

Ueber den feineren Bau des Herzens bei Malakostraken.

Von

Witold Gądzikiewicz.

Hierzu Tafel V—VIII und 6 Figuren im Text.

Die feinere Struktur des Herzens bei Malakostraken und bei Crustaceen überhaupt war bis jetzt sehr wenig untersucht. Zwar weist die Histologie des Herzens der höheren Formen eine ziemlich reichhaltige Literatur auf, doch hat diejenige der niederen (z. B. Leptostraken, Isopoden, Cumaceen) nur wenige Forscher beschäftigt.

Meine Arbeit habe ich mit der Untersuchung des Herzens von *Astacus* begonnen. Doch erschien nach ein paar Monaten eine Arbeit von BERGH, welche zwar nicht alle Punkte berührte, jedoch in den behandelten vollkommen mit meinen Beobachtungen übereinstimmt. Kurz vor Abschluß meiner Untersuchungen erhielt ich eine von S. STECKA im NUSBAUMSchen Laboratorium zu Lemberg ausgeführte Arbeit, welche die Verhältnisse des Herzens von *Astacus* klar und geradezu erschöpfend behandelt. Daher sehe ich von einer Darlegung meiner Ergebnisse, welche in diesen Punkten fast nur eine Wiederholung derjenigen STECKAS sein würden, ab. Immerhin möchte ich mir vorbehalten, in einer späteren Arbeit auf die Verhältnisse des Myocards der Decapoden zurückzukommen.

Später erst fing ich mit der Untersuchung niederer Malakostraken, nämlich der Leptostraken, Isopoden u. s. w. an. Die interessantesten und sehr verschiedenartigen Verhältnisse traf ich bei Isopoden und Amphipoden, welchen beiden Gruppen ich daher auch die größte Aufmerksamkeit schenkte. Ich habe mir vorgenommen, in dieser Arbeit nur die Resultate der eigenen Untersuchungen, sowie die sich direkt daraus ergebenden Folgerungen möglichst kurz und bündig darzulegen; Zitate und Besprechungen

über die Literatur sollen nur so viel gebraucht werden, wie zum Verständnis absolut notwendig sind.

Die Meeresformen, welche Herr Prof. A. LANG die Güte hatte für mich von Neapel zu beziehen, waren hauptsächlich mit Pikronitrat, zum Teil auch mit Sublimat fixiert. Als Fixierungs- und Erweichungsmittel für Gammarus und Porcellio habe ich HENNINGSche Flüssigkeit (Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. XVII, 1900, p. 312) und GILSONsche Flüssigkeit (La Cellule, T. XIV, 1898, p. 374) benutzt; beide geben sehr gute Resultate; das Chitin ist weich und läßt sich leicht schneiden. Wo es immer nur möglich war, habe ich trotzdem die Cuticula entweder vom ganzen Körper abpräpariert (Idothea) oder das Herz allein verarbeitet. Für kleinere Objekte empfiehlt es sich auch, da das Herz direkt unter der dorsalen Cuticula liegt, nur die ventrale wegzupräparieren und das Objekt derartig beim Schneiden zu orientieren, daß das Messer des Mikrotoms zuerst auf die von der Cuticula befreite Bauchseite trifft; hierdurch wird bei etwaigem Zerreißen der dorsalen Cuticula trotzdem eine Verletzung des Herzens vermieden (Nebalia, Cuma).

Von den verschiedenen Färbungsmethoden, welche ich gebraucht habe, gibt Eisenhämatoxylin für die feineren Strukturverhältnisse unvergleichlich bessere Resultate als irgend eine andere Methode. In vielen Fällen kann sie auch für die Zellgrenzenbestimmung die Silbermethode ersetzen, wobei sie noch den Vorteil hat, im Vergleich zur Versilberung fast keine oder keine störenden Niederschläge zu geben. Verwendet wurde die HEIDENHAINsche Vorschrift (Zeitschr. wiss. Mikrosk., Bd. IX, p. 204), jedoch wurde der Aufenthalt sowohl in der Hämatoxylin- wie in der Eisenlösung auf die Hälfte der vorgeschriebenen Zeit erniedrigt. Als Nachfärbung wurde Erythrosin verwendet, daneben aber auch das Pikrinsäure-Säurefuchsingemisch. Letztere Färbung scheint mir mindestens für Crustaceen als Unterscheidungsmittel zwischen Bindegewebsfasern und Muscularis vollständig wertlos zu sein. Häufig färben sich Muskelfasern rot und Bindegewebsfasern gelb, doch kommt auch das Umgekehrte vor. Von den anderen Färbungsmitteln ergab Safranin gute Erfolge. Sehr gute, dem Eisenhämatoxylin ähnliche Resultate liefert das Chromhämatoxylin nach ΑΡΆΤΗΥ (Mitt. Zool. Stat. Neapel, 1887, p. 744); es ist besonders für dickere Schnitte empfehlenswert.

Ich habe von allen Ordnungen der Malakostraken Repräsentanten untersucht:

- I. Leptostraca:
 - Nebalia
- II. Isopoda:
 - Idothea tricuspidata
 - Porcellio scaber
 - Praniza (Anceus)
- III. Amphipoda:
 - Gammarus pulex
 - Caprella acutifrons
- IV. Cumacea:
 - Cuma
- V. Schizopoda
 - Mysis lamornei
- VI. Stomatopoda:
 - Squilla mantis.

Nicht nur zwischen einzelnen Ordnungen, sondern auch zwischen den Formen innerhalb derselben Ordnung finde ich so große Unterschiede, daß ich mindestens jede Ordnung für sich beschreiben muß.

Leptostraca.

Ueber die histologische Struktur des Herzens bei *Nebalia* und bei Leptostraken überhaupt ist sehr wenig geschrieben. Nur CLAUS hat sehr wichtige Mitteilungen gemacht.

Die Herzwand besteht aus zwei scharf voneinander getrennten Lagen. Das höchste Interesse verdient die innerste, dem Lumen des Herzens zugekehrte Schicht. Sie besteht aus zwei hufeisenförmigen Faserreihen, welche sich auf der dorsalen und ventralen Seite miteinander verbinden (Fig. 6). Im einfachsten Falle besteht diese Schicht aus Ringmuskelfibrillen, welche von allen Seiten mit Sarkolemm umgekleidet sind. Die Membran desselben legt sich in viele Falten, die sehr häufig in gleichen Abständen und parallel zueinander verlaufen (Fig. 3); ähnliche Bilder hat BERGH für *Aeschnalarven* abgebildet, nur daß bei *Aeschna* die Kerne in einer einheitlichen äußeren Schicht liegen, während dieselben bei *Nebalia* unregelmäßig angeordnet sind.

Diese einfache Struktur ist ziemlich selten zu sehen (Fig. 2), sie findet sich nicht an einer bestimmten Stelle des Herzens, aber

doch am häufigsten in seinem vorderen Teile. An den meisten Stellen herrschen dagegen viel kompliziertere Verhältnisse, namentlich verdickt sich der dem Lumen zugekehrte plasmatische, innen vor der Muskulatur liegende Teil der Herzwand stark und bildet eine dicke innere Hülle. Bei weitgehender Verdickung kann das ganze Lumen fast bis zum Verschwinden eingeengt werden (Fig. 7). An anderen Stellen nimmt das Lumen einen ziemlich großen Raum ein, und die begrenzende innere Hülle ist mehr oder weniger mächtig (Fig. 6). Der Grund hierfür ist teilweise in dem Stadium — ob Systole oder Diastole — in welchem sich der betreffende Herzteil im Augenblick des Fixierens befand, zu suchen.

Diese innerste Hülle hat sehr viele unregelmäßig angeordnete Kerne; sehr häufig finden wir viel Kerne an einer Stelle; einige liegen in der Nähe der kontraktilen Substanz, andere sind unregelmäßig auf die ganze Breite der Hülle verteilt. CLAUS sagt über diese Schicht folgendes: „Die zahlreichen kleinen Kerne liegen der inneren, das Lumen begrenzenden Intima an, von der ich im Zweifel geblieben bin, ob dieselbe als besondere Bindegewebsmembran zu betrachten oder, was mich wahrscheinlicher dünkt, als innere sarkolemmartige Ausscheidung zu der Muskelschicht zu beziehen ist.“ Nun sehen wir aber im Längsschnitte (Fig. 1), daß diese Hülle nichts Selbständiges ist, sondern je um eine Gruppe Fibrillen kontraktiler Substanz ist ein Teil der Hülle durch eine deutliche, stark lichtbrechende Membran abgegrenzt. Bei oberflächlicher Betrachtung würde man diese durch eine Membran abgegrenzten Teile für Zellen halten, an deren Basis je Fibrillengruppen differenziert sind. Eine genauere Beobachtung zeigt aber, daß fast immer mehrere Kerne in diesen „Zellen“ vorhanden sind; ab und zu treibt ein Kern das Protoplasma höckerartig in das Herzlumen vor; an anderen Stellen hängt ein von einer Plasmazone umgebener Kern durch einen ziemlich dicken, kurzen Stiel mit der inneren plasmatischen Herzwandlage zusammen (Fig. 6, 1). Man kann alle Stadien zwischen den Höckern und den freien Blutkörperchen, welche ziemlich spärlich im Lumen zu finden sind, nachweisen. Diese Erscheinung läßt nur zwei Auffassungen zu: entweder werden die Blutkörperchen von der inneren Hülle abgespalten, oder sie verschmelzen mit derselben.

