

Untersuchungen über den Bau der *Limnadia lenticularis* L.

Von

Michael Nowikoff.

(Aus dem zoologischen Institut Heidelberg.)

Mit Tafel XIX—XXII und 5 Figuren im Text.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	561
Morphologie	562
Historische Übersicht	566
Untersuchungsmethoden	568
Anatomie und Histologie	569
I. Integument	569
1. Chitinpanzer	569
2. Epidermis	572
II. Muskulatur	574
1. Anordnung der Muskeln	574
2. Anheftung der Muskeln	577
3. Feinere Struktur der Muskeln	579
III. Nervensystem	581
1. Anordnung des Nervensystems	581
2. Histologie	584
IV. Sinnesorgane	586
1. Zusammengesetzte Augen	586
2. Einfaches Auge	587
3. Scheitelorgan	588
4. Sinnesorgane der ersten Antennen	590
5. Sinnesborsten	592
V. Ernährungsorgane	594
VI. Blutgefäßsystem	599
VII. Exkretionsorgane	602
VIII. Fortpflanzungsorgane	607
Literatur	612
Erklärung der Abbildungen	615

Im Juli 1902 fand Herr Dr. MERKEL, Reallehrer in Wiesloch, bei Walldorf, in der Nähe von Heidelberg, in einer Wasseransammlung,

die von einer Überschwemmung der Leimbach herrührte, eine größere Menge von *Limmadia lenticularis*. Das Vorkommen und die Lebenserscheinungen dieses ziemlich seltenen Phyllopoden hat Dr. MERKEL vor kurzem schon genauer beschrieben (1903). Die von ihm und von den Teilnehmern der von Prof. SCHUBERG nach jener Fundstätte unternommenen Exkursion gesammelten Exemplare dienten als Material für die nachfolgenden Untersuchungen.

Morphologie.

Sämtliche Individuen, die ich untersuchte, ungefähr 80 Stück, waren Weibchen. Das Tier (Fig. 1 und 2) ist vollständig in eine zweiklappige Schale (Mantel) eingeschlossen. Nur die Spitzen der Furcalstacheln ragen hinten aus der Schale hervor und vorn die zweiten Antennen, wenn sie in Ruderbewegung begriffen sind.

Die bräunlichgelbe (manchmal mehr grünliche), ziemlich durchsichtige Schale ist 12—15 mm lang und 9—11,5 mm hoch. An dem Dorsalrande, wo beide Schalenhälften zusammenhängen, ist ihre Chitinhaut verdickt und bildet einen dunkelbraunen Streifen. Von der Seite betrachtet, hat die Schale einen nahezu eiförmigen Umriss, nur ist der dorsale Rand etwas weniger gekrümmt als der ventrale. Jede Schalenhälfte besteht, als Duplikatur der Körperwand, aus zwei Wänden, zwischen denen sich ein von Blut erfüllter Hohlraum befindet (Fig. 27). Die Chitinlage der inneren Wand ist äußerst dünn, etwa $1\ \mu$ dick und glatt; die der äußeren Wand dagegen ist ziemlich dick, 15—20 μ , und zeigt 7—10 konzentrische Anwachszonen. Diese Anwachszonen entspringen von dem Punkte x des vorderen Schalenrandes, wo die Vereinigung der beiden Schalenhälften beginnt; hier bildet der dorsale Schalenrand eine schwache Einsenkung. An dem dorsalen Schalenrand endigen die Anwachszonen in einem ansehnlichen Abstände voneinander, so daß sie ungefähr die zwei hinteren Drittel dieses Randes einnehmen (Fig. 2).

Der Ursprung der Schale von der dorsalen Körperregion findet sich in den beiden Maxillensegmenten, die dorsal und seitlich mit der Schalenduplikatur verwachsen sind, bzw. aus deren dorsaler und seitlicher Wand die Schalenduplikaturen sich ausstülpfen, wobei in der schief von vorn dorsal nach hinten und ventral herabziehenden Verwachsungszone dorsal die zwei Connectivmuskeln (Fig. 2 *Mc*), seitlich der Adductor der Schale (Fig. 2 und 16 *MSch*) und der Ausführungsgang der Schalendrüse (Fig. 16 *Nph*) verlaufen.

Der Körper des Tieres besteht aus drei Regionen: Kopf, Thorax und Abdomen, welche zusammen 32 Segmente besitzen.

Über die Zahl der Kopfsegmente finden sich in der Literatur zwei verschiedene Ansichten. CLAUS betrachtet in seiner Arbeit über die Organisation und Entwicklung von *Branchipus* und *Artemia* (86b, S. 14) den Kopf der Branchiopoden als aus fünf Segmenten bestehend; wogegen nach der Ansicht von SPANGENBERG (78, S. 477) zu der Kopfreion nur die drei ersten Segmente gehören; die beiden Maxillarsegmente rechnet er zum Thorax und nennt sie Vorderleib, im Gegensatz zu dem beintragenden Teile des Tieres, dem sogenannten Hinterleibe.

Die anatomische Untersuchung der *Limnadia* gibt mir folgende Beweise der Bedeutung einer solchen Unterscheidung: 1) In den drei ersten Segmenten finden wir keine doppelten Querkommissuren zwischen den Ganglien der Bauchkette; dagegen sind die Ganglien der Maxillen und der Beine durch doppelte Kommissuren verbunden. 2) Die Längsmuskelstränge (dorsale und ventrale) verlaufen durch die sämtlichen bein- und maxillenträgenden Segmente bis an das Mandibelsegment. 3) Das Herz erstreckt sich durch die Segmente der Maxillen und der zwei ersten Beinpaare. 4) Die Maxillen haben eine große Ähnlichkeit mit den sogenannten Maxillarfortsätzen der Beine, und vollziehen die gleichen Bewegungen bei der Nahrungsaufnahme wie diese (beide strudeln die Nahrungspartikelchen in der Bauchrinne zu den Mandibeln).

Im Verlaufe der Entwicklung der *Limnadia*, wie sie von G. O. SARS beschrieben wurde (96, S. 100—106), zeigt sich ebenfalls die Ähnlichkeit zwischen den Bein- und Maxillensegmenten und der Unterschied zwischen letzteren und den drei vordersten Segmenten. In dem Naupliusstadium nämlich, wo das Tier aus dem Kopfe und dem Abdomen besteht, besitzt es nur zwei Paare von Antennen und ein Paar Mandibeln. Die Maxillen erscheinen erst später, wenn auch die Anlage der Schale sichtbar wird.

Aus dem Gesagten folgt, daß bei der *Limnadia*, die jedenfalls im Vergleich mit den andern Crustaceen eine ziemlich primitive Form darstellt, keine scharfe Grenze zwischen den Segmenten der Mundgliedmaßen und derjenigen der Beine existiert.

Das vorderste oder erste Segment, von welchem die ersten Antennen entspringen, enthält das Gehirn, das einfache und die zusammengesetzten Augen (Fig. 2). Dieses Segment betrachtet CLAUS (86a, S. 6) als ungleichwertig den folgenden Metameren und vergleicht

es mit dem Kopfabschnitte der Anneliden. Die ersten Antennen, welche ausschließlich als Sinnesorgane dienen, bestehen der Länge nach aus zwei Abschnitten (Fig. 13); in dem basalen heftet sich der zugehörige Muskel an, der distale trägt auf seiner nach unten gerichteten Seite 8—10 Ausbuchtungen, welche von den Geruchszyclindern besetzt sind. Es wird oft angegeben, daß diese Antennen von dem Grunde der Oberlippe entspringen. Das ist insofern ungenau, als die Oberlippe eigentlich dem zweiten Segmente angehört. Die wirkliche Ursprungsstelle der Antennen ist in dem ersten Segmente seitlich und etwas hinter dem Gehirn (Fig. 2).

In dem zweiten Segmente liegt die Mundöffnung (Fig. 2 *Or*) und verläuft der Schlund (Fig. 2 *Vd*). Die Ruderantennen (Fig. 2 *A²*, Fig. 10) stellen die Gliedmaßen dieses Segmentes dar. Sie entspringen seitlich von dem Schlunde, und jede beginnt mit einem Basalabschnitt, in welchem zwei Glieder zu unterscheiden sind: das erste (Fig. 10 *b*), einfache, trägt an seiner äußeren Seite distal einen stummelförmigen, beborsteten Fortsatz; das zweite (*b¹*) ist durch Ringelung in 8—11 Ringel geteilt, mit Tastborsten versehen und trägt zwei Spaltäste (*ex* und *en*), welche auch aus Gliedern bestehen, deren Zahl an dem inneren Ast (*en*) 10—12 und an dem äußeren (*ex*) 11—13 beträgt. Der nach vorn gerichtete Rand der Äste ist mit hakenförmig gebogenen kurzen Dornen (Fig. 10^a), der hintere Rand dagegen mit Tastborsten besetzt. Die Dornen scheinen zum Festhalten des Tieres an äußeren Gegenständen zu dienen, welche Meinung auch G. O. Sars (96, S. 112) nach Beobachtung der lebenden *Limnadia* ausspricht. Als Bildungen des zweiten Segments sind die Oberlippe (Fig. 2 *Lbr*, Fig. 12) und das sich an der Vorderseite des Kopfes erhebende Scheitelorgan (Fig. 2 *So*, Fig. 45) zu bezeichnen, welche beide von den, in diesem Segmente liegenden Unterschlundganglien innerviert werden.

Das dritte Segment trägt die großen Mandibeln (Fig. 2 und 14 *Mdb*), die sich über seine ganze Höhe erstrecken. Der Teil jeder Mandibel, welcher das Segment seitlich bedeckt, sieht blattförmig aus und ist nach außen gewölbt. Dies Blatt endet mundwärts mit einem in die Mundhöhle ragenden ovalen Zylinder (Fig. 14 *kc*), dessen innere Fläche zum Kauen dient und eine ganz besondere Struktur des Chitins zeigt. Auch das dorsale Ende des Blattes besitzt eine knöpfchenförmige chitinöse Verdickung (Fig. 14 *v*), welcher eine ebensolche der Segmentcuticula entspricht (Fig. 14 *v*); diese Stelle hat die Bedeutung einer festen Widerstandsachse bei den hebelartigen Bewegungen der Mandibel.

An der Basis des vierten Segments entspringen beiderseits die länglich dreieckigen ersten Maxillen (Fig. 2 und 14 *Mx*¹), die mit der Stelle ihres äußeren (dorsalen) oder spitzen Winkels an dem Segmente befestigt sind, und deren in die Mundhöhle ragenden Kauflächen lange Borsten und in ihren hinteren Hälften auch kurze Dornen tragen. Der der Oberlippe zugewendete vordere Rand der Maxille besitzt einen mit Borsten versehenen Höcker, der den später zu besprechenden Maxillarfortsätzen (Fig. 11 *Mxf*) der Beine sehr ähnelt. In demselben Segmente verläuft der beide Schalenhälften verbindende Quermuskel (Adductor der Schale Fig. 2, 9 *M.Sch*).

Die dem fünften Segmente angehörenden zweiten Maxillen (Fig. 2 und 14 *Mx*²) sind sehr klein. Ihre Form hat Ähnlichkeit mit der der ersten Maxillen; es fehlt ihnen jedoch der Höcker, und ihre Stellung ist eine andre, bei der Betrachtung von der Ventralseite etwas mehr längsgerichtete. Dorsal von ihnen befindet sich an jeder Seite des Kopfes ein langer, schlauchförmiger Anhang (Fig. 16 *Nphf*). Nach GRUBES Beschreibung (65, S. 266) soll dieser Anhang zur zweiten Maxille gehören; dagegen hat CLAUS (72c, S. 361—362) seine richtige Bedeutung, als eines von dem Integument des Körpers entspringenden Schlauches, in welchem der Ausführungsgang der Schalendrüse verläuft, nachgewiesen.

Den Maxillensegmenten folgen die 26 beintragenden Segmente. Die Beine (Fig. 11) sind lang blattartig, nach vorn konvex gebogen. Die Gliederung der Beine ist sehr undeutlich. Man kann nur einen, aus zwei Gliedern bestehenden zylinderförmigen Basalabschnitt (*Pp*), den »Protopodit« HUXLEYS unterscheiden, von dem die beiden abgeplatteten Äste, Endopodit (*Endp*) und Exopodit (*Exp*) entspringen. Die Grenze zwischen den beiden Ästen ist schwer festzustellen, weil sie nicht der ganzen Länge nach gespalten, sondern in ihrer proximalen Region mehr oder weniger miteinander verwachsen sind. An der Medianseite des Protopodits sitzt ein dorsal gerichteter, mit Borsten besetzter Ladenfortsatz, der gewöhnlich Maxillarfortsatz genannt wird (*Mxf*). Der innere Rand des Endopodits bildet vier Lappen, welche mit zwei Reihen von Sinnesborsten besetzt sind. Der distale Teil des Endopodits ist dagegen nicht gelappt und trägt nur eine Reihe von Borsten innen und außen. Der einfach beborstete Exopodit erstreckt sich ventral- und dorsalwärts. An seiner Vereinigungsstelle mit dem Protopodit sitzt ein längsovales, glattes Kiemen-säckchen oder Epipodit (*Epp*). Dieser Bau wiederholt sich an sämtlichen Beinen; nur sind die Exopodite des neunten, zehnten und

elften Beinpaares nach oben sehr stark verlängert und erstrecken sich als Fäden bis in den Raum zwischen dem Rücken des Tieres und der Schale, wo sie zum Festhalten der Eier dienen (*Expf*). Die Beine werden nach hinten immer kleiner, und die hintersten sind so klein, daß ich die genaue Beinzahl nur auf Sagittalschnitten feststellen konnte. Außer den Sinnesborsten, welche sich an den Beinen befinden, trägt jedes Segment, mit Ausnahme von einigen vorderen, eine Anzahl von solchen Borsten auf der Rückenseite (Fig. 2 *SiB*).

Das Abdomen läßt keine Segmente unterscheiden und trägt keine Gliedmaßen. Es ist stark mit Stacheln und Dornen bewaffnet. Seine vordere Hälfte trägt dorsal 10—11 kurze Dornen (Fig. 2 *d*) und zwei nach hinten gerichtete Sinnesborsten (*SiB*); unmittelbar hinter diesen spaltet sich das Abdomen, indem zwei hintere Abdominalplatten sich bilden, von welchen jede noch 16—19 Dornen trägt (*d*) und mit einem Stachel endet. Außerdem entspringen zwei lange Furcalstacheln (*Fst*) von dem dorsalen Ende des Abdomens über der Enddarmöffnung; auch sie sind mit kleinen Dornen besetzt und nach oben gekrümmt.

Historische Übersicht.

Nach der Beschreibung der äußeren Organisation des Tieres will ich kurz die Angaben erwähnen, welche von den früheren Autoren über die europäische *Limnadia* gemacht wurden.

C. LINNÉ beschreibt in seinem *Systema naturae* (1758, S. 3003) den *Monoculus lenticularis*, den er in Finnland gefunden hat. Von den späteren Autoren wurde die Identität dieses Tieres mit der *Limnadia* festgestellt. Die LINNÉsche kurze Beschreibung, »Testa compressa lentiformi«, ist charakteristisch für *Limnadia*, im Gegensatz zu den andern Gattungen derselben Familie der Estheriden; die Schale von *Estheria* besitzt nämlich zwei Wirbel; die von *Limnetis* ist beinah kugelförmig; die Schale letzterer beiden Gattungen kann also nicht linsenförmig genannt werden.

Im Jahre 1804 beschrieb J. F. HERMANN die von seinem Vater in der Nähe von Straßburg gefundene *Daphnia gigas*, deren Identität mit dem *Monoculus lenticularis* LINNÉs er für sehr wahrscheinlich hielt. Die Abbildungen HERMANNs zeigen große Ähnlichkeit mit der *Limnadia*, ebenso seine Beschreibung mit Ausnahme eines Punktes, indem er der Schale einen »dos antérieurement bossu« zuschreibt,

welche Worte den Verdacht erwecken, als ob die Schale seiner *Daphnia gigas* mit Wirbeln versehen sei.

A. BRONGNIART fand im Jahre 1819 im Wald von Fontainebleau ein Krebschen, dem er den Namen *Limnadia* (Teichgöttin) *Hermanni* gab. Er bezweifelte die Identität seiner *Limnadia* mit der *Daphnia gigas* HERMANN'S nicht und gab die erste ausführliche Beschreibung nicht nur der äußeren Gestalt, sondern auch der Anatomie des Tieres.

Ebenso betrachtete E. M. MILNE-EDWARDS bei der Beschreibung der BROGNIARTSchen *Limnadia Hermanni* (1840, S. 362) sie als identisch mit der *Daphnia gigas*.

Die HERMANN'Sche Schilderung der Schale veranlaßte im Jahre 1849 W. BAIRD, die *Daphnia gigas* für eine *Estheria* zu halten. Er hielt also die *Limnadia Hermanni* Brongn. von seiner *Estheria gigas* Herm. für verschieden.

Dagegen hob GRUBE (1865, S. 269) hervor, daß die oben angeführten Worte HERMANN'S nur darauf hinweisen, »daß die größte Höhe des Rückens vor der Mitte liegt, was bei der Eiform der *Limnadienschale* zutrifft«. Auch die genaue Untersuchung der übrigen von HERMANN angegebenen Merkmale führte GRUBE zu der Überzeugung, daß die *Daphnia gigas* Herm. nichts anderes als die *Limnadia Hermanni* Brongn. ist.

In den Jahren 1864—1866 beschrieb A. LEREBoullet *Limnadia Hermanni*, die er in großer Anzahl nicht weit von Wolfisheim, 7 Kilometer von Straßburg, gesammelt hatte. LEREBoullet war der erste, der die Entwicklung der *Limnadia* beobachtete.

F. SPANGENBERG veröffentlichte im Jahre 1878 eine Abhandlung über die Anatomie der *Limnadia Hermanni* Brongn., welche er in der Umgebung von Neustadt (in Mecklenburg) gefunden hatte. In dieser Abhandlung wurde besonders ausführlich das Nervensystem geschildert.

Ferner wurde die *Limnadia* von J. SAHLBERG (1875) in Finnland, von V. LILLJEBORG (1871) in Schweden und von G. O. SARS (1885) in Norwegen gefunden. Diese drei Autoren haben die Identität der *Limnadia Hermanni* Brongn. mit dem *Monoculus lenticularis* L. festgestellt, und daher den Namen *Limnadia lenticularis* L. sp. eingeführt. E. SIMON betrachtet in seiner Untersuchung über »Crustacés du sous-ordre des Phyllopoðes« (1886) die europäische *Limnadia* auch allgemein als *Limnadia lenticularis* L.

Bei den oben erwähnten Autoren finden wir einige Verschiedenheiten in den Angaben über die Morphologie des Tieres. So wird

die Größe der Schale von 8×5 mm (SPANGENBERG) bis 17×13 mm (LILLJEBORG) angegeben, nach LINNÉ ist sie sogar »latitudine extimi articuli digiti«. Die Zahl der Anwachszonen soll von 2—3 (BAIRD) bis 15 (LILLJEBORG) betragen. Die Farbe der Schale wird als bernsteingelb (HERMANN), als gelblich (BRONGNIART) oder als olivengrün (LILLJEBORG) bezeichnet. Über die Zahl der Beine berichtet GRUBE, daß sie nach den Angaben der verschiedenen Autoren 18—26 sei. Ebenso verschieden lauten die Berichte über die Zahl der Ruderantennenglieder und der Ausbuchtungen der ersten Antennen. Alle diese Unterschiede in den Angaben lassen sich zum Teil wohl durch das verschiedene Alter der untersuchten Tiere, zum andern Teil vielleicht durch die verschieden genauen Untersuchungsmethoden erklären.

Nur eine Differenz möchte ich hier hervorheben, die nicht so leicht zu erklären ist. Im Gegensatz zu allen übrigen Beschreibungen und Abbildungen, welche die Schale der *Limmadia* als eiförmig schildern, zeigen die Abbildungen von G. O. SARS (96, Taf. XIV, Fig. 1, Taf. XV, Fig. 1) den hinteren Teil der Rückenkante der Schale etwas nach oben gekrümmt, was der ganzen Kante eine schwach S-artige Form verleiht. Die Farbe dieser Kante, welche gewöhnlich als braun oder dunkelbraun bezeichnet wird, bestimmte SARS als »a very conspicuously dark grey colour« (96, S. 95). Da aber alle übrigen von SARS angegebenen Merkmale mit denen der andern Autoren ziemlich übereinstimmen, so hat man keinen sicheren Grund, die Identität seiner *Limmadia* mit jener der andern Autoren zu bezweifeln.

Untersuchungsmethoden.

Zur Konservierung der Tiere, welche Herr Prof. SCHUBERG ausführte, wurden verschiedene Mittel verwendet: sog. GILSONSCHE Flüssigkeit (Gemisch aus Salpetersäure, Essigsäure, Sublimat und Alkohol), Sublimatessigsäure, Pikrinschwefelsäure, Pikrinosmiumschwefelsäure, absoluter und 75 %iger Alkohol. Am besten haben sich die beiden ersten Gemische bewährt, besonders die GILSONSCHE Flüssigkeit, welche wegen des Salpetersäuregehaltes den Chitinpanzer erweicht, was die Objekte leichter schneidbar macht, ohne dabei die Gewebe zu zerstören.

Die Untersuchung der äußeren Gestalt und der größeren Anatomie (Darmkanal mit den Leberschläuchen, Ovarien, Schalendrüse, Zentralnervensystem) habe ich mittels Präparation unter der Lupe

angestellt; für die feineren anatomischen und histologischen Verhältnisse wurden Schnitte von 25—1 μ Dicke angefertigt¹.

Von den Färbungen *in toto*, vor dem Einbetten in Paraffin, sind die mit Boraxkarmin, 1%iger Osmiumsäure und Holzessig (nach SCHUBERG, diese Zeitschrift, Bd. LXXIV, S. 189) auch die mit 0,2%igem wäßrigen Hämatoxylin und 1%igem chromsauren Kali zu erwähnen, welche beiden Methoden sich als gut erwiesen haben; nur färbt Boraxkarmin die Kerne recht schwach, was die Untersuchung manchmal wesentlich erschwert. In allen genannten Flüssigkeiten habe ich die Objekte 24 bis 48 Stunden gelassen. Von verschiedenen erprobten Nachfärbungen auf dem Objektträger habe ich die besten Resultate mit polychromem Methylenblau nach UNNA (für die Boraxkarminpräparate) und mit 1%iger wäßriger Säurefuchsinlösung (für die Hämatoxylinpräparate) bekommen. Zum Studium der feineren Strukturen wurde starke Färbung mit Gentianaviolett oder mit Methylviolett 6B häufig verwendet, und die Präparate in Wasser untersucht. Mit Methylviolett 6B habe ich auch sehr gut gefärbte Präparate des durch Verdauung isolierten Chitinpanzers erhalten, wobei ich die Objekte nach der Färbung mit 10%iger wässriger Tanninlösung und 3%iger wäßriger Lösung von Brechweinstein fixierte (nach SCHUBERG, diese Zeitschr., Bd. LXXIV, S. 194).

Zur Isolierung des reinen Chitins wurden die Tiere 4 Tage lang in künstlichem Magensaft verdaut, und dann 2 Tage mit 10%iger Kalilauge oder längere Zeit (etwa 8 Tage) mit 2 $\frac{1}{2}$ %iger Salzsäure behandelt.

Anatomie und Histologie.

I. Integument.

1) Chitinpanzer. Das Tier ist von einem im allgemeinen dünnen Chitinpanzer bekeidet, der an einigen Körperstellen verdickt ist. Diese Verdickung wird entweder dadurch erreicht, daß die Cuticula an den betreffenden Stellen bei der Häutung nicht abgeworfen wird, so daß zu den älteren Lagen die neuen hinzukommen,

¹ Im Gegensatz zu der folgenden Meinung von G. O. SARS (96, S. 95): »By the ordinary imbedding and section method, not much information is to be gained, and this mode of investigation, now so widely employed, seems on the whole, to be of very little use as regards Crustaceans« mußte ich nicht bloß für histologische Strukturen, sondern auch zum Nachweis mancher anatomischen Tatsachen, z. B. des Ausführorgans und Endsäckchens der Schalendrüse, des Oviducts, der Augenkammer u. a. Schnitte anfertigen.

wie es z. B. an der äußeren Schalenfläche der Fall ist; oder dadurch, daß die Epidermiszellen eine dickere Cuticularlage ausscheiden. Das letzte beobachten wir an den Stellen, welche, als Träger der Sinnesorgane besonders geschützt sein sollen, z. B. an den ersten Antennen und dem Scheitelorgan, weiter an den Stellen, welche als Schutzorgane funktionieren, wie dem Endsegment mit seinen Stacheln und Dornen, und endlich finden wir eine besonders starke Chitinverdickung an den Kauflächen der Mandibeln. Auch die einzelnen Chitinlagen der äußeren Schalenwand sind dicker als die der inneren.

