII. Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde 1883.
42) Schaffer, J., Über den feineren Bau und die Entwicklung des Knorpelgewebes und über verwandte Formen der Stützsubstanz. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1913, Bd. CV.
43) Schnabel, H., Über die Embryonalentwicklung der Radula bei den Mollusken. II. Die Entwicklung der Radula bei den Gastropoden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1903, Bd. LXXIV.
44) Schneider, K. C., Histologisches Praktikum der Tiere. 1908.
45) Schuster, M. E., Anatomie von Helcioniscus ardosiaeus H. et J. sive Patella clathratula Reeve. Zool. Jahrb. 1913, Suppl. XIII.
46) Semper, C.. Zum feineren Bau der Molluskenzunge. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1868, Bd. IX.
47) Simroth s. bei Bronn's, Klassen und Ordnungen.
48) Sollas, J., The Molluscan Radula. Anat. journ. of micr. scienc. 1907, Vol. LI.
49) Thiele, J., Zur Phylogenie der Gastropoden. Biol. Zentralblatt 1895, Bd. XV.
50) Ders., H., Über die Anatomie von Hydrocena cattaroensis Pf. Abhandl. der Senckenbergschen naturf. Ges. Frankfurt 1910, Bd. XXXII.
51) Thiem, H., Beiträge zur Anatomie und Phylogenie der Dokoglossen, I. Diss. 1915.
52) Troschel, F. H., Das Gebiß der Schnecken. I. 1856—1863. II. 1866—1879.
53) Wegmann, H., Histoire naturelle des Haliotides. Arch. Zool. Exp. Gén. (2) 1884, Tome II.
54) Willcox, M., A., Zur Anatomie von Acmaea fragilis. Jen. Zeitschr. f. Naturw. 1898, Bd. XXXII.
55) Ders., Some disputed points on the anatomy of the limpets. Zool. Anz. 1901 (24).
56) Winterstein, Handbuch der vergl. Physiologie 1911.

Abkürzungen.

an = anus
ant = anterior
aor = Aorta
art = Arterie
aub = Ausbuchtung
bas = Basal
big = Bindegewebe
bls = Blindsack
buc = Bukkal
cep = cephalica
cer = Cerebralganglion
con = konisch
cut = Cuticula
dec = Deckel
def = deferens
dent = dentes
dex = dexter
dors = dorsal
dr = Drüse
duc = ductus
ep = Epithel
ext = exterior
fa = Faser
fal = Falte
fl = Flimmer
fu = Furche
grs = Grundsubstanz
g.z = Gangzelle
h = Höhle
hep = hepar
il = ileum
inf = inferior
int = interior
k = Kern
ki = Kiefer
kk = Kalk
kt = Kernteilung
lat = lateralis
lb.h = Leibeshöhle
le.z = Leberzelle
mag = Magen
marg = Marginal
md = Mund
mdg = Mündung
med = medialis
me = Membran
mt = Mantel
mu = Muskel
od = Odontoblasten
oes = Ösophagus
p = Parasit
pap = Papillar
pdstr = Pedalstrang
pen = Penis
ph = Pharynx
pig = Pigment
pl = Platte
pol = Polster
post = posterior
prim = primär
prot = Protraktor
rad = Radula
r. aub = ringförmige Ausbuchtung
re = Rectum
ren = renales
ret = Retraktor
rhach = Rhachis
sa = supra
sal = salivales
sb = sub
sbl = Sublingual
sbr.hö = Subradularhöcker
sch.t = Schlundtasche
sei.pl = Seitenplatte
sek = sekundär
sekr = Sekret
sin = sinister
sis = Sinus
stä = Stäbchen
str = Streifung
st.z = Stützzelle
stpl = Stützplatte
sup = superior
ta = Tasche
te = testes
tens = Tensor
tent = Tentakel
vak = Vakuole
v. def = Vas deferen
v.h = Vorhöhle
v m = Vormagen
wa.z = Wanderzelle
wu = Wulst
z = Zahn

Tafelerklärung.

Tafel 1.

Fig. 1. Schema des Pharynx von links.
Fig. 2. Schema des Darmtraktus von links.
Fig. 3. Mitteldarm von oben, frei präpariert, leicht schematisiert. (Vergr. 5 mal.)
Fig. 4. Sagittalschnitt durch den Pharynx. (Vergr. 15 mal.)
Fig. 5. Medianer Längsschnitt durch den Pharynx.

Tafel 2.

Fig. 6. Querschnitt durch das Vorderende des Pharynx. (Vergr. 15 mal).
Fig. 7. Querschnitt durch die vordere Mitte des Pharynx. (Vergr. 15 mal.)
Fig. 9. Querschnitt durch die Schlundtaschenregion. (Vergr. 15 mal.)
Fig. 10. Querschnitt durch den Anfang des Ösophagus. (Vergr. 54 mal.)

Fig. 11. Querschnitt durch die Radulatasche beim Eintritt in den Pharynx. (Vergr. 54 mal.)

Tafel 3.

Fig. 8. Querschnitt durch die hintere Mitte des Pharynx. (Vergr. 15 mal.)

Fig. 12. Querschnitt durch den Magen. (Vergr. 12 mal.)

Fig. 13. Querschnitt durch den Faltenmagen. (Vergr. 15 mal.)

Fig. 14. Querschnitt durch das Unterende der linken Kieferhälfte. (Vergr. 225 mal.)

Fig. 15. Längsschnitt durch den Übergang des Kieferepithels in das Bukkalhöhlenepithel. (Vergr. 54 mal.)

Fig. 16. Kieferepithel, Frontalschnitt. (Vergr. 530 mal.)

Fig. 17. Vorderer Kieferrand, Ausschnitt. Von innen. (Vergr. 530 mal.)

Fig. 18. Schnitt durch die Stützplatte. (Vergr. 530 mal.)

Tafel 4.

Fig. 19. Schnitt durch die Stützplatte, Muskelansatz. (Vergr. 530 mal.)

Fig. 20. Querschnitt durch einen Azinus der Speicheldrüse beim Übergang in einen Ausführgang. (Vergr. 530 mal.)

Fig. 21. Sagittalschnitt durch einen Teil der Radulascheide, Marginalzähne. (Vergr. 530 mal.)

