

# Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und Histologie des Darmkanals der Copepoden.

VON Dr. B. FARKAS.

(Aus dem zoologischen Institut der kgl. ung. Franz Josefs Universität  
in Szeged.)

Hierzu 6 Textfiguren und 1 Taf.

Die ersten inhaltsreichen Untersuchungen über den Darmkanal der *Copepoden* verdanken wir ausser Zenker und Jurine besonders den Untersuchungen von Claus,<sup>1)</sup> der am Verdauungstrakte der *Copepoden* drei Teile unterschied. Vom Munde aus geht 1. ein dünner, aufwärts steigender Oesophagus, 2. ein breiter, dem Chylusdarme des Insecten vergleichbarer Magen und 3. ein Enddarm-(rectum).

In anatomischer und histologischer Hinsicht findet man eine ausführliche Beschreibung dieser Verhältnisse weder bei diesen Forschern, noch in Schmeil's<sup>2)</sup> Monographie, noch

<sup>1)</sup> Claus, C. Das Genus Cyclops und seine einheimische Arten. Inaug. Dissert. Marburg, 1857.

Claus, C. Die freilebenden Copepoden, mit besonderer Berücksichtigung der Fauna Deutschlands, der Nordsee und des Mittelmeers. Leipzig, 1863. Tab. 37.

Claus, C. Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Copepoden. Archiv f. Naturgeschichte XXIV. Jahrg., Bd. I, p. 17: „Von dem Munde aus der uns unterhalb der Oberlippe als eine nicht sehr weite, von Chitinstäben gestützte Querspalte entgegnetritt, gelangt sie in den dünnen, aufwärts steigenden Oesophagus (Von dem Vorhandensein der Chitinstäbe im Oesophagus, wie sie Zenker beschreibt, habe ich mich nicht überzeugen können.) und von hier in einen weiten, dem Chylusdarme der Insecten vergleichbaren Abschnitt den Jurine als Magen, Zenker als Darm in Anspruch nimmt.“

„Die unbrauchbaren (sic!) Stoffe gelangen in das Rectum, welches durch eine Sphincter ähnliche Einschnürung im unteren Abschnitte des Thorax vom Chylusdarme getrennt, einen langen, dünnen Kanal darstellt und an der Rückenseite des letzten Abdominalsegmentes nach aussen ausmündet.“

<sup>2)</sup> Schmeil, O.: Deutschlands freilebende Süsswasser-Copepoden. (Cassel.) I. Teil. Cyclopidae 1892. 191. pag. m. 3 Fig. u. 8 Taf.

in den Arbeiten des ausgezeichneten Kenners der *Crustaceen* und grossen Monographien der Seecopepoden: Giesbrecht.

Eine vorzügliche zusammenfassende Beschreibung finden wir in Jordan's „Vergleichende Physiologie der wirbellosen Tiere“, wo die Resultate der neueren sowie der früheren Forscher einheitlich dargestellt werden. Von den neueren Autoren, die sich mit dem Verdauungstrakte der *Copepoden* befassten, sind Guieyesse<sup>3)</sup> und Dakin<sup>4)</sup> zu erwähnen, die schon wertvolle Beiträge zur Histologie und Physiologie des Darmes lieferten.

Nach den Untersuchungen von Guieyesse ist der Verdauungstrakt der *Copepoden* ein gerade verlaufender Kanal, ohne jedes Diverticulum; trotzdem findet man bei diesen alle wichtigen Abschnitte, die man am Darmtraktus der *Malacotraken* als charakteristisch betrachtet. Der Mund befindet sich an der unteren Seite des Kopfes; von diesem geht der Verdauungskanal aus in vertikaler Richtung, dann bildet er einen Pharynx, welchem ein sehr kurzer Oesophagus folgt. Dieser verbreitet sich zu einer ziemlich umfangreichen Tasche, dem Magen, welchem der am Ende des Abdomens mündende dünne und lange Darm folgt. Guieyesse gibt eine ausführlichere Beschreibung und entsprechende Schilderung der histologischen Verhältnisse der einzelnen Teile, und stellt auch bildlich die Formen der den Verdauungskanal auskleidenden Epithelzellen dar. Mit diesen Epithelzellen werden wir uns noch später, bei der Beschreibung der einzelnen Teile befassen.

Aus Dakin's Forschungen will ich vorläufig bloss erwähnen, dass man seiner Meinung nach am Verdauungskanal der *Copepoden* folgende Teile unterscheiden kann: einen Vorderdarm (Oesophagus), welcher aus dem Stomodaeum der Larve sich entwickelt, einen Mitteldarm, welcher aus dem larvalen Mesenteron und einen Hinterdarm, welcher aus dem Proctodaeum der Larve sich entwickelt.

Der Darm zieht sich, z. B. bei *Calanus finmarchicus* ohne jede Windung vom Munde bis zum Anus, hat jedoch ein

<sup>3)</sup> Guieyesse, A.: Étude des organes digestifs chez les Crustacés. Arch. d. Anat. micr. T. IX. 1907 p. 343-494. Pl. XII-XIV.

<sup>4)</sup> Dakin, W. J.: Notes on the Alimentary Canal and Food of the Copepoda. Internat. Revue Hydrobiol. Bd. I. 1908, p. 772-782.

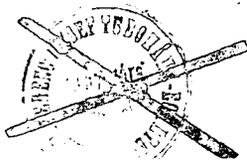
Coecum, das bis zum Kopfe reicht. Der Vorderdarm oder Oesophagus ist nach Dakin ein kurzer, enger Tubus, welcher von der Mundöffnung ausgehend gerade, respektive nach dem vorderen (anterioren) Ende gebogen aufwärts steigt. Der Mitteldarm ist der längste und breiteste Teil des Verdauungskanal, welcher sich vom Vorderende des Körpers bis zum hinteren (posterioren) Ende des vorletzten Segments des Abdomens verläuft. Sein breitester Teil ist das erste Drittel, nach welchem er sich gegen das Abdomen fortwährend verengt. Der Hinterdarm ist sehr kurz, bei *Calanus finmarchicus* ist derselbe auf das letzte Abdominalsegment beschränkt.

### Eigene Beobachtungen über die morphologischen Verhältnisse der Verdauungsorgane.

#### a) Technik und Methodik.

Bei den betreffenden Untersuchungen bedienten sich die meisten Forscher lebendigen und frisch zerlegten Materials, welches sich auch als fixiertes und in Toto aufgehobenes Präparat untersuchen lässt. Giesbrecht,<sup>5)</sup> wie er es in seinen zahlreichen Mitteilungen erwähnte, benützte auch mit gutem Erfolge die Kalipräparate. Es gibt Autoren, die schon feinere mikrotechnische Verfahren angewendet haben, so haben Guieyesse und Dakin fixiertes und eingebettetes Material in Schnitte zerlegt. Guieyesse schreibt keine guten Fixierungen erhalten zu haben, da die Fixiermittel schwer in die Tiere eindringen. Die besten Resultate erhielt er mit Fixierung in Sublimat. Seine Paraffineinbettung führte er in solcher Weise durch, dass er die Tiere in einem Tubus in Paraffin sammelte und nach der Abkühlung das Glas zerschlug. Durch diese Methode hatte er viele Tiere nebeneinander, welcher Umstand notwendig war, da er durch Vergleichung vieler Schnitte über die Struktur der Teile ein einheitliches Bild bekam. In welchem Masse meine Methodik die von Guieyesse benützte übertrifft, wird sich später herausstellen.

<sup>5)</sup> Giesbrecht, W.: Mitteilungen über Copepoden 12—14. Mitteil. a. d. Zool. Station zu Neapel. Bd. 14. 1900, p. 65.



Nach Untersuchung im lebenden Zustande fixierte ich die Tiere in Formalin (4%) und 1%-igem Osmiumtetroxyd für Untersuchungen in Toto. Besonders die in Osmium fixierten und stufenweise durch Alkohol, Benzol-Alkohol in Canada-balsam gebrachten Präparate<sup>o</sup> haben bezüglich des Verlaufes und der Einzellheiten des Verdauungskanals sehr schöne Bilder geliefert. Zur Untersuchung der histologischen Verhältnisse gab das Sublimat-Osmium-NaJO<sub>3</sub> sehr gute Resultate. Das Fixiergemisch besteht nach A p á t h y aus 1 vol. 2%-er OsO<sub>4</sub> + 1 vol. 12%-es Sublimat und 0.2" <sup>ml</sup> NaJO<sub>3</sub>. Auch Aceton-Osmium (2%-er - OsO<sub>4</sub> + im Handel käuflicher Aceton aa + einige Tropfen 1%-er NaJO<sub>3</sub>) war mit gutem Erfolge verwendbar. Dieses Gemisch reduziert sich ziemlich schnell, was durch die rasche Verschwärzung des fixierten Materials leicht wahrnehmbar ist, dieser Umstand wirkt jedoch beim Fixieren der Gewebe überhaupt nicht schädlich.

Es erwies sich als gutes Fixiermittel die Benda'sche Mitochondrien-Fixierflüssigkeit, welche besonders bei der Fixieren der Flimmerepithel des Verdauungstraktus gute Resultate gab. Die Präparate waren jedoch infolge der Zerbrechlichkeit der chitinösen Substanz, sowie wegen der lockeren Beschaffenheit der Gewebe, im Allgemeinen nicht zufriedenstellend, auch deswegen nicht, weil die Benda'sche Procedur auf die erwähnte Substanz nicht günstig einwirkt.

Ausgezeichnet ist aber die Doppeleinbettung in Zelloidin-Paraffin. Die Tiere kamen von Alkohol absolut (tatsächlich „absolut“, also direkt vom Kupfersulfat abgegossen) in Aether-Alkohol, dann in eine Lösung von 2%-er Celloidin, von wo sie nach einigen Tagen in 4%-er Celloidinlösung gelangten, um sich auch mit dieser durchzutrinken; nachher wurden sie in eine flache Glasdose ausgegossen, in welcher unter Lupe eine Orientierung in bestimmter Richtung getroffen wurde. In diesem Gefäße wurde die Celloidin über Schwefelsäure bis 8%-ig verdichtet, nachher in Chloroformdämpfen gehärtet und mit Chloroform durchgetränkt. Über die Lage der aus dem Glasgefäße befreiten und in Chloroform glasähnlich durchsichtigen Celloidin gesperrten Tiere konnte man sich vorzüglich orientieren. Die nach Belieben geschnittenen Celloidinblöcke konnte ich jetzt nach Durchtränkung mit Paraffin auf Klötzchen kleben.