Bei der Betrachtung der in Kanadabalsam eingeschlossenen Schnitte erscheint die Cuticula entweder strukturlos oder auf den Querschnitten fein geschichtet. Wenn man dagegen stärkere Färbungsmittel anwendet und die stark gefärbten Präparate in Wasser untersucht, so kann man eine feine Struktur nachweisen, welche derjenigen der Innenlage des Flußkrebspanzers nach BÜTSCHLIS Untersuchungen (98) entspricht. Fig. 19 zeigt diese Struktur auf einem Querschnitte durch die äußere Schalenwand. Diese Wand wird, wie ich eben erwähnte, so gebildet, daß zu den vorhandenen Chitinlagen bei jeder Häutung immer eine neue hinzukommt. Dadurch erreicht die Wand eine so beträchtliche Dicke (auf der betreffenden Figur 17μ), daß das Querschneiden der Cuticula leicht möglich ist. Von den drei auf der Figur dargestellten Chitinlagen ist die innere (*a*), also die jüngste, für die Untersuchung geeigneter, weil sie die lockerste ist. Wenn die äußere Lage (*c*) schon so kompakt geworden ist, daß man dort nur die Schichtung unterscheiden kann, so sieht man in den inneren Lagen, daß die abwechselnden Schichten weder gleich beschaffen, noch homogen sind; dunklere Schichten wechseln mit helleren ab. Die dunklere Färbung der ersten wird durch ihre dichtere Beschaffenheit hervorgerufen; man sieht nämlich, wie das BÜTSCHLI auch in dem Flußkrebspanzer beobachtete, daß zufällige Risse auf den Querschnitten immer durch die helleren Schichten gehen (98, S. 375). Sowohl die dunklen, als auch die hellen Schichten sind durch feine Vertikallinien untergeteilt, bestehen also aus je einer Schicht von Alveolen. Diese Auffassung wird bei der Betrachtung der Cuticula von der Fläche durchaus bestätigt. Die Fig. 20 und 21 zeigen das Flächenbild der Chitinlage der ersten Antennen. Hier sieht man die typische Wabenstruktur mit rundlich-polygonalen Alveolen, deren Durchmesser ungefähr 1μ beträgt. Die Vergleichung der beiden Figuren, von welchen Fig. 20 bei tiefer, Fig. 21 bei hoher Tubuseinstellung gezeichnet ist, ergibt, daß die Wabenwände viel

stärker lichtbrechend sind als der Wabeninhalt. In der Flächenansicht der Cuticula sind ferner sehr gut die Zellbezirke zu unterscheiden (Fig. 20—21). Sie sind, wie die Epidermiszellen, polygonal und ihre Größe entspricht auch der der Epidermiszellen. Diese Zellbezirke sind voneinander durch zwei sich gegenseitig berührende Alveolarsäume abgegrenzt, welche den beiden benachbarten Zellbezirken angehören. Die Alveolen dieser Säume sind kleiner als die übrigen Waben der Cuticula, und deswegen erscheinen die Grenzen der Zellbezirke bei tiefer Einstellung des Tubus etwas dunkler, weshalb sie schon bei schwacher Vergrößerung sichtbar sind.

GRUBE hat bei der Betrachtung der Cuticula der *Estheria*-Schale von der Fläche auch eine netzige Struktur beobachtet. Seine Beschreibung der Netzmaschen (65, S. 224) aber, welche »in der Regel fünf- oder sechseckig von ungleicher Größe (so daß ihr Durchmesser etwa von 0,0002—0,0007 Zoll schwankt)« sind, beweist, daß er nur die Grenzen der Zellbezirke beobachtete. Die auf den Fig. 20 und 21 abgebildeten Zellbezirke haben auch einen Durchmesser von etwa 10 μ , d. h. 0,0004 Zoll, dagegen sind die Alveolen oder Waben, wie gesagt, nur etwa 1 μ groß.

Von dem geschilderten Typus weicht das viel dickere (etwa 0,1 mm) und komplizierter gebaute Chitin der Mandibelkaufäche ab (Fig. 22 bis 24). Dieses besteht aus drei verschiedenen gebauten Lagen (cu_1 — cu_3). Die äußere (cu_1) zeigt auf den Längsschnitten (Fig. 22) eine Reihe von streng parallelen, regelmäßig senkrecht zur Oberfläche angeordneten Streifen. Bei starker Vergrößerung (Fig. 23) und besonders gut auf Flächenschnitten (Fig. 24 cu_1) überzeugt man sich, daß diese Streifung durch feine Kanälchen hervorgerufen wird, welche die Grundsubstanz des Chitins durchsetzen. Ihr Durchmesser erreicht kaum 1 μ . Bemerkenswert ist, daß im Inneren dieser Kanälchen keine zerkleinerten Nahrungspartikelchen vorhanden sind, obgleich die Kanälchen nur an den proximalen Enden geschlossen, nach außen dagegen geöffnet erscheinen. Dieser Umstand läßt vermuten, daß sie vielleicht nicht leer sind, sondern eine fein strukturierte Masse enthalten, wie das BÜTSCHLI (98) in den Säulchenkanälen des Panzers von *Astacus fluviatilis* beobachtet hat, und zu deren Nachweis die Methoden erforderlich sind, welche BÜTSCHLI für seine Untersuchung verwendete.

Die mittlere Chitinlage (Fig. 22—24 cu_2) enthält horizontale Kanälchen, welche die ovale Kaufäche quer durchziehen (Fig. 15) und an dem hinteren, der Oberlippe zugewendeten Rande sich öffnen. Diese Kanälchen sind breiter, als die der Außenlage, sie

haben einen ovalen Durchmesser, dessen Höhe etwa 2μ , und dessen Breite etwa $1,5 \mu$ erreicht. Sie verlaufen schwach S-förmig gebogen. An dem hinteren Rande der Kaufläche werden die Oberseiten der Kanäle gespalten, und hier verlaufen die Kanälchen eine kleine Strecke lang, bis an das Ende der Kaufläche, als offene Rinnen (Fig. 15 R). Gewöhnlich entsprechen jedem Horizontalkanälchen zwei Kanälchen der Außenlage. Nur an dem unteren, dem Schlunde zugewendeten Ende des Ellipsoids der Kaufläche (Fig. 15 A) sind die Horizontalkanälchen breiter, so daß über jedem mehrere vertikale Kanälchen stehen, welche an der Öffnungsstelle des Horizontalkanals mehr oder weniger rückgebildet sind, was zur Bildung der dickeren Lamellen führt, die auf den Längsschnitten als oben fingerförmig ausgebreitete Zähne erscheinen (Fig. 22). Unter den Horizontalkanälen liegt die innere Chitinlage der Kaufläche (Fig. 22—24 *cu*₃), deren Masse viel dunkler tingierbar ist als die der beiden äußeren Lagen und die gleichfalls von vertikalen Kanälen durchsetzt wird. Letztere sind an beiden Enden geschlossen, wobei sie sich gegen die Enden allmählich verengern, so daß sie in der Mitte der Kaufläche, wo sie ganz gerade verlaufen, eine langspindelförmige Gestalt zeigen. Ihr Verlauf ist aber viel unregelmäßiger als der der Kanälchen der äußeren Lage. Sie sind mehr oder weniger gebogen, besonders an den Rändern der Kaufläche; ihre Wände ziehen häufig nicht parallel und schicken Verzweigungen in die Kanäle. Jedem Horizontalkanäle der mittleren Lage entspricht immer ein Kanal der Innenlage, dessen Durchmesser im Durchschnitt etwa 2μ ist, und welcher außen in der Zwischenmasse zwischen zwei Horizontalkanälchen endigt.

Die Chitinmasse der Mandibelkaufläche besitzt eine sehr dichte Konsistenz, und es ist mir nicht gelungen, in ihr irgend welche feinere Struktur nachzuweisen, obgleich ich überzeugt bin, daß dieselbe nicht fehlen dürfte.

2) Epidermis. Die Epidermiszellen zeigen bei Flächenbetrachtung fünf- und sechseckige Umrisse, die zum Teil mehr oder weniger in die Länge gezogen sind (Fig. 26). Sie sind nur sehr schwach färbbar; ihr Plasmagehalt ist spärlich und die Kerne sind chromatinarm; nur der Nucleolus ist gewöhnlich stark gefärbt. Die Höhe der Zellen entspricht im allgemeinen der Dicke der von ihnen ausgeschiedenen Cuticula. Dies zeigt besonders deutlich Fig. 27, welche einen Querschnitt der Schale darstellt. Die äußeren Epidermiszellen (*epd.a*), welche dickere Chitinlagen ausscheiden, sind viel höher als die inneren (*epd.i*),

und dementsprechend ist die Größe der letzteren in der Fläche viel bedeutender, was Fig. 26 deutlich zeigt, auf der beide Epidermis-lagen von der Fläche zu sehen sind. Dem stark verdickten Chitin der Mandibelkaufflächen entsprechen auch besonders hohe und schmale Zellen, deren Höhe $140\ \mu$ erreicht, während die gewöhnlichen Epidermiszellen nur etwa $2-5\ \mu$ hoch sind. Diese hohen Zellen erscheinen auf den Längsschnitten (Fig. 22) fadenförmig ausgezogen. Sie sind im Vergleich mit den andern Epidermiszellen durch ihren Gehalt an Plasma ausgezeichnet, welches hier eine längsstreifige Struktur zeigt.

Die Ausscheidung der Cuticula ist jedoch nicht die einzige Funktion der Epidermiszellen. Sie bilden außerdem Verlängerungen in die Leibeshöhlenräume des Tierkörpers, welche dort die Rolle der Binde substanz spielen. Diese Tatsache wurde schon von M. BRAUN für den Flußkrebis und von CLAUS für *Branchipus* erwiesen. Die Zellverlängerungen bilden erstens Connectivfasern, welche in dünnen Körperteilen (Schale, Beine) die entgegengesetzten Epidermischichten miteinander balkenartig verbinden (Fig. 27), oder zum Festhalten der andern Organe, z. B. der Schalendrüse (Fig. 37) und der Bauchlamelle (Fig. 25), dienen. Zweitens werden aus diesen Verlängerungen Netzgerüste gebildet, welche größere, von andern Organen freie Leibeshöhlenräume erfüllen, wie es z. B. in dem Abdomen (Fig. 52) und in dem Scheitelorgane (Fig. 45, 46) der Fall ist. In dem Raume zwischen diesen Zellfortsätzen zirkuliert Blut. Die Fig. 25, 26 und 27 zeigen, wie im Innern jeder Epidermiszelle um den Zellkern herum Fibrillen auftreten, welche sich nach außen verlängern und miteinander zu den Connectivfasern vereinigen; letztere verlaufen entweder einzeln von je einer Epidermiszelle aus (Bauchlamelle, Fig. 25), oder es vereinigen sich die Fasern mehrerer Zellen zu einem Strang (Schale, Fig. 26). In diesem Falle beobachteten wir so charakteristische Flächenansichten mit sternförmigen von mehreren benachbarten Zellen zusammentretenden Fasern, wie Fig. 26 zeigt. In dem Netzgerüste des Abdomens und des Scheitelorgans scheinen manchmal Kerne vorhanden zu sein, woraus folgen würde, daß dieses Gerüst aus wirklichen Bindegewebszellen besteht. Die genauere Untersuchung aber ergibt stets, daß diese Kerne Blutkörperchen angehören, die sich oft an die Ecken des Gerüsts anlegen und Bindegewebszellen vortäuschen.

II. Muskulatur.

1) Anordnung der Muskeln. Die Muskulatur der *Linnadia* ist durchaus metamer angeordnet. In allen Thorakalsegmenten haben sowohl die im Rumpfe selbst liegenden, als auch die zur Bewegung der Extremitäten dienenden Muskeln stets denselben Verlauf, und diese Anordnung läßt sich sogar noch in den Kopfsegmenten teilweise verfolgen, wie nachher genau geschildert werden soll.

Im Thorax verlaufen die Muskelstränge in drei Richtungen: longitudinal, dorsoventral und transversal. Ein Paar dorsale und ein Paar ventrale Längsmuskeln (Fig. 17 *M.dr*, *M.v*) entspringen an der Grenze zwischen dem Mandibel- und dem 1. Maxillensegment (Fig. 9); sie ziehen von da durch die beiden Maxillar- und alle Thorakalsegmente bis zum Anfang des Abdomens. Die Muskelstränge sind den Segmenten entsprechend metamer gebaut, indem in der Mitte jedes Segments eine quere Lage von Sarkoplasma in den Muskelstrang eingeschaltet ist.

Von den dorsalen Längsmuskeln sind zwei kurze Muskelstränge zu unterscheiden, welche in den beiden Maxillarsegmenten den Körper mit der Schale dorsal verbinden (Fig. 9 *M.c*); der eine von diesen Muskeln, der stärkere, dient zum Vorziehen des Körpers, der davor gelegene schwächere zum Emporziehen des Kopfes.

Die dorsoventralen und transversalen Thoraxmuskeln samt den in der Bauchregion beginnenden Beinmuskeln entspringen alle von einer sehnigen Bauchlamelle, welche längs des Bauchmarks von dem zweiten Maxillensegment bis zum Hinterende des Thorax zieht (Fig. 17, 25 *V.Se*). Diese Lamelle verläuft horizontal und parallel der Bauchwand. Zahlreiche Fortsätze der darunter liegenden Epidermiszellen steigen zu dieser Lamelle auf und befestigen sich an ihr. Ich halte es sogar für sehr wahrscheinlich, daß die ganze Bauchlamelle ein Produkt dieser Fortsätze der Epidermiszellen und der zutretenden Muskeln ist. Die dorsoventralen Muskelstränge (Fig. 9, 17 *M.dr*) liegen auf der Grenze von je zwei Segmenten und sind dorsal an der Körperwand und ventral an dem Seitenrand der Bauchlamelle befestigt. Die transversalen Stränge (Fig. 17 *M.t*) verlaufen von den beiden Rändern der Bauchlamelle horizontal zur Seitenwand des Körpers.

Die Bauchlamelle erstreckt sich, wie gesagt, nach vorn bis an die Grenze der beiden Maxillensegmente, wo wir dieselbe charakteristische Anordnung der Muskeln finden (Fig. 16), wie in dem Thorax.

Die transversalen Muskeln sind jedoch an diesem Ort mächtig verdickt und bilden den großen Quermuskel, welcher die beiden Schalenhälften miteinander verbindet (*Adductor testae*, Fig. 9, 16 *M.Sch*). Weiter vorn in der Kopfregion finden wir paarige Muskeln, die den Kopf dorsoventralwärts durchsetzen und an den Segmentgrenzen verlaufen (Fig. 9 *M.l.Lbr*, *M.dv*¹ und *M.dv*²), die also den dorsoventralen Muskeln des Thorax entsprechen. Das vorderste Paar dieser Muskeln (*M.l.Lbr*), welches das Segment der ersten Antennen von dem zweiten Segmente trennt, hat speziell die Funktion als Oberlippenheber (*Levator labri*, Fig. 9, 16 *M.l.Lbr*). Diese zwei Levatoren entspringen von der dorsalen Querfurche, welche über den zusammengesetzten Augen liegt und die Grenze zwischen den beiden ersten Segmenten bildet; in ihrem Verlaufe zur Oberlippe nähern sich diese Muskeln und verschmelzen miteinander, so daß an der Basis der Oberlippe endlich beide in einem Punkte inserieren.

Außerdem befinden sich im Kopfe folgende Muskelkomplexe:

In dem ersten Segmente: Drei Paare von Muskeln der zusammengesetzten Augen (Fig. 9 *M.Ag*), welche von der Seitenwand des Kopfes an der Basalregion der zweiten Antennen ihren Anfang nehmen und an der Augenkammerwand angeheftet sind.

Zwei kleine Muskeln dienen zur Bewegung der ersten Antennen (Fig. 9 *M.A*¹).

In dem zweiten Segment (Segment der zweiten Antennen) finden wir: Zwei starke Muskelbündel für jede zweite Antenne (Fig. 9, 16 *M.A*²), die von zwei verschiedenen Punkten des Segments entspringen. Jedes Bündel besteht aus drei Strängen, was ihnen eine gewisse Ähnlichkeit mit den Beinmuskeln verleiht. Die Stränge erstrecken sich bis zu dem distalen Ende des zweiten Basalgliedes der Antenne, wo sie inserieren. Von derselben Stelle des zweiten Basalgliedes treten je zwei Muskeln in jeden Ast der Antenne, von welchen der eine Muskel nur vier Glieder, der andre alle Glieder des Astes durchläuft (Fig. 10).

Ferner finden wir ein Paar von fächerförmigen Muskeln über dem Schlund zur Erweiterung des Schlundes (Fig. 9 *M.Vd*) und eine Anzahl Muskeln, welche die Oberlippe unter dem Schlund durchsetzen und die ebenfalls als Dilatatoren des Oesophagus (Fig. 9 *M.Vd*) und der Mundhöhle (*M.Lbr*) wirksam sind. Bei der Kontraktion letzterer Muskeln wird außerdem das Speicheldrüsensekret ausgepreßt.

Drittes Segment (Mandibelsegment): Hier finden wir die starken Muskeln, welche das Zusammenpressen und die reibenden Bewegungen der Mandibeln bewirken. Sie bestehen aus zwei horizontalen,

im Innern der Mandibeln sich fächerförmig ausbreitenden (Fig. 9, 16 *M.MdbI*) Muskeln, wozu sich noch zwei vertikale Muskeln (*M.MdbII*) gesellen. Diese vier Muskeln sind ähnlich den dorsoventralen Rumpfmuskeln durch eine horizontale mediane Sehne untereinander verbunden.

Hierzu kommt: ein Paar schwächerer Muskeln, die zu dem dorsalen Teil der Mandibeln von der Seitenwand des Segments (Fig. 9 *M.MdbIII*) treten. Ferner ein Paar kleinere Muskeln (Fig. 9 *M.P*) zur Erweiterung der Mundhöhle. Diese letzteren Muskeln möchte ich als umgebildete transversale Muskeln zwischen dem dritten und vierten Segment auffassen. Ebenso sind die früher besprochenen fächerförmigen Dilatatoren des Schlundes als transversale Muskeln zwischen dem zweiten und dritten Segmente aufzufassen, weil ihre Lage derjenigen der transversalen Muskeln des Thorax entspricht.

In der Maxillenregion finden wir außer dem oben beschriebenen Adductor der Schale noch drei Paare von Muskelsträngen zur Bewegung der ersten Maxille in verschiedenen Richtungen (Fig. 9 *M.Mx¹*). Die Muskulatur der zweiten Maxillen ist sehr schwach entwickelt (*M.Mx²*).

Zur Bewegung jedes Beines dient folgendes Muskelsystem (Fig. 11, auch 9 und 17). In dem Protopodit (*Pp*) finden wir entsprechend der Bewegung nach drei verschiedenen Richtungen: 1) einen äußeren Muskel (*M.BI*), der von der Rückenseite des Tieres entspringt, und einen inneren (*M.BI*) von der Bauchlamelle entspringenden. Beide bewegen das Bein nach hinten. 2) Eben solche Muskeln, die das Bein nach vorn bewegen (*M.BII*). 3) Zwei Muskelstränge, die von der Bauchlamelle ausgehen und schräg durch den Protopodit verlaufen (*M.BIII*) zur Bewegung des Beines nach innen (bauchwärts).

In dem Protopodit verlaufen ferner zwei Muskeln (*M.BIV-V*), die den Maxillarfortsatz in Bewegung setzen. In dem Protopodit entspringen und ziehen distalwärts: 1) ein vorderer Muskel (*M.BVI*) zur Biegung des Beines nach vorn; 2) drei hintere Muskeln (*M.BVII*) zur Hebung und Krümmung des Endopodits nach hinten; 3) vier lange Muskelstränge (*M.BVIII*), welche an der hinteren Seite durch den ganzen Endopodit (*Edp*) verlaufen und seine vordere und äußere Krümmung bei ihrer Kontraktion verstärken.

Der Exopodit (*Exp*) wird von drei Muskeln bewegt, von welchen der eine (*M.BIX*) sich dorsalwärts in den dorsalen Fortsatz des

Exopodits begibt, die zwei andern (*M.BX, XI*) distalwärts den eigentlichen Exopodit durchziehen.

Von der Muskulatur, welche die inneren Organe (Darm, Herz, Oviduct) umgibt, werde ich bei der Beschreibung dieser Organe berichten.

2) Anheftung der Muskeln. Die Muskeln inserieren entweder an einem Punkte, wobei ihre Gestalt dann meist spindelförmig ist, oder ihre Enden zerfasern sich an den Anheftungsstellen. Es gibt jedoch auch Fälle, wo das eine Ende zugespitzt und das andre zerfasert ist. Die Zerfaserung der Muskelenden findet gewöhnlich bei direkter Anheftung an die Körperwand, ebenso auch am Oesophagus und Enddarm statt, also dort, wo die Muskelfasern mit den Epidermiszellen direkt in Zusammenhang treten.

Über die Frage, in welcher Beziehung die Muskelfibrillen der Arthropoden zu den Epithelzellen stehen, wurden verschiedene Meinungen ausgesprochen. Von den neueren Untersuchungen darüber ist die von NILS HOLMGREN (02) zu erwähnen. Dieser Autor findet bei den Insekten, daß die Muskelfibrillen entweder zwischen die Epithelzellen sich hineinschieben oder in die Zellen selbst eindringen; in jedem Falle aber verlaufen sie als solche bis an die Cuticula. Dagegen hat A. LABBÉ (02), welcher diese Verhältnisse bei *Nebalia* untersuchte, gefunden, daß die Muskelfibrillen nicht an der Cuticula befestigt sind, vielmehr sich mit besonderen Tonofibrillen verbinden, die in den Epithelzellen abgesondert werden. Der Zusammentritt der beiderlei Fibrillen vollzieht sich nach ihm an der Stelle der letzten Zwischenscheibe der einfach brechenden Elemente, so daß nach seinen Worten: »les derniers disques minces forment une membrane en continuité avec la basale de l'épithélium, qui n'est pas interrompue«. Dieselbe Art der Muskelinsertion hat auch S. MAZIARSKI (03) bei den Crustaceen beschrieben.

Bei der Untersuchung von *Limnadia* habe ich folgende Verhältnisse beobachtet (Fig. 29—31): Man sieht immer, daß die Muskelfasern an ihrer Ursprungsstelle an der Epidermis zuerst auf eine gewisse Strecke keine Querscheiben besitzen. Erst in einiger Entfernung von der Epidermis (*epd*) beginnt die Querstreifung, welche stets mit einer anisotropen Scheibe (*ans*) beginnt. Die Fig. 29 zeigt, wie die Fibrillen des Mandibelmuskels sich zwischen die Epidermiszellen einschieben und sich an der Cuticula (*cu*) befestigen. Selbst bei Untersuchung mit den stärksten Vergrößerungen in Wasser konnte ich keine Differenzierung dieser Fibrillen im Sinne LABBÉS und

MAZIARSKIS in Tono- und Myofibrillen nachweisen. — Ein etwas abweichendes Bild zeigt die Fig. 30, wo derselbe Mandibelmuskel dargestellt ist. Hier sehen wir in der Muskelfaser unter der Epidermis eine sehnenartige Bildung auftreten (*se*), welche CLAUS in seiner Arbeit über die Entwicklung von *Branchipus* und *Artemia* (86b, Taf. VIII, Fig. 7) auch abgebildet hat. Die Muskelfibrillen lassen sich jedoch distalwärts von dieser Substanz wieder verfolgen, genau wie bei der vorherbesprochenen Figur, ohne daß die Epithelzellen irgend welchen Anteil an der Muskelanheftung nehmen.

Auf Fig. 31 dagegen, welche die Insertion des Schalenmuskels zeigt, finden wir andre Verhältnisse. Hier erscheint nämlich das Muskelende auf eine große Strecke sehnenartig umgeformt und nicht mehr fibrillär. Hier fehlt auch jede Spur von Muskelfibrillen zwischen den Epidermiszellen. Die Epidermis, an welcher sich diese sehnenartige Ausbreitung der Muskelfaser befestigt, zeigt eine besondere Veränderung. Die Höhe der Epidermiszellen ist bedeutend vergrößert; ferner haben sich die Zellen deutlich in zwei verschiedene Formen differenziert, nämlich in schmale mit längsfaserigem Plasma und ovalen Kernen und in gewöhnliche Epidermiszellen, wie wir sie auf den Fig. 29 und 30 fanden, mit runden Kernen und spärlichem nicht faserigem Plasma. Letztere Zellen besorgen jedenfalls die Ausscheidung der Cuticula.

Eine Vermittlung der Epidermiszellen bei der Befestigung der Muskeln wurde schon bei der Beschreibung der Bauchlamelle erwähnt. Dort nehmen jedoch (Fig. 25) im Gegensatz zu dem eben beschriebenen Typus sämtliche Epithelzellen an dieser Vermittlung teil, indem sie sich als Connectivfasern bis zur Bauchlamelle verlängern, ohne ihre sekretorische Funktion aufzugeben.