Die Kerne der Hüllzellen sind nicht alle gleichartig: einige sind sicher Muskelzellkerne; im Gegensatz zu ihnen färben sich sehr viele nur mit starken Plasmafarbstoffen (Erythrosin) (Fig. 5, 4), während andere sowohl Kern- als auch Plasmafärbung

annehmen, so daß es im Einzelfalle durchaus nicht immer möglich ist, zu entscheiden, ob es sich um einen Muskelkern oder einen jener anderen Kerne handelt. Gerade diese sich nur mit starken Plasmafärbstoffen färbenden Kerne (sie liegen häufig massenhaft in der dem Herzlumen zugekehrten Schicht) zeigen alle möglichen Größen, von Granulagröße bis zu normaler Kerngröße. Aus diesem Grunde halte ich die Auffassung, daß die Blutkörperchen von den Hüllzellen aufgenommen werden, für die richtigere. Es ist sogar möglich, die verdickte innere Hüllschicht lediglich als Verschmelzungsprodukt von Blutkörperchen aufzufassen, die sich an die Muskelzellen angelagert haben. Später können die Blutkörperchen sogar vom Plasma der Muscularis umschlossen und absorbiert werden. Die Kerne dieser Blutkörperchen gehen nach der Verschmelzung zu Grunde und lösen sich schließlich auf; die oben beschriebenen Kerne stellen, soweit sie nicht als Muskelkerne aufzufassen sind, verschiedene Stadien dieser Kernauflösung dar. Ganz ähnliche Bilder gibt DOFLEIN von der regressiven Metamorphose der Kerne der sich zur definitiven Eizelle vereinigenden Keimzellen von Tubularia.

[Er sagt unter anderem: „Im Absterben teilen sie (die Kerne) sich häufig auf amitotischem Wege. Schließlich wird ihre Substanz assimiliert.“ Nun finde ich bei *Nebalia* ab und zu (häufiger bei anderen Formen) amitotische Teilungen bei Kernen in der Herzwand. Das Resultat derselben sind kleinere Kerne, welche alle Zeichen der Degeneration aufweisen.]

Hierdurch würde dieser komplizierte Bau der meisten Herzteile aus dem selteneren, oben genannten einfachsten, nur durch Anlagerung und Verschmelzung von Blutzellen an die Muskelzellen und Absorbierung durch letztere entstehen.

Die äußere Schicht des Herzens besteht aus sehr großen Zellen mit riesigen Kernen, die an Größe oft die gewöhnlichen Kerne um das 10-fache übertreffen. Von diesen Zellen gehen im ganzen 3—5 peripheriwärts immer dünner werdende Fortsätze aus, mittelst welcher das Herz an den umgebenden Organen aufgehängt ist (Fig. 6, 7).

An der Stelle, wo das Diaphragma das Herz berührt, ist die äußere Hülle so stark verdünnt, daß auch die innere dem Diaphragma direkt anzuliegen scheint; und zwar ist diese Stelle zugleich die Grenze zweier hufeisenförmiger Zellreihen der inneren Hüllschicht. Betreffs der Ostienklappen habe ich der CLAUSSEN'Schen Beschreibung nur hinzuzufügen, daß ihr Lippenrand nach innen

faltenartig vorspringt, so daß der durch die Ostienklappe hergestellte Abschluß geradezu noch durch eine nach einem anderen System gebaute Klappenart gesichert wird (Fig. 1).

Isopoda.

Ueber den feineren Bau des Herzens bei Isopoden sind nur kurze Mitteilungen in verschiedenen Arbeiten vorhanden. Man findet meist nur in ein paar Worten zusammengefaßte Beobachtungen, z. B. bei PRANIZA (DOHRN): „Die Wandung des Herzens ist ziemlich dick, sie besteht aus dichten Längsmuskelfasern und ebenso dichten Ringmuskeln, doch sind diese beiden Schichten nicht scharf gesondert.“

Vollständiger sind die embryologischen Untersuchungen. BOBRETZKY glaubt, daß die Herzwand bei *Oniscus* ontogenetisch als aus verschmolzenen Zellen zusammengesetzt erscheint, deren Grenzen sich ganz verwischen, während die ziemlich großen, oft mit vielen Kernkörperchen versehenen, voneinander bedeutend entfernten und in einer hellen Protoplasmaschicht liegenden Kerne sehr klar ins Auge fallen. Höchst interessante Beobachtungen gibt J. NUSBAUM in seiner Arbeit über die Embryologie der *Ligia oceanica*; er sagt auf p. 76 (Uebersetzung): „Auf der Fig. 80 finden wir auf der linken Seite eine platte Wand im Querschnitt aus 4 Cardioblasten zusammengesetzt, die eine regelmäßige Schicht bilden; auf der rechten Seite ist sie von 5 Cardioblasten gebildet, welche weniger regelmäßig angeordnet sind. Sie sind ziemlich eng dem mesodermalen Blatt des Intestinum angelagert, welches die epitheliale Wand des Proctodaeum umgibt, und welches aus einer Schicht platter Zellen mit verlängerten Kernen zusammengesetzt ist. Das nun folgende sehr wichtige Entwicklungsstadium zeigt: die platte Herzanlage biegt sich jederseits rinnenförmig ein und wendet sich mit dem konvexen Teil der Peripherie, mit dem konkaven dem Proctodaeum zu; die Wand der beiden platten Anlagen besteht aus 2 deutlichen Schichten; aus einer äußeren, deren hohe und mit größeren oval verlängerten Kernen versehene Zellen eine reguläre Schicht bilden, und aus einer inneren, deren anfangs in geringer Zahl vorhandenen etwas abgeplatteten Zellen mit runden oder unregelmäßig kugeligen Kernen versehen sind, die anfänglich kleiner sind, als die Kerne der äußeren Schicht.“ Diese äußere Schicht liefert nach NUSBAUM (p. 78) später die Herzmuscularis. Ueber den Ursprung der inneren Schicht sagt

er dagegen kein Wort. An anderer Stelle sagt NUSBAUM (p. 77): „Der Raum zwischen rechter und linker Herzanlage einerseits und zwischen der oberen Wand des Proctodaeums und dem dorsalen Ektoderm andererseits ist mit einer feinkörnigen Masse, welche Dotterreste enthält, erfüllt; auf jüngeren Stadien erfüllt der Dotter die ganze Leibeshöhle. In dieser Masse finden wir eine Anzahl größerer, saftiger Zellen mit deutlichen Konturen und großen runden Kernen. Wenn im folgenden Stadium die linke und die rechte Herzanlage sich nähern und die Herzröhre bilden, bleiben diese Zellen im Herzlumen und bilden aller Wahrscheinlichkeit nach Blutkörperchen. Der Ursprung dieser Zellen ist mir nicht bekannt: ich meine, daß es entweder mesodermale Zellen oder, was wahrscheinlicher ist, umgewandelte Dotterzellen sind, welche ich mehrmals auf jüngeren Stadien und manchmal in größerer Anzahl in der Dottermasse im hinteren Körperteil, wie auch im Dotter selbst angehäuft zwischen oberer Proctodaeumwand und dorsalem ektodermalen Teil des Embryo fand (vergl. Fig. 79).“ Wenn wir diese Zellen mit den die innerste Schicht der Herzwand bildenden Zellen vergleichen, welche sich später verdicken und nach NUSBAUMS Meinung (s. unten p. 212) auch Blutkörperchen liefern, so können wir annehmen, daß die beiden Zellarten homolog sind und gleichen Ursprung haben. Auf weitere Details der Literatur werde ich im Laufe der Beschreibung meiner Untersuchungen eintreten.

Von den 3 Formen der Isopoden, welche ich untersucht habe, ist die feinere Struktur des Herzens bei *Idothea* gar nicht beschrieben; auch haben über den anatomischen Bau des Blutgefäßsystems dieser Form nur RATHKE (1820) und KOWALEVSKY (1864) Mitteilungen gemacht.