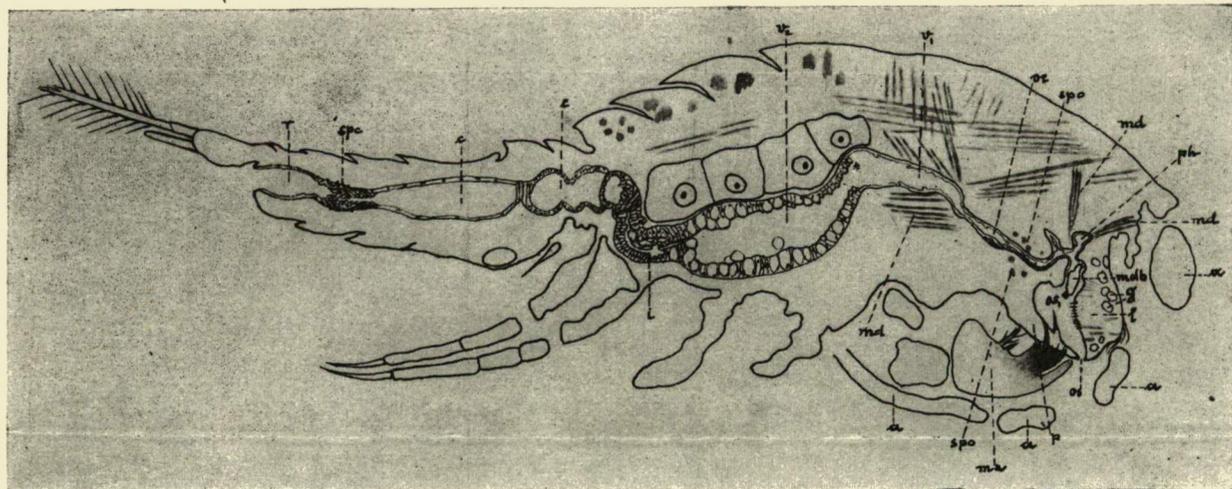


Fig. 1.

Medianschnitt durch einen *Cyclops* (frisch gefangenes Tier, Grösse:  $2.1 \frac{m}{m}$ ) *os* = Mundöffnung, *os*<sub>1</sub> = Mundhöhle (atrium), *l* = Oberlippe, *g* = Drüsen in der Oberlippe, *mdb* = ein Teil der Mandibel, *p* = Unterlippe, *mx* = Maxilla, *a* = die Glieder der Antenna, *ph* = Pharynx, *md* = die Dilatatormuskeln der Pharynx, *md*<sub>1</sub> = des Magens, *oe* = Oesophagus, *spo* = Sphincteren des Oesophagus, *v*<sub>1</sub> = der chitinöse Abschnitt des Magens, *v*<sub>2</sub> = der zellige Abschnitt des Magens, *i* = Dünndarm, *c* = Dickdarm, *spc* = Sphincteren des Dickdarmes, *r* = Enddarm.



so dass die Tiere in entsprechender Stellung zum Schnitt kamen. Das auf diese Weise vorbereitete Material wurde in 3 $\mu$ –5 $\mu$ –10 $\mu$  dicke Serienschnitte in frontaler, sagittaler und transversaler Richtung zerlegt.

Aus diesen Serienschnitten gelang es den Darmkanal sozusagen plastisch zu rekonstruieren.

Die Färbung der Schnitte erfolgte nach sehr verschiedenen Methoden: so mit Haemataun-Piknorrubin (Apathy), Mallorysche Dreifachfärbung, Biondi-Ehrlich-Heidenhain-Färbung, Haematoxylin-Eisencalam, Weigertschem Resorcin-Fuchsin, Benda-scher Mitochondrien-Färbung, etc. Die schönsten Bilder ergab hielt sich durch Haematoxylin-Eisencalam und durch das Benda'sche Verfahren.

Die Untersuchungen wurden an verschiedenen *Cyclops*, *Diptomus*- und *Sec Fuculimus*-Arten vollzogen.

### b) Mund und Mundgliedmassen.

Giesbrecht sagt in seiner grossen zusammenfassenden Arbeit im Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere<sup>1)</sup> über den Mund der *Crustaceen*, p. 86. . . . nennt man den von Epistom (Labrum) und Metastom (Labium) vorn und hinten eingefassten Anfangsteil des Oesophagus: Mundhöhle (Atrium) . . . etc.

Unsere 1. Textabbildung, welche einen Mediananschnitt

durch *Cyclops vultus* darstellt, zeigt klar diese Verhältnisse. Die Mundhöhle ist gut abgegrenzt, es ist gut zu bemerken, dass dieselbe von hinten und von unten durch den rostralen (rostralwärts) laufenden Metastom, vorne vom Epistom eingeschlossen ist. Das Epistom der *Cyclops*arten ist nach Claus<sup>2)</sup> ein unpaarer Vorsprung des Skeletts<sup>3)</sup> . . . . . welcher über der Mundöffnung gelegen ist, und von Fischer mit Recht als „Labrum“ aufgeführt wurde<sup>4)</sup>. Derselbe zeichnet sich im Ganzen durch eine viereckige, nach den vorderen Seite spitz zulaufende Form aus, und trägt hier in einer bogenförmigen Ausschwelung eine Reihe spitze, schräg nach aussen gestellter Zähne<sup>5)</sup> . . . etc. Die beiden äussersten Zahnpaare sind die grössten, die inneren nehmen nach der Mitte zu an Grösse gleichmässige ab<sup>6)</sup>. Wie wir aus Giesbrecht's<sup>7)</sup> Mitteilungen

über Copepoden“ ersehen, haben auch die Epistomen von anderen *Copepoden* ein wesentlich ähnliches Aussehen, einige Abweichung ist in der Form bemerkbar.

In einer Abhandlung Giesbrecht's (Mitteilungen üb. Copepoden 12—14) steht die Beschreibung einer neuen *Copepode*, der im Darme des *Antedon rosaceus* parasitisch lebende *Enterognathus comatulae* (p. 61), von welchem er einen medianen, durch den Kopf ziehenden Schnitt abbildete (Taf. V, Fig. 9). An der Zeichnung von Giesbrecht sind in der Oberlippe (Epistom) stark ausgebildete, quer laufende Muskeln zu bemerken. Es sind ähnliche, aber nicht so reichlich ausgebildete Muskeln auch bei dem *Cyclops* zu finden, wo ausser diesen sich noch ein in Labrum längs laufendes, schwach ausgebildetes Muskelbündel zieht, wie es die 1. Textabbildung zeigt. Am Anfangsteile des Epistom, dort, wo es in die Pharynx übergeht, ist ein sehr stark ausgebildetes breites Muskelbündel zu finden, welches als dilatator pharyngis zu betrachten ist.

Es kommen Drüsenzellen im Epistom in grosser Anzahl vor, welche sich besonders am unteren Rande und auf der äusseren Fläche der Oberlippe entwickelt haben. Diese Drüsen sind von einem aus dünnen Kanälchen zusammengesetzten Kapillarnetz durchzogen; ihr Secretausfuhr geschieht durch solche dünne Kapillaren. Ihre physiologische Funktion ist vorläufig nicht zu bestimmen. Ihr Secret ist kein Schleim, mindestens nicht mit Schleim färbenden Farbstoffen färbbare Substanz. In der Axe des Labrum läuft ein aus Nervenfasern bestehendes Bündel.

#### *Die Unterlippen (Metastom, Paragnathen, Labium).*

Die Ausbildung der Unterlippe, wie es aus den Untersuchungen von Claus und Giesbrecht bekannt ist, ist in den verschiedenen *Copepoden* sehr verschiedenartig. Es ist ja möglich, dass eine „unpaarige Erhebung hinter der Mundöffnung sich bildet, sie kann auch als paariges Organ auftreten.“<sup>9)</sup> So ist es auch bei den *Cyclops*-Arten. Eigentlich kann man nicht einmal bei den *Cyclops*-Arten über „Unterlippe“ — besser gesagt „Hinterlippe“ — in solchem Sinne sprechen, wie man über

<sup>9)</sup> Giesbrecht l. c. (Mitteilungen üb. d. Copepoden 1—6. p. 76.)



Fig. 2.

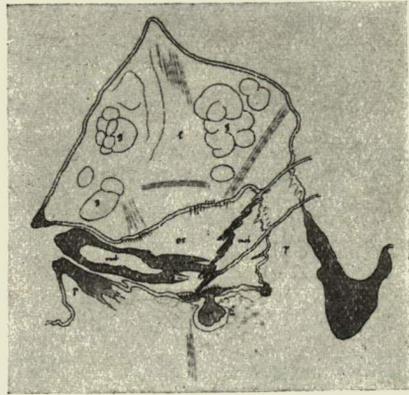


Fig. 3.

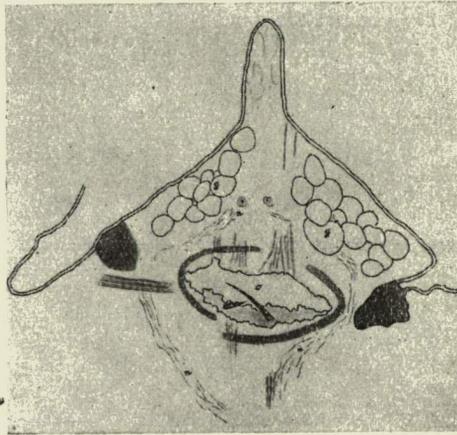


Fig. 4.

*Erläuterung der Figg. 2—5.*

Frontalschnitten durch die Mundgegend eines *Cyclops*, in verschiedenen nach einander folgenden Höhen.

Auf fig. 2. in den Atrium sind auch die Höcker und Borsten der Maxille zu sehen.

Die grau gefärbten teile bestehen aus dichterem Chitin.

Fig. 2. in der Höhe des Atrium. Fig. 4. 100  $\mu$  höher als fig. 3.

Fig. 3. 50  $\mu$  höher als fig. 2. Fig. 5. 200  $\mu$  höher als fig. 4.

*l* = Oberlippe, *g* = Drüsen in der Oberlippe, *os* = Atrium, *os*<sub>1</sub> = Pharynx, *o* = Oesophagus, *md* = Mandibeln, *p* = Seitenlippen, *r* = Rotierscheibe, *n* = Nervenfasern.





Fig. 5.