An dieser Stelle möchte ich die Frage nach dem Vorhandensein eines inneren Chitinskelettes berühren, welches von LEYDIG (60, S. 18) bei Daphniden und seitdem bei den übrigen Entomotraken beschrieben wurde. CLAUS nimmt das Vorhandensein dieses Skelettes an, zu welchem er die Fortsätze der Epidermiszellen, die Muskelsehnen und die Bauchlamelle rechnet. Dabei erkannte er aber eine Verschiedenheit zwischen diesen Gebilden und der äußeren Cuticula. Er bemerkt, daß »die im Innern der Chitinogenzellen erzeugten Faserzüge und tiefen Sehnenplatten von dem oberflächlichen Chitinalgewebe der Cuticula chemisch verschieden sind, indem sie sich bei Behandlung mit Färbungsmitteln, namentlich Boraxkarmin, sehr intensiv tingieren, während die Cuticularbekleidung und die eventuell

vorhandene unter derselben folgende Schicht kurzer Faserzüge ganz unverändert bleibt« (86 b, S. 23). Ich habe, wie oben bemerkt, mit *Limnadia* Verdauungsversuche gemacht, wobei sich im Inneren des Körpers die Chitincuticula bloß im Oesophagus, im Enddarme und den neu gebildeten, noch im Körper liegenden Borsten (Textfig. 1) nachweisen ließ. Die oben geschilderten Connectivfasern, die Netzgerüste und Sehnen, sowie die Bauchlamelle wurden völlig verdaut, woraus folgt, daß sie zweifellos nicht aus Chitin im chemischen Sinne bestehen.

3) Feinere Struktur der Muskeln. Die sämtlichen Muskeln der *Limnadia* sind quergestreift. Diese Querstreifung ist überall sehr gut ausgeprägt, nur die Ringmuskeln des Darmes zeigen sie sehr undeutlich, so daß zu ihrem Nachweis dort besonders geeignete Färbungen (Eisenhämatoxylin oder Hämatoxylin und Kaliumchromat), sowie stärkste Vergrößerung (Immers. 2 mm) notwendig sind. Die Muskelfasern sind gewöhnlich reichlich von Sarkoplasma umgeben, dessen Masse oft größer ist als die der kontraktiven Fibrillen (Fig. 8 *sypp*). In diesem Sarkoplasma liegen die Kerne (*n.M.*), welche entweder ganz kugelig oder, wenn das Sarkoplasma nur einen dünnen Überzug bildet, abgeplattet sind (Fig. 29, 30).

Was den feineren Bau der kontraktiven Substanz angeht, so wird gewöhnlich angenommen, daß sie aus anisotropen und isotropen Querbändern bestehe, von welchen die letzteren durch eine Zwischenscheibe geteilt sind (Interseptalzone, Septalzone und Septallinien von HUXLEY 81). Eine andre Auffassung dieser Struktur haben O. BÜTSCHLI und W. SCHEWIAKOFF (91). Nach ihnen haben die kontraktiven Fibrillen oder kontraktiven Elemente wabigen Bau, welchen sie mit folgenden Worten beschreiben: »Auf den Querschnitten erscheinen die kontraktiven Elemente je nach ihrem Bau als Kreise, Ellipsen oder unregelmäßige Polygone, welche wiederum aus einzelnen dicht aneinander liegenden Waben aufgebaut sind. Letztere haben einen Durchmesser von etwa 0,6—0,8 μ . Auf den Längsschnitten der kontraktiven Elemente erscheinen diese Waben als längsgereichte, längliche Maschen (von 0,8—1 μ Länge), welche in ihrer Gesamtheit die Längsstreifung (fibrillären Bau) der kontraktiven Elemente bewirken« . . .; und weiter: »Die kontraktiven Elemente bestehen aus der Länge nach hintereinander gereichten, abwechselnd verschiedenartigen Abschnitten. Die Abschnitte der einen Art sind länger, matter und stärker tingierbar, die der andern sind kürzer, glänzender und schwächer tingierbar. Die ersten sind die anisotropen, die letzteren

die isotropen Querscheiben. Beide Sorten von Abschnitten bestehen aus je zwei Querreihen längsgerechter, ungefähr rechteckiger Waben oder Maschen, welche auf den Querschnitten als das oben geschilderte Wabenwerk erscheinen. Diese Differenzierung des Wabenwerks der kontraktiven Elemente in der Längsrichtung in zweierlei verschieden lichtbrechende, abwechselnde Abschnitte bewirkt die charakteristische Querstreifung.«

In der späteren Literatur beschreibt GRUVEL (97) den wabigen Bau der Muskelfibrillen von Cirripeden, welchen er »une structure nettement alvéolaire« nennt. Er unterscheidet ebenfalls dunklere und hellere Alveolen, außerdem bemerkt er aber, daß auch die Zwischen-scheiben aus niedrigen Waben bestehen.

Bei der Untersuchung der *Limnadia*-Muskelfasern auf 1—2 μ dicken, in Wasser eingeschlossenen Schnitten (die ich jedoch nur als eine vorläufige zu betrachten bitte, da ich beabsichtige, den Bau dieser, wie anderer Muskelzellen eingehender zu verfolgen), konnte ich folgenden Bau der kontraktiven Elemente feststellen (Fig. 28). Jedes fibrillenartige Element ist von den benachbarten durch eine einwabige Schicht von Sarkoplasma getrennt. In dem kontraktiven Element, welches im erschlafften Zustande etwa 0,75 μ dick ist, sind zwei Arten von Alveolen zu unterscheiden: je zwei hintereinander liegende, dunkel tingierbare, welche ein anisotropes Querelement bilden und in der ruhenden Muskelfaser zusammen 3—4 μ lang sind (*ans*), und mit ihnen abwechselnd je zwei heller tingierbare Alveolen (*is*) von zusammen etwa 2 μ Länge. Die Ecken der Alveolen sind knotenförmig verdickt, besonders stark tritt dies an der Grenze der beiden helleren isotropen Alveolen hervor. Auf diese Weise wird hier eine schon mit schwächerer Vergrößerung bemerkbare Zwischen-scheibe gebildet (*zs*), welche im Gegensatz zur Annahme GRUVELS nicht aus besonderen Waben, sondern aus Knotenpunkten zu bestehen scheint. In der kontrahierten Muskelfaser werden die dunkleren Alveolen viel kürzer, dichter und dunkler; erscheinen daher auf Längsschnitten mehr spindelförmig, weshalb die Grenze zwischen den beiden Alveolen jedes anisotropen Elements nur sehr schwer zu unterscheiden ist.

Die Querwände der zwischen den kontraktiven Fibrillen liegenden Sarkoplasma-waben verlaufen in denselben Abständen wie die der kontraktiven fibrillenartigen Elemente, so daß auf dem Längs-schnitte ein regelmäßiges rechteckiges Netzbild entsteht. An der Peripherie der Muskelfaser besteht das Sarkoplasma aus unregelmäßig angeordneten Alveolen.

Am Schluß dieser Betrachtung möchte ich noch bemerken, daß die Abbildungen der Muskelfibrillen, welche sich in dem bekannten HUXLEYSchen Werk über den Krebs (deutsche Übersetzung 81, S. 155) und in der Untersuchung über die Muskelfibrille von RETZIUS (90) befinden, große Ähnlichkeit mit der eben beschriebenen Struktur haben. HUXLEY unterscheidet nicht nur die dunkleren Interseptalzone, welche mit den durchsichtigen Septalzone alternieren und die aus Körnchen bestehenden Septallinien, welche die letzteren in zwei Hälften teilen, sondern in der Mitte der Interseptalzone findet er auch Querlinien, welche unsrer Grenze der beiden kontraktiven Waben entsprechen. Auf den Abbildungen der Muskelfibrille von *Astacus fluviatilis*, welche RETZIUS (90, Taf. XVII) gibt, finden wir auch einige Knotenpunkte angedeutet, was ihr noch größere Ähnlichkeit mit meiner Fig. 28 gibt.

III. Nervensystem.

1) Anordnung des Nervensystems. Beschreibungen des zentralen Nervensystems finden wir bei BRONGNIART (20), LEROUBOLLET (65) und später bei G. O. SARS (96); sie sind jedoch unvollständig und schildern nur einzelne Teile des Systems. Ein ausführliches Gesamtbild gab SPANGENBERG (78). Meine Untersuchungen bestätigen im allgemeinen die Richtigkeit der Untersuchungen SPANGENBERGS, abgesehen von gewissen Einzelheiten, in welchen ich mit ihm nicht einverstanden bin.

Das Zentralnervensystem zeigt ebenso wie das der übrigen Phyllopoden einen primitiven Charakter, indem erstens die Ganglien der Gnathitensegmente nicht miteinander verschmolzen sind, und zweitens die beiden Stränge der Bauchkette ziemlich weit voneinander getrennt verlaufen.

Die Anordnung der Ganglien mit ihren Kommissuren und den peripher abgehenden Nerven ist folgende (Fig. 2, 16 und 43):

In dem vordersten Segmente liegt das Cerebralganglion (*Cbr*), welches aus drei Teilen besteht (Fig. 40, 41), nämlich dem Zentralteil, den beiden seitlichen Teilen, die zu den ersten Antennen gehören, und dem ventralen Teile, welcher das einfache Auge versorgt.

Der Zentralteil (*Cbr* Fig. 2 und 40) schickt nach vorn und etwas ventralwärts zu den zusammengesetzten Augen die beiden mächtigen Augennerven (*N.opt*), die kurz vor dem Übergang in die Retina zwei große Ganglia optici (*G.opt*) bilden. Von dem hinteren Abschnitt des Zentralteils entspringen die Nerven der ersten Antennen

(Fig. 43 *N.A*¹). Jeder dieser Nerven geht von einem gangliösen Seitenlappen des Zentralganglions aus (Fig. 41 III und IV), in welchen wir die mit den Cerebralganglien vereinigten Ganglien des ersten Antennensegments zu erkennen haben. Ventralwärts setzt sich das Cerebralganglion in den zum einfachen Auge tretenden mächtigen Gehirnteil fort (*G.Ag.e*). Diese Dreiteilung des Gehirns findet sich nach den Angaben von CLAUS (86b, S. 31) und SPENCER (02, S. 517) bei allen Phyllopoden. Dabei soll bemerkt werden, daß die von mir als seitlich und ventral bezeichneten Teile schon dem Larvenstadium angehören, dagegen der Zentralteil erst im Laufe der Entwicklung im Zusammenhang mit der Bildung der zusammengesetzten Augen entsteht.

Dorsalwärts steigen von dem Gehirn zwei Längskommissuren auf (*Cl*, Fig. 41 und 43), welche den Oesophagus umfassen, und von demselben dorsal (wegen der starken Umbeugung des gesamten Kopfes gegen die Ventralseite) in ein Paar, durch eine Querkommissur verbundener Unterschlundganglien (*G*¹) (zweite Antennensegmentganglien) übergehen. So kommt es zur Bildung eines Schlundrings. Der Abgang der großen Nerven (Fig. 2 und 42 *N.A*²) für die zweiten Antennen zeigt bei *Limnadia* primitiveren Charakter als bei den übrigen Branchiopoden, bei welchen diese Nerven, so z. B. bei *Branchipus* und *Apus*, von den Schlundkommissuren entspringen. Bei *Limnadia* sind sie (Fig. 42 *N.A*²) auch etwas vor die zugehörigen Ganglien (*G*¹), nach dem Cerebralganglion zu, gerückt, aber nicht so weit, daß sie von den Schlundkommissuren selbst, sondern vielmehr von der Übergangsstelle der Ganglien in die Kommissuren ihren Ursprung nehmen, da, wo noch viele Ganglienzellen vorhanden sind. Auswärts von diesen Hauptnerven der Ruderantennen, welche sich sofort nach dem Austritt in zwei Äste spalten, schickt jedes Unterschlundganglion von der Stelle, wo die Querkommissur die beiden Ganglien vereinigt, noch einen kleineren Nerv in die zweite Antenne (Fig. 42 *Na*²). Außerdem entspringt von jedem dieser Ganglien ein Nerv für das Scheitelorgan (*N.So*, Fig. 2).

In der Literatur wird oft von zwei Querkommissuren des Unterschlundganglions bei den Branchiopoden gesprochen. SPANGENBERG (78, S. 486) findet diese beiden Kommissuren bei *Limnadia* und CLAUS (86b, S. 36) hält ihr Vorhandensein für ein Charakteristikum sämtlicher Phyllopoden. Ich konnte bei *Limnadia* über diese Verhältnisse folgendes feststellen (Fig. 42): An der hinteren Seite jedes Unterschlundganglions, in der Mitte zwischen den Abgangsstellen der

beiden Nerven der zweiten Antennen sieht man eine gangliöse Anschwellung (*G.vs*), welche im Innern gekreuzte Nervenfasern enthält und außen von einer Lage kleiner Ganglienzellen bedeckt ist. Beide Anschwellungen, welche nicht in dem Verlaufe der Bauchstränge selbst liegen, sondern Abzweigungen derselben bilden, sind durch zwei miteinander anastomosierende Querkommissuren verbunden (Fig. 42, 32 *Cq.vs*). Diese zwei Kommissuren hat SPANGENBERG für die zweite Querkommissur der Unterschlundganglien gehalten. Von jeder dieser gangliösen Anschwellungen entspringt nach hinten ein Nervenstrang, welche beide in die Oberlippe eintreten und dort miteinander verschmelzen, wobei in der Mittellinie zwei hintereinander liegende kleinere Ganglien (Lippenganglien) und mehrere Anastomosen (*Npl.Lbr*) gebildet werden, wie Fig. 42 zeigt. Aus dem hinteren Lippenganglion entspringt der Nerv, welcher die Oberlippe der Länge nach durchzieht (Fig. 32 *N*), sowie einige kleinere Nerven der Oberlippe. Aus dem vorderen Lippenganglion entspringen einige Nervenstränge zur Innervierung des Schlundes. Aus dieser Beschreibung folgt, daß die zwei an den Unterschlundganglien sitzenden Anschwellungen nichts anderes sind, als die visceralen Ganglien, von welchen ZAD-DACH (41) in seiner Abhandlung über *Apus* berichtet. Die besondere, von dem übrigen Nervensystem abweichende Natur dieses visceralen Ganglienapparates ist dadurch gekennzeichnet, daß seine Ganglienzellen durchschnittlich kleiner sind. Weiterhin ist besonders charakteristisch die Bildung zahlreicher Anastomosen sowohl zwischen den Kommissuren, als auch zwischen den davon ausgehenden Nervensträngen, was dem ganzen Apparat eine große Ähnlichkeit mit dem später zu besprechenden Nervenplexus des Abdomens gibt, welcher zur Innervierung des Enddarmes dient, also ebenfalls als Visceralnervenplexus aufzufassen ist.

Die in dem dritten Segmente liegenden Mandibelganglien (*G²*) sind durch eine dicke Querkommissur miteinander verbunden. Jedes von ihnen sendet einen Nerv aus, der sich spaltet, um einen Ast dorsal (wahrscheinlich zur Innervierung der vertikalen Mandibelmuskeln) zu schicken; der andre Ast teilt sich auch in zwei Stränge, welche beide in die Mandibel eintreten.

Alle ferneren in der Bauchkette liegenden Ganglienpaare sind übereinstimmend gebaut (Fig. 2, 43 und 43^a). Jedes hat zwei völlig voneinander gesonderte Querkommissuren, von welchen die vordere (Fig. 43) dicker, die hintere feiner ist. Jedes Ganglion entsendet mehrere Nerven. Ventral und etwas seitlich entspringen im allgemeinen

je drei Nerven, ein weiter vorn gelegener und zwei dicht beieinander austretende. Von der Dorsalseite des Ganglions entspringen je zwei feine Nerven zu der Körpermuskulatur.

Das erste Paar dieser Ganglien (G^3) innerviert mit je einem Nerv (Fig. 43 *N.Mx1*), jede erste Maxille, mit einem dorsalen Nerv (*N.Sch*) jederseits den Schalenmuskel und schiebt noch zwei dorsale Nerven (*N.M*) zu den übrigen Muskeln des Segments.

Von den Ganglien der zweiten Maxillen (G^4) gehen zwei Nerven in jede Maxille (Fig. 43 *N.Mx2*), und noch jederseits ein dorsaler Nerv zur Innervierung der Körpermuskeln (*N.M*).

Jedes Beinganglion (G^5 — G^{30}) gibt in das zugehörige Bein von seinem vorderen ventralen Teile einen Nerv, welcher sich nach kurzem Verlaufe in zwei Äste spaltet. Von der hinteren Region des Ganglions entspringen dicht nebeneinander zu dem Bein zwei ventrale Nerven (Fig. 43^a, *N.B*, auch Fig. 2). Die Rumpfmuskulatur jedes Segments wird durch zwei dorsale Nerven des Ganglions versorgt (Fig. 43^a, *N.M*).

Im Abdomen finden sich keine deutlichen Ganglien. Es treten in diesen Körperteil zwei Längsstränge, die von den letzten Thorakalganglien nach hinten verlaufen und durch eine, unter dem Anfang des Enddarmes ziehende Querkommissur verbunden sind. Diese Stränge enthalten in ihrem Verlaufe einige Gruppen von kleinen Ganglienzellen (Fig. 36) und spalten sich nach kurzem Verlauf in mehrere Äste, welche untereinander geflechtartig anastomosieren und den früher schon erwähnten Nervenplexus bilden, der zur Innervierung der Enddarmmuskulatur dient (Fig. 2, 36 *Npl.Ed*). Von diesem Plexus gehen auch die Nerven zu den beiden abdominalen Sinnesborsten (Fig. 2 *Si.B*).

Interessant ist die Art und Weise, in welcher die Bauchkette von der Bauchlamelle unterstützt wird. Auf Sagittalschnitten (Fig. 44) sehen wir, daß immer die vordere (dicke) Querkommissur eines Bauchganglions (*Cq.v*) auf der Lamelle, die hintere (dünnere) (*Cq.h*) dagegen unter derselben liegt.

2) Histologie. Im Nervensystem unterscheiden wir die gewöhnlichen histologischen Elemente: ein feines, die Ganglien, Kommissuren und Nerven überziehendes äußeres Häutchen, Nervenfasern und Ganglienzellen. Die letztgenannten befinden sich nicht ausschließlich in den Ganglien, sondern begleiten noch eine gewisse Strecke weit die davon entspringenden Nerven.

Bei der Besprechung des feineren Baues des Cerebralganglions

wollen wir die drei früher genannten Teile desselben unterscheiden. Dieser Unterschied wird noch deutlicher, wenn wir die sog. Mark- oder Neuropilballen in Betracht ziehen. Diese, zuerst von LEYDIG als Punktsubstanz bezeichneten Gebilde sollen nach seiner Auffassung Zwischengebiete sein, in welchen die Ausläufer der Ganglienzellen sich auflösen und aus denen die Nerven hervortreten. Aus den neueren Untersuchungen von RETZIUS (90a) und BETHE (95) folgt dagegen, »daß der Nerv ein direkter Fortsatz der Ganglienzelle ist, und daß das Neuropil aus fein verzweigten Seitenästen der Achsenfortsätze besteht« (BETHE, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIV S. 592). In dem Gehirn von *Limnadia* unterscheiden wir drei paarige und zwei unpaare mediane Neuropile (Fig. 40 und 41 *I*, *2*, *3*, *4* und *ck*). Der zentrale Gehirnteil zeigt im Frontalschnitte (Fig. 41 *I*) zwei Seitenabschnitte, welche seitlich und ventral mit Ganglienzellen bekleidet und dorsal durch eine von den seitlichen Zellen entspringende Kommissur verbunden sind. Jede Hälfte enthält einen kugeligen Punktsubstanzball (*I*), der auch auf der Fig. 40^a im Sagittalschnitte zu sehen ist. Zwischen diesen beiden lateralen liegt noch ein medianes Neuropil (*4*). Die Seitenlappen des Cerebralganglions, von welchen, wie oben geschildert, die Nerven für die ersten Antennen entspringen, besitzen ventral einen Belag von Ganglienzellen, welche Fortsätze zu einer dorsal verlaufenden Querkommissur entsenden (Fig. 41 *III* und *IV*). Die Hauptmasse dieser Lappen wird durch die Neuropilballen gebildet (Fig. 41 *IV*, *2*). In der Mitte dieses Gehirnteils befindet sich ebenfalls ein medianes Neuropil, jedoch von etwas anderm Charakter als die oben beschriebenen (Fig. 40, 41 *ck*). Es hat nämlich ein dichteres und deswegen auf gefärbten Präparaten dunkleres Aussehen und erscheint nur auf Sagittalschnitten (Fig. 40 *ck*) kreisförmig. Auf Frontalschnitten (Fig. 41 *III*, *IV*, *ck*) dagegen erscheint es stabartig verlängert. Dieses Neuropil, das CLAUS mit »dem fächerförmigen« (pilzhutförmigen) »Gebilde im Insektengehirn« (86b, S. 32) vergleicht, wird gewöhnlich Zentralkörper genannt. Ventral von diesen beiden Gehirnteilen liegt der dritte Gehirnabschnitt (Fig. 40, 41 *G.Ag.e*), welcher als Ganglion des einfachen Auges aufzufassen ist. In seiner dorsalen Ursprungsregion liegen besonders große Ganglienzellen, deren Fortsätze eine Querkommissur (Fig. 41 *IV*) bilden; die ventrale Region besteht aus zwei Neuropilen (*3*), welche äußerlich von einer Schicht Ganglienzellen bekleidet sind.

Die Ganglien der Bauchkette (Fig. 43^a) enthalten keine Neuropile. Ihre Außenschicht besteht aus Nervenzellen und in ihrer Mitte finden

wir die von den Zellen entspringenden Fasern, welche sich miteinander locker verflechten.

IV. Sinnesorgane.

1) Zusammengesetzte Augen. Die nach vorn und ventral gerichtete Ecke des Kopfes ist halbkugelig vorgewölbt und enthält ein paar Komplexaugen (Fig. 2, 40 *Ag.zs*). Zwischen ihnen befindet sich nur eine ganz dünne Schicht des Netzgerüsts, das, wie oben geschildert (S. 565), aus den Fortsätzen der Epidermiszellen gebildet wird. Durch eine Einstülpung des vor den Augen liegenden Integuments kommt es zur Bildung einer Augenkammer (Fig. 40 *Ag.k*), welche nach den Untersuchungen von GROBBEN (79, S. 56) eine typische Erscheinung in der Ordnung der Phyllopoden ist. Die Augenkammer von *Limmadia* bewahrt, ebenso wie die von *Estheria* und *Limnetis*, im Gegensatz zu den andern Phyllopoden, im erwachsenen Zustande die Verbindung mit der Außenwelt durch eine kleine Öffnung (*Ag.k.oe*), welche in der Mitte zwischen beiden Augen im ventralen Teile der Vorwölbung sich befindet (Fig. 40).

In der die Augenkammer bildenden Hautfalte lassen sich zwei Hypodermissschichten mit den zwischen ihnen ausgespannten charakteristischen Connectivfasern unterscheiden; zwischen diesen Fasern zirkuliert das Blut. Am ventralen Rande der Öffnung sind zwischen die Epidermiszellen noch drei Sinneszellen eingeschoben, deren Nerven von dem vorderen Teile des einfachen Auges abgehen. Diese drei Zellen, welche ein Sinnesorgan der Augenkammer (*Ag.k.or*) bilden, kann man vielleicht mit dem Frontalorgane von *Branchipus* vergleichen.

Die genauere Besprechung dieser Verhältnisse, sowie die ausführliche histologische Beschreibung der Augen gedenke ich in einer andern Abhandlung mit Berücksichtigung der Verhältnisse bei den übrigen Phyllopoden zu geben. Hier will ich nur folgendes über den Bau des zusammengesetzten Auges bemerken. Unter den Epidermiszellen der hinteren Augenkammerwand liegen die fünfteiligen Kristallkegel (*kkg*), umgeben von fünf Kristallzellen (*kkgz*). Die fünf Teile jedes Kristallkegels stoßen nicht dicht zusammen, sondern sind durch feine Querbrücken verbunden. Die unter jedem Kristallkegel liegenden fünf Retinazellen (*rtz*) bilden eine Retinula und in deren Mitte ein Rhabdom. Zwischen den Retinulagruppen verlaufen langgestreckte Stützzellen, welche sich bis in den Raum zwischen den inneren verschmälerten Enden der Kristallkegel erstrecken. Sowohl

die Retina- als auch die Stützzellen sind reichlich pigmentiert. Außer diesen zwei Arten von Zellen sieht man noch kolbenförmige Gruppen von ganz kleinen Zellen, welche der Basalmembran des Komplexauges mit ihren verschmälerten Enden aufsitzen. Die Retinazellen gehen direkt in die Nervenfasern über, die zu dem Augenganglion ziehen. Unter der Basalmembran findet sich in den Nervenfasern mehr oder weniger Pigment.