Bei allen 3 untersuchten Isopoden-Formen, doch auch bei vielen anderen untersuchten Malakostraken, ist die Herzmuskulatur nicht in Längs- und Ringmuskulatur differenziert, sondern sie besteht — wie das sehr deutlich an Längsschnitten zu sehen ist — nur aus schief verlaufenden Fasern. Auf Längsschnitten durch den rechten Teil der Herzwand verlaufen die Fasern von vorn-dorsal nach hinten-ventral, auf Schnitten durch den linken ist die Verlaufsrichtung umgekehrt. So verlaufende Muskelfasern bilden eine Art Spirale, welche sehr ähnlich der ist, welche DELLA-VALLE für das Herz bei *Gammarus* und CLAUS bei *Mysis* dargestellt haben. Auf Querschnitten sehen wir auf einer Seite des Herzens Muskelfaserquerschnitte, auf der anderen Längs- und Schiefschnitte. Ein

solches Bild kann nun den Eindruck machen, als bestände das Herz aus nicht scharf gesonderter Ring- und Längsmuskulatur, wie das auch von den meisten Autoren (N. WAGNER, DELAGE, DOHRN) angegeben wurde.

Im Bau des Herzens bietet jede der untersuchten Isopodenformen so große Unterschiede, daß ich jede Form einzeln beschreiben muß.

Bei *Idothea* besteht die Herz wand, ähnlich wie bei *Nebalia*, aus 2 Schichten, einer äußeren bindegewebigen Adventitia und einer inneren Schicht, deren Protoplasma ziemlich dicke Muskelfibrillen enthält und so Muskelfasern bildet, die gegeneinander durch Membranen abgegrenzt sind; jede Faser besteht aus 3—4 oder auch mehr nahe aneinander verlaufenden Bündeln; jedes Bündel ist vom benachbarten durch granuliertes Plasma getrennt. Jede solche kontraktile Fibrillen haltende Faser ist durch mehr oder weniger Plasmafortsätze mit benachbarten Fasern verbunden. Bei Diastole werden diese Verbindungsfortsätze so stark ausgezogen, daß ihre Fasern durch ziemlich große Abstände voneinander getrennt sind; bei Systole verkürzen sich die Fortsätze oder verschwinden auch ganz (Fig. 8), während die Fasern sich sehr verbreitern. Im Längsschnitte erscheinen die genannten Muskelfasern sehr faltig (Fig. 13), und nicht selten sind die Falten so regelmäßig und so tief in die Fasersubstanz eingeschnitten, daß es den Eindruck macht, als hätten wir es mit Resten von Zellgrenzen zu tun. In jeder solchen Faser sind die Kerne sehr unregelmäßig angeordnet und in großer Zahl und verschiedener Größe vorhanden.

Sehr häufig finden wir auch die Blutkörperchen mit der Herz wand verschmolzen; solche Verschmelzungen sind viel deutlicher als bei *Nebalia* zu beobachten, was namentlich für die Zwischenstadien gilt (Fig. 9, 11). Wir sehen, wie Blutkörperchen mit der Herz wand in Berührung kommen, und wie zwischen der Herz wand und den Blutkörperchen deutliche Grenzen zu unterscheiden sind. An vielen anderen Stellen finden wir, wie das Plasma der Wandzelle die Blutkörperchen, deren Plasmamembran noch ganz oder zum Teil erhalten ist, umfaßt. Sehr häufig sehen wir einzelne Blutkörperchen mit der Herz wand durch einen kurzen Stiel verbunden, oder auch größere oder kleinere kernhaltige Höcker von der Herz wand ins Lumen einspringen. Nicht selten finden wir auch die Blutkörperchen schon ganz durch die Herz wandzellen aufgenommen, und dann sind in deren Plasma fast ganze oder nur Reste von Blutkörperchen nachzuweisen.

Die Fasern haben, wie oben schon bemerkt, sehr viele unregelmäßig angeordnete Kerne; einige sind so groß wie Blutkörperchenkerne, andere viel kleiner. Einige dieser Kerne färben sich stark, andere viel schwächer, wieder andere so schwach, daß wir nur spärliche Reste einer Kernmembran und chromatischer Substanz bemerken können. In diesen sich am schwächsten färbenden Kernen finden wir größere oder kleinere, nur starke Plasmafarbstoffe annehmende Granula (Fig. 11, 12). Solche Granula kommen in der ganzen Breite der inneren Herzhülle vor und haben ein anderes Aussehen, färben sich auch ganz anders als die gewöhnlichen Granula. Kurz und gut, wir sehen hier sehr ähnliche Verhältnisse wie im Herzen von *Nebalia*, nur daß die Granula (Zerfallsprodukte der Kerne) bei *Idothea* nicht so groß sind. Ein sehr großer Unterschied ist noch, daß die innere Herzwand niemals so verdickt erscheint wie bei *Nebalia*. Die Verdickung durch Verschmelzung und Absorption der Blutkörperchen erreicht nur einen gewissen Grad und schreitet regelmäßig von allen Seiten fort; die Muskelfibrillen behalten hierbei ihre zentrale Lage.

Die Adventitia ist viel schwächer als bei *Nebalia* entwickelt; sie besteht aus abgeplatteten sich nicht färbenden Zellen, welche gewöhnlich kleine Kerne führen und die Muscularis vollkommen umhüllen. Sie ist immer stärker entwickelt auf den ventral-seitlichen Wänden des Herzens, wo sie ohne deutliche Grenze in das ziemlich reich in der ganzen Pericardialhöhle vorkommende Fettgewebe übergeht, welches außerdem noch die Blutgefäße besonders umkleidet.

In der Adventitia finden wir hier und da unregelmäßig angeordnete große Kerne in sehr geringer Zahl, die nicht selten so groß werden, wie die oben beschriebenen Adventitiakerne bei *Nebalia*. — Hier muß ich noch bemerken, daß ich in der inneren, dem Lumen zugekehrten Herzwand einige wenige (2—4 im ganzen Herzen) sehr große Kerne finde, welche medial im oberen Herzwandteil gelegen sind. Diese Kerne bestehen aus kleineren und größeren Chromatinkörnchen und, was mir sehr seltsam scheint, ist, daß sich um jeden Kern Granula finden, welche sich ebenfalls sehr stark mit Kernfarbstoffen färben (Fig. 14). Die Bedeutung dieser Gebilde ist mir unklar.

Jede Arterienklappe besteht bei *Idothea* (was auch bei vielen anderen Malakostraken zu sehen ist, aber bei *Idothea* viel deutlicher) aus 2 Schichten. Die dem Arterienlumen zugekehrte

Schicht wird aus der sich hier sehr stark verdünnenden innersten Lage der Arterienwand gebildet, die dem Herzlumen zugekehrte dagegen aus der inneren Herzwand, welche sich ebenfalls sehr stark verdünnt. In der letzteren Schicht findet sich kontraktile Substanz (Fig. 10). In jeder Klappe sind 1 oder 2 Kerne vorhanden.

Der Herzschlauch ist bei *Porcellio* wie bei *Idothea* und *Nebalia* aus 2 Schichten aufgebaut. Die innere Schicht besteht aus protoplasmatischer Substanz, in deren peripherem Teil einzelne Bündel kontraktiler Fibrillen verlaufen. Die Plasmaschicht, in welcher die kontraktile Substanz differenziert ist, wird nicht von Strecke zu Strecke durch eine Membran abgeteilt wie bei *Nebalia*, sondern die Zellgrenzen sind — wie dies schon BOBRETZKY bemerkt — verschwunden; immerhin finden wir im Querschnitte (Fig. 15, 16) ziemlich regelmäßige Falten der inneren und äußeren Membran, welche mehr oder weniger tief in die protoplasmatische Substanz, häufig zwischen einzelne Muskelbündel treten und wahrscheinlich als Reste von Muskelzellmembranen zu deuten sind. In der protoplasmatischen Substanz dieser Schicht finden wir innen von den Muskelfasern Kerne, welche verschiedene Größe haben. Hier sehen wir auch sehr häufig Ablagerung und Verschmelzung von Blutkörperchen mit der inneren Herzwandhülle (Fig. 15, 16, 19), welche hauptsächlich im hinteren Teil des Herzens stattfindet. In diesem hinteren Teil des Herzens (oft aber auch in anderen Herzteilen) verdickt sich die innere protoplasmatische (innen von der *Muscularis* gelegene) Schicht sehr, nicht selten so stark wie bei *Nebalia* (Fig. 18 *v. i.*). Ich glaube, mit Sicherheit behaupten zu können, daß sich die Herzwand durch mit ihr verschmolzene Blutkörperchen so stark verdickt hat, daß die Grenze zwischen beiden nicht mehr deutlich ist; an Silberpräparaten dagegen ist die Grenze nämlich an manchen Stellen noch mehr oder weniger deutlich zu unterscheiden (Fig. 17). An denselben Präparaten sieht man auch noch die Grenze zwischen manchen verschmelzenden Blutkörperchen mehr oder weniger deutlich. Die sich am deutlichsten abgrenzenden Blutkörperchen sind als solche zu betrachten, die sich am spätesten abgelagert haben, weniger deutlich sich abgrenzende haben sich früher abgelagert. Es scheint, daß eine Ablagerung schon auf ganz jungen Stadien erfolgen kann. Ist vielleicht nicht auch die von NUSBAUM bei *Ligia* beschriebene, innen von der *Muscularis* gelegene, sich aus Zellen zusammensetzende und meiner Meinung nach (s. oben p. 209)

den Blutkörperchen homologe Schicht nur als ein Verschmelzungsprodukt frühzeitig abgelagerter Blutkörperchen zu betrachten? Im Innern des Herzlumens treffen wir große, mit der Herzwand nicht verschmolzene Gebilde (Fig. 18), welche ganz ähnliche Struktur wie die beschriebene Verdickung der inneren Lage der Herzwand haben; sehr möglich, daß diese Gebilde ein Verschmelzungsprodukt von Blutkörperchen sind, welche mit der Herzwand noch nicht verschmolzen. Ich halte dieses Gebilde für homolog dem von Blutkörperchen gebildeten Herzkörper, welchen ich bei *Praniza* habe beobachten können; dasselbe färbt sich mit Plasmafarbstoffen nicht so stark wie die Blutkörperchen.