Fig. 22. Sagittalschnitt durch das Hinterende der Radulascheide. (Vergr. 54 mal.)

Fig. 23. Frontalschnitt durch das Hinterende der Radulascheide (Vergr. 54 mal.)

Fig. 24. Querschnitt durch das Hinterende der Radulascheide. (Vergr. 54 mal.)

Fig. 25. Schnitt durch das Drüsenepithel der Bukkalhöhle. Unterseite des Subradularhöckers. (Vergr. 530 mal.)

Fig. 26. Schnitt durch das Ösophagusepithel. (Vergr. 530 mal.)

Fig. 27. Schnitt durch das Faltenmagenepithel. (Vergr. 530 mal.)

Tafel 5.

Fig. 28. Schnitt durch das Epithel des Cuticularmagens. (Vergr. 530 mal.)

Fig. 29. Schnitt durch das Epithel des hinteren Magenblindsackes. (Vergr. 530 mal.)

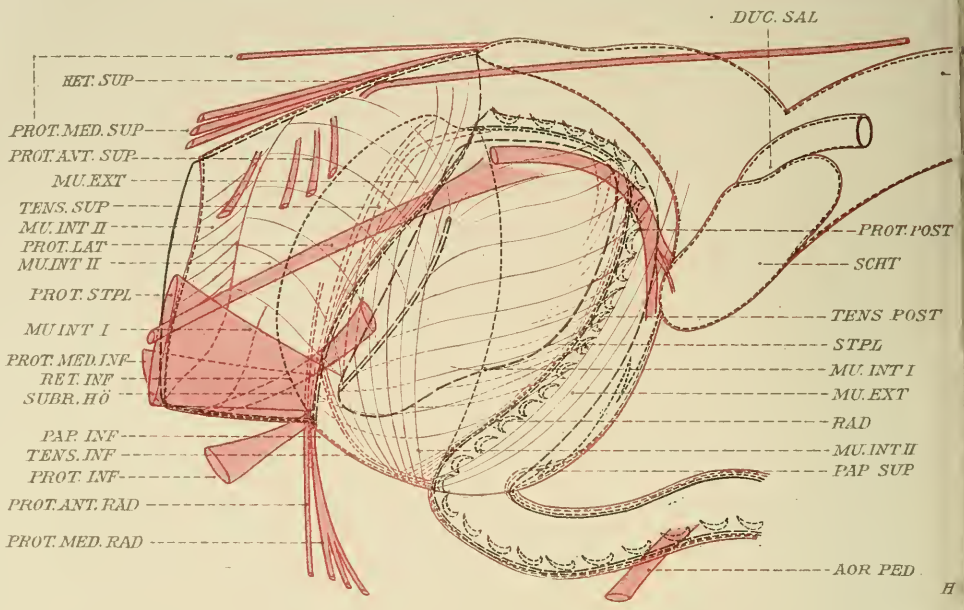
Fig. 30. Schnitt durch das Leberepithel. (Vergr. 530 mal.)

Fig. 31. Schnitt durch das Epithel des Leberausführganges. (Vergr. 530 mal.)

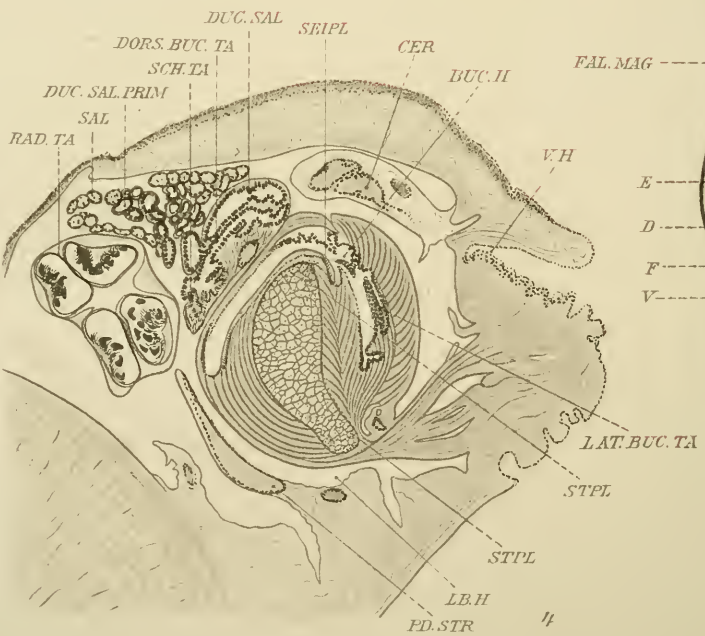
Fig. 32. Schnitt durch eine Eingeweidearterie. (Vergr. 530 mal.)

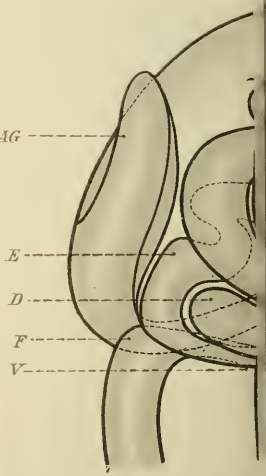
Fig. 33. Schnitt durch das Dünndarmepithel. Bei *II* der Taf. 1, Fig. 2. (Vergr. 530 mal.)

Fig. 34. Schnitt durch das Enddarmepithel. (Vergr. 530 mal.)