Die beiden Augenganglien (*G.opt*) haben keine Verbindung miteinander (Fig. 40 und 43). Jedes enthält eine distale und eine proximale Lage von Nervenzellen. In der mittleren Region des Ganglions befinden sich zwei Neuropilgebilde (*Psb*). Beide Neuropile haben verschiedene Gestalt, entsprechend derjenigen der sie begrenzenden Ganglienzellschichten. Das proximale Neuropil ist platt, das distale ist schalenförmig gewölbt. In dem Raume zwischen diesen beiden Neuropilen verlaufen Nervenfasern und liegen Zellen (Fig. 40). Diese Zellen, welche auch bei *Branchipus* vorhanden sind, betrachtet CLAUS (86 b, S. 32), ebenso wie die Zellen, die den Zentralkörper des Gehirns umgeben, als bindegewebige.

2) Einfaches Auge. Bei der Beschreibung des einfachen Auges der *Linnadia* wurde gewöhnlich angegeben, daß es ähnlich dem der übrigen Entomotraken aus drei Teilen besteht. Nur G. O. SARS (96, S. 91) spricht von »4 surfaces, bounded by sharp edges, and each bordered by a narrow band of dark-red pigment, being distinguishable; viz, 2 lateral surfaces meeting in front, 1 posterior surface and 1 inferior«. In dieser kurzen Beschreibung finden wir einen Hinweis auf die wirkliche Form des Auges. Es bildet nämlich (Fig. 2, 40, 41 *Ag.e*) eine dreiseitige langgestreckte Pyramide. Als Basis dieser Pyramide können wir die nach hinten gerichtete kleinere Fläche betrachten. Zwei der Seitenflächen der Pyramide schauen ventralwärts und steigen von hinten nach vorn etwas in die Höhe. Die dorsale, etwas schmalere Seitenfläche der Pyramide steht mit dem ventralen Teile des Gehirns in direktem Zusammenhang. Die ganze Augenpyramide ist aus vier auch pyramidenförmigen Pigmentbechern zusammengesetzt, indem von jeder der vier Flächen der Augenpyramide ein solcher Becher in das Innere des Auges entspringt. Diese vier Augenbecher stoßen mit ihren Spitzen im Zentrum des Auges zusammen. Das Pigment, welches SARS als dunkelrot bezeichnet, besitzt auf meinen Präparaten, ebenso wie das der zusammengesetzten Augen, durchaus schwarze Farbe. Die vier Pigmentbecher enthalten zylinderförmige, ungefähr senkrecht zu der Oberfläche des Auges, bzw. zu

der Basis der pyramidenförmigen Becher stehende Retinazellen (*rtx*). Die Retinazellen, welche in der Mitte jedes Bechers sich befinden, sind gewöhnlich viel höher als die randlichen, weshalb die vier Pyramidenflächen des Auges sich etwas nach außen vorwölben. Die Nerven entspringen aus dem Ganglion des einfachen Auges (*G.Ag.e*), das, wie gesagt, mit der hinteren Region des dorsalen Augenbeckers sich direkt verbindet. Sie verbreiten sich von da über die ganze Außenfläche des Auges, indem sie zu den nach außen gerichteten Enden der Retinazellen treten.

Außer den geschilderten Hauptteilen gehören dem einfachen Auge noch folgende Fortsätze an: 1) drei faserige nervöse Fortsätze, welche von seiner vorderen Spitze entspringen, in ihrem Verlaufe einige gangliöse Anschwellungen zeigen und in die Sinneszellen des früher erwähnten Augenkammerorgans (Fig. 40 *Ag.k.or*) übergehen, 2) drei kurze Nerven, welche von der unteren medianen Augenecke ihren Ursprung nehmen und in drei kolbenförmige, dicht nebeneinanderliegende Zellgruppen (*Ag.e.f*) übergehen; diese Zellen haben denselben Bau wie die Retinazellen des einfachen Auges, jedoch ohne irgendwelche Pigmentumbüllung. Letzteres Organ läßt sich deswegen wohl als eine abgespaltene Partie des Auges auffassen.

3) Scheitelorgan. Der über den zusammengesetzten Augen an der vorderen Seite des zweiten Segments median entspringende kolbenförmige Anhang (Fig. 2 *So*) wurde schon von BRONGNIART beschrieben, allerdings ohne Erwähnung seiner physiologischen Bedeutung. Er bildet ein Merkmal, das *Limnadia* von den andern beschalten Branchiopoden unterscheidet. Von den späteren Autoren wird er Haftorgan genannt, was darauf beruht, daß das Tier sich gewöhnlich mit seinem Vorderende an äußere Gegenstände befestigt. SARS (96, S. 112) hat jedoch gezeigt, daß das Tier sich hauptsächlich mittels der zweiten Antennen festheftet, wenngleich er das Scheitelorgan ebenfalls noch als Haftorgan betrachtet. Er sagt: »The attachment appears principally to be effected by means of the strong, hook-like spines along the front of the rami of the oars, and partly by the peculiar clavate appendage issuing from the dorsal surface of the head.« Nach den Beobachtungen von SCHUBERG und MERKEL am lebenden Tier (MERKEL 03, S. 13) wird das Scheitelorgan zum Festhalten des Tieres nicht benutzt.

Die histologische Untersuchung dieses Organs (Fig. 45, 46) ergab weder das Vorhandensein von Muskulatur, noch von Drüsenzellen, wodurch seine Funktion als Haftapparat ausgeschlossen ist. Die das

Organ bekleidende Cuticula (*cu*) ist etwas dicker als die des übrigen Körpers. Im Zusammenhang damit steht, daß die Hypodermiszellen (*epd*) höher als gewöhnlich sind. Diese starke Integumentbekleidung gibt dem blasenförmigen Anhang die notwendige Festigkeit. Daß die Hypodermiszellen keinen drüsigen Charakter haben, folgt mit Sicherheit daraus, daß in der starken Cuticula keine Öffnungen vorhanden sind, durch welche das Sekret austreten könnte. Diese Epithelzellen schicken Ausläufer in die innere Höhle des Organs, welche dort ein Netzgerüst bilden. Die Fortsätze, welche von der Seitenwand des Organs entspringen, vereinigen sich an einigen Stellen zu Connectivfasern, welche sich auch mit denen der gegenüberliegenden Seite verbinden. Auf diese Weise entstehen charakteristische Querfasern (*cnf*), welche die Höhle des Organs durchspannen (Fig. 45). Im Hohlraum des Organs findet man viel Blutkörperchen (*bx*) und einige große Zellen (*fx*), welche ich außerdem nur in den Extremitäten nachgewiesen habe. Es sind die Zellen, welche die früheren Autoren in der Regel als Fettzellen bezeichneten. Was aber den Hauptcharakter des Organs bildet, das sind vier in es eintretende Nerven (*N*), welche aus der Spaltung der beiden früher erwähnten Nerven des Unterschlundganglions (Fig. 2 *NSo*) entstehen. Diese feinen Nerven erkennt man sogar auf ungefärbten Totalpräparaten. Längs- oder horizontale Schnitte (Fig. 46) zeigen, daß jeder von diesen Nerven an der distalen Wand des Organs mit einer Sinneszelle (*siz*) endigt. Die schmale, in die Länge gezogene Sinneszelle enthält einen großen Kern mit großem Nucleolus. Ihr Plasma ist längsgestreift, nur die um den Kern liegende Schicht zeigt eine wabige Struktur. Die Zelle schiebt sich zwischen die Hypodermiszellen ein und reicht bis an die Cuticula. Die Plasmafibrillen haben an der Berührungsstelle mit der Cuticula kleine, knöpfchenförmige Verdickungen, welche sich viel stärker als das übrige Plasma färben.

Der histologische Bau beweist, daß das Scheitelorgan der *Limnadia* ein Sinnes- und zwar, aller Wahrscheinlichkeit nach, ein Tastorgan ist.

GROBBEN (79, S. 57—60) betrachtet es als eine, dem Nackenorgane der übrigen Phyllopoden homologe Bildung. Nach seinen Untersuchungen besitzen die Cladoceren und *Estheria* ein drüsiges Nackenorgan, welches im Larvenzustande gewöhnlich größer ist als bei den erwachsenen Tieren, wo es oft vollständig verschwindet (*Moina*). *Limnadia* soll nach seiner Meinung auch ein solches Nackenorgan schon im Naupliusstadium haben. Dagegen

erfahren wir aus den beiden existierenden Beschreibungen der Entwicklungsgeschichte der *Limnadia*, von LEREBoullet und von Sars, daß das Scheitelorgan erst im erwachsenen Zustande auftritt. LEREBoullet sagt: »L'appendice pyriforme qui surmonte le front chez l'adulte n'existe pas encore dans la Limnadie, dont la carapace n'est pas achevée« (66, S. 308). Sars beschreibt den Kopf des jungen Tieres, welches schon die zweiklappige Schale besitzt, mit folgenden Worten: »Its upper surface is somewhat irregularly arched, and still without a trace of the characteristic stalked organ of attachment« (96, S. 107); erst bei der Beschreibung des Stadiums kurz vor der ersten postlarvalen Häutung sagt er, daß die dorsale Fläche des Kopfes »begins to be raised up in order to form the organ of attachment so characteristic of the adult animal« (96, S. 108). Diese Stellen zeigen wohl sicher, daß man auch in der Entwicklungsgeschichte keinen Anhaltspunkt für den Vergleich des nervösen Scheitelorgans der *Limnadia* mit dem drüsigen Nackenorgane der übrigen Phyllopoden finden kann.

Das Organ der gehäufteten Kolbenzellen von *Branchipus* entwickelt sich, nach CLAUS, »erst in den späteren Stadien, kurz vor der Differenzierung der Genitalsegmente« (86, S. 38), und es wird von CLAUS und SPENCER als Sinnesorgan aufgefaßt. Mit diesem Organ läßt sich das Scheitelorgan der *Limnadia* auch nicht identifizieren, weil das *Branchipus*-Organ aus einer Menge von Zellen mit auffallend kleinen Kernen und mehrzinkig-nadelförmigen Einlagerungen besteht, was dem früher geschilderten Bau des Scheitelorgans gar nicht entspricht. Außerdem bekommt das Kolbenzellenorgan von *Branchipus* seine Nerven von dem Gehirn, während das Scheitelorgan der *Limnadia* von den Unterschlundganglien innerviert wird, was schon SPANGENBERG (78, S. 487) nachgewiesen hat.

Mit dem Frontalorgan des *Branchipus*, welches auch vom Gehirn innerviert wird, läßt sich das Scheitelorgan nicht vergleichen.

4) Sinnesorgane der ersten Antennen. In die erste Antenne tritt von dem Gehirn ein starker Nerv (Fig. 13 N). Die durch Verästelung desselben entstandenen Zweige verbreiten sich in den Ausbuchtungen der Antenne. Jeder Zweig geht zu einem Komplex von Sinneszellen (Fig. 47 *six*), deren Zahl schwer feststellbar ist. Nach wiederholten Untersuchungen bin ich zu der Meinung gelangt, daß jeder Komplex aus vier Zellen besteht. Distalwärts wird die Struktur des Plasmas dieser Zellen faserig, die Zellen werden schmaler und in dieser Weise bilden sie einen kurzen Strang, der bis zur

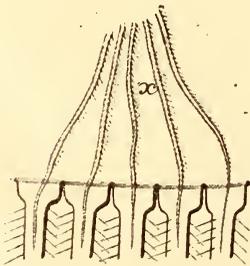
Cuticula (*cu*) läuft und einen Achsenfortsatz in den sogenannten Porenkanal oder Geruchszyylinder entsendet. Mehrere Formen dieser Cuticularegebilde sind bei den Arthropoden beschrieben, z. B. in den Arbeiten von LEYDIG (60b) und VOM RATH (88), doch weichen die Porenkanäle der *Limnadia* von den dort beschriebenen erheblich ab. Bei unserm Objekt sehen wir einen Porenkanal (Fig. 47 *pok*, Fig. 47^a), dessen Form einer Vase mit längsovaler unterer und zylindrischer oberer Hälfte ähnelt. Mit den Angaben VOM RATHS (88, S. 415) übereinstimmend, besteht die Wandung des Porenkanals aus einer anderen Chitinmodifikation als die umgebende Cuticula, so daß man in den Präparaten oft das ganze Gebilde mehr oder weniger aus der Cuticula nach außen oder innen herausgezogen sieht. In Präparaten, welche mit Hämatoxylin und Kaliumchromat in toto und auf dem Schnitt mit wäßrigem Säurefuchsin gefärbt waren, erscheint die Cuticula schwach blau, während die Porenkanäle stark rotgefärbt sind. In der Achse des Porenkanals verläuft der nervöse Achsenstrang (Fig. 47^a, *axs*, Fig. 48). Auf Querschnitten sieht man, daß dieser Strang in dem distalen Teile des Kanals von vier kreuzförmig angeordneten Balken unterstützt wird. Ob der Achsenstrang aus dem Porenkanal hervortritt und in den über diesem gelegenen, sehr zarten Cuticularfortsatz (Fig. 47 *h*) eingeht, konnte ich nicht feststellen, da dieser auf den Präparaten immer sehr geschrumpft war. Die Cuticularfortsätze stellen eine, im Vergleich zu der gewöhnlichen Verschlusmembran vergrößerte Oberfläche dar, und vielleicht beruht ihre Bedeutung nur darauf, daß eine größere Menge Wasser diffundieren wird, um in den Porenkanal einzutreten und den dort sich befindenden Achsenstrang zu reizen. Dagegen sieht man auf Querschnitten (Fig. 48, I—IV) ganz gut, wie der Achsenstrang in Form einer Fibrille, oder vielleicht auch mehrerer (vier), proximalwärts durch die ganze Länge des dunklen faserigen Fortsatzes der Sinneszellen verläuft und erst an der Stelle, wo die Fortsätze in die Zellen übergehen, verschwindet.

Die Sinneszellengruppen haben spindelförmige Gestalt und enthalten ovale Kerne (Fig. 47, 48 *n*), von denen ich, wie gesagt, nie mehr wie vier nachweisen konnte.

Die umgebenden Epidermiszellen (Fig. 47 *epd*) sind auch in die Länge ausgezogen, so daß sie die ganze Gruppe der Sinneszellen bis an die Übergangsstelle in den zutretenden Nerv umhüllen. Ins Innere der Antenne schicken sie Ausläufer, welche zusammen ein Netzgerüst bilden. In dem Leibeshöhlenraume der Antennen zirkuliert

das Blut. Zwischen den verästelten Nervensträngen liegen noch die großen »Begleitzellen« vom RATHS (Fig. 47 *fz*), die denselben Bau wie die sog. Fettzellen in den Beinen und dem Scheitelorgan besitzen.

5) Sinnesborsten der zweiten Antennen, der Beine u. s. f. Vor der Beschreibung des nervösen Apparates der Sinnesborsten will ich die Bildung der Cuticula der Borsten besprechen. Daß die Borsten bei der Häutung in Epidermiseinsenkungen (Borstentaschen) gebildet werden, haben schon LEYDIG (60a) für die Daphniden und SPANGENBERG (75) für *Branchipus* gezeigt. Eine genauere Beschreibung dieses Prozesses finden wir bei BRAUN (75) in seiner Arbeit über die histologischen Vorgänge bei der Häutung von *Astacus fluviatilis*. Ähnlich geht die Borstenbildung auch bei *Limnadia* vor sich. Fig. 18 stellt verschiedene Stadien dieser Bildung dar. Fig. 18a zeigt die sog. zweigliedrige und gefiederte Borste im ausgebildeten Zustande mit dem in ihr verlaufenden Fortsatz der Epidermis- und Sinneszellen (*epd* und *six*). Auf Fig. 18b sehen wir, daß die Epidermiszellen an der Basis der Borste sich schlauchartig einsenken. Diese Einsenkung wird allmählich länger, so daß der Innenstrang mehr und mehr aus der Borste herausgezogen wird. Zu der Zeit, wo die so entstandenen Borstentaschen eine gewisse, für sämtliche



Textfig. 1.

Durch Verdauung isolierte Cuticula eines Beins. Kleine Partie eines Endopoditlappens. Methylviolett, Tannin, Brechweinstein. Vergrößerung 100. *x*, Cuticula neugebildeter Borsten.

Borsten gleiche Länge erreicht haben, beginnt die Ausscheidung der neuen Cuticula (*cu*) durch die Epidermiszellen. In den Borstentaschen wird sowohl die innere Wand der Tasche, als auch der Strang, der aus der Borste herausgezogen ist, mit neuer Cuticula bekleidet, so daß wir jetzt (Fig. 18c) eine neue, noch eingestülpte Borste finden, welche mit ihrer Spitze in die alte hineinragt. Dasselbe Bild zeigen auch Verdauungspräparate der Extremitäten (Textfig. 1). Während dieser Periode der Borstenbildung erfolgt die Häutung, wobei die alten Borsten, die keinen Zusammenhang mehr mit den Epidermiszellen haben, ganz leicht abgeworfen werden können. Hierauf stülpt sich der schlauchartig eingesenkte Basalteil der neuen Borste allmählich aus, wobei natürlich auch der nicht eingestülpte Teil hervorgehoben wird. Dabei wird die die Basis der Borste umgebende Cuticula etwas vorgewölbt und bildet eine Papille. Diejenige Stelle der Borste, welche

zur Zeit der Ausscheidung des Chitins den Grund des eingestülpten Teils bildete, bleibt auch an der fertigen Borste verdickt, und bildet eine Grenzzone zwischen dem distalen dünneren und dem basalen dickeren Borstengliede. Während meiner Untersuchungen habe ich nur wenige Tiere gefunden, deren Borsten sich in dem Ausstülpungsstadium (Fig. 18 *d, e, f*) befanden, dagegen hatten fast alle mehr oder weniger eingestülpte Borstentaschen (Fig. 18 *b, c*). Daraus kann man den Schluß ziehen, daß der Ausstülpungsprozeß nur sehr kurze Zeit beansprucht.

Auch die kurzen hakenförmigen Dornen der zweiten Antenne werden in derselben Weise im Innern der Antenne gebildet und nachher ausgestülpt, wie Fig. 10^a zeigt, wo wir neben dem fertigen Dorn einen andern sehen, der sich in Ausstülpung befindet.

Die drei oben genannten Autoren (LEYDIG, SPANGENBERG und BRAUN) reden gar nicht von der Nervenversorgung der Borsten. CLAUS (91 b) unterscheidet einfache Ruderborsten, zu welchen er die, auf den Extremitäten sitzenden großen, zweigliedrigen Fiederborsten rechnet, und Tastborsten, zu welchen die zwei großen Schwanzborsten der Daphniden gehören. Daß die Phyllopodenbeine nur einfache Schwimmborsten tragen, behauptet auch SVEN EKMAN (02) auf Grund seiner Untersuchungen an *Polyartemia forcipata*.

Andre Autoren, wie z. B. PACKARD (83), VOM RATH (91), RETZIUS (95), KOTTE (03) betrachten auch die Extremitätenborsten als Tastorgane. Der Achsenstrang dieser Borsten besteht nach ihnen aus zwei Arten von Fasern. In der Mitte befindet sich ein Fortsatz der Sinneszellen, welche mehr oder weniger tief unter der Borstenbasis liegen. Dieser Fortsatz ist von den oben erwähnten Ausläufern der Epidermiszellen umgeben.

Bei *Limnadia* fand ich, daß sowohl die zwei Abdominalborsten (Fig. 52 *Si.B*), als auch die Bein- (Fig. 18, 49, 50) und Ruderantennenborsten (Fig. 51) mit Sinneszellen versehen sind; die Dornen des Abdomens dagegen (Fig. 52 *d*) stellen einen Schutzapparat dar, da ihre Cuticula sehr stark ist und sie nur Epidermiszellen (*epd*) enthalten. Die Fig. 49 und 50 zeigen den Basalteil von Tastborsten des Beines in aus- und eingestülptem Zustande. In beiden Fällen sieht man, daß in der Achse des epidermoidalen Stranges (*epd*) ein dunkler färbbarer Fortsatz der Sinneszellen (*N*) verläuft, welcher von dem an der Borstenbasis liegenden Sinneszellenkomplex (*six*) entspringt. Der Unterschied dieser beiden Arten von Fasern tritt besonders klar an mit Boraxkarmin, Osmiumsäure, Holzessig behandelten Präparaten hervor. Der Sinneszellenkomplex erscheint, wie derjenige der Organe

der ersten Antennen, spindelförmig. Er enthält vier ovale Kerne, von denen ich aber nicht behaupten kann, daß sie sämtlich zu Sinneszellen gehören. Es schien nämlich oft, daß zwei von ihnen epidermoidaler Natur sind. Nur in dem Zellkomplexe der Abdominalborsten (Fig. 52 *Si.B*) sind äußere Hüllzellen um das eigentliche Endorgan scharf abgegrenzt, und dort kann man mit Sicherheit das Vorhandensein von vier Sinneszellen in dem Endorgan nachweisen. Die Sinneszellen gehen proximalwärts in den Nerv über, den man oft ganz gut auf eine längere Strecke verfolgen kann. Fig. 51 zeigt z. B. den Verlauf dieser Nerven und ihre Vereinigung zu einem Hauptstamm in der zweiten Antenne (*N*).

Irgend welche andre Zellen oder Zellgruppen als die soeben beschriebenen habe ich im Verlaufe der Nerven, welche sich zu den Tastborsten begeben, nicht gefunden. In den Nervenendorganen der ersten Antenne habe ich, wie gesagt, auch nur eine Sinneszellengruppe nachgewiesen. In dieser Hinsicht stimmen meine Untersuchungen mit den Angaben CLAUS' und VOM RATHS überein und widersprechen denjenigen von PACKARD und KOTTE, welche zwei Gruppen von Nervenzellen (distale und proximale) unter den Sinneshaaren der Crustaceen finden.

V. Ernährungsorgane.

Längs der Bauchrinne des Tieres wird durch die Bewegung der Maxillarfortsätze der Beine ein Wasserstrom in der Richtung von hinten nach vorn erzeugt, der die Nahrungspartikelchen dem Munde zuführt. Die beiden Maxillenpaare (Fig. 14 *Mx*¹, *Mx*²), welche dieselbe Lage haben, wie die Maxillarfortsätze (was bei der Betrachtung des Tieres von der ventralen Seite gut zu sehen ist), haben auch die gleiche Funktion wie sie, indem sie die Nahrungsteile in den Raum hereinschieben, welcher seitlich von den Mandibeln und hinten von der Oberlippe begrenzt ist (Fig. 2 *Or*). Hier wird die Nahrung gekaut, mit Speichelsekret versehen und infolge der Muskelwirkung weiter durch den Oesophagus in den Mitteldarm eingeführt. Der Bau der Maxillen und Mandibeln wurde schon früher geschildert, so daß ich gleich zur Beschreibung der Oberlippe (Fig. 12 von der Mundhöhlenfläche, 32. Sagittalschnitt) übergehe. Sie stellt eine längliche, ovale, dicke Platte dar, die mit zwei Vorsprüngen endet. Der eine, nach außen (*a*) gerichtete (bzw. nach hinten), trägt einen kleinen, fein behaarten Zipfel; durch den andern inneren Vorsprung (*i*) zieht der Ausführungskanal der Speicheldrüse (*Spd.a*). An der inneren

Fläche der Oberlippe erhebt sich ein länglicher, mit Härchen besetzter Wulst (Fig. 12 *ep*). Dem Härchenbesatze dieses Wulstes entspricht auch ein solcher an dem Gaumen, d. h. der gegenüberstehenden Mundhöhlenwand. CLAUS bezeichnet den ersten Besatz als Epipharynx, den zweiten als Hypopharynx.

Bei Beschreibung der Oberlippe der *Limnadia* wird gewöhnlich angegeben, daß in ihr eine unpaare Drüse liegt, deren Ausführungskanal vorn in dem früher erwähnten inneren Vorsprunge mündet. In Wirklichkeit kann man außer dieser noch zwei weitere Paare von Speicheldrüsen nachweisen. Fig. 12 zeigt die Verteilung der sämtlichen Speicheldrüsen in der Oberlippe. Das vordere Paar besteht (ebenso wie die dazwischen liegende unpaare) aus je zwei großen, verwachsenen Zellen, welche eine gemeinsame Höhle umschließen (Fig. 32). Ihre Ausführgänge (*Spd.a*) münden an der Basis des inneren Vorsprungs. Jede Drüse des hinteren Paares stellt eine Gruppe mehrerer Zellen dar, deren Lumina miteinander in Verbindung stehen. Die Öffnungen dieser Drüsen befinden sich hinter dem sog. Epipharynx, an der Stelle, wo die Schlundmuskulatur beginnt.