Die Blutkörperchen sind viel größer und haben auch viel größere Kerne als bei *Idothea*; sie besitzen sehr häufig Pseudopodien. Die Herzwandkerne sind ebenfalls viel größer als diejenigen von *Idothea*.

Die Adventitia ist, wie bei *Idothea*, eine aus abgeplatteten Zellen gebildete Membran.

Die Arterienklappen sind fast ganz ähnlich wie bei *Idothea* gebaut, nur ist die Anteilnahme der Schichten von Arterie und Herz an ihrem Aufbau nicht so deutlich ausgesprochen.

Die der innersten Herzwandlage bei *Idothea* und *Nebalia* entsprechende Schicht von *Praniza* besteht, ähnlich wie bei *Porcellio*, aus peripheren, schief verlaufenden, dichten Muskelfibrillen und einem das Lumen begrenzenden, protoplasmatischen Bestandteil, welcher Kerne einschließt. Hier sehen wir häufig, wie sich die innerste kernhaltige Schicht durch Verschmelzung mit abgelagerten und vorher untereinander verschmolzenen Blutkörperchen verdickt.

Fast bei jedem Exemplar von *Praniza* läßt sich eine Art „Herzkörper“, welcher tief ins Herzlumen vortritt und mit der ventralen Herzwand verschmolzen ist, leicht beobachten. Er besteht aus vielen eng miteinander verbundenen kernhaltigen Zellen, die jedoch noch vollkommene Selbständigkeit behalten haben (Fig. 20). Immerhin trifft man an der Uebergangsstelle des Herzkörpers in die innere Herzwand häufig Zellen, welche eine gewisse Neigung zur Verschmelzung zeigen, also die Mitte halten zwischen den Zellen des Herzkörpers und denen der inneren Schicht. Im Querschnitte kann man sehen, wie dieser Herzkörper aus Blutkörperchen gebildet ist (Fig. 21).

Die Blutkörperchen sind spindelförmig und besitzen, verglichen mit *Porcellio*, ziemlich kleine Kerne.

Wie bei *Nebalia* findet sich in der ganzen Länge des Herzens je eine mediane ventrale und dorsale Furche (Fig. 21).

Bei allen 3 beschriebenen Isopoden habe ich die ganze Herz wand in 2 Schichten geteilt: eine äußere Adventitia und eine innere, kontraktile Fasern führende Schicht. Bei allen 3 Formen existieren zwischen den Blutkörperchen und der inneren Herz wand enge Beziehungen, namentlich wird eine Verdickung der Herz wand durch Verschmelzung und Absorption der an sie abgelagerten Blutkörperchen hervorgerufen.

Ich gelange also auf Grund meiner Befunde zur entgegengesetzten Auffassung wie die, welche NUSBAUM vertritt, indem er sagt (Uebersetzung): „Besonderer Aufmerksamkeit wert ist die Tatsache, daß auf einem etwas älteren Stadium als Fig. 82 einige Kerne der inneren Schicht der Herz wand sich stark vergrößern und mit ihrem dreimal vervielfältigten Durchmesser und stark gewölbten Plasma ins Herz lumen dringen. Ich kann mir diesen Prozeß nicht erklären. Es ist möglich, daß die Zellelemente der Herz wand sich ablösen und, ins Lumen dringend, sich in Blutkörperchen umwandeln. Diese Hypothese kann gewissermaßen dadurch bestätigt sein, daß die Blutkörperchen in ihrer größten Anzahl dicht an der Herz wand in unmittelbarer Berührung mit derselben gefunden werden. Es ist mir aber nicht gelungen, diesen Prozeß genau zu beobachten.“

Wäre es nun nicht möglich, das von NUSBAUM beobachtete „Dickenwachstum“ der inneren Schicht, sowie das Vorhandensein der, verglichen mit den übrigen, stark vergrößerten Kerne, statt durch einen inneren Wachstumsprozeß der Schicht, durch eine Anlagerung und Verschmelzung von Blutkörperchen zu erklären? Nimmt man meine Beobachtungen mit hinzu, so scheinen die von NUSBAUM für seine Ansicht oben beigebrachten Gründe wohl ebenso stark für die meinige zu sprechen. Wenn die letztere aber gilt, so kann man, statt jene von NUSBAUM beschriebenen, das Plasma ins Lumen vortreibenden Kerne als sich ablösende Elemente zu betrachten, dieselben mit demselben Rechte als frühe Verschmelzungsstadien von Blutkörperchen ansehen.

Bei der histologischen Untersuchung des Isopodenherzens stieß ich auf folgende, wie mir scheint, mitteilenswerte anatomische Tatsache.

Aus dem vordersten Teil des Herzens tritt nicht nur die Aorta aus, sondern direkt neben ihr 2 seitliche Arterien, deren

Wände bei einigen Formen mehr, bei anderen weniger mit der Aortawand verschmolzen sind. Alle drei verlaufen (wenigstens bei *Idothea* und *Porcellio*) bis zum Kopfabschnitt.

Bei *Praniza* hat schon DELAGE alle 3 nahe aneinander verlaufenden Gefäße beschrieben. Bei *Porcellio* (N. WAGNER) und *Idothea* (RATHKE und KOWALEWSKY) wurden sie als ein einheitliches, sich später verzweigendes Gefäß dargestellt.

Bei *Porcellio* findet sich jederseits der Aorta eine Arterie, welche ein so großes Lumen wie erstere selbst hat. Alle 3 Gefäße sind vollkommen miteinander verschmolzen, so daß es an Totalpräparaten so aussieht, als handelte es sich um ein einheitliches Gefäß, wie dies N. WAGNER in der Tat annahm. Wir sehen aber auf dem Querschnitte (Textfig. 1) 3 Lumina, deren benachbarte

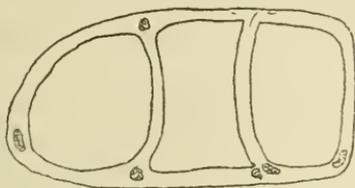


Fig. 1.

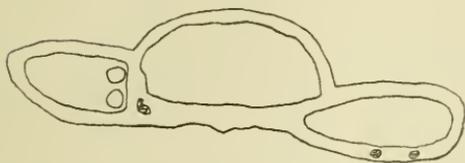


Fig. 2.



Fig. 3.

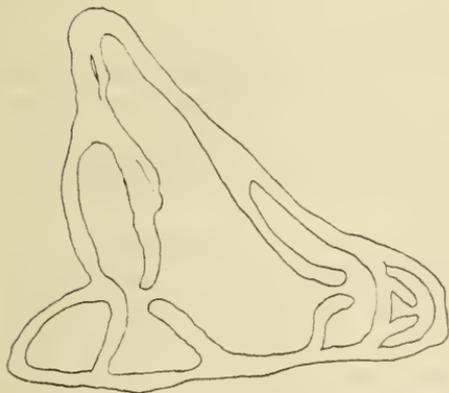


Fig. 5.

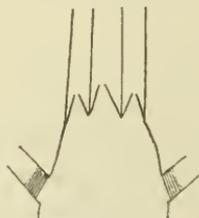


Fig. 4.

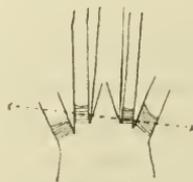


Fig. 6.

Wände eng miteinander verschmolzen sind. Die Verschmelzung der Wände ist bei *Porcellio* eine so intensive, daß wir nur mittelst sehr stark differenzierender Farbstoffe (Eisen-, Chromhämatoxylin) die doppelte Bildung einer Zwischenwand nachzuweisen vermögen. Die Klappen verhalten sich bei beiden seitlichen Arterien ganz so, wie bei der „Aorta“, d. h. sie stehen senkrecht zum Gefäß und bestehen aus einem rechten und einem linken Lappen. Nur wenig hinter dem Ursprung dieser 3 Hauptarterien gehen die von N. WAGNER als erstes seitliches Arterienpaar beschriebenen Gefäße vom Herzen ab (Textfig. 4, schematischer Längsschnitt).