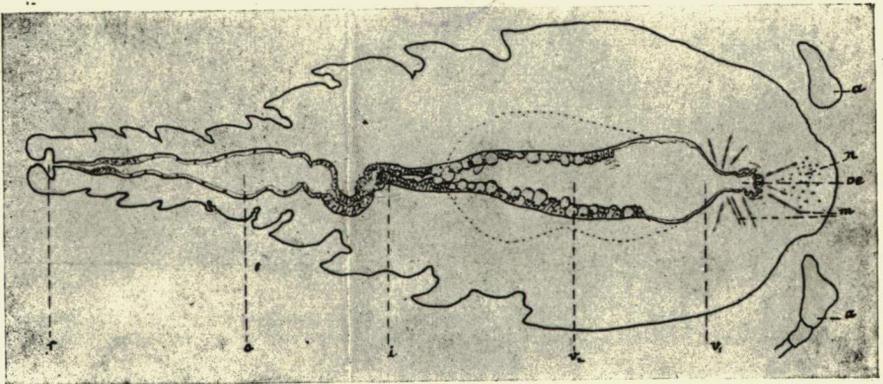
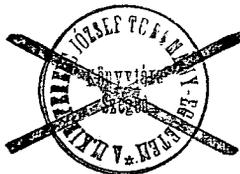


Fig. 6.

Frontalschnitt durch einen im Aquarium gehaltenen ausgehungerten *Cyclops*. Erklärung wie bei Fig. 1.

Die punktierte Linie zeigt den Magenumfang eines wohl genährten Tieres. (Grösse des Tieres : 1.5 mm)



„Oberlippe“ sprechen kann, weil median am hinteren Teil der Mundöffnung, die Cuticula des Sternum ohne besondere Lippenbildung in die Cuticula der Mundöffnung bezugsweise in die Pharynxcuticula übergeht.

Es sind aber auf beiden Seiten zwei Anhänge, die Paragnathen, die von *Giesbrecht* als „abgelöste Lateralzapfen der Unterlippe . . . als Seitenlippen“ erwähnt sind. Diese Seitenlippen sind, trotzdem sie durch eine schmale Einkerbung vom Körper gelenkig getrennt sind, nicht als selbständige gliedmassartige Bildungen zu betrachten. Die 2. Textabbildung demonstriert einen frontalen Schnitt durch die erwähnten Teile. Die Paragnathen erstrecken sich nach beiden Seiten, aber nicht in gleichmässiger Länge und Breite, treffen mit den Kanten der Oberlippe zusammen, bilden jedoch keinen geschlossenen, sondern einen auf beiden Seiten durch Löcher durchbrochenen Kanal. Die spitzen Enden der Mandibeln reichen durch diese Seitenlöcher in das Atrium hinein. Ebenso reichen von unten die Endästen der Maxillen in das Atrium, so dass hier ein wahrhaftiges Zusammentreffen der mit Spitzen bewaffneten Mundgliedmassen zum Zerstechen und Zerreißen der Nahrung stattfindet.

Auf der inneren Seite der Paragnathen sind ziemlich grosse Chitindornen, an der äusseren unteren Oberfläche aber sehr feine, gebogene Härchen zu bemerken.

Etwas weiter oben, an jenem Teile des Mundes, welcher einen Übergang zum Pharynx bildet, ist im Munde auf der sternalen Seite ein Gebilde zu finden (auf der Textfigur 3. = r), welches sehr interessant gestaltet ist. Dies ist eine mit feinen spitzigen Dornen dicht bestreute flache Chitinscheibe, welche stärker und härter ist, als die übrige Chitinhülle des Mundes, gegen welche sie ausserdem einigermaßen abgegrenzt ist. Diese Scheibe setzt sich durch einen kurzen Stiel, dessen Ende kopfartig abgerundet ist, in die Körperhöhle fort.

Es scheint eine rotierende Bildung zu sein, welche mit den daran haftenden Muskeln als im Körper eingekeiltes Nussgelenk nach verschiedenen Seiten zu bewegen ist, und dient zur Zermahlung der Nahrung.

Über die Mandibeln und Maxillen habe ich hier nichts zu

sagen, da darüber Claus und Giesbrecht ausführliche Beschreibungen geben.

### c) *Pharynx*.

Die 4. Textfigur bildet einen Schnitt von den Serien ab, welche vom im 3. Textfigur abgebildeten Abschnitt um 100  $\mu$  entfernt ist. Es ist der Anfangsabschnitt des Pharynx; man könnte ihn auch Oesophagus nennen, aber in Anbetracht der 1. Textfigur wird er besser Pharynx genannt. Dieser Teil des Verdauungsrohres ist stark dehnbar, was durch die starke Faltenbildung der Chitinbekleidung belegt ist.

Dieser Raum kann sich also stark erweitern, wodurch eine grosse sackförmige Bildung entsteht, welche an einer Seite mit Atrium, an der anderen Seite mit Oesophagus in Verbindung steht. Dieses Bild sieht dem von Giesbrecht gezeichneten Pharynx von *Enterognathus comatulae*<sup>7)</sup> ähnlich, mit dem Unterschiede, dass die Ausdehnungsmöglichkeit hier mehr hervortritt, und die Trennung von dem durch einen stärker entwickelten Muskelsystem charakterisierten Oesophagus auffallender ist.

Pharynx und Oesophagus wurden bei dem Verdauungstrakt der *Copepoden* im Allgemeinen nicht unterschieden, so zum Beispiel lässt Claus<sup>8)</sup> die Pharynx unerwähnt, er spricht nur von einem dünneren, aufwärts steigenden Oesophagus. Ich bemerke, dass sowohl bei ihm, wie auch bei den anderen Forschern, die in Toto fixiertes Material untersuchten, die Strecke vom Munde bis zum Magen sehr unsicher gezeichnet, ja sogar gar nicht dargestellt ist. Die Feststellung dieses Abschnittes ist nicht an einem jeden Tiere möglich, auch dann nicht, wenn man sie in Serienschritten zerlegt untersucht. Die meisten Tiere platzen nämlich, durch die Wirkung der Fixierflüssigkeit gerade in der Umgebung dieses Abschnittes und der ausströmende Körperinhalt, besonders die Magenelemente, stören das Bild. Überhaupt ist dieser Teil des Darmes in medianen Schnitten

<sup>7)</sup> Giesbrecht, W.: Mitteilungen über Copepoden: 12—14. 1900. Fig. 9, auf die Tafel V.

<sup>8)</sup> Claus, C.: Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Copepoden. (In: Arch. f. Naturgesch. XXIV. Jahrg. Bd. I. p. 17.)

so schmal, dass es nicht zum Staunen ist, wenn es an in Toto yerlegten Tieren nicht bemerkt wurde.

Es können in der Umgebung der Pharynx durch den Zusammenfall des Pharynxwandes kleine taschenähnliche Divertikulen vorkommen, die zuweilen die Form eines rostral-laufenden Darmdiverticulums annehmen können — was aber nicht als eine regelmässige, sondern als individualiter veränderliche Erscheinung zu betrachten ist.

#### d) *Der Oesophagus, der Magen und der Darm.*

Der Oesophagus steigt schräg aufwärts. Sein Querschnitt ist meistens oval, manchmal aber ist sein Lumen vier- oder fünfeckig-zufolge dem Ziehen der Mm. dilatatores. Der Oesophagus wird von stark entwickelten Ringmuskeln umgeben, dagegen sind die Dilatatormuskeln schwächer entwickelt. Im Allgemeinen kann man feststellen, dass im Pharynx die Dilatatormuskeln, im Oesophagus aber die circulären Constrictor-Muskeln stärker ausgebildet sind. Genau genommen laufen diese Constrictoren nicht circulär, sie sind vielmehr spiralartig angeordnet, ohne indessen einen stätigen Zug zu bilden. Die Chitinwand des Oesophagus zeigt eine starke Faltenbildung, was die grosse Dehnbarkeit des Oesophagus zeigt. Beim Übergang vom Oesophagus in den Magen spielen wieder die Dilatatormuskeln eine grössere Rolle (Textabbildung 1).

Die Chitinhülle des Oesophagus bildet kleinere Chitinhärchen und stärkere spitz zulaufende Chitinstäbchen, wie es die 4. Textfigur darstellt. Der Oesophagus ist eine ziemlich lange Bildung, länger als es nach den bisherigen Untersuchungen zu erwarten wäre. Giesbrecht beschrieb bei einem *Seccopepoden*, nämlich bei der *Euryte* einen auffallend langen Oesophagus.<sup>9)</sup> Ich meine, nach gründlicher Untersuchung stellt sich diese Länge als die normale bei allen *Copepoden* heraus.

Was die Beschaffenheit des Oesophagus und Pharynx-epithels betrifft, führten meine Untersuchungen auf Resultate, die von den Guieyesséschen und Dakin'schen Ergebnissen teilweise abweichen.

<sup>9)</sup> Giesbrecht l. c. p. 54. Kalipräparate lassen erkennen, dass der Oesophagus weit faltig und ungewöhnlich lang ist.

Nach Guieyesse sind im Pharynx und Oesophagus längs gestreifte Zilinderepithelzellen, die ich an dieser Stelle nicht gefunden habe. Die Zellen, welche von Guieyesse als Pharynx und Oesophagusepithel betrachtet und abgebildet werden, sind ausgesprochene Magenepithelzellen. Nach Dakin ist diese Region mit Plasterepithelzellen bedeckt, welche von einer dickeren, sich in das Exoskelet fortsetzenden Chitinbekleidung begrenzt werden.