Die Kerne der Speicheldrüsenzellen sind verästelt und ihre Ausläufer sind überall in der protoplasmatischen Wand der Drüsen und der Ausführungskanäle verbreitet. Das Plasma erscheint auf Schnitten, welche nicht tangential, sondern richtig durch die Mitte der Zellen geführt sind, feinfaserig, wobei die Faserung senkrecht zu der Drüsenhöhle gerichtet ist.

Bei Beschreibung der Oberlippe sei noch erwähnt, daß ich in ihrem Zipfel, der oft Tastorgan genannt wird, keinen Nerv gefunden habe. Ich halte ihn deswegen für einen einfachen Anhang ohne irgend welche Bedeutung für Sinneswahrnehmungen. Er stellt einen Zylinder dar, der von Epidermiszellen gebildet und im Inneren hohl ist. Diese Höhle hat aber einen so winzigen Durchmesser, daß die Blutkörperchen, welche in der Spitze der Oberlippe gewöhnlich in großer Menge vorhanden sind, nicht hineindringen können.

Der Oesophagus (Fig. 16, 32 *Vd*) ist ein enger Kanal, der dorsoventral spaltförmig zusammengedrückt ist. Die Spalte ist beiderseits nach unten gekrümmt, so daß sie auf Querschnitten etwa halbmondförmig aussieht (Fig. 16). An der Mündungsstelle in den Mitteldarm ragt der Schlund wulstartig in das Lumen des letzteren hinein. Die Wände des Schlundes bestehen aus Epidermiszellen, die mit einer Cuticula bedeckt sind, und aus einer Ringmuskelschicht. Außerdem verlaufen in der unteren dorsalen Schlundwand, zwischen der Ring-

muskulatur, Längsmuskelstränge, die in der Oberlippe an Epidermiszellfortsätzen befestigt sind, und am Hinterende des Oesophagus eine mit dessen Epidermis in Verbindung stehende Sehne bilden (Fig. 32 *M*). Die Dilatatoren des Schlundes, die ich schon früher bei der Beschreibung der Muskulatur erwähnt habe, sind an seiner oberen und unteren Wand befestigt, bewirken also die Erweiterung der Schlundspalte in vertikaler Richtung.

Die Einmündung des Oesophagus in den Mitteldarm findet im zweiten Segmente statt (Fig. 2). In demselben Segmente bildet der Darm zwei seitliche Ausstülpungen, die sog. Leberschläuche (Fig. 2 *L*), deren Verästelungen nach oben bis an den großen Mandibelmuskel und nach unten bis an die Augen verbreitet sind. Jederseits von dem Darne kann man drei Hauptstämme dieser Verästelungen unterscheiden: der eine läuft nach vorn zu dem Scheitelorgan, der zweite nach unten zu den zusammengesetzten Augen und der dritte nach hinten bis an die Basis der Oberlippe. Die sog. Leberschläuche funktionieren nur exkretorisch. In ihrem Innern sieht man nie Nahrungspartikelchen, mit denen gewöhnlich der ganze Mitteldarm angefüllt ist. Irgend welche Verschlusseinrichtung zwischen dem Darne und den Leberschläuchen konnte ich nicht nachweisen.

Bei Betrachtung der vorderen Partie des Mitteldarmes kann man sich überzeugen, daß *Limnadia* ausschließlich vegetabilische Nahrung aufnimmt. In der zerkleinerten Nahrungsmasse findet man viele Diatomeenschalen und andre pflanzliche Reste. Manchmal begegnet man im Darne auch *Limnadia*-Eiern, welche wahrscheinlich bei der Entleerung aus dem Oviducte anstatt nach oben in den Brutraum befördert zu werden, zufällig in die Bauchrinne und von da in den Darm geraten sind.

Von den Lebereinmündungen verläuft der Mitteldarm (Fig. 2, 16, 17 *Md*) als gleichmäßig breites Rohr ohne Anhänge, bis an das Endsegment, wo er in den Enddarm (*Ed*) übergeht. Die zylindrischen Epithelzellen des Mitteldarmes (Fig. 34, 35) sind stark in die Länge ausgezogen. Der runde Zellkern enthält einen großen Nucleolus, dessen Durchmesser ungefähr $\frac{1}{3}$ von dem des Kernes einnimmt. Ferner erkennt man ein sehr deutliches maschiges Kerngerüst, das um den Nucleolus strahlig angeordnet ist. Die Struktur des Plasmas ist längsstreifig, wobei auf stark gefärbten (z. B. Hämatoxylin, Kaliumchromat) dünnen Schnitten manchmal die Querverbindungen zwischen einzelnen Fasern zu erkennen sind, was den wabigen Charakter dieser Struktur beweisen dürfte. Die Bedeutung der Fibrillen bespricht

M. HEIDENHAIN (89, S. 211) in seiner Untersuchung über die Struktur der Darmepithelzellen. Er meint, daß die Fibrillen Widerstandselemente der Zelle sind. »Beim Darmepithel,« schreibt er, »ist ein wechselnder Seitendruck innerhalb des Epithels erwiesen. Geht derselbe in die Höhe, so muß die Zellsubstanz nach beiden Enden des Zylinders ausweichen; wir haben also als Correlat der seitlichen Pressung eine Zerrung im Sinne der Längsachse der Zelle. Eben dieser Zerrung wirken die Fäden des Cytomitoms entgegen, da sie im allgemeinen längelang durch die Zelle hindurchziehen und bei Verlängerung der Zellgestalt in höhere Spannung geraten müssen.«

Dieser Erklärung möchte ich entgegenhalten, daß auch in andern Epithelzellen, wo keine durch die Nahrungsresorption hervorgerufene seitliche Pressung und keine Zugwirkung existiert, wie z. B. in den langen Hypodermiszellen der Mandibelkaufäche (Fig. 22 *epd*), eine ganz ähnliche fibrilläre Struktur vorhanden ist. BÜTSCHLIS Theorie macht dagegen die fibrilläre Struktur in beiden betreffenden Fällen verständlich. Er unterscheidet (92, S. 163/4) nämlich die durch Zugwirkung oder Streckung hervorgegangenen von den auf Diffusionsströmen beruhenden längsgestreiften Strukturen, und rechnet die Epithel- und Drüsenzellen zu der letzteren Kategorie. Der Diffusionsprozeß vollzieht sich sowohl in den Darmepithelzellen bei der Aufsaugung der Nahrung, in den Speicheldrüsenzellen bei der Sekretion, als auch in den Hypodermiszellen der Mandibelkaufäche bei der Ausscheidung des Chitins. Außerdem erklärt diese Ansicht auch die Entstehung der später zu besprechenden Struktur des Nephridialkanals, wo die Plasmastreifung nur in der peripheren Hälfte der Kanalwand ausgesprochen ist, wo also die Fibrillen keine Widerstandswirkung erzeugen können.

Die innere, der Darmhöhle zugewendete Fläche der Epithelzellen trägt einen gestreiften Saum (Fig. 33—35 *bs*), den CLAUS (86 b, S. 63) Intima nannte und auch bei den übrigen Phyllopoden beobachtete. Dieser Saum ist jedoch keine zusammenhängende Membran, vielmehr sind die Säume der einzelnen Zellen gegeneinander abgegrenzt, was man sowohl auf Längs- als auf Querschnitten sehen kann. Der von M. HEIDENHAIN abgebildete sog. Basalsaum der Epithelzellen des Amphibiendarmes, den er (99, S. 219—221) auch mit dem Wimperapparate der Flimmerzellen vergleicht, hat einen vollkommen übereinstimmenden Bau mit dem eben beschriebenen Cuticularsaum der *Limnadia*. Letzterer besteht aus feinen Stäbchen (Fig. 35 *a*), welche sich aus je einem kurzen und stark färbbaren Basalstücke und einem

feinen langen Distalstück (Protoplasmafilament HEIDENHAINS) zusammensetzen, welche beiden »als Innenglieder und Außenglieder zueinander gehören« (HEIDENHAIN).

Die basalen Enden der Darmepithelzellen sind von einer homogenen Stützmembran (Fig. 34, 35 *sm*) und von Ringmuskeln umgeben. Der Mitteldarm der *Limnadia* entbehrt der Längsmuskulatur, ebenso auch nach CLAUS (86b, S. 63) der von *Branchipus*.

Die histologische Untersuchung gibt nur wenige Anhaltspunkte zur Entscheidung der Frage über die Funktionen des Darmepithels. Auf allen meinen Präparaten sehe ich in der Darmwand zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen noch schmalere, dunkler gefärbte Zellen (Fig. 33—35). An den inneren Enden dieser Zellen, die dem Darmlumen zugewendet sind, hängen oft durchsichtige, aus den Zellen ausgepreßte Bläschen, ursprünglich wohl Tropfen. Ob diese Zellen, im Gegensatz zu den gewöhnlichen Resorptionszellen, eine exkretorische Funktion erfüllen, oder ob ihr dunkleres Aussehen und die Bläschen eine durch die Konservierung hervorgerufene abnorme Erscheinung ist, wie es VAN BÖMMEL (94, S. 209) für einige Nematoden annimmt, ist schwer zu entscheiden. Für letztere Annahme spricht vielleicht der Umstand, daß in den Leberschläuchen, wo jedenfalls keine Resorption stattfindet, auch die beiden Zellarten vorhanden sind.

Auch im übrigen hat das Epithel der Leberschläuche vollkommen denselben histologischen Bau, wie das des Mitteldarmes, nur sind die Epithelzellen etwas niedriger. Ferner ist die Ringmuskulatur schwächer ausgebildet als die des Darmes.

Zwischen den Epithelzellen des Mitteldarmes findet man nicht selten Körperchen (Fig. 33, 34 *x*), welche aus einer eiförmigen, sehr stark färbbaren Masse bestehen und von einer durchsichtigen Hülle umgeben sind. In der dunklen Masse kann man ein schwach angedeutetes Netzgerüst unterscheiden. Die Länge dieser Gebilde beträgt etwa 9—13 μ , die Breite etwa 5—8 μ .

Der Übergang des Mitteldarmes in den Enddarm liegt im Vorderteile des Abdomens (Fig. 2), wo die hohen Epithelzellen des Mitteldarmes durch die niedrigen, innerlich mit dünner Cuticula (*cu*) bekleideten Zellen ersetzt werden. Die Ausmündung des Enddarmes scheint, bei der Betrachtung des ganzen Tieres, zwischen den beiden Furcalstacheln zu liegen, wie es auch von SARS (96) abgebildet wird. Auf Schnitten kann man jedoch nachweisen, daß die Öffnung etwas ventral von diesen Stacheln liegt. Während der Mitteldarm sämtlicher untersuchter Tiere mit Nahrungsmasse gefüllt war, waren der

Oesophagus und Enddarm gewöhnlich leer. Der letztere (Fig. 36) ist von einer starken Ringmuskulatur (*Mr*) umgeben. Außer diesen Muskeln, welche als Konstriktoren dienen, verlaufen zu dem Enddarm strahlenartig zahlreiche Dilatatoren (*Dil* Fig. 36). Letztere sind an beiden Enden zerfasert, wobei die Fibrillen sich außen zwischen die Epidermiszellen bis an die Cuticula einschieben, während sie an dem Enddarmepithel stellenweise sehnige Lamellen bilden, wie wir es in gleicher Weise bei den früher beschriebenen Mandibelmuskeln (Fig. 30) fanden.

VI. Blutgefäßsystem.

Das Herz der *Limnadia* ist sehr kurz. Es erstreckt sich durch vier vordere Segmente (das Herz der Branchiopodiden geht durch alle Thorakalsegmente, das der Apusiden durch elf Segmente). In der Familie der Estheriden hat *Limnetis* ein dreikammeriges und *Estheria* ähnlich *Limnadia* ein vierkammeriges Herz.

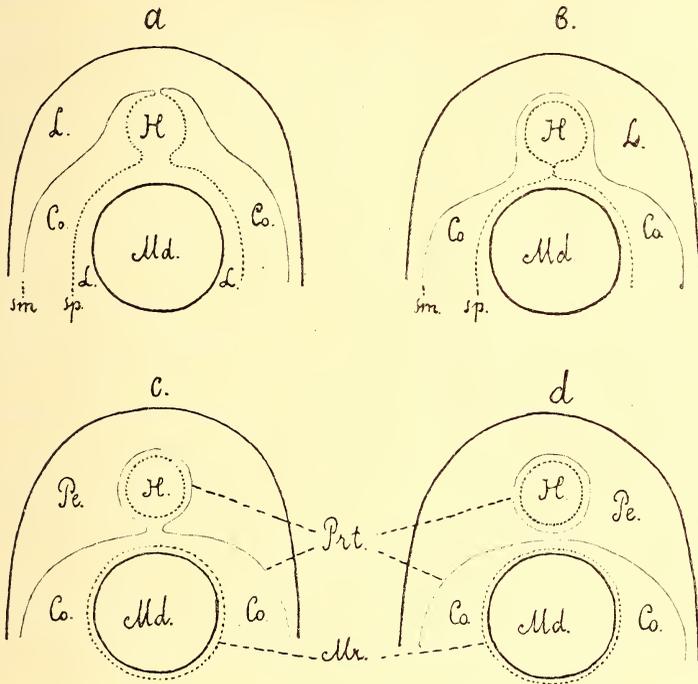
Das Herz (Fig. 2 *H*) beginnt in dem ersten Maxillarsegmente und verläuft über dem Darne bis zur Mitte des dritten Beinsegments, wobei seine Dorsalwand in der Mitte der Segmente kammerartige Erhebungen und an den Segmentgrenzen Einsenkungen bildet. An seinen beiden Enden ist es geöffnet, und außerdem besitzt es in jedem der vier Segmente ein paar von seitlichen, vertikalen Venenspalten.

Die Herzwand (Fig. 8 Querschnitt) besteht aus Ringmuskulatur. Diese Muskulatur läßt keine einzelnen Muskelfasern oder Zellen unterscheiden, vielmehr wird die Herzwand von einer zusammenhängenden (ziemlich dicken) Lage von Sarkoplasma mit Kernen (*srp*) gebildet. In der Mittelregion dieser Sarkoplasma lage findet sich die kontraktile Substanz (*k*), welche deutliche Querstreifung zeigt. Die Oberfläche des Sarkoplasmas zeigt immer Furchen und Erhebungen, was auf den Querschnitten den Anschein von Zellen hervorruft, die der kontraktilen Substanz aufsitzen.

Das Herz ist äußerlich von einer zelligen Peritonealmembran (*Prt*) umhüllt. Unter dem vorderen Teile des Herzens sieht man an einer Stelle (Textfig. 2 *c*), daß diese Membran ventral nicht völlig geschlossen ist, sich vielmehr beiderseits gegen die seitlichen Körperwände herabsteigend fortsetzt, indem sie sich an die Außenwand des Ovariums anlegt (Fig. 17 *Prt*) und an dem Oviduct bis an seinen distalen Teil herabsteigt (Fig. 3 *Prt*). Auf diese Weise trennt diese Peritonealmembran den dorsalen Körperraum, in welchem das Herz liegt, von

der ventralen Leibeshöhle ab, in welcher Darm und Ovarien liegen. Demnach dürfte es nicht fraglich erscheinen, daß dieser dorsale Raum dem bei den Arthropoden verbreiteten Pericardialsinus entspricht. An der hinteren Herzregion ist jedoch eine vollkommene Trennung zwischen der Peritonealhülle des Herzens und ihren Fortsätzen, welche den Pericardialsinus abgrenzen, eingetreten (Fig. 16, Textfig. 2 *d*). Die Peritonealhülle des Herzens ist hier ringförmig geschlossen; die Wand des Pericardialsinus bildet eine nach der Dorsalseite gewölbte Querlamelle, welche sich nach hinten bis an das Abdomen erstreckt und die Leibeshöhle in der erwähnten Weise in zwei Regionen zerlegt. Es scheint mir nicht fraglich zu sein, daß die ventral von der Peritonealmembran gelegene Leibeshöhle in der Hauptsache Cölom ist, das Herz und der Pericardialsinus dagegen Reste der primären Leibeshöhle darstellen. Die Entwicklung von Herz und Pericardialsinus hat A. BRAUER (95, S. 396—402) bei den Skorpionen (jedenfalls sehr primitive Form der Arthropoden) untersucht. Im Anschluß an seine Beobachtungen können wir uns die Entstehung des Herzens und der Peritonealmembran von *Limnadia* in folgender Weise vorstellen (Textfig. 2). Die beiden Cölomsäcke (2*a*, *Co*) des Embryos, welche in der primären Leibeshöhle (*L*) liegen, umwachsen allmählich den Darm (*Md*), wobei ihre dorsalen Kanten rinnenförmige Einsenkungen bilden, welche die Anlage des Herzens darstellen (*H*). Die Ränder dieser beiden rinnenförmigen Einsenkungen wachsen allmählich in der Medianebene zusammen, und zwar geschieht diese Vereinigung zuerst an dem dorsalen Rand. Hier verwachsen die äußeren oder somatischen Wände der beiden Cölomtaschen miteinander, ebenso die dorsalen Ränder der Wand der Einsenkungen zur Bildung des Herzschlauches. Der Herzschlauch wird aber anfänglich an der Ventralseite noch geöffnet sein, indem er hier mit der um den Darm befindlichen primären Leibeshöhle in Verbindung steht. Die somatische Wand der Cölomtaschen legt sich in der Umgebung des Herzschlauches demselben dicht äußerlich an und erzeugt auf diese Weise die Peritonealhülle des Herzens, indem gleichzeitig die primäre Leibeshöhle in der Umgebung des Herzens sich zu dem Pericardialsinus erweitert. Durch Verwachsung des splanchnischen Blattes der Cölomtaschen dorsal von dem Darm wird der Herzschlauch völlig geschlossen, worauf das Mesenterium, welches sich ursprünglich zwischen Herz und splanchnischem Blatt des Darmes ausspannt, rückgebildet wird. Hierauf tritt ventral von dem Herzschlauch eine mediane Verwachsung der aus dem somatischen Blatt hervorgegangenen

Peritonealhülle des Herzens ein; nur vorn unterbleibt dieselbe. Auf diese Weise bildet sich aus dem somatischen Blatt die genannte Peritonealmembran, welche den Pericardialsinus von dem ventralen Teile der Leibeshöhle (Cölom) abtrennt, wobei die anfängliche Verbindung zwischen der Peritonealhülle des Herzens und dieser Pericardialmembran durch Rückbildung eingeht. Die splanchnische Wand



Textfig. 2.

Schema der wahrscheinlichen Herzbildung. *a* und *b* zwei aufeinanderfolgende Entwicklungsstadien; *c* vordere, *d* hintere Herzregion des erwachsenen Tieres. *H*, Herz; *Md*, Mitteldarm; *Prt*, Peritonealmembran; *Pe*, Pericardialsinus; *L*, primäre Leibeshöhle; *Co*, Cölom; *sm*, somatische Cölomwand; *sp*, splanchnische Cölomwand; *Mr*, Ringmuskulatur des Mitteldarms.

der Cölomsäcke wird, aller Wahrscheinlichkeit nach, in die Ringmuskulatur des Mitteldarms (*Mr*) verwandelt. Wenn, wie aus dieser Darstellung hervorgeht, die ventral von der Pericardialmembran gelegene Leibeshöhle in der Hauptsache aus den beiden Cölomhöhlen hervorgeht, also ein Cölom repräsentiert, so soll damit doch nicht ausgeschlossen sein, daß nicht gewisse Anteile der primären Leibeshöhle mit diesem Cölom in Vereinigung getreten sind.

Die Blutzirkulation habe ich leider nicht beobachtet, da mir kein lebendes Material zur Verfügung stand. Nach der Beschreibung

von G. O. Sars (96, S. 96) verläuft sie in folgender Weise. Ein starker, dorsaler Blutstrom kommt von dem hinteren Teile des Körpers und tritt in das Herz durch seine hintere Öffnung ein. Diese Öffnung, sowie die seitlichen Venenspalten bleiben bei der Herzkontraktion geschlossen, so daß das Blut mit großer Kraft aus der vorderen Öffnung herausströmt. Dieses Blut teilt sich in drei Ströme, welche verschiedene Richtungen einschlagen. Der erste Strom geht in den Kopf, um diesen und alle seine Anhänge zu versorgen. Der zweite biegt plötzlich nach hinten um und verläuft ventral vom Herzen und dem vorher erwähnten dorsalen Strome zum caudalen Teil des Tieres, wo er sich wieder nach vorn wendet, um die Bauchregion und die Beine des Tieres mit Blut zu füllen. Der dritte Strom umspült von beiden Seiten den Adductor der Schale und tritt nachher in die Schale selbst ein, wo er sich in kleinere Ströme spaltet, die in verschiedenen Richtungen zwischen den beiden Schalenwänden verlaufen. Diese sämtlichen kleinen Ströme der Schale vereinigen sich später in zwei größere dorsale, von welchen der vordere kurz und der hintere ziemlich lang ist. Diese beiden begegnen sich an der dorsalen Ursprungsstelle der Schale vom Körper und treten hier wieder in den letzteren ein, wo sie zusammen mit dem Kopfströme in das Herz durch das erste Paar der Venenspalten eintreten. Die drei übrigen Paare von Venenspalten scheinen dasjenige Blut aufzunehmen, welches in den Beinen zirkuliert hat. LEREBoullets (50) Beobachtungen über die Blutzirkulation stimmen im allgemeinen mit denen von Sars überein. Nach den Angaben LEREBoullets soll die Zahl der Herzkontraktionen 130—150 (ja 170) in einer Minute betragen.

Die Blutzellen sind, wie aus dem eben Gesagten folgt, überall in den Leibeshöhlenräumen des Tieres verbreitet. Im Leben sollen sie amöboide Bewegungen ausführen. Auf den Präparaten erscheinen sie als kugelige oder ovale Zellen, von 7—11 μ Durchmesser. Ihr Protoplasma zeigt eine deutlich wabige Struktur, wobei die um den Kern liegenden Alveolen einen Alveolarsaum bilden (Fig. 27 *bx*). In dem Kerne sieht man einen Nucleolus und ein maschiges Kerngerüst, in dessen Knotenpunkten große Chromatinkörner sitzen.

VII. Exkretionsorgane.

Die beiden Schalendrüsen liegen jederseits in der vorderen Region der Schale, zwischen den Wänden derselben (Fig. 16 *Nph* und *Cs*). Jede Schalendrüse (Fig. 2) besteht aus zwei Teilen: einem

0,75 mm breiten und ebenso hohen Endsäckchen (*Cs*), welches den Adductor der Schale von vorn und oben umgibt, und einem etwa 15 mm langen Nephridialkanale (*Nph*), dessen Windungen in schräger Richtung von vorn-dorsal nach hinten-ventral und umgekehrt verlaufen. Der Kanal verläuft nach seinem Austritt aus dem Endsäckchen erst nach hinten, biegt dann nach vorn um (*1—1*) und kehrt so wieder zu dem Endsäckchen zurück. Dorsal von demselben biegt er wieder nach hinten um (*2—2*) und bildet auf diese Weise den Beginn einer zweiten Windung. Diese liegt außerhalb von der ersten, biegt nach vorn um, bis sie den Schalenmuskel erreicht. Am Schalenmuskel kreuzt sie nach oben zu die erste Windung und biegt dann nach hinten wieder um zur Bildung der dritten Windung (*3—3*), welche an der Innenseite der ersten hinläuft. Diese dritte Windung des Nephridialkanals, deren beide Schenkel eng aneinanderliegen, ist die kleinste. Auf der Höhe des Endsäckchens biegt ihr äußerer Schenkel nach hinten um, wird allmählich viel dünner und läuft bis zum fünften Segment (dem der zweiten Maxille) zurück. Hier tritt der Kanal, seitlich von der zweiten Maxille, in einen von der Körperoberfläche sich erhebenden Schlauch ein, an dessen Ende er nach außen mündet (Fig. 16 *Nph.f*). Dieser dünnere Endabschnitt des Nephridialkanals läßt sich wohl in seiner Gesamtheit als Ausführgang bezeichnen.

Sowohl das Endsäckchen als auch der Kanal sind an den Ausläufern der Epidermiszellen (Connectivfasern) aufgehängt (Fig. 37 und 38). Jeder Connectivstrang entspringt von einer größeren Zahl Epithelzellen, als es in der Schale gewöhnlich der Fall ist. Deswegen findet man bei der Betrachtung der Schale von der Seite in der Region der Schalendrüse besonders große Sternfiguren der auf S. 565 geschilderten Art.