Bei *Praniza* liegen die beiden mit der Aorta verschmolzenen Arterien nicht im gleichen Niveau wie dies bei *Porcellio* der Fall war, sondern etwas mehr ventral; sie sind dementsprechend auch nur mit den ventralen Aortaseiten verwachsen (Textfig. 2). Der Verlauf der Arterien wurde bereits von DELAGE genügend beschrieben.

Bei *Idothea* gehen vom vorderen Herzteil 3 Arterien aus (mittlere Aorta und 2 seitliche Arterien), hier sind sie aber nicht verschmolzen, sondern nur durch eine äußere Hülle miteinander verbunden (Textfig. 3). Die Aortaklappen sind hier wie bei *Porcellio* zweilappig (ein rechter und ein linker Lappen mit senkrechter Spalte nach unten, während bei beiden seitlichen Arterien die Lappen von der Anheftungsstelle mit der Aortawand schräg seitlich abwärts laufen). Gleich hinter dem Ursprung dieser 3 Arterien liegen 2 große seitliche Gefäße, welche durch RATHKE und KOWALEWSKY als erstes Paar seitlicher Arterien beschrieben wurden (Textfig. 5 und schematischer Längsschnitt Textfig. 6).

Amphipoda.

Die Literatur über die feinere Struktur des Herzens bei Amphipoden ist viel vollständiger als bei Isopoden. Die interessantesten Mitteilungen haben DELLA-VALLE bei Gammariden, CLAUS bei *Phronima*, P. MEYER bei *Caprella*, WRZESNIEWSKI bei *Gammarus* und *Goplana* gemacht.

ORTMANN sagt in BRONNS Klassen und Ordnungen: „Als histologische Elemente für den Herzschlauch der Amphipoden ergeben sich: eine denselben innerhalb auskleidende glashelle Bindegewebsmembran mit langgestreckten Kernen, eine diese umgebende Lage von Muskelfasern und endlich eine wieder nach außen folgende strukturlose und gleichfalls sehr zarte Hülle, an

welche sich die zur Befestigung des Herzens dienenden Bindegewebsstränge inserieren.“

Höchst merkwürdig ist, daß WRZESNIEWSKI bei *Goplana polonica* und DELLA-VALLE bei anderen Gammariden im Innern des Herzlumens ein „Endothel“ beschrieben haben. Dies sind die einzigen beachtenswerten Fälle, wo bei Crustaceen von einem „Herzendothel“ die Rede ist.

Die Struktur des Herzens unterscheidet sich sehr von derjenigen der schon beschriebenen Formen. Schon auf den ersten Blick sehen wir, daß die Herzhülle sehr zart ist, im Vergleich mit der der Isopoden. An der Herzhülle kann ich nur 2 deutlich voneinander getrennte Schichten unterscheiden: eine innere Muskelschicht (welche der Muscularis + inneren Hülle von ORTMANN entspricht) und eine äußere bindegewebige Adventitia (die von ORTMANN beschriebene äußere Hülle).

Die innere Schicht (Fig. 23) besteht bei beiden Formen aus schief verlaufender, Spiralen bildender, zarter Muskulatur. Die Muscularis besteht bei *Gammarus* aus kontraktile Fasern, welche von protoplasmatischer Substanz, also von einem Sarkolemm (Fig. 22) umgeben sind. Das protoplasmatische Sarkolemm mehrerer Bündel kann teilweise verschmelzen, so daß gegen das Lumen zu noch Kerben vorhanden sind, oder es bleibt selbständig, in welchem Falle es scharfe Balken gegen das Innere des Herzens bildet. Es ist von einer sehr dünnen Membran abgegrenzt. Bei *Caprella* ist die Verschmelzung vollständig geworden, so daß das protoplasmatische Sarkolemm geradezu eine Schicht bildet, in welcher die kontraktile Substanz eingeschlossen ist (Fig. 25b). Wir können annehmen, daß hier das plasmatische Sarkolemm der einzelnen Bündel auf früheren Stadien ebenfalls getrennt war, und daß später eine Verschmelzung eintrat. Die auf embryonalen Stadien die einzelnen Muskelzellen umgebende Membran wäre dabei an der Verschmelzungsstelle verschwunden, während sie gegen das Lumen zu noch als dünne Grenzmembran erhalten bliebe. Die Muskelkerne sind im protoplasmatischen Sarkolemm bei beiden Formen nachzuweisen.

Nun kommen die interessanten, zu innerst liegenden Zellen, welcher WRZESNIEWSKI und DELLA-VALLE als „Endothel“ gedachten. Wir sehen nämlich teilweise miteinander verschmelzende, nicht an jeder Stelle vorhandene Zellen, welche ziemlich groß, wenig abgeplattet, mit kleinen rundlichen Kernen versehen sind (Fig. 24 *in.bl.*). Außerdem enthalten sie einen großen oder 2—3

kleinere, stark lichtbrechende Tropfen, welche wie Fettkügelchen aussehen. Diese Zellen sind nur streckenweise miteinander mehr oder weniger verbunden; sehr häufig aber liegen sie in kleinen Gruppen von 3–4 oder mehr. Solche Zellgruppen oder einzelne Zellen liegen gewöhnlich dicht an der Herzwand; sie sind jedoch selten mit der letzteren verschmolzen, was nur für einzelne der allein liegenden Zellen gilt. Eine derartige Verschmelzung unterscheidet sich, wenn sie vorkommt, fast gar nicht von derjenigen bei Isopoden. Die gewöhnlich sehr dünne Herzwand verdickt sich an einer solchen Verschmelzungsstelle und bildet einen gegen das Herzlumen vorspringenden Höcker (Fig. 22). Die einzeln liegenden Zellen brauchen nicht der Herzwand dicht anzuliegen; sie können sich mehr oder weniger weit davon entfernt finden oder sogar ganz frei im Herzlumen schwimmen. Zellen ganz gleicher Struktur finden wir auch im Pericard; hier liegen sie entweder dicht an der Adventitia, in welchem Falle sie auch streckenweise miteinander verschmelzen können (Fig. 24 *ad. bl.*) oder sie liegen ganz frei in der Höhle. Wir sehen also, daß diese Zellen gar nicht die Eigentümlichkeiten von „Endothelzellen“ besitzen, sondern daß sie ganz frei im Herzlumen oder in der Pericardhöhle schwimmen können. Diese freischwimmenden Zellen halte ich für Blutkörperchen aus dem einfachen Grunde, weil fast keine anderen Blutkörperchen im Herzlumen vorhanden sind. Das sogen. „Herzendothel“ (WRZESNIEWSKI, DELLA-VALLE) besteht aus nichts anderem als aus fetttröpfchenhaltigen Blutkörperchen, welche in die Herzwand abgelagert und streckenweise miteinander verschmolzen sind. Die frei flottierenden Blutkörperchen (welche in viel geringerer Menge vorhanden sind) schließen Fettkügelchen in sehr verschiedener Zahl ein; einige haben so viel wie die abgelagerten Blutkörperchen, andere viel weniger, noch andere keine oder fast keine. Hier muß ich bemerken, daß schon WRZESNIEWSKI bei *Goplana* solche fetthaltige Blutkörperchen beschrieben hat.

Bei *Caprella* finden wir keine zur Pseudoendothelbildung wie bei *Gammarus* führende Ablagerung von Blutkörperchen, nur hier und da trifft man eine Verschmelzung eines Blutkörperchens mit der inneren Herzwand; dies kommt aber ziemlich selten vor (Fig. 25a). Die Blutkörperchen sind viel kleiner und enthalten keine Fettröpfchen.

Die Adventitia ist bei *Gammarus* als aus abgeplatteten bindegewebigen Zellen gebildet zu betrachten, sie bildet die ziemlich regelmäßige und solide Schicht der Herzwand (Fig. 22). Bei

Caprella ist die Adventitia viel zarter und kann an vielen Stellen fast ganz fehlen.