Nach meinen Untersuchungen liegen die Verhältnisse folgendermassen: Die Pharynx, der Oesophagus und ein Teil des anatomischen Magens ist von Chitinbekleidung bedeckt, welche in der Pharynx am Anfang des Oesophagus stärker, bei dem Übergang in den Magen aber schwächer und dünner wird. Wo die Chitinbekleidung mächtiger gebaut ist, besteht sie aus zwei Schichten. Die äussere ist sehr dünn, sie färbt sich dunkel von Haematoxylin-Eisenalaun, die innere ist 2—4-mal dicker als die vorige und nimmt Haematoxylin-Eisenalaun nicht an. Diese Innenschicht hat an der dem Körperinneren zugewandten Seite keine scharfe Begrenzung, sondern zerteilt sich auf kleine Fäserchen, welche parallel mit der Epitheloberfläche ziehend im welligen Laufe bald ein dichtes, bald ein lockeres Filzwerk bilden. Diese Fädchen haben ihre Fortsetzungen in den ziemlich homogenen Zellen, welche ich als „Bildungszellen“ bezeichnen werde, die aus einem dichten kompakten Protoplasma bestehen. Die Bildungszellen kommen zerstreut vor; sie sehen aus wie Geschwülste an der inneren Seite der Chitinhülle, also am Chitinfilzwerk. Diese chitinbildenden Zellen haben einen grossen runden Kern, mit wenig Chromatin und mit einem stark färbaren chromatischen Nucleolus. Zwischen diesen Zellen, an der flach gebliebenen Cuticula haften die bis zu dünnsten Fibrillen zerfaserten Muskeln. Beim Übergang des Oesophagus in den Magen ist die Cuticula dünner, und die äussere, sich mit Haematoxylin-Eisenalaun schwarz färbende dünne Schicht fehlt. Die „Bildungszellen“ sind hier ziemlich flach, und sie kommen häufiger vor. Diese dünne, faltige Cuticula mit sehr flachen „Bildungszellen“ charakterisiert auch den Anfang des Magens bis zu jener Stelle, der auf der 1. Textabbildung mit \* bezeichnet ist. Hier hört sie plötzlich auf, um den für den Magen charakteristischen Zellen den Platz zu räumen. Dieser Anfangs-

abschnitt des Magens ist von gleichmässig angeordneten reif-förmigen Muskelbündeln umgeben. Dieser starke Gegensatz unter den verschiedenen Epithelzellen des Magens wurde weder von Guieyesse noch von Dakin bemerkt. Bei der Untersuchung eines in der Länge geschnittenen Magens bemerkt man, dass die Dicke des mit Chitin bekleideten Wandabschnittes 2—4  $\mu$  beträgt, der darauffolgende Abschnitt aber beginnt mit solchen Zellen (zwei bis drei), die schon eine Höhe von 20  $\mu$  haben, dann folgen Zellen (6 bis 10 in der Reihe) von 40—45  $\mu$  und die übrigen Zellen, die den grössten Teil des Magens bekleiden, haben eine Grösse von 50—60  $\mu$ . Diese Angaben beziehen sich auf wohl ernährte Tiere; bei solchen Tieren aber, die längere Zeit im Aquarium gehalten wurden, sind die Zellen im Allgemeinen nicht mehr so hoch; auch herrschen nicht mehr die Zellen von 50—60  $\mu$  vor, vielmehr die Zellen von 40—45  $\mu$ . Die Breite der Zellen variiert von 8—20  $\mu$ . Überhaupt sind die schmalen im Anfangsteil, die breiten im hinteren Teil des Magens zu finden. Zwischen diesen breiten, blasenähnlichen Zellen kommen zusammengepresste schmale Zellen vor, die nicht einmal 8  $\mu$  Breite erreichen.

Die ersten 2—3 niedrigen Zellen sind mit einer dünnen, homogenen und stark lichtbrechenden Cuticula bedeckt, die folgenden zeigen schon diesen leuchtenden Streifen nicht mehr; der Cuticulaüberzug dieser Zellen ist schon blasser (Haematoxylin-Eisenalaun nimmt nicht an), und wenn auch schwach ausgedrückt, zeigt derselbe die Struktur, welche bei den folgenden Zellen gut zu beobachten ist, nämlich den Stäbchensaum. Guieyesse glaubte diese Struktur schon beim Oesophagus gesehen zu haben und nannte hier die aus feinen „raide cils“ bestehende Oberfläche „plateau striée“.

Bei der Magenwand kann man also einen „chitinösen“ und einen „zelligen“ Abschnitt unterscheiden. Als „chitinösen Abschnitt“ bezeichne ich den Anfangsteil (durchschnittlich  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{4}$  Teil des Ganzen), weil hier die chitinöse Schichte stärker ausgebildet ist wie die zellige, dagegen ist im übrigen Teil, im „zelligen Abschnitt“ die zellige Schichte stärker ausgebildet.

In diesem „zelligen Abschnitt“ ist die Ausbildung der Zellen mit den Hepatopankreaszellen der Malakostraken zu vergleichen. Hier sind also dieselben Zellen aufzufinden, die wir

auch dort kennen gelernt haben und die wir in unserer Abhandlung „Beiträge zur Kenntnis der Darmdrüsen des Flusskrebses“ ausführlich beschrieben haben.<sup>10)</sup>

Es gibt also auch hier „Anfangszellen“. Die wären nach meiner Auffassung die den Anfangsteil bedeckenden Zellen des zelligen Abschnittes. Meistens sind diese Zellen von faseriger Struktur, und können verschiedene Breite haben. Die Fäserchen sind im Allgemeinen sehr fein. In den faserigen Anfangszellen, zwischen Kern und Oberfläche als erstes sichtbares Tätigkeitsprodukt, tritt ein Gebilde auf, welches sich mit Osmium hellbraun färbt und wahrscheinlich identisch ist mit dem bei den Mitteldarmdrüsen der Malakostraken früher als Parasom bezeichneten Gebilde. Anfangs ist es rund, später aber, was besonders an den weiter nach Innen gelegenen Zellen bemerkbar ist, wird ihre Form stark veränderlich. Hier im Abschnitte der Anfangszellen bemerkt man schon, dass von diesem Gebilde sich kleine knospenartige Kugelchen abscheiden. Ihr weiteres Schicksal war mit Sicherheit nicht festzustellen; wahrscheinlich sind sie Vorbildungen von Secretprodukten. In diesem Abschnitte sind also die Zellen noch am geringsten differenciert. Stellenweise können hier Zell- und Kernteilungen beobachtet werden. Es befindet sich zerstreut zwischen den Anfangszellen eine andere Zellenart mit feinem alveolären Bau, die mit den in Vertebraten, z. B. in die Gedärme der *Triton* befindlichen einzelligen Drüsen und im Allgemeinen mit den Becherzellen zu vergleichen ist. Die sind einzellige Drüsen mit einer grossmaschigen alveolären Plasmastruktur und mit einem ziemlich grossen Kern. Die Kernsubstanz der einzelligen Drüsen ist in ein fein chromatisches Netz zerteilt. Das Secretprodukt dieser einzelligen Drüsen scheint serös zu sein. (Taf. 1. Fig. 1.)

Die Anfangszellen zeigen bald eine Formveränderung, sie werden denjenigen ähnlich, die wir beim Flusskrebs als Alveolenzellen bezeichnet haben. Im hinteren Teile des Magens sind dann Zellen, die den „Blasenzellen“ beziehungsweise den grossen

<sup>10)</sup> Farkas, B: Adatok a folyami rák tápcsövi mirigyének ismeretéhez. Doktori értekezés. Kolozsvár, 1906. (Inauguraldissertation, ungarisch.)

A páthy, St. u. Farkas, B. Beiträge zur Kenntnis der Darmdrüsen des Flusskrebses. Múzeumi Füzetek. Naturwiss. Museumshefte. Bd. 1, p. 117—150, 1908.

Vacuolenzellen des Flusskrebses entsprechen. Wie es schon Guieyessé erwähnt, sind zwischen Fibrillenzellen und Vacuolenzellen Übergänge, die sind also keine verschiedenartige Zellen. Dasselbe kann man von den sogenannten Alveolenzellen sagen, die als Übergangsformen von den Anfangszellen zu den Blasenzellen betrachtet werden können. (Anfangszelle = Fibrillenzelle → Alveolenzelle → Blasenzone.)

Die Anfangszellen haben einen fibrillären Bau, aber nicht alle Fibrillenzellen sind Anfangszellen. Solche kommen weit vom zelligen Anfangsabschnitte des Magens vor, so zwischen den Blasenzellen und wie wir später sehen werden, am Ende des Magens und am Anfang des Darmes.

Es möge noch bemerkt werden, dass an der Übergangsstelle zwischen dem „chitinösen“ und dem „zelligen“ Abschnitte des Magens, die den Magen umgebende Muskelschicht stärker entwickelt ist, so dass an dieser Stelle der Magen zusammengeschnürt werden kann, ein sanduhrartiges Aussehen erhält. Der Magen kann sich auch stark ausdehnen (Textfigur 6).

Man kann an der Oberfläche der Magenepithel einen Stäbchensaum erkennen. Die Stäbchen sind nicht überall gleich lang, sie können stellenweise in längere Sterocilien übergehen. Der Stäbchensaum erscheint bei Tieren, die mit Sublimat-Osmium-Natriumjodidum fixiert wurden als dicht beschaffene gestreifte Cuticularsaum. Das kommt besonders bei frisch gefangenen Tieren vor. Nach der Benda'schen Fixierung und Färbung wird es sichtbar, dass der Saum aus sehr feinen Stäbchen besteht (wie das die 1. Fig. auf Taf. I. zeigt). Es fällt noch auf den fixierten Präparaten auf, dass von der Wand des Magens sich in einer zusammenhängenden Schichte ein cuticulaartiges Häutchen ablöst, jenes, welches die Zwischenräume der Stäbchen ausfüllt und die Nahrung gleich einem inneren Sacke umfasst. Dieser Sack dürfte ein analoges Gebilde sein wie die bei den verschiedenen Insecten wahrnehmbare sogenannte Membrana peritrophica, welche bei der Vorbereitung der Verdauung eine wichtige Rolle zu spielen scheint.

Die Beschaffenheit des *Copepodendarmes* zeigt infolgedessen eine Ähnlichkeit mit der im Darne der Wirbeltiere und auch wirbellosen befindlichen Struktur, mit dem sogenannten Cuticularsaum (Stäbchensaum). Auf den Darmzellen wären also

tatsächlich kleine Härchen, unbewegliche kurze Cilien, wie es Heidenhain und Prenant angeben, deren Zwischenräume durch eine homogene Substanz, durch das von den Epithelzellen ausgeschiedene Secret ausgefüllt werden, welches von Zeit zu Zeit die in den Magen gelangte Nahrung umhüllt. Die an der Oberfläche befindlichen Stäbchen endigen an der Grenze der Zellen in scharfem Strich; an der Stelle der Implantation kann man an den Zellenoberflächen mehr oder weniger gefärbte Reihen von Basalkörnern bemerken.

Unter den Epithelzellen des Magens, die wir als Anfangszellen bezeichnet haben, gibt es auch solche, welche eine etwas abweichende Struktur zeigen, und welchen wir aus diesem Grunde eine andere physiologische Funktion zuschreiben müssen. Diese haben gleichfalls einen fibrillären Bau, wir finden jedoch zwischen den Fibrillen ein sehr verschiedenartig ausgebildetes Saftkanälchensystem. Diese Epithelzellen dringen durch das den Magen umfassende, locker ausgebildete Membrana propria und Muskelfasernetz, und haften durch Pseudopodien ähnliche Gebilde an den in der Umgebung des Magens befindlichen Eizellen. Die Form und Grösse dieser Ausläufer ist je nach der Grösse der Eizellen verschieden; dort, wo die Eizellen noch jung sind, dringen sie wie Zapfen in die Eizelle hinein; die Struktur der Zapfen ist mit den anderen in der Magenepithelhöhe liegenden lockeren fibrillären Zellkörpern verglichen ziemlich homogen. Es steht ausser Zweifel, dass diese Zellen in der Ernährung der Eizellen eine gewisse Rolle spielen. Zwischen Magenwand und Keimzellen kann man noch sehr stark abgeflachte amoeboide Zellen finden, die meistens von mit Osmiumsäure stark färbbaren Fettröpfchen vollgefüllt sind (Taf. I, Fig. 2—3).