Auf die Verschiedenheit des histologischen Baues der beiden Hauptteile der Schalendrüse wurde in der Literatur mehrfach hingewiesen. Die Wand des Endsäckchens (Fig. 37 *Cs*) besteht aus einer feinen äußeren Stützmembran, auf welcher die der Säckchenhöhle zugewendeten Zellen sitzen. Letztere sind epithelartig dicht nebeneinander angeordnet, was mit der von GROBBEN (80, Fig. 1) gegebenen Abbildung der Antennendrüse der *Estheria*-Larve übereinstimmt; VEJDOVSKÝ (01, Fig. 18) dagegen beobachtete in den Antennendrüsen der Gammariden, daß die Zellen des Säckchens in einem ansehnlichen Abstände voneinander auf der Stützmembran verteilt sind. Bei *Limnadia* sind die Zellen, ähnlich wie bei den

Gammariden, in das Lumen vorgewölbt. Dies gibt den Zellen eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Peritonealepithel im allgemeinen und bestärkt daher die Auffassung des Endsäckchens als reduziertes Cölom. VEJDOVSKÝ (01, S. 382) findet bei Gammariden und Isopoden sogar eine Trichterbildung zwischen dem Cölomsäckchen und dem Nephridialkanal, welche aus drei großen, von glatten Ringmuskelfibrillen umgebenen Zellen besteht. Bei *Limmadia* konnte ich keinen derartigen Nephridialtrichter nachweisen. Das Säckchen geht einfach in den Kanal über, wobei keine ampullenartige Erweiterung des Kanals (wie bei den Gammariden) gebildet wird. Der Kanal (Fig. 2) ist im Gegenteil anfangs etwas enger (0,12 mm) als in seinem späteren Verlaufe (0,2 mm) und erinnert somit an die Verhältnisse in der Antennendrüse der *Branchipus*-Larve, wo er nach CLAUS »aus dem verengerten Halse des Säckchens« (86b, S. 66) hervorgeht.

Die Wand des Nephridialkanals besteht aus einer gemeinsamen Plasmamasse ohne erkennbare Zellgrenzen, in welcher ansehnliche Kerne in mäßiger Entfernung verteilt liegen (Fig. 37 *Nph*). Auf einem Querschnitt sieht man in der Regel nicht mehr wie 1—3 Kerne. Über die interessante Struktur des Wandplasmas finden wir in der Literatur mehrere Angaben. WEISMANN hat bei der *Leptodora hyalina* in den Zellen der Schalendrüse »röhrchen- oder stäbchenförmige Gebilde« gesehen »von etwa 0,001 mm Durchmesser, welche in natürlicher Lage radiär zur Achse des Drüsenschlauchs stehen, also senkrecht auf der äußeren Wand desselben« (74, S. 388). Ähnliches beschreibt GROBBEN (80, S. 2) von der Antennendrüse der *Branchipus*- und der *Estheria*-Larve. Er faßt diese Struktur aber nicht als röhrenförmige Gebilde, wie WEISMANN, sondern als streifig angeordnete Protoplasma-körnchen auf. Außerdem findet er, daß die Streifung nur an der dem Kanallumen abgewendeten Seite sich findet, an der inneren Seite dagegen das Plasma »körnig und auch von Vacuolen durchsetzt« ist. CLAUS (86b, S. 67) bestätigt diese Streifung sowohl für die Antennen — als für die Schalendrüse von *Branchipus*. Weitere Aufklärung der streifigen Struktur gab VEJDOVSKÝ für die Antennendrüse der Gammariden, indem er die Struktur »von feinen der Quere nach ziehenden Fibrillen« ableitet und sogar von »interfibrillären feinen Waben« spricht (01, S. 385). An Stelle des von GROBBEN beobachteten körnigen Plasmas hat er an der Fläche der Zellen nur eine Reihe von 2 μ breiten Alveolen beobachtet.

Auf feinen Schnitten (2—3 μ), welche mit Hämatoxylin und Kaliumchromat gefärbt wurden, fand ich ein sehr klares Strukturbild.

Fig. 38 stellt einen Querschnitt durch die Wand des Nephridialkanals dar. An der Peripherie ist diese Wand von einer Reihe niedriger Alveolen begrenzt, welche dunkler aussehen, also dichtere Konsistenz besitzen als die übrigen Alveolen. Diese Waben sind in Form eines Alveolarsaumes angeordnet. Weiter nach innen liegt eine Schicht von zwei bis drei Wabenreihen, in der die Waben senkrecht übereinander angeordnet sind und in solcher Weise eine Art Säulchen bilden. Wie die Untersuchungen von BÜTSCHLI vielfach gezeigt haben, sind die Querwände der so angeordneten Wabensäulchen viel schwieriger zu sehen als die zusammenhängenden Längswände; das ist jedenfalls die Ursache, warum WEISMANN diese Struktur als Röhrechen aufgefaßt hat. Mit seiner Messung übereinstimmend, ist auf meinen Präparaten die Breite dieser Säulchen $0,7-1 \mu$. Die gestreifte Plasmanschicht geht allmählich nach der inneren Fläche in eine andre über, in der die Waben unregelmäßige Größe und Anordnung zeigen. Die innerste Reihe dieser Waben bildet wieder einen Alveolarsaum. Dieser innere Alveolarsaum unterscheidet sich indessen von dem äußeren dadurch, daß seine Alveolen groß und hell, also dünnwandig sind. Die Waben des inneren Saumes sind 1μ breit und hoch (oder auch etwas mehr); dagegen sind die des äußeren Saumes ungefähr dreimal niedriger und etwas schmaler. Einer solchen Verschiedenheit der beiden Säume entspricht vermutlich auch ihre physiologische Bedeutung; während die Waben des inneren Alveolarsaumes nur die Grenze der Plasmawand bilden, sind an dem äußeren Saume die Connectivfasern (Fig. 38 *cnf*) angeheftet, was natürlich ihre größere Festigkeit erfordert.

VEJDOVSKÝ (01, S. 386) leugnet die Anwesenheit einer inneren Membran in dem Nephridialkanal. Auf meinen Präparaten sehe ich, daß die dem Kanallumen zugewendete Fläche der Waben von einer dunklen Linie (Pellicula) begrenzt ist.

In dem Plasma, welches die Wände des Kanals bildet, konnte ich keine Zellgrenzen unterscheiden; an den Stellen aber, wo die Kerne liegen, ist die Plasmanschicht in der Regel viel dicker und ragt in das Kanallumen hinein (Fig. 37). Man findet in dieser Plasmanschicht nicht selten von feinen Plasmasträngen durchsetzte Vacuolen, welche wahrscheinlich bei der Konservierung entstehen. Die Kerne (*n*), welche von der Fläche rund und auf den Querschnitten oval aussehen, sind die größten von allen in den Geweben des Tieres vorhandenen unverästelten Kernen (Länge $40-60 \mu$, Höhe $20-30 \mu$). Der Nucleolus, welcher in der Mitte des Kernes liegt

und wie der Kern auch abgeplattet ist, läßt sich der Größe nach mit kleinen Blutkörpern vergleichen.

Die Drüsenzellen, welche bei den Gammariden an der äußeren Seite des Nephridialkanals sitzen, sind bei *Limnadia* nicht vorhanden; ebenso fehlen sie auch nach GROBBEN (80) in der Antennendrüse der *Estheria*-Larve.

Der Nephridialkanal findet seine Ausmündung am Ende des früher erwähnten Nephridialanhangs (Fig. 39), welcher etwa 1,5 mm lang und 0,15 mm dick ist. Dieser, mit einem Muskel (*M*) versehene Schlauch ist in seiner proximalen Hälfte mit feinen Cuticulahärchen besetzt und trägt kurz vor seiner Spitze einen Kranz distalwärts gerichteter kleiner Borsten. Er besteht aus zwei ineinanderliegenden Röhren, von welchen die innere eine Fortsetzung des eigentlichen Ausführungsgangs des Nephridiums und die äußere einen Auswuchs des Integuments darstellt. Beide Röhren sind durch Connectivfasern miteinander verbunden, und zwischen ihnen zirkuliert Blut. VEJDOVSKÝ hat die Histologie des Antennendrüsenanhangs der Gammariden beschrieben (01, S. 388). Er findet, daß auch das innere Rohr durch Einstülpung des äußeren entstanden, also epidermoidaler Herkunft ist. Daß bei *Limnadia* die Sache sich anders verhält, beweisen folgende Umstände (Fig. 39^a): 1) In der Wand des inneren Rohres findet man keine Kerne, während in der äußeren die Kerne der Epidermiszellen (*epd*) gut nachweisbar sind. 2) Die Connectivstränge (*cnf*) sind ganz ähnlich denen der übrigen Teile des Nephridialkanals; sie sind nur an dem Ende zerfasert, welches von den Epidermiszellen entspringt, an dem Nephridialkanal dagegen und ebenso an dem inneren Rohr des Nephridialanhangs sind sie immer in einem Punkte befestigt. Aus dem Gesagten folgt, daß das innere Rohr des Schalendrüsenschlauches der *Limnadia* eine Fortsetzung des Nephridialkanals ist, dessen Wand hier sehr verdünnt ist (etwa 1 μ) und wohl deswegen keine Kerne enthält. Eine Plasmastruktur dieses inneren Rohres war wegen der außerordentlichen Dünne derselben nicht nachweisbar.

Außer der Schalendrüse haben SPANGENBERG (75, S. 20) und CLAUS (86b, S. 68) bei *Branchipus* Bauch- und Beindrüsen beschrieben. Bei *Limnadia* beobachtete ich in dem Gaumen und in den Basalteilen der Beine Gruppen von Drüsenzellen, welche den Speicheldrüsen ähnlich aussehen; doch konnte ich nirgends einen Ausführungsgang dieser Zellen nachweisen.

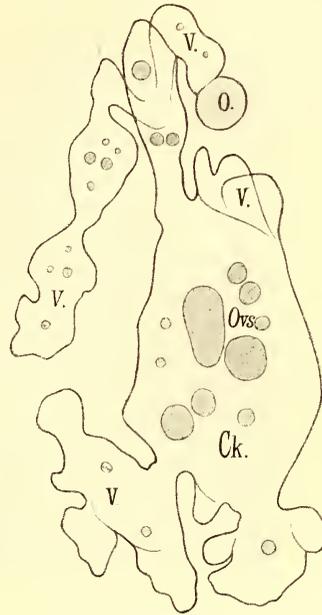
VIII. Fortpflanzungsorgane.

Wie ich schon früher erwähnte, waren die sämtlichen von mir untersuchten Tiere Weibchen. Die früheren Forscher (z. B. LERBOULLET [66], der einige Tausende von Tieren gehabt hat) fanden auch kein Männchen der europäischen *Limnadia*. Bei einer australischen *Limnadia* (*Stanleyana*) hat CLAUS (72 a, c) dagegen sogar eine Mehrzahl von Männchen (von neun Exemplaren sechs) konstatiert. Dies läßt vermuten, daß auch bei der europäischen *Limnadia* Männchen existieren, doch scheint ihr Auftreten ein zeitlich sehr beschränktes zu sein.

Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus zwei Ovarien, welche beiderseits vom Darm sich durch den ganzen Thorax erstrecken (Fig. 2 *Ov*). Jedes Ovarium (Fig. 17 *Ov*, Textfig. 3, Querschnitt) besteht aus einem breiten Kanal, der nach allen Richtungen, mit Ausnahme der lateralen, Verästelungen aussendet. Diese Verästelungen erfüllen die ganze Leibeshöhle des Tieres und dringen sogar in die Protopodite ein. Auf Totalpräparaten hat das Ovarium wegen der großen Menge von hervorstülpten Eifollikeln ein traubiges Aussehen.

In dem elften Beinsegmente (Fig. 2, 17) geht von jedem Ovarium ein Oviduct (*Ovd*) ventralwärts ab, der sich in das Bein dieses Segments erstreckt und dort unter dem Maxillarfortsatze ausmündet. Die Mündungsstelle des Oviducts befindet sich auf der inneren Seite des Beines, ist also der Bauchrinne zugewendet.

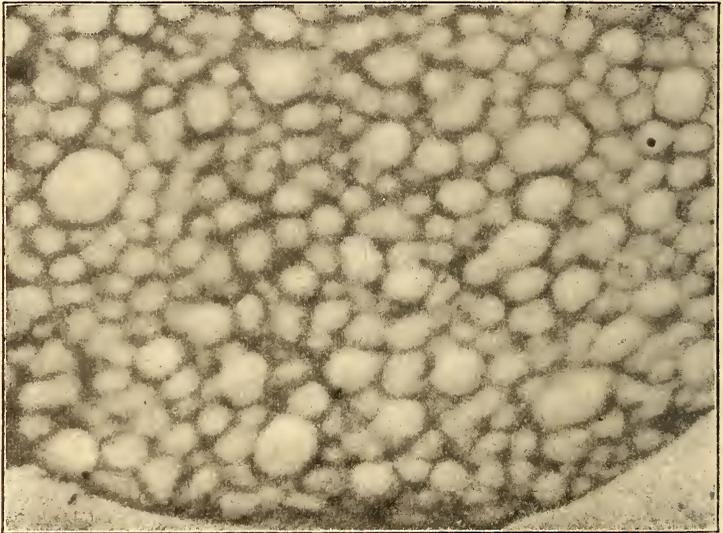
Was den histologischen Bau des Ovariums (Fig. 4, 5) angeht, so besteht die Wand desselben aus einer Lage von Epithelzellen, die auf ihrer Außenseite von einer dünnen Basalmembran (*hm*) bedeckt sind. SPANGENBERG (75, S. 43) hat bei *Branchipus* eine Ovarialmuskulatur beschrieben, deren Vorhandensein aber von CLAUS (86b, S. 83) nicht bestätigt wird. An dem Ovarium von *Limnadia* vermag ich auch keine Muskulatur nachzuweisen.



Textfig. 3.

Querschnitt durch das Ovarium. Vergrößerung 75. Ck, Zentralkanal; V, Verzweigungen; O, Ei; Ovs, Ovarialsekret.

In den Ovarialwänden kann man zwei Arten von Epithelzellen unterscheiden: Keimzellen (*kep*), die sich nur in den Verästelungen des Ovariums befinden, und Sekretzellen (*sep*), welche die Wände des Zentralkanals ausschließlich bilden. Die viel niedrigeren Sekretzellen (Fig. 4) scheiden das Sekret (*ovs*) aus, das zur Umhüllung der Eier dient. Seine Bildung kann man auf den Schnitten verfolgen. Im Zellplasma werden entweder ganz kleine Sekrettröpfchen gebildet, welche ins Innere des Ovariums ausgestoßen werden, um dort zu größeren Massen zusammenzufließen, oder es wird intracellulär



Textfig. 4.

Photographie eines Schnittes durch einen Ovarialsekrettröpfchen. Schnittdicke 3 μ . Hämatoxylin, Kaliumchrom. Obj. 2 mm, Projekt. Oc. 4. Vergrößerung 1550.

ein so großer Tropfen gebildet, daß er nahezu die Hälfte der Zelle ausfüllt und den Zellkern, welcher gewöhnlich in der Zellmitte liegt, nach der Peripherie der Zelle hinschiebt. Der Kern wird in diesem Falle deformiert, entsprechend der Oberfläche des Tropfens. Das Sekret ist eine sehr stark tingierbare Substanz, welche in größerer Masse eine sehr schöne schaumige Struktur zeigt. Die Textfigur 4 ist eine photographische Aufnahme eines solchen Sekrettröpfens. Die Alveolen sind verschieden groß, dickwandig und zeigen keine Regelmäßigkeit in der Anordnung. Nur um größere Alveolen wird ein Alveolarsaum gebildet.

Die Verzweigungen des Ovariums sind mit hohen, kolbenförmigen Zellen (Fig. 5 *kep*) bekleidet, welche nicht dicht nebeneinander

sitzen. In ihren Zwischenräumen findet man andre, niedrigere Zellen (*sep*) mit kleineren Kernen; das sind dieselben, Ovarialsekret produzierenden Zellen, welche eben beschrieben wurden. Man sieht auch in den Verzweigungen, wie die Sekrettröpfchen in den niedrigen Zellen und zwischen den hohen Zellen liegen. Diese beiden verschiedenen Zellarten hat SPANGENBERG (75, S. 43—44) auch in dem Eierstocke von *Branchipus* beobachtet; er nennt sie Eizellen und Dotter- oder Abortivzellen. CLAUS (86b, S. 82) dagegen findet keinen Gegensatz zwischen diesen beiden Zellen und spricht nur von »verschieden großen Zellen des Keimlagers« bei *Branchipus*. Bei *Limnadia* ist, wie gesagt, die Verschiedenheit der beiden Zellarten, außer in der Größe, auch in dem Sekretionsvermögen der niedrigen Zellen ausgesprochen.

Die weitere Entwicklung der hohen Keimzellen ist ziemlich schwer zu verfolgen. Man sieht, wie die Keimzelle größer wird, wobei gleichzeitig die Ovarialwand sich an dieser Stelle ein wenig ausbuchtet als erste Anlage eines späteren Follikels. Die Sekretzellen in der Umgebung der wachsenden Keimzelle vermehren sich und umschließen dieselbe mehr oder weniger. Hierauf beginnt die Teilung der Keimzelle zuerst in zwei und dann in vier Zellen, indem sich gleichzeitig die Ausbuchtung der Ovarialwand, in welcher die vier Zellen liegen, zu einem taschenartigen Follikel erhebt. Dieses Vierzellenstadium (Fig. 6) ist ähnlich dem von *Apus*, nur ist bei letzterem das ganze Gebilde kuglig, wogegen die vier Zellen bei *Limnadia* einen länglichen Körper darstellen. Diese Gruppe von vier Zellen erfüllt das Innere des Follikels und ist von einer Schicht der Sekretzellen umhüllt, welche nun die Wand des Follikels bildet. Obgleich die äußeren Umrisse der Sekret- oder Follikelwandzellen sich deutlich erhalten, vermag man keine Kerne mehr in ihnen zu erkennen. Auf den Schnitten (Fig. 6) kann man aber den Übergang zwischen den gewöhnlichen, an der Basis der Vierzellengruppen liegenden Sekretzellen und diesen reduzierten Zellen verfolgen. Man sieht, daß die Zellkerne immer kleiner werden, während das Protoplasma heller wird. In dem Follikel selbst enthalten die Zellen nur ein oder mehrere Sekrettröpfchen.

Von den vier in dem Follikel liegenden Zellen bildet die distale die Eizelle (*ox*); die drei übrigen sind Nährzellen (*nx*). Im Laufe der Entwicklung werden letztere immer kleiner, während die wachsende Eizelle endlich den ganzen Follikel allein erfüllt. Jetzt ist sie ganz kugelig (Fig. 6) und erreicht die Größe von 0,12 mm im Durchmesser,

welche derjenigen des fertigen Eies entspricht. Der in der Mitte der Eizelle liegende Kern ist auch stark gewachsen; vor dem Beginn der Teilung in Ei- und Nährzellen war er etwa 10μ groß, jetzt beträgt sein Durchmesser etwa 22μ .

In der Follikelwand kann man auf diesem Stadium (Fig. 6a, F) keine Zellgrenzen mehr unterscheiden; man erkennt in der Wand nur eine Reihe von Plasmawaben, die radiär (in Form eines Alveolar-saumes) angeordnet sind.

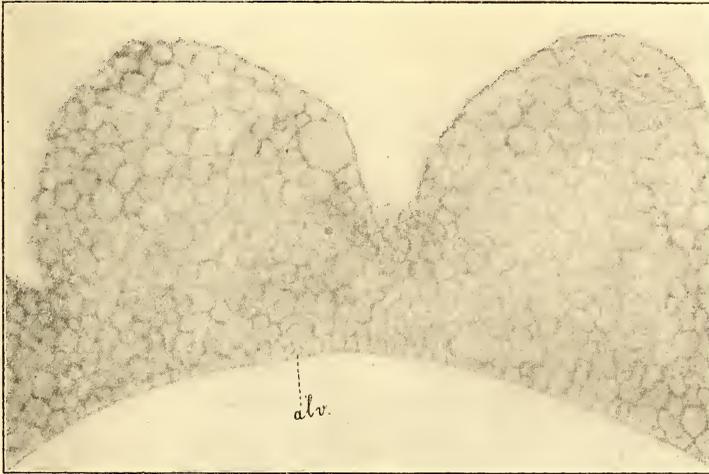
Noch vor der Reduktion der Nährzellen beginnt in der Eizelle die Dotterbildung. Einen Dotterkern konnte ich nicht nachweisen, vielmehr treten in dem gesamten Plasma der Eizelle zuerst ganz winzige Dotterkörnchen auf (Fig. 6 do), welche bei dem Wachstum der Zelle immer größer werden. Die äußerste, dem Follikel angrenzende Plasmaschicht ist dotterfrei (Fig. 6^a) und läßt einen schönen Alveolar-saum erkennen.

Nachdem die Eizelle bis zur Größe des fertigen Eies herangewachsen ist und ihre Dotterkörnchen die Maximalgröße erreicht haben, tritt sie aus dem Follikel heraus, zunächst in das Ovarial-ästchen, welches dem Follikel angehört, wo sie einige Zeit verweilt. Hier vollzieht sich die Eireifung, wobei gleichzeitig eine dünne Schicht von Ovarialsekret als Schale auf der Eioberfläche abgelagert wird. Hierauf tritt das Ei in den Zentralkanal des Ovariums, der eventuell als Eibehälter oder Uterus bezeichnet werden kann, wie es auf der Fig. 7 dargestellt ist. Hinter dem ausschließenden Ei sehen wir die Verzweigung des Ovariums, an welcher der zusammengeschrumpfte leere Follikel (Fl) sitzt. In dem Zentralkanal schreitet die Bildung der Eischale fort, indem sich weitere Sekrettröpfchen an die Anlage der Schale ansetzen. Endlich wird das beschalte Ei durch den Oviduct ausgestoßen, um in den Brutraum über dem Rücken des Tieres einzutreten. Diese Eier sind von einer dicken (bis 25μ) Schale umgeben, deren Oberfläche halbkugelförmige Erhebungen zeigt.

Solange das Ei sich in dem Ovarium befindet, bewahrt seine Schale noch denselben grobschaumigen, unregelmäßigen Bau, welchen wir bei der Betrachtung der Ovarialsekretropfen beobachtet haben. Dagegen zeigt die Schale des abgelegten Eies eine sehr regelmäßige Struktur. Die Alveolen sind hier mehr polygonal geworden, und ihre Wände besitzen eine gleichmäßige und geringere Dicke (Textfig. 5). An den Stellen, wo drei Wabenkanten zusammenstoßen, sind Knotenpunkte überall deutlich ausgeprägt. Die Waben sind ihrer Größe nach regelmäßig angeordnet: die größeren liegen mehr peripher,

dagegen wird die innere Schalenschicht von kleineren Waben gebildet, deren innerste Reihe in einem schön ausgeprägten, um das ganze Ei deutlichen Alveolarsaum übergeht. Auch in der übrigen Wabenmasse sind solche Säume um größere Alveolen nicht selten. Im ganzen bietet also die Eischale, wie die Textfigur 5 zeigt, ein sehr charakteristisches Beispiel für die Wabenstruktur.

Am Oviduct (Fig. 3) kann man zwei Abschnitte unterscheiden. Der proximale (1) stellt einen von dem Ovarium abgezweigten Kanal



Textfig. 5.

Photographie eines Querschnittes durch die Schale des abgelegten Eies. Schnittdicke 3 μ . Hämatoxylin, Kaliumchrom. Obj. 2 mm, Projekt. Oc. 4. Vergrößerung 1550. *alv.*, Alveolarsaum der Eischale.

dar; der zweite (2) wird durch Einstülpung der Epidermis gebildet. Dementsprechend bestehen die Wände des ersten Abschnittes aus niedrigen Ovarialsekretzellen (*sep*). Dieser Abschnitt ist auf seiner lateralen, nach außen gewendeten Seite von einer der Fortsetzungen der früher (S. 591) beschriebenen Peritonealmembran (*Pr*) bekleidet. Zwischen dem proximalen und dem distalen Oviduct befindet sich eine schwach nach hinten gerichtete Ausbuchtung, welche von Ringmuskulatur (*Mr*) umgeben ist. Zur Erweiterung des Oviducts heften sich an diese Stelle Dilatoren, welche von dem Integument des betreffenden Protopodits entspringen (Fig. 17 und 3 *Dil*). Im Endabschnitt des Oviducts finden sich ganz niedrige Epidermiszellen (*epd*), deren dem Oviductlumen zugewendete Fläche mit einer Cuticula (*cu*) bekleidet ist.

Zum Schluß bleibt mir noch die angenehme Pflicht, meinen hochverehrten Lehrern, Herren Professor O. BÜTSCHLI und Professor A. SCHUBERG für ihre lebenswürdige Hilfe, die sie mir bei Ausführung dieser Arbeit in reichstem Maße gewährten, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Heidelberg, im April 1904.

Literatur.