Nun ist sehr interessant, daß wir bei Caprella außerhalb der äußeren Hülle, und zwar auf der ganzen Herzoberfläche, abgelagerte Zellen finden, welche durch lange (nicht selten sehr lange) Fortsätze miteinander verbunden sind (Fig. 26). So verbundene Zellen bilden um das ganze Herz herum ein netzartiges Gewebe. Diese Zellen haben ziemlich große runde Kerne und körniges Plasma. Was für eine Bedeutung diese Zellen haben, ist schwer zu sagen. Vielleicht sind es Parasiten; wenigstens schreibt P. MAYER, daß solche sich im ganzen Pericard finden, nur sagt er nichts über die Fortsätze. Ich habe in geringerer Menge frei schwimmende Zellen dieser Art im Pericard gefunden, niemals aber im Herzlumen. Jedenfalls haben sie gar nichts zu tun mit den bei Gammarus an der äußeren (und auch inneren) Herzoberfläche abgelagerten Zellen, welche, wie ich schon gesagt habe, nichts anderes als abgelagerte Blutkörperchen sind. Unter den anastomosierenden Fortsätzen dieser Zellen (bei Caprella) verlaufen einige in der Längsrichtung. An einer Anzahl der letzteren bemerkt man eine Verbreiterung, in welcher ein kernähnliches Gebilde nachweisbar ist (Fig. 26). Ob es sich hier um bloße Fortsätze der großen Zellen handelt, oder ob es selbständige Zellen sind, konnte nicht entschieden werden. In letzterem Falle kann es sich vielleicht um ähnliche Gebilde handeln, wie sie von CLAUS bei Phronima als Nervenzellen beschrieben wurden.

Höchst interessante Verhältnisse zeigen die venösen Klappen bei Caprella. Sie sind ihrem Bau nach Spalten in der Herzwand und ganz ähnlich gebaut wie die gewöhnlichen Ostien bei Crustaceen. Das Interessante daran ist, daß mit einer Lippe derselben Zellansammlungen verbunden und verschmolzen sind, deren Zellen entweder nur eng aneinander liegen oder Verbindungen miteinander eingehen. Im Längsschnitt sehen diese Ansammlungen traubenförmig aus (Fig. 27). Die Einzelzellen solcher Ansammlungen sehen ganz so aus und haben ganz ähnliche Struktur wie Blutkörperchen; das Ganze ist also als eine Ansammlung von solchen zu betrachten. Nicht an jeder Klappe sind die Ansammlungen gleich mächtig, die eine wird aus sehr vielen Zellen, die andere nur aus wenigen gebildet. Wir können diese Anlagerung durch die Tätigkeit des Herzens zu erklären suchen, dagegen spricht aber die Regelmäßigkeit ihres Vorkommens. Hingegen wissen wir nun, daß die bei gewissen Anneliden (Hirudineen) vor-

kommenden Segmentklappen aus blutkörperchenähnlichen Gebilden aufgebaut sind (es wird behauptet, daß dieselben Blutkörperchen bilden sollen). Es scheint mir möglich, daß die Ostienklappen der Arthropoden und jene Segmentklappen bei Anneliden homologe Gebilde sind. In diesem Falle könnte man annehmen, daß die oben genannten Anlagerungen als Ueberreste jener älteren Zustände bei Anneliden, wo die ganze Klappe aus blutkörperchenähnlichen Gebilden aufgebaut wurde, zu deuten sind.

Bei Amphipoden sehen wir, wie eine Verschmelzung von Blutkörperchen mit der Herzwand ebenfalls, wenn auch nur in geringem Umfange, vorkommt. Wenn wir bei Isopoden von den Verschmelzungsstadien und den zu Grunde gehenden Blutkörperchen absehen, so könnten wir noch im Zweifel sein, ob es sich um Ablagerung oder Abschnürung handelt. Bei Amphipoden ist kein Zweifel möglich, es kann sich nur um eine Verschmelzung handeln. Es ist absolut unmöglich, daß sich aus einer so dünnen und zarten Herzwand so große (wie z. B. bei *Gammarus*) Blutkörperchen bilden könnten.

Cumacea.

In der Literatur findet sich über die Struktur des Cumaceenherzens fast kein Wort.

Die Herzwand besteht auch hier aus 2 Schichten, einer äußeren Adventitia, welche eine ziemlich dicke bindegewebige Hülle bildet, und aus einer inneren muskelhaltigen Schicht.

Die innere Schicht besteht aus kontraktile Fibrillen, welche gruppenweise von einer granulierten protoplasmatischen Substanz (Sarkolemm) umgeben sind. Die abgegrenzten Teile der letzteren können mit ihren Nachbarteilen mehr oder weniger stark verschmolzen sein. Die Muskelkerne finden sich am protoplasmatischen Sarkolemm. Die Muskelschicht verläuft schief und bildet eine Art Spirale. Innen von der Muskelschicht finden wir große, helle, gar nicht oder nur wenig granuliert Gebilde. Die letzteren können mit dem protoplasmatischen Sarkolemm verschmolzen sein, oder, was am häufigsten der Fall ist, sie liegen nur der inneren Herzwandoberfläche an und bleiben selbständig, auch besitzen sie eine selbständige Membran. Hier sehen wir also ziemlich ähnliche Verhältnisse, wie wir bei *Porcellio* beschrieben haben: Verdickung der inneren Herzwand (Fig. 28) und in der Nähe der letzteren liegende Gebilde, welche eine ähnliche Struktur zeigen

wie bei *Porcellio*; nur sind diese bei *Cumaceen* sehr viel häufiger als die „Verdickungen“. — Das Verhältnis der inneren Gebilde zu den Blutkörperchen ist sehr deutlich erkennbar; wir sehen häufig, wie die letzteren mit der hellen Masse verschmelzen oder zur Verschmelzung neigen. Aus diesem Grunde und unter Berücksichtigung meiner früheren, ziemlich ähnlichen Beobachtungen bei *Porcellio* und *Praniza* können wir annehmen, daß die helle selbständige und zu innerst liegende oder mit dem plasmatischen Sarkolemm der inneren Schicht verschmolzene Lage nichts anderes als ein Blutkörperchensyncytium ist, in dem die Kerne zu Grunde gegangen sind. Die Verschmelzung dieses Syncytiums mit der *Muscularis* muß hier als das Sekundäre betrachtet werden, d. h. die Blutkörperchen verschmelzen zuerst miteinander und bilden ein Syncytium, erst dieses kann dann mit dem Sarkolemm der Muskulatur verschmelzen. Im Gegensatz zu den Blutkörperchen färbt sich das bereits ausgebildete Syncytium fast nicht; dies deutet darauf hin, daß die chemische Zusammensetzung oder die physikalische Struktur der es aufbauenden Zellen eine Aenderung erlitten hat. Das Protoplasma der Blutkörperchen enthält ziemlich viele Granula; auch die Blutkörperchen, welche mit dem Syncytium verschmelzen, sind granuliert. Innen am Syncytium finden wir hier und da noch sich schwächer färbende, schon nicht mehr mit ganz deutlichen Konturen und mit weniger Granula versehene Blutkörperchen, welche noch Reste von Kernen enthalten. Die Syncytien selbst enthalten noch stellenweise Granula, gewöhnlich aber sind sie hell und granulos.

Schizopoda.

Das Herz ist bei *Mysis* sehr einfach gebaut. Die in der inneren Schicht des Herzens verlaufenden Muskelfibrillen sind gruppenweise durch protoplasmatisches Sarkolemm umfaßt. Das Sarkolemm benachbarter Gruppen verschmilzt und bildet in dieser Weise eine Hülle. Die Muskelkerne liegen wie bei anderen Formen im protoplasmatischen Sarkolemm. Die Muskulatur verläuft spiralig. Ablagerung von Blutkörperchen an der Herzwand ist sehr selten; es finden sich hier dementsprechend auch gar keine oder nur sehr wenige und nicht deutliche Verdickungen der inneren Herzwand, im Gegensatz zu den früher beschriebenen Formen. Fig. 29 zeigt ein solches einfach gebildetes Herz im Querschnitt. Die bindegewebige Adventitia ist voll entwickelt.

Stomatopoda.

Die innere Schicht des Herzens besteht bei *Squilla* aus Muskulatur. Im vorderen verbreiterten Teil des Herzens ist die *Muscularis*, wie ORTMANN schon beschrieben hat, sehr reichlich entwickelt, und ihre Fasern kreuzen sich in verschiedenen Richtungen. Im cylindrischen hinteren Teil besteht der Herzschlauch nur aus schräg verlaufenden, spiralbildenden Muskelfasern.

Die Muskelfasern sind ganz anders als bei den bis jetzt beschriebenen Formen gebaut. Im allgemeinen gibt der Querschnitt durch die Faser ein ziemlich ähnliches Bild wie bei *Idothea*, nur daß bei letzterer bündelartige Gruppen kontraktiler Fibrillen in der Mitte verlaufen, während bei *Squilla* dieselben in der ganzen Breite der protoplasmatischen Substanz gelagert erscheinen (Fig. 30). Die Kerne finden sich wie bei allen anderen Formen in der protoplasmatischen Substanz.

Noch eine wichtige Eigentümlichkeit dieser Muskelschicht bei *Squilla*:

Bei allen beschriebenen Formen war die protoplasmatische Substanz, welche je eine Fibrillengruppe umgibt, mit derjenigen der Nachbargruppe entweder nur in Berührung (*Nebalia*) oder ganz verschmolzen (*Praniza*, *Cumacea* etc.).