Die Membrana propria des Magens bildet nicht eine zusammenhängende Membran, sondern zeigt kleine Lücken.

Die Magenepithelzellen haben eine resorbierende, eine tropische, daneben auch eine secernierende Funktion. Die in den Blasen Zellen befindlichen, sehr eigenartig gebildeten Concrementen bestehen aus sehr kleinen Körnchen, und können als Excretionsprodukte betrachtet werden, wie dies schon Claus getan hatte. Übrigens trifft man solche Blasen Zellen auch im Enddarm zusammen mit dem Excrementum.

Flimmerzellen sind schon im Anfangsabschnitt des Magens zu finden. Über die Ausbildung derselben werden wir noch später sprechen.

Der Magen endet gegen den als Dünndarm nennbaren Teil des Darmtraktes regelmässig mit einer bestimmten Umwölbung. Der Dünndarm, welcher eine engere Lumen hat, sieht zwischen den grossen Blaszellen, welche an dieser Stelle bei gut ernährten Tieren sich in grosser Menge entwickeln, wie eingeschoben aus. Es gibt aber Tiere, besonders solche, die längere Zeit im Aquarium gehalten wurden, bei denen sich der Magen bis zum Dickdarm trichterartig fortsetzt.

Im Dünndarm die Wand wieder durch dicht nebeneinander gereiht hohe Zilinderepithelzellen gebildet, welche in struktureller Beziehung gleichförmig gebaut sind, und geben den Darmlumen in dichtem einschichtigem Epithel um. Es ist charakteristisch, dass auch hier, wie im anfangszelligen Abschnitt des Magens, Kernteilungsfiguren öfters vorkommen. Das Lumen des Dünndarmes ist im Querschnitt nicht kreisförmig, sondern hat die Form eines unregelmässig gezeichneten Sternes. Die Epithelzellen sind nämlich von verschiedener Höhe, und sie bieten eine unregelmässige Oberfläche dar.

Der Körper der Darmwandzellen ist fein struiert, zwischen den Fädchen sind mehr oder weniger verlängerte Körner, kurze stäbchenförmige Plastosomen zu beobachten, ihre Lage ist in den verschiedenen Zellen verschieden. Es gibt Zellen, wo sie gleich verteilt sind, und es gibt solche, wo sie sich hauptsächlich gegen das freie Ende befinden, in einzelnen Fällen so dicht nebeneinander gereiht, dass in der Zelle nur ihr aus Plastosomen bestehender starkgefärbter Klumpen sichtbar wird. Überhaupt sind in den höheren Epithelzellen Plastosomen in einer grösseren Menge zu finden als in den niedrigeren. Das freie Ende der Zellen hat einen dem Magenepithel ähnlichen Cuticularsaum, sehr oft aber zeigt es eine zerfetzte Form. Dieses Pseudopodien ähnliche Gebilde besteht aus einer stark lichtbrechenden, mit Haematoxylin-Eisenalaun schmutziggelbgrau färbbaren, dem Cuticularsaum des Magens identischen Substanz.

Die Kerne sind oval, ziemlich gross, sie zeigen eine körnige Chromatinsubstanz und eine etwas längliche chromatische Nucleole. Der Dünndarm geht nach 1—1½ Windungen vor dem

Abdomen in den Dickdarm über, während die Zilinderepithelzellen fortwährend niedriger werden. Die Zellen des Dickdarms sind schon flache Epithelzellen, manchmal derart abgeflacht, dass bei einem Darmquerschnitt die ziemlich breite Darmwand bloss aus 4—6 Zellen besteht, die Zellen nehmen also eine 6—8-fache Breite ihrer Höhe an. Der Dickdarm zieht bis zum Ende des dritten Abdominalsegments. Hier verengert er sich stark, weil er durch einen gut entwickelten Sphincter umgeben wird. Auch sind hier die Zellen viel höher, und durch die Anhäufung der Zellen entsteht eine Falte, so dass am Ende des Kanals ein Valvula ähnliches Gebilde zustandekommt, welches den Durchgang bloss von Innen nach Aussen ermöglicht, von Aussen nach Innen nicht. Die Zellen sind so angeordnet, dass ihre Achsen einen nach Aussen gerichteten Kegel bilden. (Siehe Fig. 1.)

Der Enddarm (Rectum) liegt im vierten und fünften Abdominalsegment und ist weiter als der Dickdarm.

Der Dickdarm ist auch in struktureller Beziehung anders gebaut als der Enddarm. Das Rectum ist nämlich mit einer ziemlich dicken und vielfältigen Cuticularschicht bedeckt; diese Cuticularschicht ist eine Fortsetzung der äusseren Körperoberfläche ebenso wie im Anfangsabschnitte die Wand der Pharynx und des Oesophagus. Der Enddarm hat ausserhalb seiner Wand eine stärker entwickelte Muskelschicht, welche den Enddarm nicht circular umfasst, sondern zieht sich der Länge nach, beziehungsweise in meridionaler Richtung. Wir finden ausser dieser Muskelschicht zahlreiche Muskeln, die im Körperinnern enden, also Dilatatoren sind.

Die ganze Anatomie des Enddarmes bestätigt die schon in älteren Zeiten hervorgehobene Auffassung über die besondere Funktion dieses Darmteiles. Einen ähnlichen Bau beobachtete Dakin bei dem Enddarm des *Calanus finmarchicus*. Nach ihm soll sich dieser Teil des Darmtraktes pulsierend bewegen, was das Ein- und Ausströmen des Wassers verursacht und es ist anzunehmen, dass der Enddarm ebenso bei der Respiration wie beim Ausstossen des unverdauten Nahrungsrestes behilflich wirkt.

Die Betätigung des Darmes in der Respiration hat schon vor vielen Jahren auch Z e n k e r bemerkt.

### Die Flimmerzellen.

Die meisten Forscher, die sich mit den *Copepoden* beschäftigten, schreiben nichts über die Frage, nur bei Dakin kann man lesen: „Cilia are entirely absent.“ Dakin gab durch diese Äusserung einer alten verbreiteten Auffassung Ausdruck. Im Allgemeinen herrscht noch immer in der vergleichenden Histologie die Meinung, dass bei den *Nematoden* und *Arthropoden* keine Flimmerzellen vorkommen. Vignon hat im Jahre 1900 im Chylusdarne der Larve von *Chironomus plumosus* Flimmerbewegung beobachtet. Dass diese Beobachtung nicht genug berücksichtigt wurde, rührt wahrscheinlich daher, dass die Charakterzüge der Larvenform nicht für charakteristische Gepräge der ausgebildeten Form gehalten werden können. Man hat aber auch die für zufällige gehaltenen Beobachtungen von Gaffron und Sedgwick, die im Nephridium und im Receptaculum seminis von manchen weiblichen *Peripatus* Flimmerzellen gefunden hatten, nicht in Betracht gezogen.<sup>11)</sup>

Während meiner Untersuchungen gelang es mir auch bei den *Cyclopen* Flimmerzellen zu sehen. Die Beobachtung derselben in lebendigem Zustande ist sehr schwierig, ich habe Flimmerzellen lebendig nur bei einer Gelegenheit gesehen. Die Zellelemente sind hier nämlich nicht bloss zu klein, sondern die Flimmerzellen kommen nicht überall in dem ganzen Verlaufe des Verdauungsrohres vor, sondern nur an gewissen Stellen. Ihr Vorkommen wechselt auch individuell nach den einzelnen Tieren. Im Allgemeinen kann gesagt werden, dass in solchen Formen, welche vom Freien aus frisch gesammelt werden, also zum grössten Teile mit Nahrungsmittel gefüllt sind, keine Wimperzellen zu finden sind. Sie kommen aber bei solchen Tieren vor, welche durch längere Zeit (bis 1 Jahr) im Aquarium lebten, und welche infolgedessen ungenügend genährt wurden. Die Nahrung derselben bestand zum grössten Teil aus organischem Detritus und Bakterien. Bei fixierten und gefärbten Präparaten von diesen unterernährten Tieren sind die Flimmerzellen immer zu beobachten, und zwar am Anfange des cellulären Magen-

<sup>11)</sup> Vignon, P.: Les cils vibratiles. Causeries scientifiques de la société zoologique de France. Paris 1900. p. 12.

abschnitts, im Dünndarme, am Anfangs- und Endteile des Dickdarmes.

Über eine ähnliche Erscheinung kann man bei Heidenhain<sup>12)</sup> lesen: „so sollen nach Greenwood bei *Hydra* und *Lumbricus* die Cilien der Darmepithelzellen bei reichlicher Nahrungsaufnahme zeitweilig zurückgezogen werden.“

Im lebendigen Zustande habe ich Flimmerepithelzellen nur im Dickdarme gesehen; die Bewegung der Flimmern aber ist keine rhythmische, sondern eine unregelmässig schlagende Bewegung. Die Fixierung der Flimmerzellen ist schwer. Bei den im Freien gesammelten Tieren sehen wir nach den meisten Fixierungen im Dünndarme solche Epithelzellen, welche eine fransige Oberfläche haben; nach Aushungern finden wir hier bei diesen Tieren überall Flimmerzellen. Man kann annehmen, dass diese, sich an der freien Oberfläche der Epithelzellen zeigende fransenartige Bildung die erste Stufe zur Ausbildung von Flimmern sei. Die Flimmern erscheinen auch bei den unter gleichen Zuständen lebenden, also voraussetzlich gleichartig gestaltetes Verdauungsrohr besitzenden Formen auf die Einwirkung von verschiedenen Fixiermitteln verschieden gestaltet. So kleben die Cilien bald zusammen, und erscheinen, wie ein spitz zulaufendes Haarbüschel, bald zeigen sie sich als gut abgesonderte Flimmerhaare.

Besonders gut ist die fransenartige Beschaffenheit an durch Sublimatum-Osmium-NaJO<sub>3</sub> fixierten Material, die spitz zulaufenden Wimperbündel bei Aceton-Osmium fixiertes Material zu sehen, wo sie sich nach der Mallory'schen Färbung blassblau färben. Man kann die Cilien sehr scharf durch die Beneda'sche Fixierung und Färbung differenzieren.

Die Gestalt der Flimmerzellen ist verschieden, gewöhnlich aber ähnlich zu den anderen Zellen des betreffenden Abschnittes des Verdauungsrohres, im Magen also ist die Gestalt der Flimmerepithelzellen mehr länglich kubisch, im Dünndarm mehr cylindrisch, im Dickdarm aber kubisch und abgeplattet.