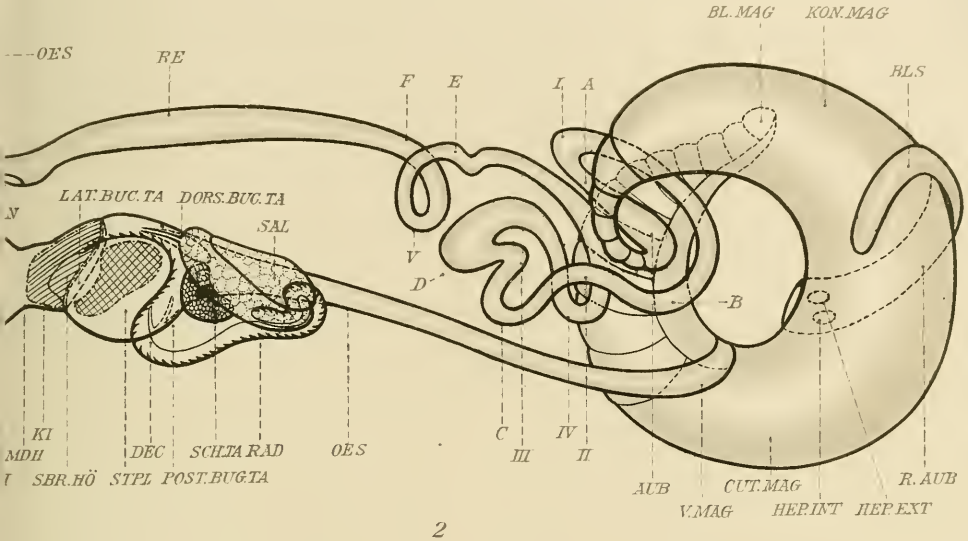

DUC. SAL
RET. SUP
PROT. MED. SUP
PROT. ANT. SUP
MU. EXT
TENS. SUP
MU. INT II
PROT. LAT
MU. INT II
PROT. STPL
MU INT I
PROT. MED. INF
RET. INF
SUBR. HÖ
PAP. INF
TENS. INF
PROT. INF
PROT. ANT. RAD
PROT. MED. RAD
PROT. POST
SCHT
TENS. POST
STPL
MU. INT I
MU. EXT
RAD
MU. INT II
PAP. SUP
AOR. PED
H