Bei *Squilla* ist die je eine der oben beschriebenen Gruppen kontraktiler Substanz umgebende Plasmamasse an jeder beliebigen Stelle des cylindrischen Herzschlauches vollkommen selbständig, so daß eine solche Gruppe eine wohlabgegrenzte Muskelfaser darstellt, welche mit einer besonderen dünnen Membran umkleidet ist und gar nicht mit der benachbarten in Berührung kommt. Nur mit der äußeren Hülle sind die Muskelfasern in Verbindung; diese Verbindung ist aber nicht sehr eng, so daß manche Muskelfasern nur noch an gewissen Stellen ihres Verlaufes mit der Hülle in Verbindung bleiben, während die dazwischen liegenden Teile frei ins Herzlumen hineinragen (Fig. 31).

Die Gesamtheit der Muskelfasern bildet im Herzlumen ein ziemlich regelmäßiges Balkenwerk.

Zwischen den Balken finden wir Ansammlungen von Blutkörperchen.

Irgendwelche Abhängigkeit konnte zwischen den Blutkörperchen und der Herzwand nicht konstatiert werden.

Die Blutkörperchen selbst aber sehen sehr merkwürdig aus. Nämlich die Kerne und das in ihnen vorhandene Chromatin sind

nicht in allen Blutkörperchen deutlich nachzuweisen; es sind auch Blutkörperchen vorhanden, von welchen wir fast mit Sicherheit sagen können, daß sie keine Kerne haben, ferner solche, in welchen die sich nur schwach färbenden Konturen des Kernes nachzuweisen sind, aber kein Chromatin. Dieses Verhalten ließ sich auch dann feststellen, wenn die Präparate eigentlich schon überfärbt waren, wie man an den stark gefärbten Kernen der Muskelschicht und auch daran konstatieren konnte, daß das Plasma der Blutkörperchen bereits den Kernfarbstoff aufgenommen hatte (Fig. 32).

Die äußere Hülle (Adventitia) ist eine von abgeplatteten Zellen gebildete Membran. Sie ist sehr ähnlich derjenigen von Gammarus und bildet so wie dort eine vollständige Umhüllung des Herzens.

Bei einzelnen Individuen von *Squilla* findet sich im zentralen Teil des Herzschlauches ein kompakter, ziemlich harter Körper, der bei näherer Untersuchung hauptsächlich als aus einer strukturlosen Intercellularsubstanz bestehend sich ergibt, gegen welche die Zellen, die dieselbe abge sondert hatten, selbst an Masse sehr stark zurücktreten. Das ganze Gebilde färbt sich mit Kernfarbstoffen sehr dunkel. Bedeutung unbekannt.

Vergleichung der Ergebnisse.

Bei allen untersuchten Formen habe ich die Herzwand aus 2 Schichten bestehend gefunden: der äußeren Adventitia und der inneren muskelhaltigen Schicht. Am interessantesten ist die innere; sie ist gewöhnlich aus zwei Bestandteilen aufgebaut, welche ihrer Entwicklung nach nichts miteinander gemein haben.

Der erste dieser Bestandteile ist die Muskulatur, welche bei den verschiedenen Formen in sehr verschiedener Weise in eine protoplasmatische Substanz eingeschlossene kontraktile Fibrillen enthält; der zweite Bestandteil sind die Blutkörperchen resp. ein Blutkörperchensyncytium, welches auch bei den verschiedenen Formen sehr differente Verhältnisse in Bezug auf die protoplasmatische Substanz der Muskulatur zeigt. Doch gibt es auch Formen, bei welchen die innere Schicht der Herzwand nur aus Muskelfasern besteht; die Blutkörperchen nehmen am Aufbau eines solchen Herzens fast keinen (*Caprella*, *Mysis*) oder gar keinen (*Squilla*) Anteil.

Die Muskulatur ist, wie gesagt, bei den von mir untersuchten

Formen sehr verschieden gebaut. Bei den einen sind die kontraktiven Fibrillen in einer allgemeinen protoplasmatischen Substanz eingeschlossen (Praniza, Porcellio, Cuma, Mysis); bei den anderen ist die protoplasmatische Substanz in parallel laufende Reihen getrennt, und je eine solche umhüllt eine Gruppe von kontraktiven Fibrillen. Im letzteren Falle können verschiedene Möglichkeiten vorliegen.

1) Jede Reihe protoplasmatischer Substanz mit eingeschlossenen inneren kontraktiven Fibrillen ist ganz von ihren Nachbarn getrennt; letztere liegen aber nahe an ihrer ihnen zugekehrten Membran (*Nebalia*, Fig. 1).

2) Die Reihen sind ganz voneinander getrennt und kommen miteinander gar nicht in Berührung (*Squilla*, Fig. 30).

3) Ein Teil des Protoplasmas jeder Reihe (basaler Teil) verschmilzt mit dem benachbarten (*Idothea*, Fig. 8 *pr.f.*, zum Teil auch *Gammarus*).

Im Falle, daß eine Gruppe von kontraktiven Fibrillen in eine scharf abgesetzte protoplasmatische Substanz eingeschlossen ist, wird letztere von einer dünnen Membran umkleidet (z. B. Fig. 1 *m.mb*); ich nannte eine so entstehende Einheit eine Muskelfaser. — Wenn aber Verschmelzungen zwischen dem Protoplasma benachbarter Reihen, also zwischen Muskelfasern, vorkommen, wie das bei *Idothea* der Fall ist, so geht die Membran an der Verschmelzungsstelle verloren.

Wir können diese Ausbildungsweise der Muskulatur erklären, wenn wir auf frühere embryologische Stadien zurückgreifen; wir wissen, daß die später die Muskulatur bildenden Zellen in Reihen angeordnet sind, in welchen jede einzelne Zelle mit den anderen derselben Reihe verschmilzt und dann kontraktile Substanz (Fibrillen) bildet. Wenn wir also annehmen, daß jede Reihe während des späteren Wachstums Selbständigkeit erhält und zu einer selbständigen Muskelfaser wird, haben wir ähnliche Verhältnisse wie bei *Squilla*. Wenn aber auf früheren Stadien das Protoplasma der Zellen von benachbarten Reihen verschmilzt, werden wir als Resultat eine allgemeine Protoplasmamasse haben, in welche die sich entwickelnden kontraktiven Fibrillen eingeschlossen sind. Bei den Formen, bei welchen ein Teil des Protoplasmas der Muskelfasern mit den benachbarten verschmilzt (*Idothea*), können wir annehmen, daß auf früheren Stadien auch nur eine teilweise Verschmelzung stattfand.

Wie ich schon gesagt habe, ist jede einzeln liegende Muskelfaser

(*Squilla*, *Gammarus*) mit einer Membran umkleidet; diese Membran können wir als Rest der Zellmembranen der früheren muskelliefernden Zellen betrachten; wenn aber auf früheren Stadien auch die benachbarten Reihen der Muskelzellen miteinander verschmelzen und einen allgemeinen Protoplasten bilden, so verlieren sie an der Verschmelzungsstelle die Membran, während diese sich auf der freien Oberfläche gegen das Lumen und die Adventitia zu erhalten muß, was wirklich bei *Praniza*, *Porcellio* etc. der Fall ist. Die dem Lumen zugekehrte Membran kann ich als Basalmembran („Intima“) bezeichnen. Bei *Porcellio* sind die in die protoplasmatische Substanz von der oberflächlichen Membran eindringenden Falten als Rest der Membran zwischen den einzelnen Reihen der embryonalen Muskelzellen zu betrachten.

Die Lagerung der Fibrillen ist bei den Formen mit scharf differenzierten Muskelfasern innerhalb der einzelnen Faser sehr verschieden: bei *Nebalia* liegen sie peripher und einschichtig an der der Adventitia zugekehrten Wand der Faser; bei *Idothea* findet sich zentrale Lagerung; bei *Squilla* sind sie unregelmäßig, immerhin aber parallel im ganzen Protoplasma verteilt.

Die Blutkörperchen, welche den zweiten Bestandteil der inneren Schicht der Herzwand bilden, variieren sehr bei verschiedenen Formen.

Bei *Nebalia* sehen wir, wie die Blutkörperchen mit dem Protoplasma (Sarkolemm) der Muskelschicht verschmelzen und dort zu Grunde gehen; als Produkt solcher Verschmelzung erhält sich die „Verdickung“ der im Inneren von den kontraktile Fibrillen gelagerten protoplasmatischen Substanz. Bei *Idothea* sind die Verhältnisse ziemlich ähnlich, nur geht hier die „Verdickung“ an fast allen Seiten der kontraktile Fibrillen regelmäßig vor sich und hält sich innerhalb engerer Grenzen. In beiden Fällen dringen die Blutkörperchen durch die Membran der Muskelfasern und gehen erst im Inneren der letzteren zu Grunde. Wie es scheint, gehen bei anderen Formen die Blutkörperchen nur zum Teil durch die Membran der Muskelfasern; der größte Teil aber bildet Ansammlungen und Verschmelzungen außerhalb dieser Membran (also frei im Herzlumen). Bei *Praniza* behalten diejenigen Blutkörperchen, welche zu dem herzkörperähnlichen Gebilde zusammentreten, Zellcharakter, da die Grenzen zwischen ihnen noch deutlich zu beobachten sind.