Die 2. und 3. Fig. auf Taf. I zeigt uns die Flimmerzellen aus dem Magen. Die Gestalt der Zellen ändert sich derart, dass ihre basale Partie einmal breiter, andersmal schmaler ist.

<sup>12)</sup> M. Heidenhain: Plasma u. Zelle II. Lief. p. 1000.

als die freie Oberfläche. Die Dimensionen der Flimmerzellen z. B. in Magen eines *Cyclops strenuus* waren die folgenden: 11—12  $\mu$  hoch, 10—13  $\mu$  breit. Die Zahl der Flimmerzellen ist aber gering, sie kommen nur zerstreut vor, 3—6 nebeneinander, dann rechts und links von ihnen in ihrer nächsten Nähe befinden sich andere, mit sehr feinen Borsten oder mit einem Cuticularsaum versehene Zellen.

Die Länge der Borsten — man kann sie auch Sterocilien nennen — kann sehr verschieden sein. Einmal sind sie gleichmässig hoch (1—2  $\mu$ ) und in regelmässiger Entfernung voneinander angeordnet, andersmal erreichen die Stäbchen eine Länge von 10—15  $\mu$ . Die Zellen berühren sich überall mittels einer Kittleiste.

Betreffs der Zellwand unterscheiden sich einigermaßen die Flimmerzellen des Magens, von denen des Dünndarmes, (besser gesagt: beim Übergange in den Dickdarm) und des Dickdarmes. Die Wand der sich im Magen befindenden Flimmerzellen ist nämlich fast von allen Seiten gut bemerkbar, denjenigen, die sich im Dickdarm befinden nicht. Besonders ist keine Wand zu sehen, am gegen die Flimmern zugewandten Teile, wo der Zellkörper etwa wie zwischen den Flimmern hineingeflossen aussieht. Es ist einigermaßen auch im Magen, zwischen den Flimmern eine Zellwand zu sehen, da hier die Epithelzellen eine gerade laufende, färberisch differenzierbare Grenzschrift haben. Die sich im Magen befindenden Flimmerzellen grenzen sich auch gegen den basalen Teil gut ab, breiten sich manchmal aus, ein andersmal sind sie mehr zusammengedrängt, als die anderen Zellen.

Die Gestalt und Länge der Flimmern ist gleichfalls verschieden. Sie sind kürzer im Magen (13—18  $\mu$ ), am längsten im Dickdarme, wo sie auch eine Länge von 15—25  $\mu$  erreichen können; fast so lang sind sie auch im Dünndarme. Die Flimmern, von der freien Oberfläche der Zellen ausgehend, zeigen im Magen an der sehr dünnen Zellwand etwa an der Wurzel des Wimpers eine kleine Anschwellung; darauf kommt der frei hängende Teil des Flimmers, welcher sich mit der Benda'schen Färbung sehr schön tiefviolett färbt. Die kleinen Anschwellungen haben das Aussehen, als ob sie Basalkörper wären, ihre Anordnung ist nach der von *Heidenhain* gegebenen Schil-

derung den Lebergängen der Schnecke ähnlich. Die lebhaft dunkelviolette Färbung der Flimmern, welche besonders an der dickeren unteren Hälfte des schlagenden Teiles sehr stark ist, wird gegen die Spitze zu, wo die Wimpern immer dünner werden, nicht nur blasser, sondern die Endteile der Flimmer haben schon eine goldgelbe Farbe. Eine goldgelbe Farbe hat auch die um die Flimmern nur in günstigen Fällen wahrnehmbare dünne Schicht, welche als äussere Hülle der Flimmern erscheint. Es gibt dann solche Flimmern, die in ihrem ganzen Verlauf eine goldgelbe Farbe haben, die haben am meisten einen ziemlich geradlinigen Verlauf, und sind bis zum Ende gleichmässig dick; hingegen weisen die stark gefärbten Flimmern verschiedenartig gebogene, stärker oder weniger wellig, gekrümmte, manchmal eingebogene Formen auf. Die sich im Dünndarme befindenden sind immer wellig, diejenigen im Dickdarme verschieden. Wir können also eine bewegliche und eine unbewegliche Form der Flimmern unterscheiden. Die Zahl der Flimmern ist an je einer Zelle 30—40, und ihre räumliche Lage eine solche, dass sie in den benachbarten Reihen abwechselnd nebeneinander sind, an einem Flächenschnitt also auf 60° Winkel voneinander. Die Implanationsstellen sind also die Eckpunkte von gleichseitigen Dreiecken.

Die Wimpern setzen sich nach dem Zellinnern in die Wimperwurzeln fort. Dieser intraplasmatische Fadenapparat weicht gerade an der Zellgrenze vom schlagenden Teile auch durch die Färbung sehr ab, und zwar dadurch, dass er eine gelbe beziehungsweise braungelbe Farbe hat, ausserdem weicht aber durch seine starke Lichtbrechung von der durch sulfalizarinsaures Natron ebenfalls gelb gefärbten Substanz des Zelleibes gut ab. Es gibt hier ebenso viele Wimperwurzeln, wie Wimpern, d. h. es fällt in die Fortsetzung eines jeden Flimmers je eine Wurzel. Die Flimmerwurzeln sind von verschiedener Länge, manche reichen nur bis zur Zellmitte, andere gelangen auch fast bis zur basalen Fläche der Zelle, bilden keinen Faserkegel, sondern fücken unregelmässig in der Zelle vor, höchstens verlaufen sie parallel untereinander.

Wir müssen noch zu den Basalkörperchen zurückkehren. Bei den Flimmerzellen des Magens erwähnte ich schon Gebilde, Differenzierungen der Grenzschichte der Zelle, die man als

Basalkörperchen ansehen kann. Ähnliche Körper sind auch in den anderen mit Bürstenbesatz versehenen Zellen des Magens nachweisbar. Ich muss hier die in den Flimmerzellen des Dickdarmes befindlichen, anders gelagerten Gebilde erwähnen. Die 4. und 5. Fig. der Taf. I zeigt nämlich, dass in den Flimmerzellen des Dickdarmes als direkte Fortsetzung der Flimmerwurzeln um den Kern herum eine grosse Menge von Körnchen zu finden ist, welche teilweise mit dem Ende der Flimmerwurzeln entschieden in Berührung stehen, teilweise aber nicht. Diese Gebilde kann man ebenfalls Basalkörperchen auffassen, da sie aber eine andere Lage aufweisen, möchte ich diese als „Hypobasalkörperchen“ bezeichnen auch mit Rücksicht darauf, dass diese Körner nicht zwischen dem freien Ende und der Faserwurzel des Flimmers zu finden sind, sondern am unteren Ende der Faserwurzel. Diese Gebilde unterscheiden sich auch auf Grund ihrer Färbung und Gestalt in grossem Masse von den in denselben Zellen befindlichen Plastosomen, aber auch von denen, welche in grossen Mengen den benachbarten flimmerlosen Zellen zu finden sind. Wir begegnen hier einer ganz eigentümlichen Form der Wimperzellen, nämlich einer solchen, deren Basalkörperchen tief im Innern des Körpers an den Enden der Wimperwurzeln sitzen.

Erhard glaubt in seiner ausführlichen Arbeit auf Grund seiner Untersuchungen das Resultat erhalten zu haben, dass: „Chromidialapparat, Basalkörper und Faserwurzeln sind also ihrer Natur nach gleiche Gebilde, oder mit anderen Worten: letztere beide entstehen aus Chromatin.“<sup>13)</sup>

Meine Untersuchungen widerlegen dies, indem ich die Basalkörperchen und Flimmerwurzeln auf Grund meiner Präparate für Gebilde ganz und gar entgegengesetzter Natur halten muss. Der kernige Ursprung der Hypobasalkörperchen kann durchaus nicht bestritten werden, die plasmatische Bildung der Flimmerwurzeln aber geht fast vor unseren Augen vor sich.<sup>14)</sup>

Die Zellkerne zeigen eine ziemlich mannigfaltige Gestalt. Sie sind nicht immer rundlich, ihre Grenzlinien sind öfter lappig

<sup>13)</sup> Erhard, H. l. c. p. 377.

<sup>14)</sup> Wallengren, H.: Zur Kenntnis der Flimmerzellen, Zeitschr. f. allgem. Physiologie Bd. V, Heft 4, 1905, p. 405. „Somit scheint mir die andere Möglichkeit am wahrscheinlichsten, dass die Wurzelfäden sich aus dem inneren Cytoplasma direkt differenzieren.“

als glatt. Sie besitzen einen chromatischen Nucleolus, die Chromatinsubstanz ist in Form von feinen Körnchen im Kern zerstreut. Die Grösse des Kernes wechselt von 5—7  $\mu$ , kann aber mit ausgedehnten Lappen 8—10  $\mu$  sein. Ich kann noch erwähnen, dass die Wimperzellen des Dickdarmes eine ausgesprochene Zonenstruktur zeigen, eine solche, welche sich nach der Mallory'schen Färbung oben als gelblichrot, unten aber bläulichrot, andersmal violett erweist. In dieser unteren Schicht befindet sich der Kern. Diese zonige Struktur erinnert uns besonders an die gleichartige Färbung der Hepatopankreaszellen des Flusskrebse und besonders an die sogenannten Resorptionszellen des Darmes bei den Tieren.

Man müsste noch etwas über die Histogenese der Flimmerzellen sagen. Die diesbezüglichen litterarischen Angaben sind besonders bei Erhard<sup>15)</sup> ausgiebig besprochen; um Wiederholungen zu vermeiden, weise ich auf die dort gegebenen Daten hin. Ich werde nur beschreiben, wie ich auf Grund meiner Präparate die Art der Entstehung von Flimmern bei *Cyclopen* vor sich zu gehen mir vorstelle. Im Verdauungsrohre der *Cyclopen* ist also das mit Stäbchensaum (Cuticularsaum), Bürstenbesatz und mit starren und schwingenden Cilien versehene Flimmerepithel vorzufinden, und man kann den innigen genetischen Zusammenhang der drei Formen verfolgen, wie ich das auch schon früher erwähnte.

Wie es bekannt ist, hat schon Le caillon (1900) bei den *Arthropoden*, besonders bei Malpighischen Gefässen und Intestin der *Culex pipiens* einen Bürstenbesatz beschrieben, welcher vibratilen Cilien ähnlich ist, er hat bei diesen alle wichtige Teile des Flimmerapparates: freischwingenden Teil, Basalkörner und Faserwurzel aufgefunden.<sup>16)</sup> Der Ursprung der kurzen unbeweglichen Bürsten kann auf die in der Oberfläche geordneten Körner zurückgeführt werden, welche nach der Ausbildung der Bürsten (Fäden) als am Ende derselben auffindbare Anschwellungen zu erkennen sind. Die einzelnen Fäden des Bürstensaumes können sehr lang heranwachsen, ohne ihre gleichmässige Dicke zu verlieren und der Bewegung fähig zu werden.