1

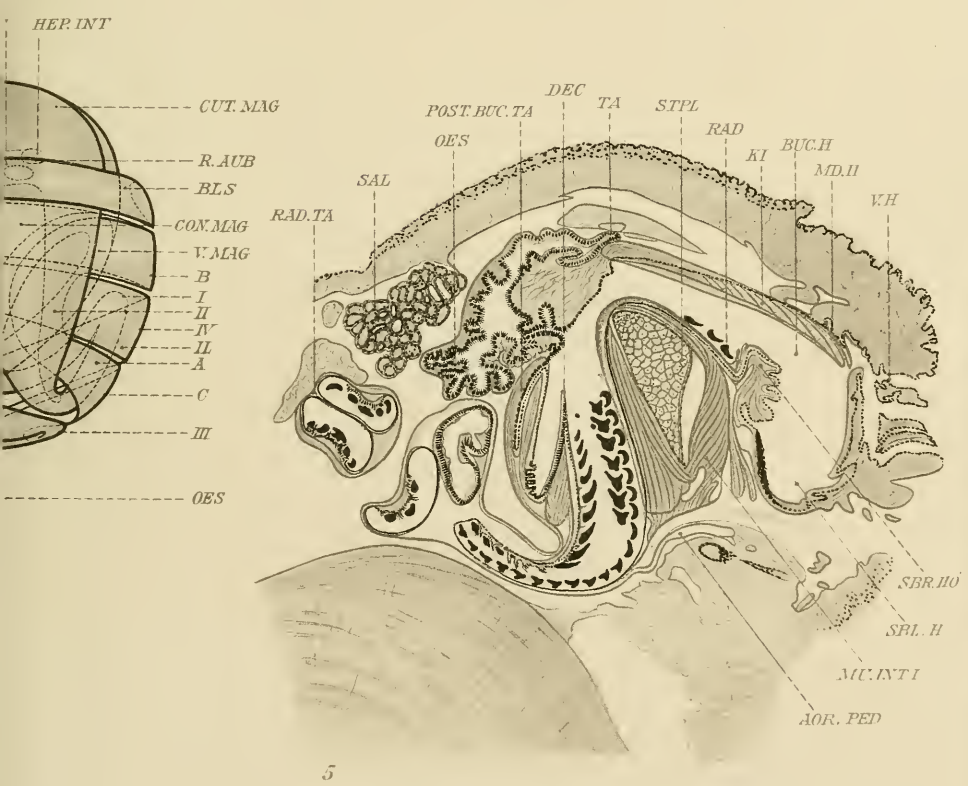

DUC. SAL
SEIPL
DORS. BUC. TA
CER
SCH. TA
BUC. II
DUC. SAL. PRIM
SAL
RAD. TA
V. H
LAT. BUC. TA
STPL
STPL
LB. H
PD. STR


FAL. MAG
E
D
F
V

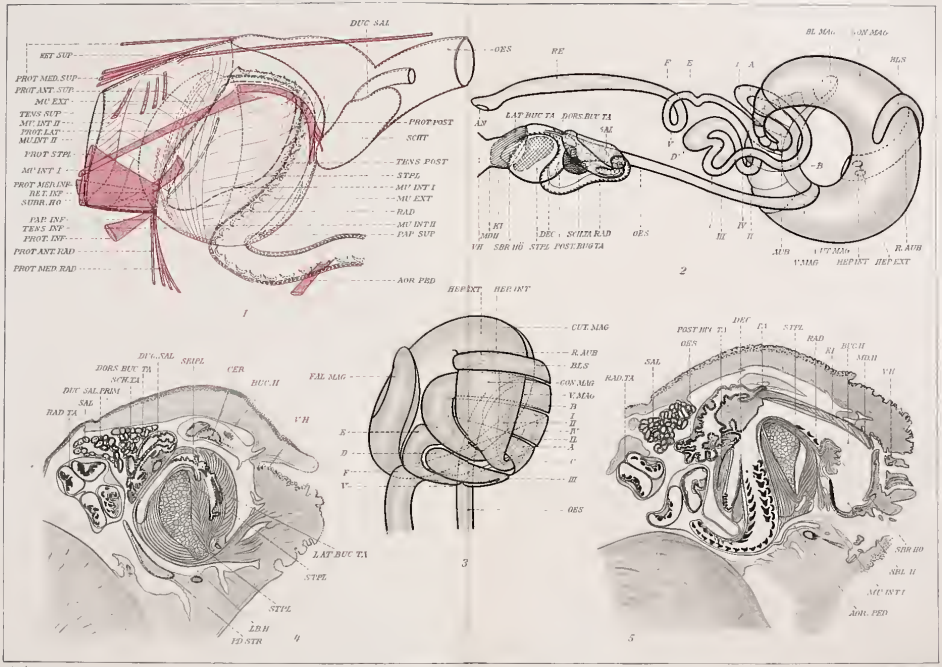
4

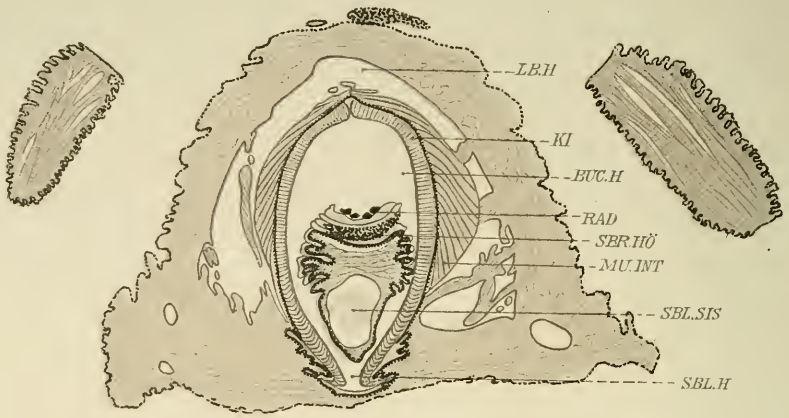

BL.MAG
KON.MAG
OES
RE
F
E
I
A
BLS
LAT.BUC.TA
DORS.BUC.TA
N
SAL
V
D
B
KI
MDH
I
SBR.HÖ
DEC
STPL
POST.BUC.TA
SCHTA
RAD
OES
C
III
IV
II
AUB
CUT.MAG
V.MAG
HEP.INT
HEP.EXT
R.AUB

2

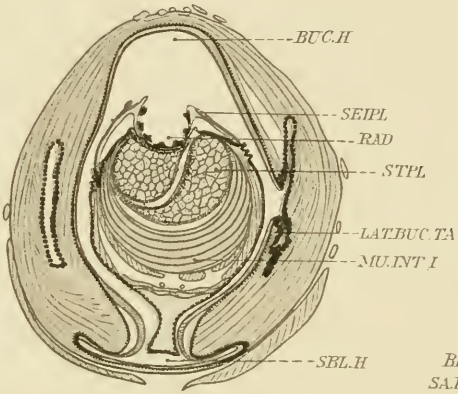

HEP.INT
CUT.MAG
R.AUB
BLS
CON.MAG
V.MAG
B
I
II
IV
II
A
C
III
OES
DEC
POST.BUC.TA
TA
STPL
RAD
OES
KI
BUC.H
MD.H
SAL
V.H
RAD.TA
SBR.HÖ
SBR. H
MU.INT I
AOR. PED

5

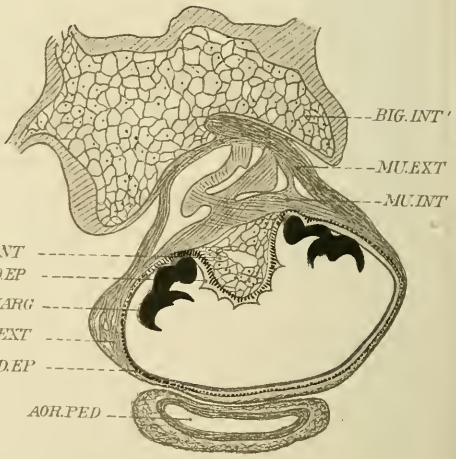

DUC SAL
RET SUP
PROT MED SUP
PROT ANT SUP
MU EXT
TENS SUP
MU INT II
PROT LAT
MU INT II
PROT STPL
MU INT I
PROT MED INF
RET INF
SUBR HO
PAL INF
TENS INF
PROT INF
PROT ANT RAD
PROT MED RAD
AOR PED
PROT POST
SCHT
TENS POST
STPL
MU INT I
MU EXT
RAD
MU INT II
PAL SUP
1
OES
BE
F
E
I
A
BL MAG
CON MAG
BLS
AN
LAT BUC TA
DORS BUC TA
SAL
V
D
B
RET
MDH
VH
SBR HO
STPL
DEC
SCHZA RAD
POST BUG TA
OES
III
IV
II
AUR
VENT MAG
R AUR
VMAG
HEP INT
HEP EXT
2
HEP EXT
HEP INT
CUT MAG
R AUR
BLS
CON MAG
V MAG
N
L
E
D
C
A
K
D
F
V
III
OES
3
DUC SAL
SKIPL
DORS BUC TA
SCHZA
CER
BUC H
DUC SAL PRIM
SAL
RAD TA
VH
LAT BUC TA
STPL
STPL
LBH
PD STR
4
FAL MAG
DEV
TA
STPL
POST HY TA
OES
RAD
RET
BUCH
MD H
SAL
RAD TA
VH
SBR HO
SBL H
MU INT I
ADM PED
5