49. W. BAIRD, Monograph of the family Limnadiidae, a family of entomostracous Crustacea. Proc. Zool. Soc. London. XVII. 1849. Ann. mag. of nat. hist. 2 Ser. Vol. 6. 1850.
98. A. BETHE, Das Zentralnervensystem von *Carcinus maenas*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIV. 1895. Bd. L. 1897. Bd. LI. 1898.
94. A. VAN BÖMMEL, Über Cuticularbildungen bei einigen Nematoden. Arb. zool.-zoot. Inst. Würzburg. Bd. X.
- 94—95. A. BRAUER, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte des Skorpions. Diese Zeitschr. Bd. LVII und Bd. LIX.
72. FR. BRAUER, Über Phyllopoden. Tagebl. d. 45. Vers. deutsch. Naturf.
75. M. BRAUN, Über die histologischen Vorgänge bei der Häutung von *Astacus fluviatilis*. Arb. zool.-zoot. Inst. Würzburg. Bd. II.
20. AD. BRONGNIART, Mémoire sur le *Limnadia* nouveau genre de crustacés. Mém. du Museum d'hist. nat. Tom. VI. 1820. Auch in Isis 1822.
91. O. BÜTSCHLI und W. SCHEWIAKOFF, Über den feineren Bau der quer-gestreiften Muskeln von Arthropoden. Biol. Centralblatt. Bd. XI.
92. O. BÜTSCHLI, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig.
98. ——— Untersuchungen über Strukturen. Leipzig.
- 72a. C. CLAUS, Über das Männchen der Gattung *Limnadia*. Nachricht. d. K. Ges. d. W. Göttingen.
- 72b. ——— Zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung von *Apus* und *Branchipus*. Ibid.
- 72c. ——— Über den Körperbau einer australischen *Limnadia* und über die Männchen derselben. Diese Zeitschr. Bd. XXII.
75. ——— Die Schalendrüse der Daphniden. Ibid. Bd. XXV.
- 86a. ——— Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Arb. zool. Inst. Wien. Bd. VI.
- 86b. ——— Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung von *Branchipus* und *Artemia*, nebst vergleichenden Bemerkungen über andere Phyllopoden. Ibid.
- 91a. ——— Das Medianauge der Crustaceen. Ibid. Bd. IX.
- 91b. ——— Über das Verhalten des nervösen Endapparates an den Sinneshaaren der Crustaceen. Zool. Anzeig. Bd. XIV.

903. W. A. CUNNINGTON, Studien an einer Daphnide, *Simocephalus sima*. Beiträge zur Kenntnis des Zentralnervensystems und der feineren Anatomie der Daphniden. Jen. Zeitschr. Bd. XXXVII.
70. A. DOHRN, Die Schalendrüse und die embryonale Entwicklung der Daphniden. Ibid. Bd. V.
902. SVEN EKMAN, Beiträge zur Kenntnis der Phyllopodenfamilie Polyartemidae. Bih. K. Svenska Vet.-Akad. Handling. Bd. XXVIII. Afd. IV.
76. G. FICKER, Zur Kenntnis der Entwicklung von *Estheria ticinensis*. Sitzb. d. K. K. Akad. d. Wissensch. Wien. I. Abt. Bd. LXXIV.
79. A. GERSTAECKER, BRONNS Klassen und Ordnungen. Bd. V. I. Abt. I. Hälfte. Leipzig und Heidelberg.
79. C. GROBBEN, Die Entwicklungsgeschichte der *Moina rectirostris*, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Anatomie der Phyllopoden. Arb. Zool. Inst. Wien. Bd. II.
80. — Die Antennendrüse der Crustaceen. Ibid. Bd. III.
53. ED. GRUBE, Bemerkungen über die Phyllopoden, nebst einer Übersicht ihrer Gattungen und Arten. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 19. Bd. I. Jahrg. 20. Bd. I.
63. — Über die Phyllopoden mit zweiklappiger Schale. 40. Jahresber. der Schles. Ges. f. vaterl. Kultur (f. d. J. 1862).
65. — Über die Gattung *Estheria* und *Limnadia* und einen neuen *Apus*. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 31. Bd. I.
97. GRUVEL, Sur quelques points de l'histologie des muscles des cirripèdes. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences. Paris. Tom. CXXIII.
93. H. J. HANSEN, Zur Morphologie der Gliedmaßen und Mundteile bei Crustaceen und Insekten. Zool. Anzeiger. Bd. XVI.
99. M. HEIDENHAIN, Über die Struktur der Darmepithelzellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LIV.
04. J. FR. HERMANN, Mémoire aptérologique. Publié par Hammer, Strassbourg.
902. NILS HOLMGREN, Über das Verhalten des Chitins und Epithels zu den unterliegenden Gewebearten bei Insekten. Anat. Anzeig. Bd. XX.
81. TH. HUXLEY, Der Krebs. Eine Einleitung in das Studium der Zoologie. Leipzig.
42. N. JOLY, Note sur les genres *Limnadia*, *Estheria*, *Cyzicus* et *Isaura*. Ann. Scienc. natur. Zool. II. Sér. Tom. XVII.
80. S. JOURDAIN, Sur les cylindres sensoriels de l'antenne interne des Crustacées. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences. Paris. Tom. XCI.
64. C. B. KLUNZINGER, Beiträge zur Kenntnis der Limnadiden. Diese Zeitschr. Bd. XIV.
903. E. KOTTE, Beiträge zur Kenntnis der Hautsinnesorgane und des peripheren Nervensystems der Tiefseedecapoden. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. Bd. XVII.
902. A. LABBÉ, Sur la continuité fibrillaire des cellules épithéliales et des muscles chez les *Nebalia*. Compt. rend. de l'Acad. des Sc. Paris. T. CXXXV.
50. A. LEREBoullet, Observation sur le cœur et sur la circulation dans la *Limnadia Hermanni* et dans les *Daphnies*. Mém. Soc. Mus. d'hist. nat. Strassbourg. Tom. IV.
65. — Über den Bau der *Limnadia Hermanni*. Amtl. Ber. 39. Vers. deutsch. Naturf. u. Ärzte. (64).

66. A. LEREBoullet, Observation sur la génération et le développement de la Linnadie de Hermann. Ann. Sc. natur. Zool. V. Sér. Tom. V.
51. FR. LEYDIG, Über *Artemia salina* und *Branchipus stagnalis*. Diese Zeitschr. Bd. III.
- 60 a. — Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen.
- 60 b. — Über Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten. Arch. Anat. u. Physiol.
758. C. LINNÉ, *Systema naturae*. Tom. I. Pars. V. Ed. X. p. 3003.
77. V. LILLJEBORG, Synopsis Crustaceorum Suecicorum ordinis Branchiopodorum et subordinis Phylloporum. Nov. Act. Acad. Scient. Upsal. Vol. extr. ordin. edit.
903. S. MAZIARSKI, Sur les rapports des muscles et de la cuticule chez les crustacés. Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie. Cl. math. et nat.
903. F. MERKEL, Über *Limnadia gigas* (Hermann). Mitteil. des badisch. zool. Vereins. 16.
40. M. MILNE EDWARDS, Histoire naturelle des Crustacés. Paris.
83. A. S. PACKARD, A Monograph of North-American Phyllopod Crustacea. 12. Ann. Rep. U. St. Geol. Geogr. Survey. Washington.
85. P. PELSENER, Observations on the nervous system of *Apus*. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. XXV.
88. VOM RATH, Über die Hautsinnesorgane der Insekten. Diese Zeitschr. Bd. XLVI.
91. — Zur Kenntnis der Hautsinnesorgane der Crustaceen. Zool. Anzeiger. Bd. XIV.
- 90 a. G. RETZIUS, Zur Kenntnis des Nervensystems der Crustaceen. Biolog. Untersuch. Neue Folge I.
- 90 b. — Muskelfibrille und Sarkoplasma. Ibid.
95. — Das sensible Nervensystem der Crustaceen. Ibid. Neue Folge VII.
83. F. RICHTERS, *Limnadia Garretti* n. sp. Abh. SENCKENBERG. Nat. Ges. Bd. XII.
75. J. SAHLBERG, Om Finlands hittills kända Phyllopoder och återfinnandet af LINNÉ's *Monoculus lenticularis*. Notiser ur Sällsk. pro fauna et flora Fennica förhandl., ny serie 11te häft¹.
96. G. O. SARS, Fauna Norvegiae. Bd. I. Christiania.
103. — Fresh-Water Entomostraca from China and Sumatra. Arch. f. Mathem. og. Naturv. Bd. XXV. Kristiania.
71. TH. v. SIEBOLD, Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. Leipzig.
86. E. SIMON, Etude sur les Crustacés du sousordre des Phyllopodés. Ann. Soc. Entom. de France. 6. Série. VI.
75. FR. SPANGENBERG, Zur Kenntnis von *Branchipus stagnalis*. Diese Zeitschr. Bd. XXV. Suppl.
78. — Bemerkungen zur Anatomie der *Limnadia Hermanni* Brongn. Ibid. Bd. XXX. Suppl.
902. K. W. SPENCER, Zur Morphologie des Zentralnervensystems der Phyllopoden. Diese Zeitschr. Bd. LXXI.
41. E. G. ZADDACH, *De apodis cancriformis* Schaeff. Dissertatio inauguralis. Bonnae.

¹ Ich konnte diese Arbeit leider nicht im Original lesen.

901. F. VEJDOVSKÝ, Zur Morphologie der Antennen- und Schalendrüse der Crustaceen. Diese Zeitschr. Bd. LXIX.
 74. A. WEISMANN, Über Bau und Lebenserscheinungen von *Leptodora hyalina*. Diese Zeitschr. Bd. XXIV.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren beziehen sich auf *Limnadia lenticularis* L. und sind mit Ausnahme von Fig. 1, 2 und 9 mit Hilfe des ABBESchen Zeichenapparates (Mikroskop von ZEISS) entworfen.

Gemeinsame Bezeichnungen:

<i>A</i> ¹ , erste Antenne;	<i>Exp</i> , Exopodit;
<i>A</i> ² , zweite oder Ruderantenne;	<i>Exp.f.</i> , Fortsatz des Exopodits;
<i>Ag.e.</i> , einfaches Auge;	<i>Fst</i> , Furcalstacheln des Abdomens;
<i>Ag.e.f.</i> , Fortsatz des einfachen Auges;	<i>fx</i> , Fettzelle;
<i>Agk.</i> , Augenkammer;	<i>G</i> ¹ , Unterschlundganglion;
<i>Agk.oe.</i> , Öffnung derselben;	<i>G</i> ² , Ganglion des Mandibelsegments;
<i>Agk.or.</i> , Augenkammerorgan;	<i>G</i> ³ , Ganglion des ersten Maxillensegments;
<i>Ag.ss.</i> , zusammengesetzte Augen;	<i>G</i> ⁴ , Ganglion des zweiten Maxillensegments;
<i>ans.</i> , anisotrope Muskelsubstanz;	<i>G</i> ⁵ , <i>G</i> ⁶ — <i>G</i> ³⁰ , Ganglien der Thorakalsegmente;
<i>B</i> , Bein;	<i>G.Ag.e.</i> , Ganglion des einfachen Auges;
<i>bs</i> , Cuticularsaum des Mitteldarmepithels;	<i>G.opt.</i> , Ganglion opticum;
<i>bx</i> , Blutkörper;	<i>G.vs.</i> , Visceralganglion;
<i>Cbr.</i> , Cerebralganglion;	<i>H</i> , Herz;
<i>ck</i> , Zentralkörper des Cerebralganglion;	<i>hm</i> , Hiillmembran des Ovariums;
<i>Cl</i> , Längskommissur;	<i>is</i> , isotrope Muskelsubstanz;
<i>cnf.</i> , Connectivfaser;	<i>kep</i> , Keimepithel;
<i>Cq.G</i> ¹ , Querkommissur d. Unterschlundganglien;	<i>L</i> , Leberschläuche;
<i>Cq.h.</i> , hintere Querkommissur der Thorakalsegmente;	<i>Lbr.</i> , Oberlippe;
<i>Cq.v.</i> , vordere Querkommissur der Thorakalsegmente;	<i>M</i> , Muskel;
<i>Cq.vs.</i> , Querkommissur der Visceralganglien;	<i>M.A</i> ¹ , Muskel der ersten Antenne;
<i>Cs</i> , Endsäckchen der Schalendrüse;	<i>M.A</i> ² , Muskel der zweiten Antenne;
<i>cu</i> , Cuticula;	<i>M.Ag.</i> , Muskel der zusammengesetzten Augen;
<i>d</i> , Abdominaldorn;	<i>M.B.I—XI</i> , Beinmuskeln;
<i>d.ep.</i> , Epithel des Mitteldarmes;	<i>M.c.</i> , Connectivmuskel zwischen dem Körper und der Schale;
<i>Dil.</i> , Dilatoren;	<i> Md</i> , Mitteldarm;
<i>do</i> , Dotterkörner der Eizelle;	<i>Mdb</i> , Mandibel;
<i>Ed</i> , Enddarm;	<i>M.dr.</i> , dorsaler Längsmuskel;
<i>Endp.</i> , Endopodit;	<i>M.dv.</i> , dorsoventraler Muskel;
<i>epd.</i> , Epidermis;	<i>Ml</i> , Längsmuskel;
<i>Epp.</i> , Epipodit;	<i>M.Lbr.</i> , Oberlippenmuskeln;

<i>M.l.Lbr.</i> , Levator der Oberlippe;	<i>Nph.f.</i> , Nephridialanhang;
<i>M.Mdb.I—III.</i> Muskeln der Mandibel;	<i>Npl.Ed.</i> , Nervenplexus des Enddarmes;
<i>M.Mx¹</i> , Muskel der ersten Maxille;	<i>Npl.Lbr.</i> , Nervenplexus der Oberlippe;
<i>M.Mx²</i> , Muskel der zweiten Maxille;	<i>N.Sch.</i> , Nerven für den Adductor der Schale;
<i>M.P.</i> , Gaumenmuskel;	<i>N.So.</i> , Nerv des Scheitelorgans;
<i>Mr.</i> , Ringmuskel;	<i>Or.</i> , Mundöffnung;
<i>M.Sch.</i> , Adductor der Schale;	<i>Ov.</i> , Ovarium;
<i>M.t.</i> , transversaler Muskel;	<i>Ovd.</i> , Oviduct;
<i>M.v.</i> , ventraler Längsmuskel;	<i>ovs.</i> , Ovarialsekret;
<i>M.Vd.</i> , Dilatatoren des Schlundes;	<i>Pp.</i> , Protopodit;
<i>Mx¹</i> , erste Maxille;	<i>Prt.</i> , Peritonealmembran;
<i>Mx²</i> , zweite Maxille;	<i>Psb.</i> , Punktsubstanz des Nervensystems (Neuropil);
<i>Mxf.</i> , Maxillarfortsatz des Beines;	<i>rtx.</i> , Retinazellen;
<i>N.</i> , Nerv;	<i>Sch.</i> , Schale;
<i>n.</i> , Nucleus;	<i>sep.</i> , Sekretzellen des Ovarialepithels;
<i>N.A¹</i> , Nerv der ersten Antenne;	<i>Si.B.</i> , Sinnesborsten;
<i>N.A²</i> , Nerv der zweiten Antenne;	<i>six.</i> , Sinneszelle;
<i>N.B.</i> , Beinnerv;	<i>sm.</i> , Stützmembran des Mitteldarmes;
<i>N.Lbr.</i> , Nerv der Oberlippe;	<i>So.</i> , Scheitelorgan;
<i>N.M.</i> , Nerv der Thorakalmuskulatur;	<i>Spd.</i> , Speicheldrüse;
<i>n.M.</i> , Nucleus der Muskelfaser;	<i>Spd.a.</i> , Ausführung der Speicheldrüse;
<i>N.Mdb.</i> , Nerven für die Mandibeln;	<i>srp.</i> , Sarkoplasma;
<i>N.Mx¹</i> , Nerven für die ersten Maxillen;	<i>Vd.</i> , Oesophagus;
<i>N.Mx²</i> , Nerven für die zweiten Maxillen;	<i>V.Se.</i> , Bauchlamelle;
<i>n.N.</i> , Nucleus der Nervenfasern;	<i>zs.</i> , Zwischenscheibe der Muskelfasern.
<i>N.opt.</i> , Nerv des zusammenges. Auges;	
<i>Nph.</i> , Kanal der Schalendrüse (Nephridium);	

Tafel XIX.

Fig. 1. Das Tier in natürlicher Größe; rechte Seitenansicht.

Fig. 2. Etwas schematisiertes Gesamtbild von der rechten Seite. Vergr. 15.

Fig. 3. Längsschnitt durch den Oviduct aus einem Querschnitte durch den Tierkörper (Fig. 17). DELAFIELD'sches Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 100.

Fig. 4. Längsschnitt durch die Wand des Zentralkanals des Ovariums (Eierbehälter). Schnittdicke 3 μ . Hämatoxylin, Kaliumchrom. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 5. Längsschnitt durch die Wand einer Verzweigung des Ovariums. Dasselbe Präparat und dieselbe Vergr. wie Fig. 4.

Fig. 6. Schnitt durch eine Verzweigung des Ovariums mit einem jungen und einem ausgewachsenen Ei. Schnittdicke 3 μ . Hämatoxylin, Kaliumchrom. Vergr. 180. *oz.*, Eizelle; *nz.*, Nährzellen; *F.*, Follikel; *Fl.*, entleerter Follikel.

Fig. 6a. Randpartie eines ausgewachsenen Eies. Dasselbe Präparat wie Fig. 6. Obj. 2 mm, Oc. 8. Vergr. 1000.

Fig. 7. Schnitt durch ein fertiges Ei, das im Ausschlüpfen in den Zentralkanal des Ovariums begriffen ist. Dasselbe Präparat und dieselbe Vergrößerung wie Fig. 6.

Fig. 8. Teil eines Querschnittes durch die Herzwand. Hämatoxylin, Kaliumchrom. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Tafel XX.

Fig. 9. Vorderer Teil des Körpers mit der Anordnung der Muskulatur. Rechte Seitenansicht. Vergr. 15.

Fig. 10. Linke Ruderantenne von der Außenseite betrachtet. Vergr. 15. *b*, erstes Basalglied mit dem Seitenanhang; *b*₁, zweites Basalglied; *ca*, Außenast; *en*, Innenast.

Fig. 10*a*. Hakenförmige Dornen der Ruderantenne stärker vergrößert.

Fig. 11. Neuntes Bein der linken Seite von vorn gesehen. Osmiumsäure. Vergr. 25. I—IV, die vier Lappen des Endopodits.

Fig. 12. Oberlippe von der nach der Mundhöhle gerichteten Fläche gesehen. Alaunkarmin. Vergr. 20. *ep*, sog. Epipharynx; *a*, äußerer, *i*, innerer Vorsprung der Oberlippe.

Fig. 13. Erste Antenne. Seitenansicht. Osmiumsäure. Vergr. 35.

Fig. 14. Mundgliedmaßen. Ventralansicht. Vergr. 35. *ke*, Kauzyylinder; *v*, chitinöse Verdickung.

Fig. 15. Kaufläche der Mandibel. Vergr. 75. Linie *AB* zeigt die Richtung des Schnittes, welcher auf der Figur 22 abgebildet ist. *R*, Rinnen.

Fig. 16. Kombierter Querschnitt durch den vorderen Körperteil in der auf Fig. 9 durch die beiden Pfeile (16) angegebenen Richtung. DELAFIELD'sches Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 20.

Fig. 17. Kombierter Querschnitt durch das elfte Beinsegment. DELAFIELD'sches Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 20.

Fig. 18*a—f*. Verschiedene Bildungsstadien der Beinborsten während der Häutung. Boraxkarmin. Vergr. 100.

Tafel XXI.

Fig. 19. Querschnitt durch die äußere Chitinhaut der Schale. Schnittdicke 4 μ . Hämatoxylin, Kaliumchromat, Wasser. Obj. 2 mm, Oc. 12. Vergr. 1500. *a*, *b*, *c*, drei Chitinlagen.

Fig. 20. Kleiner Teil der Cuticula einer verdauten ersten Antenne. Flächenansicht. Methylviolett, Wasser. Obj. 2 mm, Oc. 12. Vergr. 1500. Einstellung tief.

Fig. 21. Dieselbe Partie und dieselbe Vergrößerung wie Fig. 20. Einstellung hoch.

Fig. 22. Längsschnitt durch die Kaufläche der Mandibel. Schnittdicke 2 μ . Hämatoxylin, Kaliumchromat, Wasser. Vergr. 100. *cu*₁, *cu*₂, *cu*₃, die drei Lagen des Chitins.

Fig. 23. Teil desselben Längsschnittes wie Fig. 22. Obj. 2 mm, Oc. 8. Vergr. 1000.

Fig. 24. Schräger Querschnitt durch die Kaufläche der Mandibel. Schnittdicke 2 μ . Hämatoxylin, Kaliumchromat, Wasser. Obj. 2 mm, Oc. 8. Vergr. 1000.

Fig. 25. Teil eines Querschnittes durch die Ventralwand des Thorax. Epidermis der Bauchrinne mit der dorsal darüber liegenden Bauchlamelle. Boraxkarmin, Eisenhämatoxylin. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 26. Flächenansicht der Schale von der inneren Seite aus der Umgebung der Schalendrüse. Boraxkarmin. Obj. 2 mm, Oc. 8. Vergr. 1000. *epd.i*, die großen Epidermiszellen der inneren Wand; *epd.a*, die viel kleineren der äußeren Wand.

Fig. 27. Querschnitt durch die Schale. Schnittdicke 5μ . Hämatoxylin, Kaliumchromat. Obj. 2 mm, Oc. 8. Vergr. 1000.

Fig. 28. Längsschnitt durch eine kleine Partie einer ventralen Muskelfaser. Schnittdicke 1μ . Gentianaviolett, Wasser. Obj. 2 mm, Oc. 18. Vergr. 2250.

Fig. 29. Anheftungsstelle des Mandibelmuskels an der Cuticula. Aus einem Querschnitt durch den vorderen Körperteil. Schnittdicke 5μ . Hämatoxylin, Kaliumchromat, Säurefuchsin, Wasser. Obj. 2 mm, Oc. 8. Vergr. 1000.

Fig. 30. Ein anderer Schnitt durch denselben Muskel. *se*, Sehne. Behandlung und Vergrößerung wie Fig. 29.

Fig. 31. Anheftungsstelle des Schalenmuskels an der Epidermis. Nach demselben Präparat wie die Fig. 29 und 30. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 32. Sagittalschnitt durch die Oberlippe und den Oesophagus. Schnittdicke 5μ . Boraxkarmin, Osmiumsäure, Holzessig. Vergr. 44. *a*, äußerer, *i*, innerer Vorsprung der Oberlippe.

Fig. 33 *a* u. *b*. Schräger Flächenschnitt durch das Epithel des Mitteldarmes. Dasselbe Präparat wie die Fig. 32. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500. *x*, Einschlußkörper.

Fig. 34 u. 35. Querschnitte durch die Wand des Mitteldarmes. Dasselbe Präparat und dieselbe Vergrößerung wie Fig. 33.

Fig. 35 *a*. Inneres Ende einer Darmepithelzelle mit dem Cuticularsaum. Dasselbe Präparat wie Fig. 35. Obj. 2 mm, Oc. 12. Vergr. 1500.

Fig. 36. Querschnitt durch das Abdomen. Boraxkarmin, Osmiumsäure Holzessig. Vergr. 78.

Fig. 37. Querschnitt durch die Schale in der Region der Schalendrüse, DELAFIELDSches Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 100.

Fig. 38. Querschnitt durch die Wand des Nephridialkanals mit einem Connectivstrang zwischen letzterem und den Epidermiszellen. Schnittdicke 3μ . Hämatoxylin, Kaliumchrom., Wasser. Obj. 2 mm, Oc. 8. Vergr. 1000.

Fig. 39. Endanhang des Nephridialkanals in toto. Osmiumsäure. Vergr. 78.

Fig. 39 *a*. Stückchen der Wand des Nephridialanhangs im optischen Längsschnitt. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Tafel XXII.

Fig. 40. Medianer Sagittalschnitt durch den ventralen Teil des Kopfes. Boraxkarmin, Osmiumsäure, Holzessig. Vergr. 44. *kkg*, Kristallkegel; *kkgz*, Kristallkegelzellen.

Fig. 40 *a*. Seitlicher Sagittalschnitt durch das Cerebralganglion. Dasselbe Präparat und dieselbe Vergrößerung wie Fig. 40.

Fig. 41. Eine Anzahl aufeinanderfolgender Querschnitte durch das Cerebralganglion mit dem einfachen Auge. DELAFIELDSches Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 44. Die Zahlen I—IV an der Fig. 40 *a* zeigen die Regionen, durch welche die Schnitte I—IV geführt sind.

Fig. 42. Unterschlundganglien mit den Visceralganglien und dem Nervenplexus der Oberlippe (Kombinationsbild von Querschnitten Fig. 16). DELAFIELDSches Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 44.

Fig. 43. Vorderer Teil des Zentralnervensystems von der Ventralseite. Totalpräparat. Boraxkarmin. Vergr. 20.

Fig. 43 *a*. Sagittalschnitt durch ein Ganglion der Bauchkette. Hämatoxylin, Kaliumchromat. Vergr. 100.