<sup>15)</sup> Erhard, H. Studien über Flimmerzellen. Archiv f. Zellforschung Bd. 4. 1910. p. 344—379.

<sup>16)</sup> Citiert nach Guieyesse.

Es sollen sich nun die beweglichen Flimmerfäden aus diesen dadurch ausbilden, dass ein Teil der sehr feinen stäbchenartigen Plastosomen, welche im Körper der Epithelzellen in grosser Menge zu finden sind, in diese einwandern. Nach der Einwanderung verlängern sich die Fäden des sich schwach färbenden Bürstenbesatzes noch mehr, bekommen eine andere Gestalt, sie werden sozusagen arrangiert und erhalten eine vom vorigen Zustande auffallend abweichende Färbung. Der proportionierten Abnahme der sich im Zellkörper befindlichen Plastosomen der proportionierten Zunahme der sich an der Zelloberfläche ausgebildeten Flimmerfäden gegenüber ist in den Präparaten Schritt auf Schritt zu folgen. Die Zunahme der Plastosomen scheint aber mit der Abnahme der Chromatinsubstanz des Kernes im Zusammenhang zu stehen. Es ist aber nicht zu behaupten, dass diese aus dem Kerne entstehen, da dies tatsächlich nicht bemerkbar ist, vielmehr kann das über die eine eigentümliche Lage besitzenden Hypobasalkörperchen gesagt werden, welche mit den Nucleolen des Kernes in einem auffallenden genetischen Zusammenhang stehen.

### Zusammenfassung.

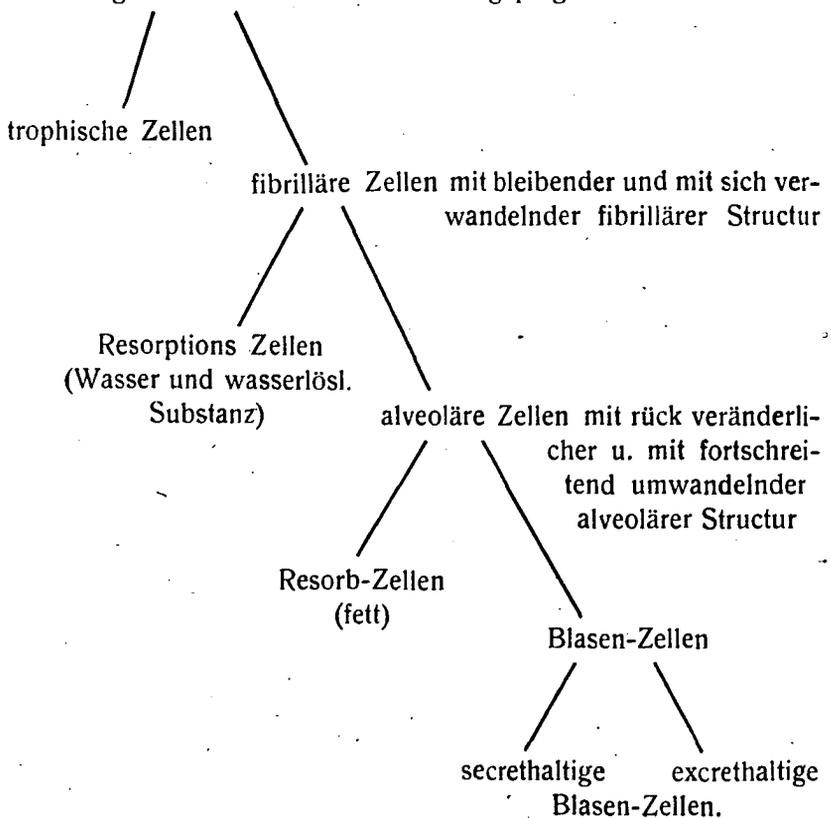
Nach den Ergebnissen der Untersuchung ist das Verdauungsrohr der *Cyclopiden* a) in Mundhöhle (Atrium); b) Schlund (Pharynx), c), Speiseröhre (Oesophagus), d) Magen (Ventriculus), e) Dünndarm (Intestinum tenue), f) Dickdarm (Intestinum crassum) und g) Enddarm (Rectum) zu teilen. In der Feststellung der Grenzen waren ausser der voluminösen Verschiedenheit der einzelnen Teile des Verdauungsrohres, die Verschiedenheit der auskleidenden Epithelzellen und die verschiedene Ausbildung der Muskellagen massgebend.

2. In der Mundhöhle geschieht die Zerkleinerung der Nahrungsmittel, wobei ausser den Mundteilen auch die sich im Anfange des Pharynx befindlichen rotierenden Gebilde behilflich sind.

3. Ein Teil des Pharynx, des Oesophagus und des Magens ist durch Chitin bedeckt, nach welcher ohne jeden Übergang die zellige Auskleidung des Magens kommt. Wir können also im Magen eine innere Oberfläche von Chitin und von Zellen unterscheiden.

4. Die Zellen des Magens sind: 1. Anfangszellen mit fädigem Bau, 2. auch in ihrem weiteren Leben fädigen Bau aufweisende Zellen, 3. alveoläre Zellen, 4. grosse blasenförmige Zellen, 5. spezifische Drüsenzellen. Die Zellen sind nach den der vergleichenden Histologie entnommenen Analogien beurteilt auf Grund ihres Baues resorbierende Epithelzellen, in welchen aber auch Secretbildung geschieht; ja sogar sie können in ihren am meisten vorgerückten Formen, auch für Excret enthaltend gehalten werden. Es gibt unter den Magenepithelzellen auch einzellige Drüsen, deren Bau demjenigen der Becherzellen ähnlich ist, und sind vollkommen anders gestaltet, als die vorher aufgeführten, welche im Endresultate für verschiedene funktionelle Formen einer Anfangszelle gehalten werden können.

**A n f a n g s z e l l e n** mit wechselnd ausgeprägter fibrillärer Structur



5. Die Zellen des Magens nehmen an der Ernährung der umgebenden Eizellen Teil, indem sie an dieselben geschmiegt, stellenweise aber auch in sie eingedrängt, ihnen gewisse Nahrungsmittel zukommen lassen.

6. Das Epithel des Verdauungsrohres wird bedeckt von aussen her durch eine sehr dünne Basalmembran — *Membrana fenestrata* —, welche also keine kontinuierliche ist. Ausserdem besitzt es ein aus länglichen und zirkulären Fibrillen bestehendes Muskelnetzwerk, das bei den einzelnen Abschnitten verschieden entwickelt ist. Die Epithelzellen des Dünndarmes sind zylindrisch, es befindet sich in ihnen eine grosse Anzahl von stäbchenförmigen Plastosomen. Die Epithelzellen des Dickdarmes sind selten kubisch, am meisten ganz abgeplattet. Der Enddarm wird von einer faltigen *Cuticula* ausgekleidet.

7. Die freie Oberfläche der Zellen des Darmkanals wird von einer ziemlich weichen *Cuticula* bedeckt, die verschiedene Beschaffenheit zeigen kann. Es scheint, dass diese Cuticularschicht zeitweise von den Zellen abgeschieden wird um mit der im Magen befindlichen Nahrung eine einheitliche Schicht, eine zu der peritrophischen Membran der Insecten ähnliche Hülle zu bilden. Dieses Gebilde ist im Magen verschiedenartig ausgebildet immer vorhanden und es kann als ein Produkt der Epithelzellen betrachtet werden.

Die, die freie Oberfläche des Magens und die Darmepithelzellen bedeckende weiche Cuticularschicht kann in morphologischer Hinsicht: a) ganz schwach, b) viel stärker ausgebildet sein.

Wenn die *Cuticula* ganz schwach ausgebildet ist, deckt sie die Epithelzellen im Querschnitt als ein dünner Streifen, welcher teilweise Anschwellungen zeigt. Die Anschwellungen sind in regelmässigem Abstand voneinander entfernt.

Wenn die Cuticularschicht stark ausgebildet ist, kann sie 1. eine fransige (man kann auch sagen mit amoeboiden Fortsetzungen versehene) oberflächliche Ausbildung zeigen, 2. eine mit Cuticularsaum versehene Oberfläche, in welchem Falle also die parallelbegrenzte *Cuticula* eine Streifung zeigt, 3. einen Bürstenbesatz, dann gleichmässig lange feine Fädchen zu bemerken sind, 4. eine Oberfläche mit Sterocilien, wo die einzelnen Fädchen länger (2- bis 4-mal so lang) sind als diejenigen des

Bürstenbesatzes. ihre Länge wechselt auch untereinander, sie sind unregelmässig verteilt und sind mit bis in die Zellenkörper hinein verfolgbaren Faserwurzel-Fortsetzungen versehen, 5. eine mit Wimpern versehene Oberfläche, wo die Wimpern bewegungsfähig sind, diese Bewegung ist aber keine rhythmische, sondern eine hin und her schlagende, mit Pausen unterbrochene Bewegung.

Diese Flimmern zeigen mit der Benda'schen Mitochondrien Färbung zweierlei Art Tinktion, ihr unterer längerer Teil ist dunkelviolet, der Endteil aber nimmt die gelbe Farbe der sulfalarinsäure Natron auf.

Alle Flimmern setzen sich fort in Faserwurzeln, die aber keinen Wurzelkegel bilden, sondern parallel mit einander verlaufen. Es befindet sich in den Zellen des Dickdarmes, am Ende der Faserwurzel ein Hypobasalkörperchen. Diese Hypobasalkörperchen, welche in der Mittelzone der Zellen plaziert sind, nehmen ihren Ursprung scheinbar aus dem Nucleolus. Man kann beobachten, dass der Nucleolus eine hantelförmige Teilung vollbringt, es findet auch eine Kernkörperchen-Ausstossung statt, wie es durch Erhard bei Anodonta Typhlosoliszellen beobachtet wurde. In solchen Zellen, wo die Zahl der Hypobasalkörperchen grösser ist, ist das Kernkörperchen grösser, aber bläschenförmig und seine Bestandteile zeigen eine stark verdünnte Substanz; dort, wo Hypobasalkörperchen nicht vorkommen, dort scheint die Substanz der Kernkörperchen viel dichter, diese dichte Beschaffenheit verändert sich jedoch mit den späteren Teilungen. Nach den Präparaten muss ich die Faserwurzeln als eine Verdichtung der fibrillären Plasmasubstanz der Zellen auffassen, welche umso dichter und nach der Form umso mehr bestimmt sind, desto länger der Aussenteil des Flimmerapparates ist.