LB.H
KI
BUC.H
RAD
SBR.HÖ
MU.INT
SBL.SIS
SBL.H

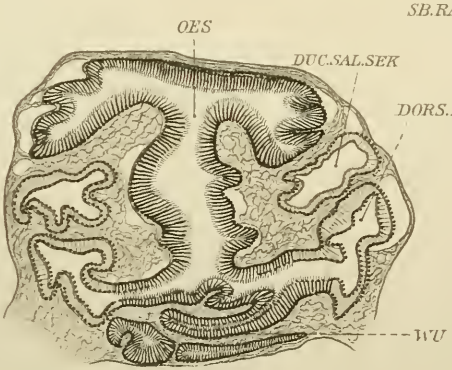
6


BUC.H
SEIPL
RAD
STPL
LAT.BUC.TA
MU.INT I
SBL.H

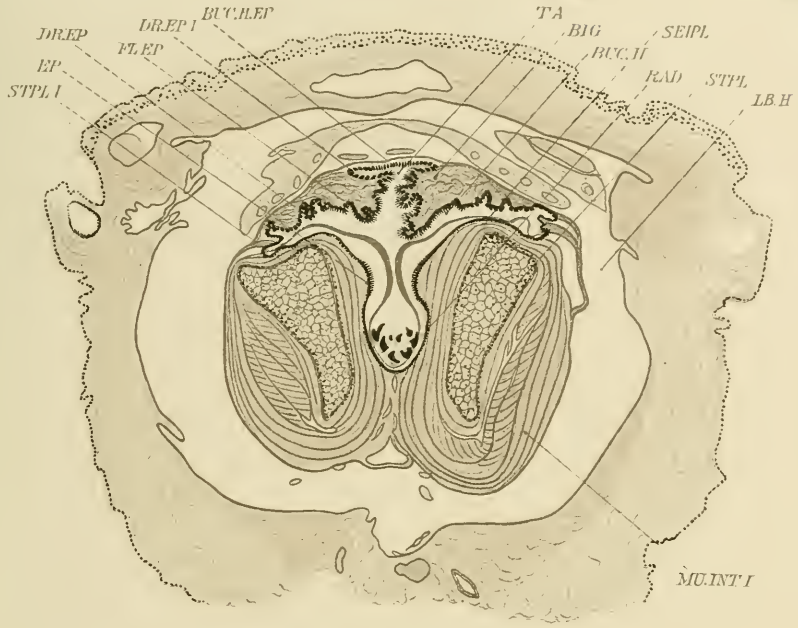
7


BIG.INT'
MU.EXT
MU.INT
BIG.INT
SA.RAD.EP
MARG
BIG.EXT
SB.RAD.EP
AOR.PED

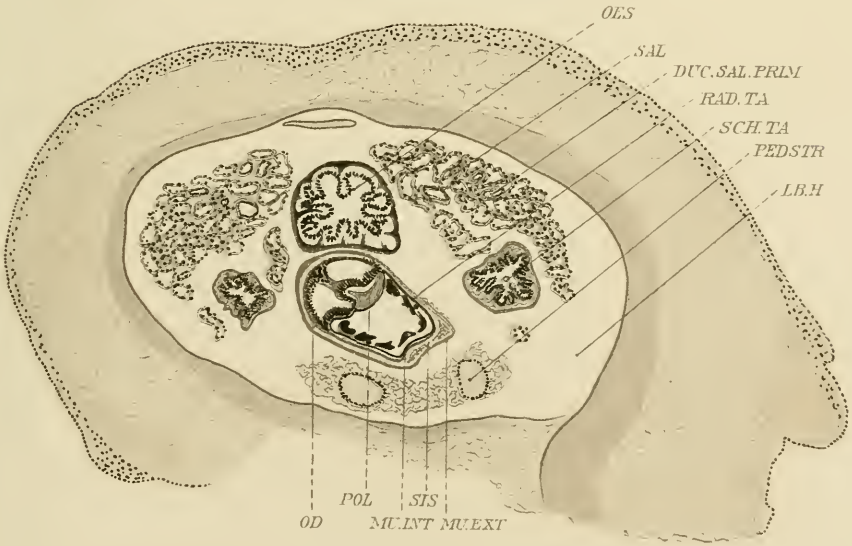
11


OES
DUC.SAL.SEK
DORS.BUC.TA
WU

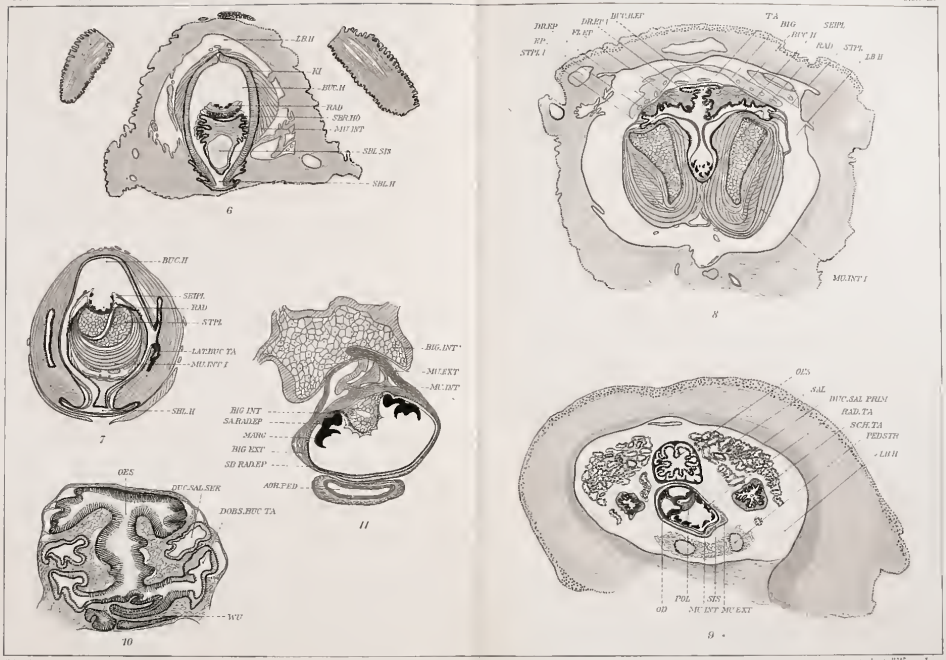
10


DREP
DREP I
BUCLEP
FLEP
EP
STPL I
TA
BIG
SEIPL
BUC.H