Fig. 44. Sagittalschnitt durch die Mitte der Bauchrinne mit der Bauchlamelle und den Querkommissuren der Bauchkette. Boraxkarmin, Osmiumsäure, Holzessig. Vergr. 44.

Fig. 45. Scheitelorgan in toto. Rechte Seitenansicht. Osmiumsäure. Vergr. 78.

Fig. 46. Horizontalschnitt durch den distalsten Teil des Scheitelorgans. Schnittdicke 3 μ . Hämatoxylin, Kaliumchromat., Säurefuchsin. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 47. Teil eines Längsschnittes durch die erste Antenne. Ein Geruchsorgan. Schnittdicke 3 μ . Hämatoxylin, Kaliumchromat., Säurefuchsin. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500. *pok*, Porenkanal; *h*, Cuticularfortsatz.

Fig. 47a. Porenkanal eines Endorgans der ersten Antenne. Obj. 2 mm, Oc. 8. Vergr. 1000. *axs*, Achsenstrang.

Fig. 48. Aufeinanderfolgende Querschnitte durch ein Geruchsorgan der ersten Antenne. Schnittdicke 3 μ . Hämatoxylin, Kaliumchromat., Säurefuchsin. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500. Die horizontalen Striche I—VI auf Fig. 47 zeigen die Regionen an, durch welche die Schnitte I—VI geführt sind.

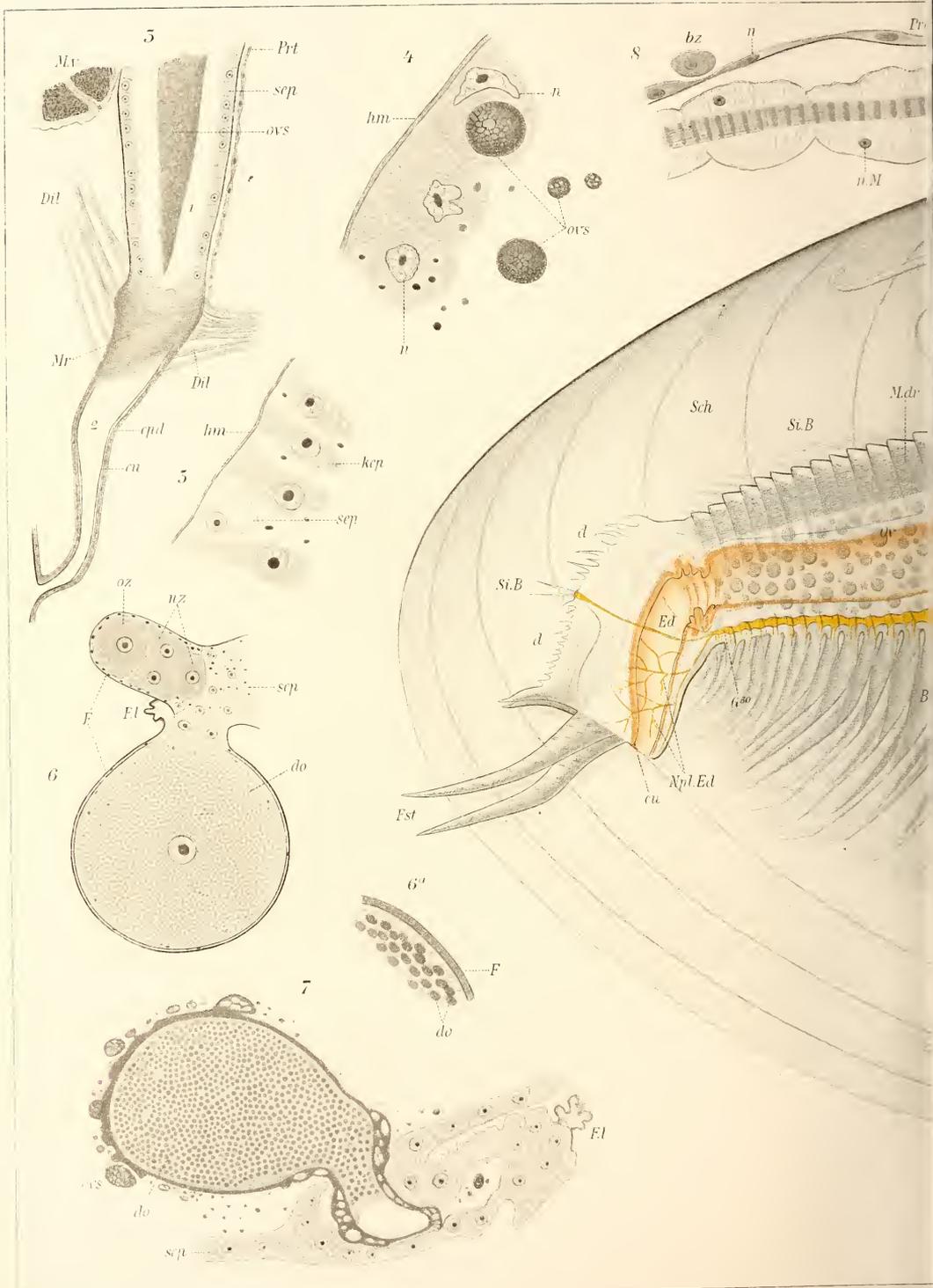
Fig. 49. Längsschnitt durch die vollentwickelte Basis der Sinnesborsten des Endopodits. Boraxkarmin. Vergr. 320.

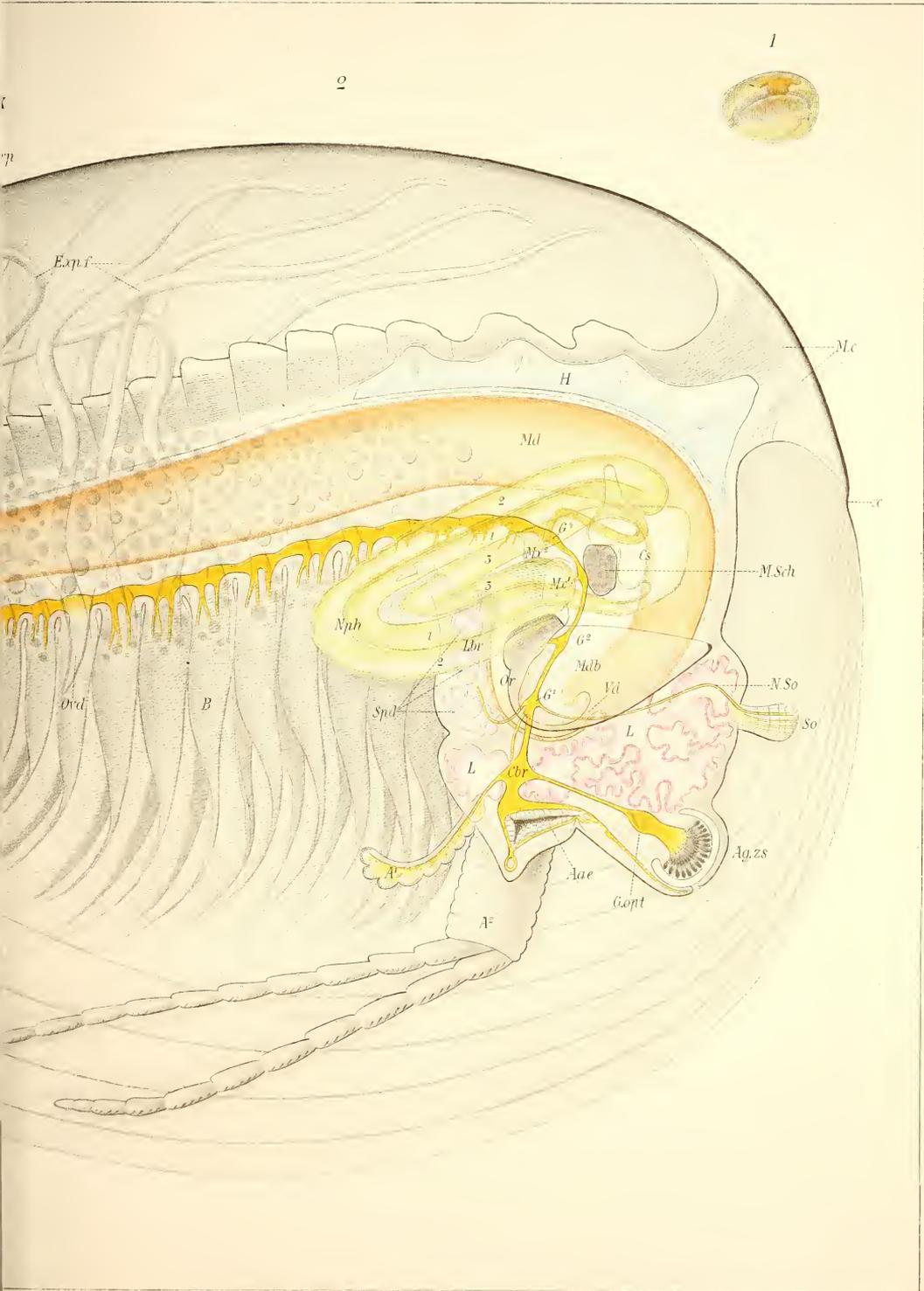
Fig. 50. Längsschnitt durch eine in Häutung begriffene eingestülpte Sinnesborste des Endopodits. Boraxkarmin. Vergr. 180.

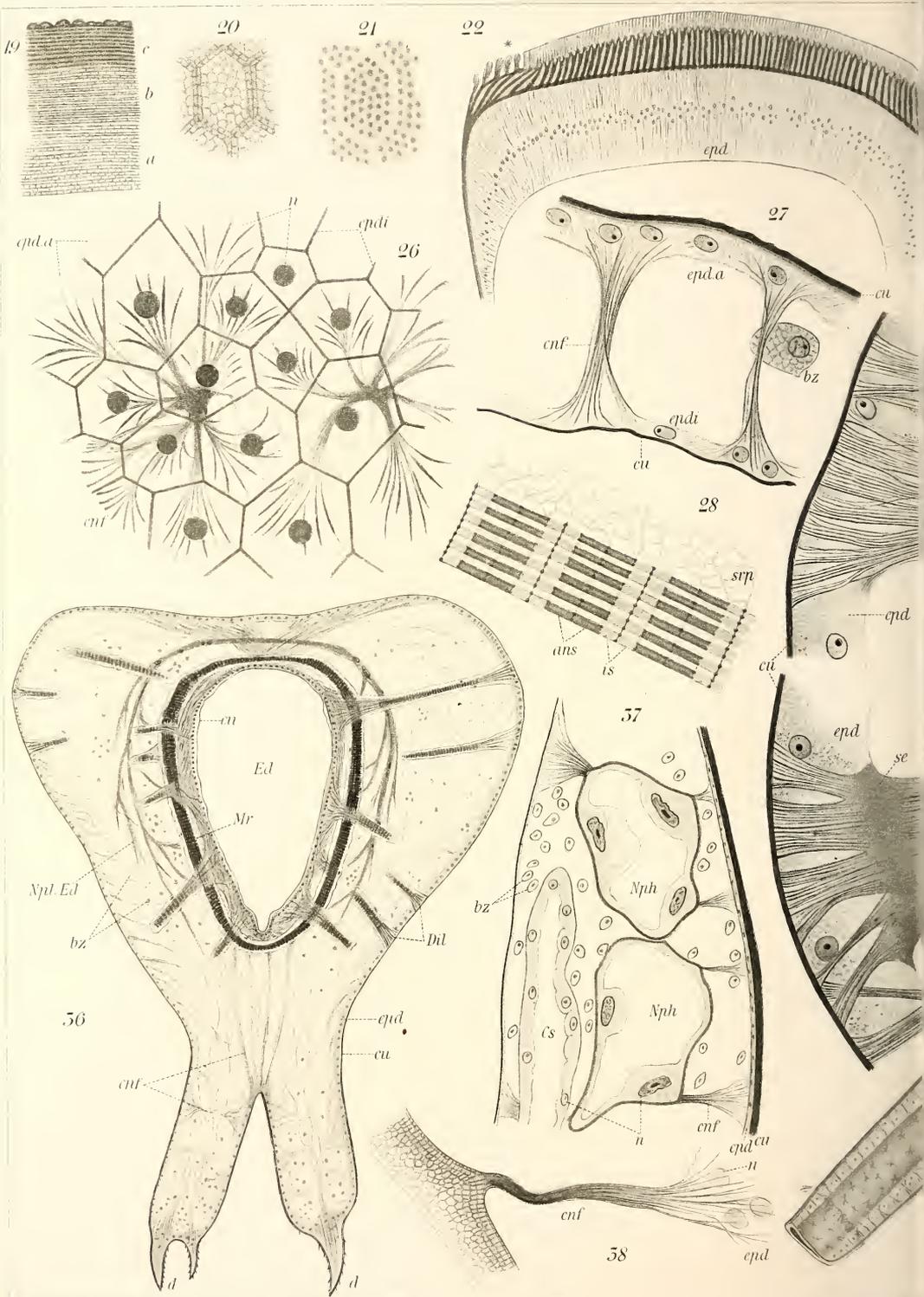
Fig. 51. Längsschnitt durch das zweite Basalglied der Ruderantenne mit Nerven der Sinnesborsten. DELAFIELDSches Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 44.

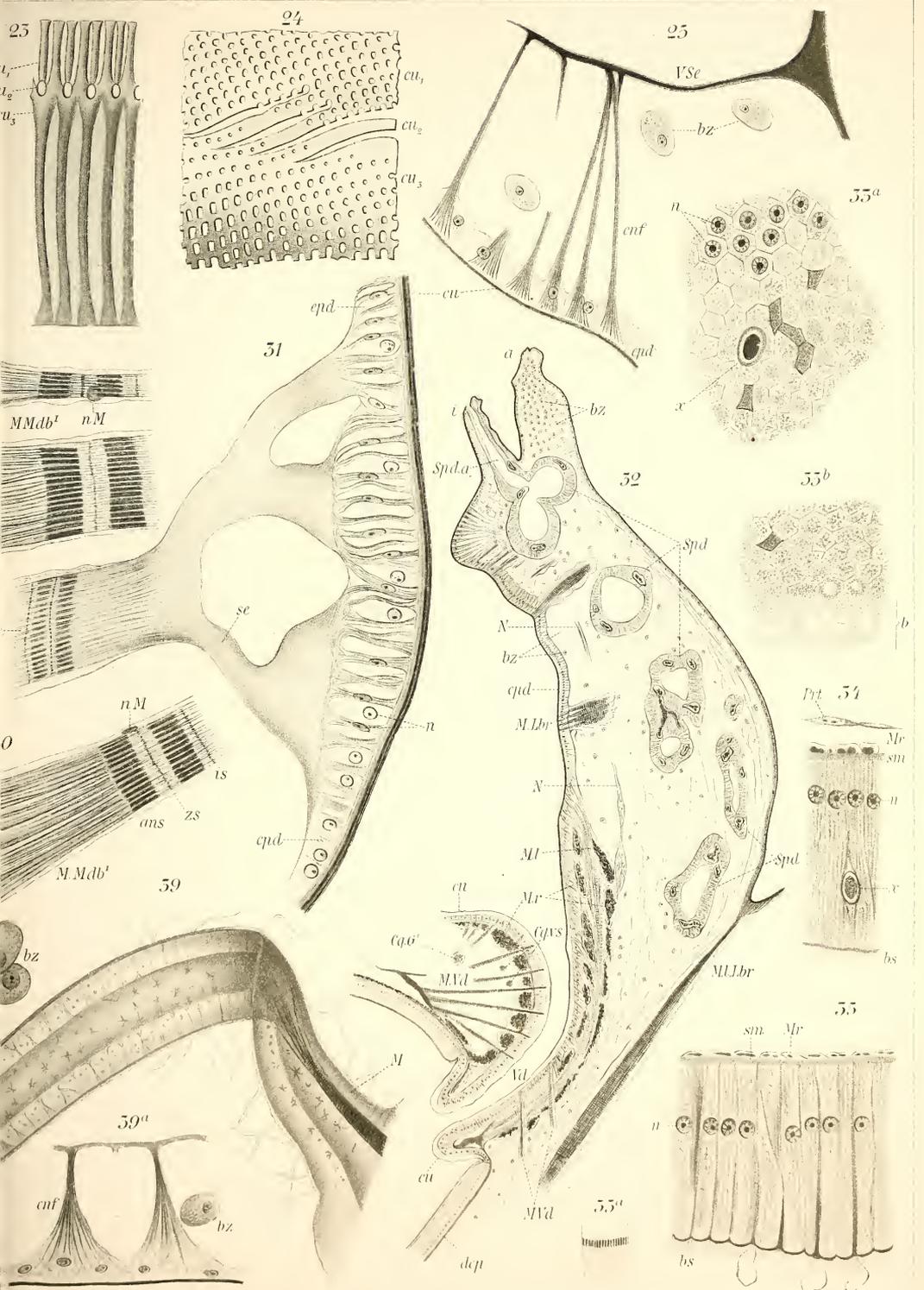
Fig. 52. Sagittalschnitt durch das Abdomen mit einem Dorn und einer Sinnesborste. Boraxkarmin, Osmiumsäure, Holzessig. Vergr. 100. *ng*, Netzgerüst.

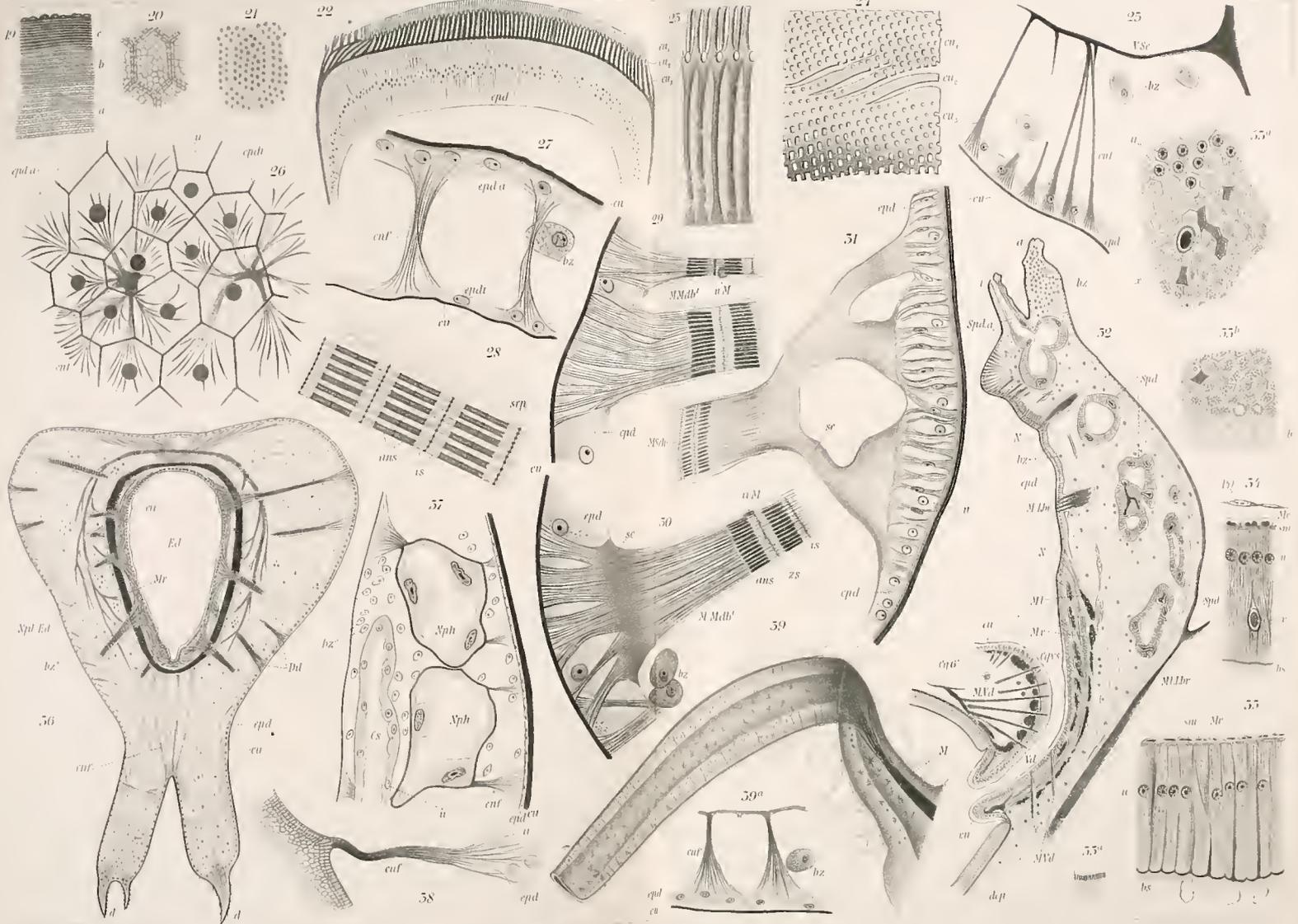
Zeitschrift f.wiss. Zoologie Bd. LXXVIII.

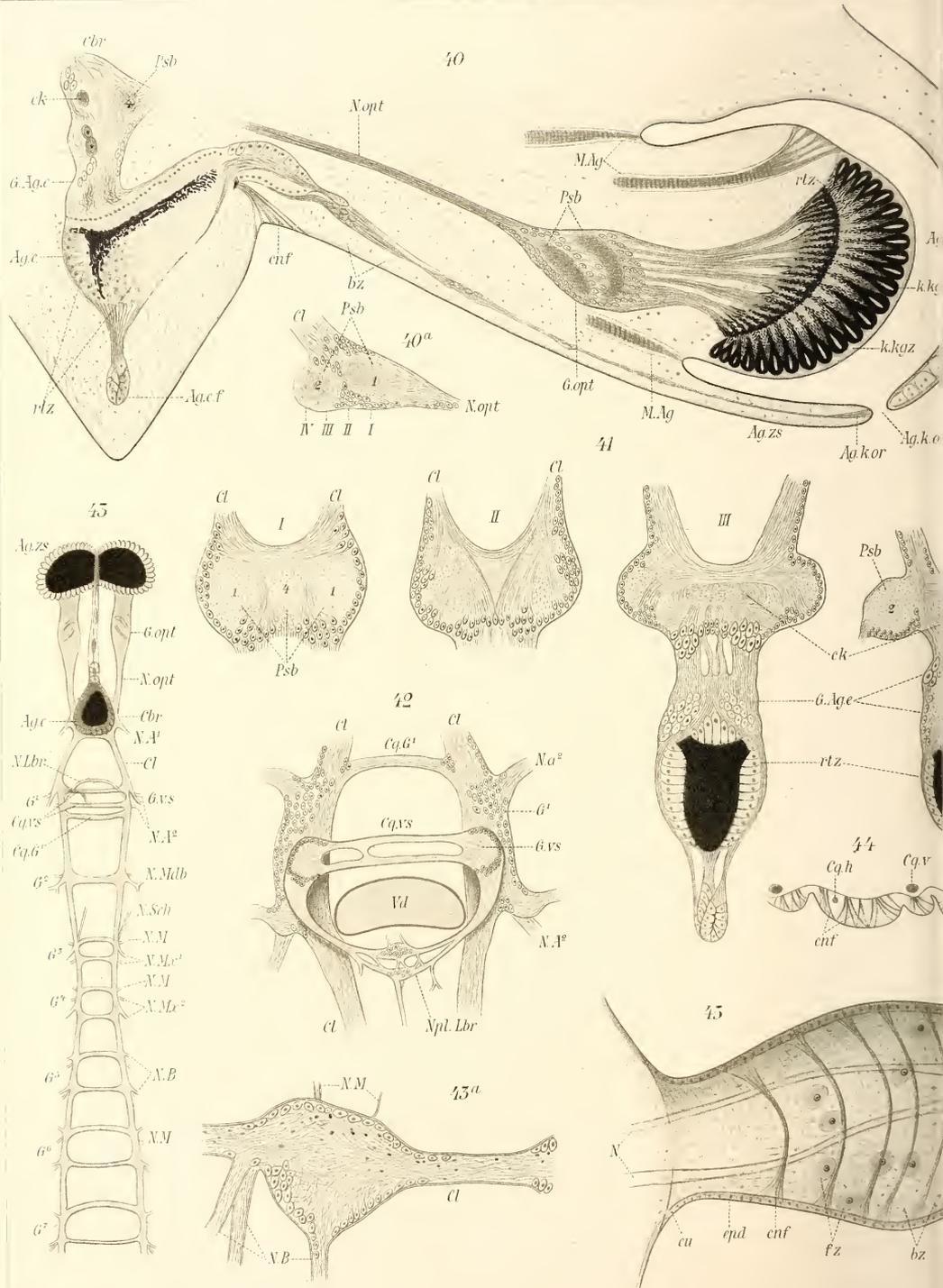














ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [78](#)

Autor(en)/Author(s): Nowikoff Michael

Artikel/Article: [Untersuchungen über den Bau der Limnadia lenticularis L.
561-619](#)