8. Man kann in den Zellen des Darmkanals Plastosomen (Mitochondrien) finden, die sich als dünne stäbchenförmige Gebilde erweisen. Die Plastosomen zeigen in Form und Färbung den Hypobasalkörperchen gegenüber einen Unterschied. Den Kernursprung der Plastosomen konnte ich nicht beobachten. Diese kann man vielmehr für Gebilde plasmatischen Ursprungs halten. Ihre Zahl ist veränderlich. Die meisten kann man in den Darmepithelzellen finden, welche hauptsächlich im Dienste der

Resorption stehen. Es ist anzunehmen, dass diese sehr kleine, jedoch mit grosser Oberfläche versehene Gebilde auf die zur Nahrung dienende Nährflüssigkeit eine absorbierende Wirkung ausüben können, wodurch sich die Nahrung in arteigene Substanz umgestaltet.

In solchen Tieren, welche eine ungenügende Ernährung haben, hat die Oberfläche der Epithelzellen eine Vergrösserungstendenz, welche erstens durch Ausstülpungen sichtbar wird. Diese Vergrösserungstendenz der Resorptionsoberfläche zeigt sich in ultima analisi durch Bildung von längeren Härchen. Man kann annehmen, dass die im Zellkörper befindlichen Plastosomen, um die ihnen imputierte chemische Wirkung besser ausüben zu können in die Härchen einwandern, welche bewegungsfähig werden können. Der Flimmerbesatz ist also keine dauerhafte Erscheinung, sondern ein Ausdruck eines bestimmten Lebenszustandes.

### Nachtrag.

Meine Abhandlung war schon fertig<sup>17)</sup> als ich mir von der im Biolog. Zentralblatte (Bd. 37. Nr. von 2. Febr. 1917) erschienenen Mitteilung: Studien über die Physiologie der Verdauung bei den *Landasseln (Isopoda)* von Nussbaum—Hilariowitz Kenntnis verschaffte.

Nussbaum behandelt in dieser Abhandlung die Ergebnisse derjenigen Untersuchungen, welche er an *Oniscus*-Exemplaren derart durchführte, dass er dieselben aushungern liess und dann wieder ernährte und die Wirkung der verschiedenen Verhältnisse an den Veränderungen der Epithelzellen der Mitteldarmdrüse untersuchte.

Nussbaum zitiert in seinem Aufsätze unsere früher erschienene Abhandlung über den histologischen Bau der Mitteldarmdrüsen des Flusskrebse und im Zusammenhang damit führt er folgendes aus (p. 50): „Sówohl die jungen („Fermentzellen“ Webers), wie auch die ausgewachsenen grossen („Leberzellen“ Webers) können zu verschiedenen Zeiten sowohl absorbieren,

<sup>17)</sup> Vorgetragen in der Fachversammlung der Naturwiss. Klasse der „Erdélyi Múzeum Egyesület“ (Siebenbürgischer Museumverein) am 17. Okt. 1917.

wie auch secernieren, wie es meine Experimente mit vollkommener Sicherheit gezeigt haben“.

Die Resorption wurde durch Experimente von Jordan, Höber, Cuenot<sup>18)</sup> schon früher festgestellt, wir können auf Grund des histologischen Baues feststellen,<sup>19)</sup> dass eine resorbierende Funktion zuzuschreiben ist nicht bloss den sogenannten Anfangszellen und „einfachen Mitteldarmzellen, sondern trotz ihrer sonstigen sehr verschiedenen Beschaffenheit auch den anderen der Zellformen“ . . . etc.

Interessant und vom Gesichtspunkte meiner jetzigen Untersuchungen wichtig sind jedoch diejenigen Beobachtungen Nussbaums, nach welchen die Epithelzellen in den Mitteldarmdrüsen der ausgehungerten *Oniscus*-Exemplare während des Resorptionsvorganges prinzipielle Modificierungen erleiden (p. 52): „Während der Absorptionstätigkeit der Zellen erscheint nun ausserdem (Stäbchensaum) eine Schicht von sehr langen Cilien an der freien Oberfläche der Zellen, die dicht nebeneinander stehen und überall gleich dick sind“, und sich nach seiner Meinung nicht bewegen (p. 53) und „gegen das Ende des Absorptionsprozesses fallen die Cilien ab“.

Wenn wir auch die morphologischen Unterschiede nicht in Betracht ziehen, welche meinen früher erwähnten Beobachtungen und denjenigen von Nussbaum bestehen, kann die Bildung der Cilien nach meiner Ansicht auf eine andere Notwendigkeit zurückgeführt werden. Die Cilien bilden sich nicht bei maximaler Nahrungsmenge, wenn also auch die Resorption maximal erscheint, sondern die Bildung der möglich grössten Oberfläche und der capillare Effect sind erst dann nötig, wenn ungenügende Nahrungsmenge zu Verfügung steht.

Wie es bei *Cyclops* scheint wirken die Cilien nicht bloss passiv, üben nicht bloss als physikalische Faktoren auf die Nahrungsflüssigkeit eine capillare Wirkung aus, sondern sie sind auch activ, als biologische Faktoren, welche durch ihre zeitweilige Bewegungen für die Erneuerung der Nahrungsflüssigkeit Sorge tragen, was im Falle des Hungerleidens vom Gesichtspunkte der Ernährung des Organismus äusserst wichtig ist.

<sup>18)</sup> Citiert nach Jordan: Vergl. Physiologie, p. 430—431.

<sup>19)</sup> Apáthy u. Farkas, l. c. p. 16.

### Tafelerklärung.

Die Abbildungen sind von solchen *Cyclops viridis* und *C. serrulatus* Exemplaren hergestellt worden, die im Aquarium lebten. Ihre Fixierung geschah nach Benda, Färbung die Benda'sche Mitochondrien-Färbung.

Abb. 1. *Cyclops viridis*. Längsschnitt durch die Magenwand. Zur Darstellung von Epithelzellen und von den zwischen ihnen liegenden einzelligen Drüsen. Es ist auf den Epithelzellen ein Bürstenbesatz zu bemerken, welcher bei anderen Formen und anderen Fixierungen als Cuticularsaum erscheint; unter den Epithelzellen ist die Tunica propria, unter diesen die stärker gefärbten Muskeln und Wanderzellen.

Vergrößerung: Obj.  $\frac{1}{12}$  hom. imm. Oc. IV. Mit Zeichenapparat gezeichnet.

Abb. 2. *Cyclops serrulatus*. Längsschnitt durch die Magenwand. Unter den Epithelzellen die Eizellen, zwischen beiden die amoeboiden Wanderzellen mit Fettkörnern.

Von den Zellen, welche sich rechts von dem ciliösen Teil befinden, fehlen die feinen Stäbchen und auch der Cuticularsaum. Es bedeckt sie ein ziemlich dünnes Cuticularhäutchen, auf welchem sich regelmässig kleine Körner befinden.

Vergrößerung wie oben.

Abb. 3. *Cyclops* sp. Es sind die in den Epithelzellen befindlichen Capillaren, die Entstehung der Flimmern gut zu sehen. Die zwischen den spitz ausragenden Epithelzellen und zwischen den stark gefärbten Flimmern plazierte Epithelzelle besitzt bloss einen weit ausragenden Bürstenbesatz, steife Cilien, welche betreffs der Färbung den kurzen, gleichmässig langen Fädchen der Epithelzellen völlig gleichen. Auch ist bemerkbar, dass die Epithelzellen in grossem Masse unregelmässig gekrümmt sind. Es ist auch zwischen den von unten gerechneten 2. und 3. Epithelzelle eine stark gekrümmte Epithelzelle zu finden, welche seinen zur Oberfläche gelangenden Teil dem früheren Schnitte hat. Es sind auch bemerkenswert zwischen den Epithel- und Eizellen die zweierlei Wanderzellen, von welchen die eine Art sehr gross und mit Fettkörnern gefüllt, die andere kleiner und fein granuliert ist. Das basale Ende der Epithelzellen wird durch Muskeln zusammengedrückt.

Abb. 4. *Cyclops viridis*. Dickdarm in einem etwas schief getroffenen Schnitte. Gut bemerkbar sind die Darmepithelzellen, auf welchen in dem unteren Abschnitt der homogenere Cuticularsaum erscheint, rechts- und linksseitig befindet sich der gestreifte Cuticularsaum, oben die Flimmerepithelzellen. Es sind zwischen den Körnern der Epithelzellen zweierlei Arten zu unterscheiden, die länglicheren, manchmal gekrümmten stäbchenförmigen Mitochondrien, die sich im Präparat als dunkelviolettfärbte Gebilde zeigen, und die kugeligen, in viel geringerem Masse vorhandenen Körner, welche von den früheren durch ihre geringe Dichte und rostbraune Farbe gut zu unterscheiden sind; aus den letzteren entwickeln sich die Hypobasalkörperchen. Auch ist gut zu beobachten, dass im Zusammenhang mit der Vergrößerung der Zilienzahl, und der Verstärkung derselben, die Zahl der Mitochondrien abnimmt. Die Körner der linksseitigen obersten Flimmerzelle entsprechen den später an die Flimmerwurzeln anhängenden, nach oben hinwandernden Hypobasalkörperchen.

Abb. 5. *Cyclops viridis*. Querschnitt durch den Dickdarm, mit gut entwickelten Flimmerzellen. Die Grenze zwischen den Zellen ist kaum wahrnehmbar, die Endteile der Flimmer sind nicht wie die Abbildung zeigt violettfärbig, sondern gelblich. Querschnitte von solchen Endigungen sind im Darmlumen eingezeichnet. Gleichfalls Flimmerquerschnitte sind die zwei violettfärbigen Flecke, aber für Faserwurzelquerschnitten gilt die untere gelbe, körnige Fläche, auf welcher sich zwischen den gelb gefärbten Faserwurzelquerschnitten auch rostbraune Hypobasalkörperchen befinden. Die Kerne besitzen eine geringere Chromatinsubstanz, die Nucleolen sind blasenförmig. Am Ende der Faserwurzeln befinden sich die Hypobasalkörperchen.

Druckfehler auf Taf. I. Fig. 2.: Die, die Kittleisten darstellende Punkte sind nicht in der Höhe der Zelloberfläche; die Faserwurzeln sind zu dunkel gedruckt. Fig. 4.: Der Farbenunterschied zwischen Plastosomen und Hypobasalkörperchen ist nicht wahrnehmbar.