RAD
STPL
LB.H
MU.INT I

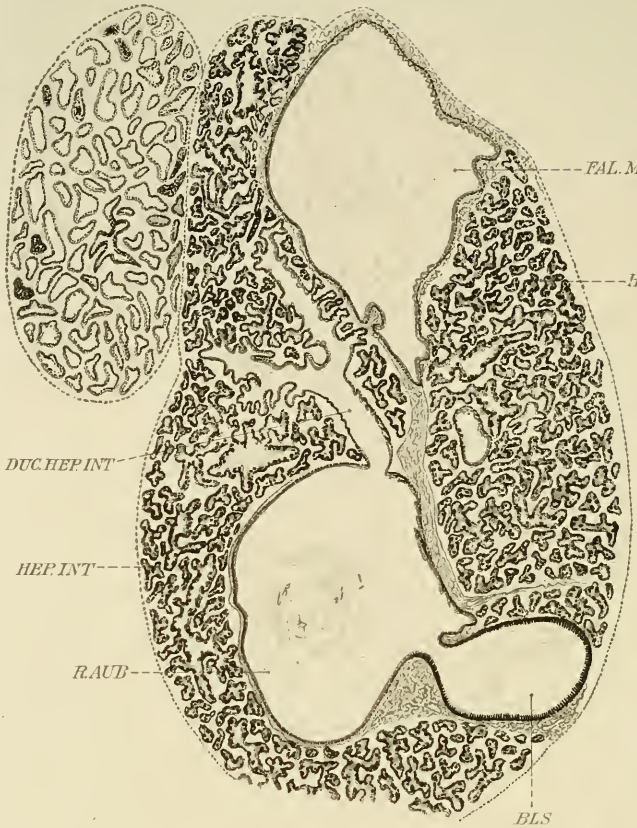
8


OES
SAL
DUC.SAL.PRIM
RAD.TA
SCH.TA
PED.STR
LB.H
OD
POL
SIS
MU.INT
MU.EXT

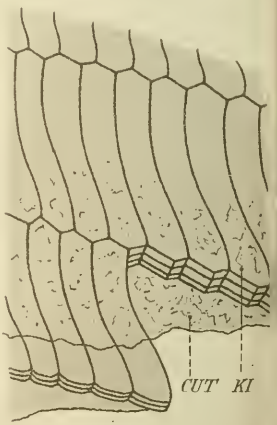
9 .



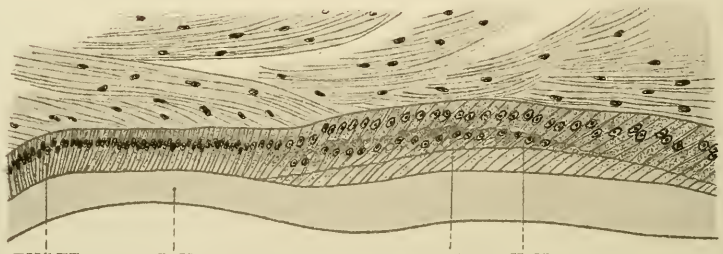
Schneider gez. Verlag von Gustav Fischer in Jena. Lith. Anst. v. R. Wesser, Jena.



12



17

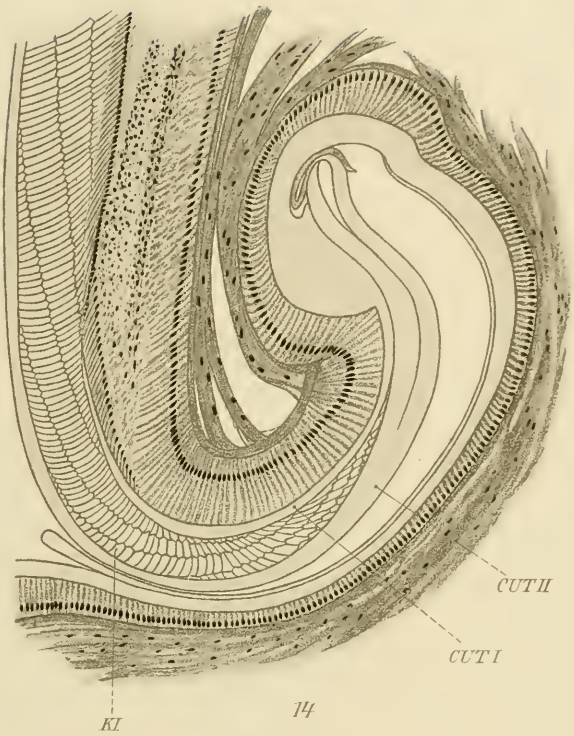


15

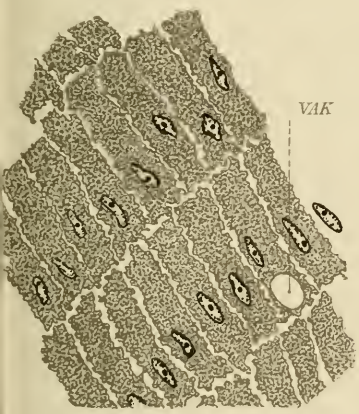
Schneider gez.

Verlag von Gu

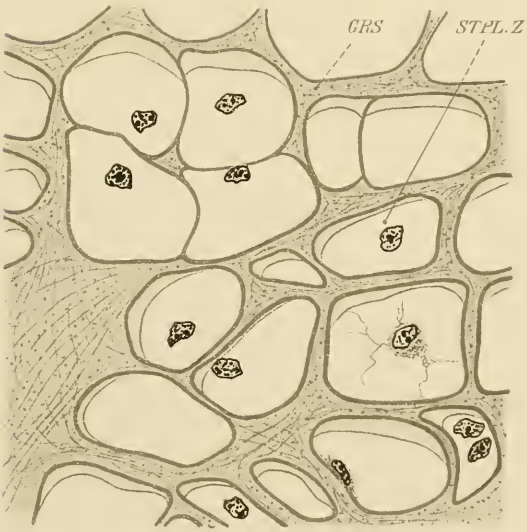
13



14



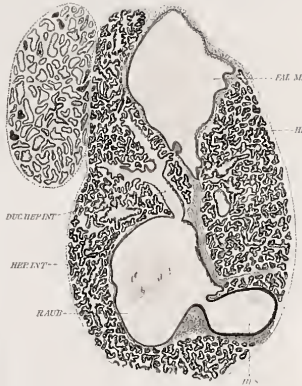
16



18

cher in Jena

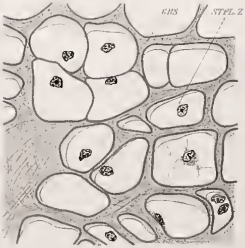
A. v. K. Wesser Jena


FAL MAG
HEP EXT
DUC HEP INT
HEP INT
RAUB
12

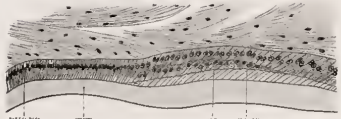
FAL
MOR
HIG
13

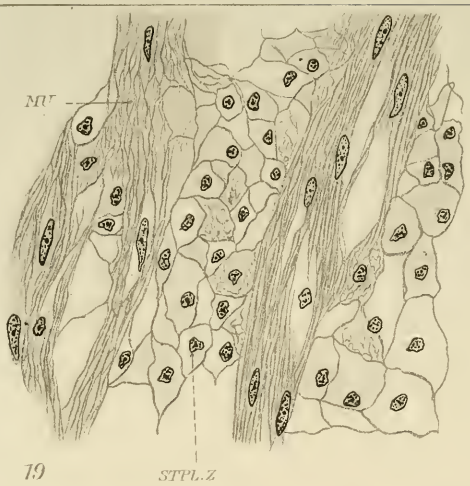
CUT H
CUT I
KI
14

CUT
KI
17

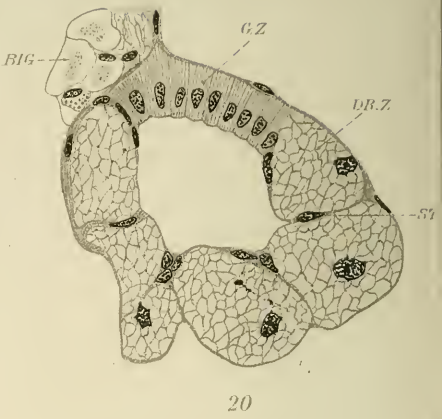

CHS
STPL Z
18

VAK
16

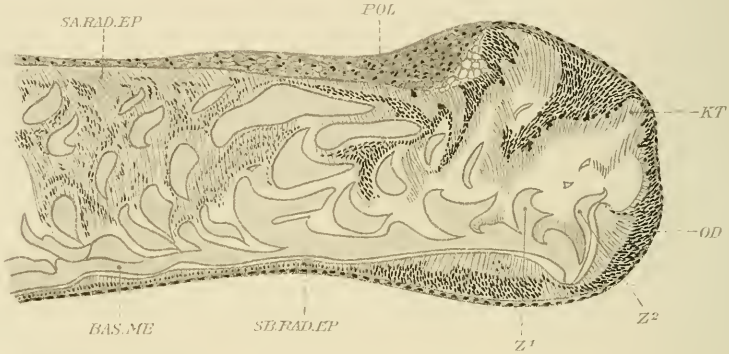

BUC EP
CUT
KI
KLRU
15


MU
STPL.Z

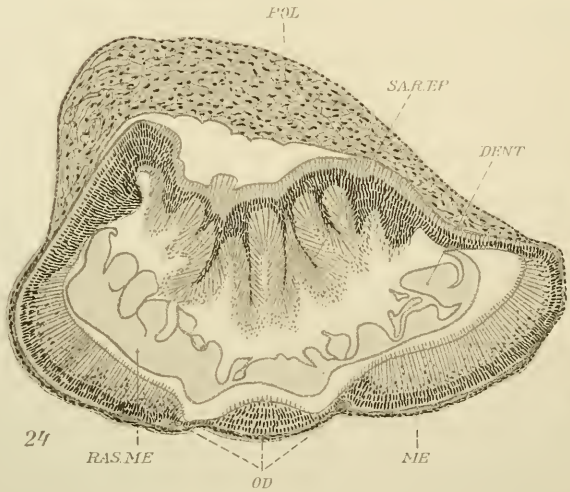
19


BIG
GZ
DR.Z
ST

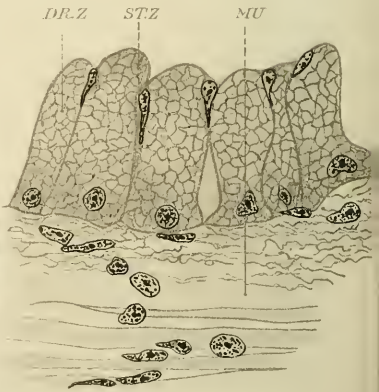
20


SA.RAD.EP
POL
KT
OD
BAS.ME
SB.RAD.EP
Z¹
Z²

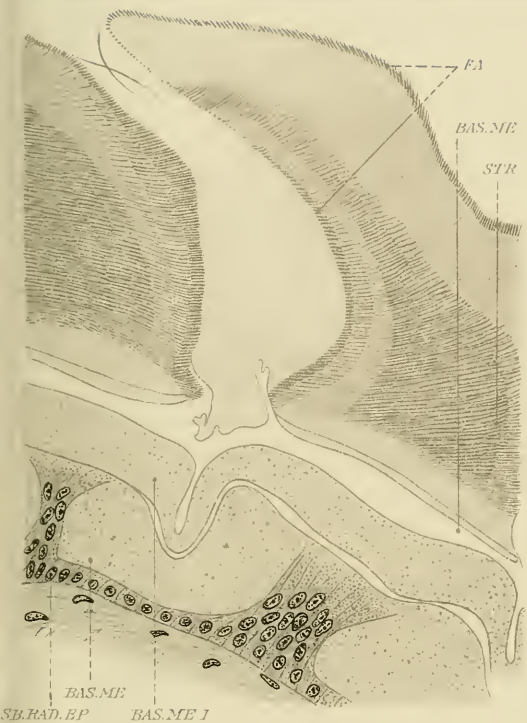
22


POL
SA.R.EP
DENT
RAS.ME
OD
ME

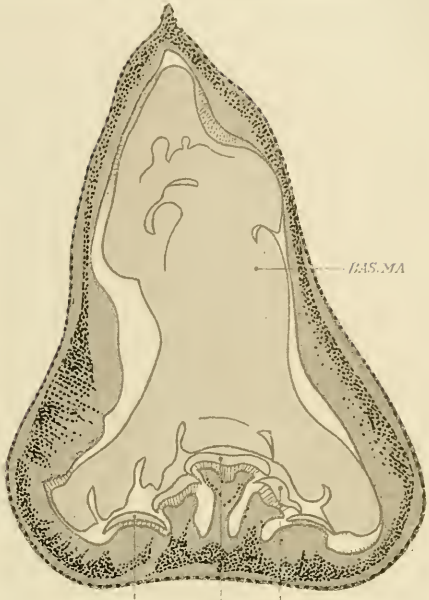
24


DR.Z
ST.Z
MU

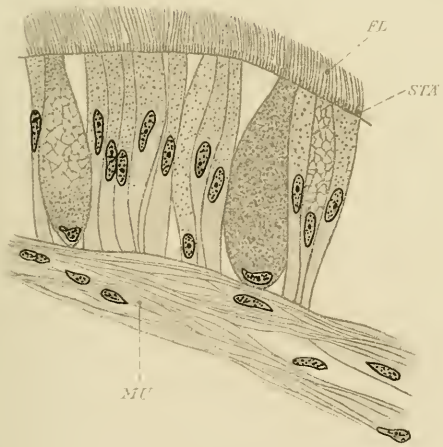
25


EA
BAS.ME
STR
BAS.ME
SB.RAD.BP
BAS.ME I

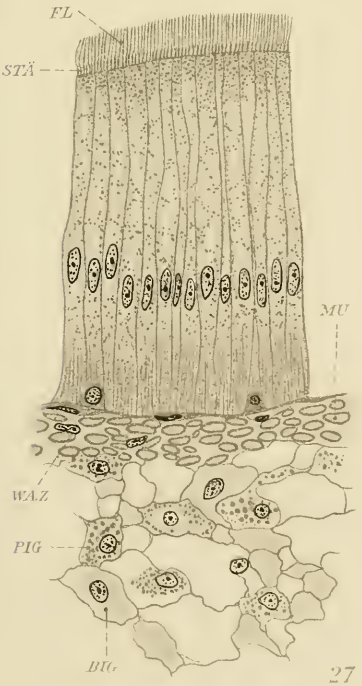
21


BAS.MA
LAT.EXT
RHACH
LAT.INT

23


FL
STÄ
MU

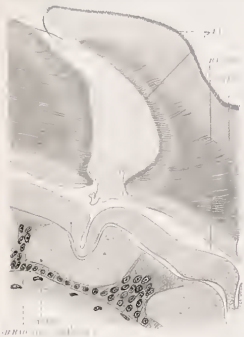
26


FL
STÄ
MU
WAZ
PIG
BIG

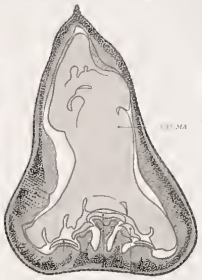
27

19

20



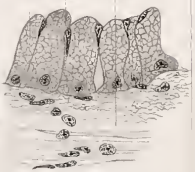
21



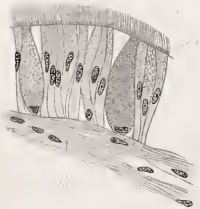
25

22

24

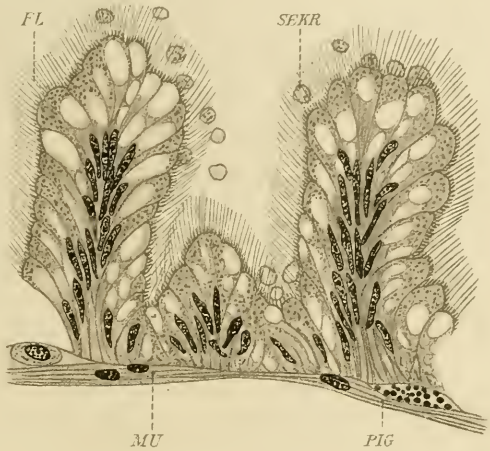


23

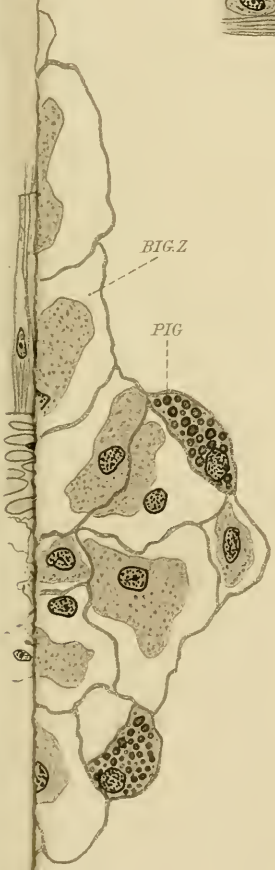


26

27

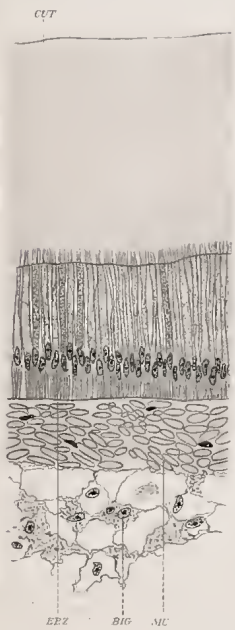


31



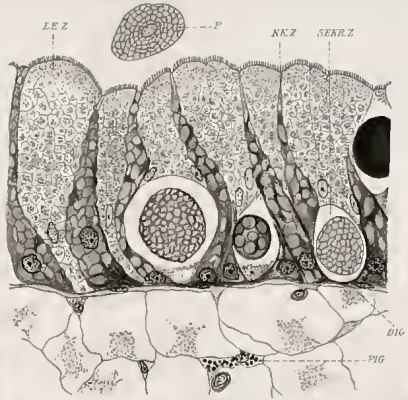
34

Lith Anstv. H. Wesser Jena



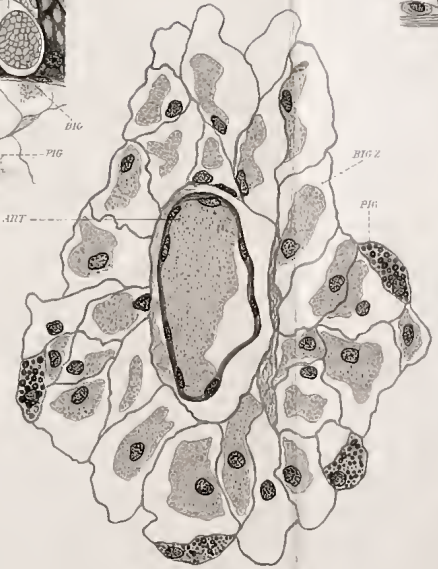
28

29

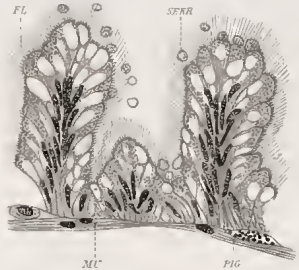


30

33



32



31

34

Verlag von Gustav Fischer in Jena.