Die Verschmelzung zwischen diesen aus Blutkörperchen gebildeten Ansammlungen geht viel weiter bei *Porcellio*; hier sind

schon die Grenzen zwischen den verschmelzenden Blutkörperchen fast gar nicht mehr zu sehen, und ihre Kerne verschwinden ebenfalls. Sehr ähnliche Verhältnisse wie bei letzterer Form finden wir bei den Cumacea. Bei allen 3 Formen können auch einzelne Blutkörperchen oder Blutkörperchenansammlungen resp. -syncytien mit dem inneren Teil der allgemeinen protoplasmatischen Substanz der Muscularis verschmelzen. Bei Caprella und Mysis kommt die Verschmelzung der Blutkörperchen nur in sehr geringer Menge vor. Auch bei Gammarus ist die Verschmelzung mit dem Protoplasma der Muskelfasern weit geringer, wir finden aber (wie ich schon im beschreibenden Teil besprochen habe) noch eine von Blutkörperchen gebildete, ziemlich regelmäßige Hülle, welche den Eindruck eines „Endothels“ macht, als welches sie auch von den Autoren (WRZESNIEWSKI, DELLA-VALLE) beschrieben wurde. Von einem im Inneren des Herzens liegenden echten Endothel ist bei allen untersuchten Formen keine Rede.

Auf Grund der oben dargelegten Ergebnisse kann ich ganz bestimmt behaupten, daß alle diese im Inneren des Herzens vorkommenden Gebilde homolog sind und ähnlichen Ursprung haben; sie sind abgelagerte und veränderte Blutkörperchen.

Bei anderen Klassen des Tierreiches finden sich zu innerst im Herzen auch sehr verschiedenartige Gebilde (sog. „Endothel“ etc.). LANG sagt darüber in seinen „Thesen über den phylogenetischen Ursprung des Blutgefäßsystems der Anneliden“ (These 16): „. . . Wenn endothelartige Bildungen vorkommen, so handelt es sich um ein meist diskontinuierliches Pseudoeithel, dessen Ursprung noch ganz dunkel ist.“ Manche Autoren halten diese Gebilde wie ich für Ablagerungen der Blutkörperchen. Als Beispiel nenne ich die Untersuchungen von BERGH an Lumbricus. Er sagt: „. . . Was die Autoren als solches (als Endothel) beschrieben haben, sind der Intima anhängende Blutkörperchen (vielleicht auch Zellen der Klappen), oder es sind als Zellgrenzen die Grenzen zwischen den nicht zelligen, faser- oder bandartigen Gebilden im Bindegewebe aufgefaßt worden.“

Mein Freund V. FRANZ hat im hiesigen Laboratorium über die feinere Struktur des Herzens bei Arachnoideen gearbeitet; er hat auch eine enge Beziehung zwischen Blutkörperchen und dem inneren Teil der Herzwand (Muskelschicht) festgestellt, aber er faßt diese Abhängigkeit durchaus umgekehrt als ich auf. Er nimmt als wahrscheinlicher an, daß die Blutkörperchen sich nicht

an der Herzwand ablagern, sondern sich im Gegenteil von der letzteren abschnüren. Die Präparate, welche derselbe mir gezeigt hat, sprechen allerdings für seine Meinung, soweit die Arachnoideen in Betracht kommen. Ueber die gegen seine Meinung sich ergebenden Einwände hat er sich bereits selbst ausgelassen.

Bei Malakostraken aber ist es aus den in den entsprechenden Abschnitten angeführten Gründen (Leptostraken, Isopoden, Amphipoden) absolut unmöglich, von einer Abschnürung von Blutkörperchen von der Herzwand zu sprechen; es kann sich nur um eine Anlagerung derselben handeln.

Die zweite äußere Schicht der Herzwand, die Adventitia, ist als bindegewebige Membran zu betrachten. Sie ist bei den verschiedenen untersuchten Formen in sehr verschiedener Art gebaut. Bei *Nebalia* sind die Zellen sehr groß und enthalten sehr große Kerne; bei anderen Formen sind Zellen und Kerne viel kleiner. Bei manchen Formen (*Gammarus*, *Squilla*) können wir von einer durch eine abgeplattete einschichtige Zelllage gebildeten Membran sprechen. Bei vielen anderen Formen dagegen ist die Adventitia aus einer mehrschichtigen Lage von Bindegewebszellen gebildet. Wie mir scheint, haben in diesem letzteren Falle nicht alle die Schicht bildenden Zellen den gleichen Ursprung. Wir wissen, daß sich im Cölom (also im Pericard) ein weißes flockiges Gewebe (eine Art von Chylus?) in bedeutender Menge findet. Wie schon RATHKE (1820) bei *Idothea* beschrieben hat, ist es in sehr großen Massen ums Herz herum abgelagert. Die scharfe Grenze zwischen diesem Gewebe, welches am fixierten Objekt von ziemlicher Festigkeit zu sein scheint, und der echten Adventitia ist nicht leicht festzustellen.

Zusammenfassung der Resultate.

1) Der Herzschlauch der Malakostraken besteht eigentlich nur aus 2 Schichten: einer inneren Muscularis und einer äußeren Adventitia. Ein Endocard ist nicht vorhanden.

2) Die innere Muskelschicht ist bei *Nebalia* in nahe aneinander liegende Muskelfasern differenziert, deren jede eine selbständige Membran erhält. Die Fibrillen liegen peripher im Protoplasma der Muskelfasern.

3) Bei *Idothea* nehmen die Muskelfibrillen eine zentrale Lage ein, jede Muskelfaser erhält eine selbständige Membran, nur der

periphäre (der Adventitia zugekehrte) Teil des Protoplasmas ist mit dem der benachbarten Fasern verschmolzen.

4) Bei *Porcellio*, *Praniza*, *Cuma*, *Mysis* sind die kontraktile Fibrillen in eine allgemeine protoplasmatische Substanz eingeschlossen.

5) Bei *Gammarus* ist das Protoplasma der Muskelfasern zum Teil mit dem benachbarten verschmolzen, zum Teil getrennt.

6) Bei *Squilla* sind die Muskelfasern ganz von den benachbarten getrennt; jede hat eine selbständige Membran und in jeder liegen die kontraktile Fibrillen auf dem ganzen Querschnitt zerstreut.

7) Bei *Nebalia* lagern sich die Blutkörperchen an die innere Schicht, verschmelzen mit derselben und bilden unregelmäßige, nicht selten geradezu gewaltige „Verdickungen“ der protoplasmatischen Substanz (Sarkolemm) der Muskelfasern, welche dem Lumen zugekehrt ist.

8) Bei *Idothea* ist die „Verdickung“ regelmäßiger und weniger ausgesprochen; sie umgibt die Fibrillen allseitig.

9) Bei *Porcellio* sind die Blutkörperchen entweder einzeln mit dem Protoplasma (Sarkolemm) der Herzmuscularis verschmolzen, oder sie bilden helle, kernlose Syncytien, welche entweder frei an der Herzwand liegen oder mit ihr verschmelzen.

10) Bei *Praniza* bilden die Blutkörperchen Ansammlungen, eine Art von „Herzkörper“, in welchen sowohl Kerne wie auch Zellmembranen vorhanden sind.

11) Bei *Gammarus* kommt fast keine echte Verschmelzung der Blutkörperchen mit der Herzmuscularis vor, aber die Blutkörperchen lagern sich ziemlich regelmäßig an der Herzwand ab, verschmelzen miteinander und bilden in dieser Weise ein „Pseudothel“.

12) Bei *Caprella* zeigt die Herzwand einen sehr einfachen Bau, keine Ablagerung von Blutkörperchen und nur in sehr geringer Menge eine Verschmelzung derselben mit der Herzwand.

13) Bei *Cuma* finden sich ziemlich ähnliche Verhältnisse wie bei *Porcellio*; nur daß die von Blutkörperchen gebildeten hellen, gewöhnlich kernlosen Syncytien meist nicht mit der Herzwand verschmelzen.

14) Bei *Mysis* und *Squilla* findet sich fast keine Ablagerung oder Verschmelzung von Blutkörperchen.

15) Bei den Formen, bei welchen kontraktile Fibrillen in der allgemeinen protoplasmatischen Substanz (Sarkolemm) eingeschlossen sind, ist die das Lumen innen abgrenzende Membran

eine Basalmembran („Intima“); sie ist homolog mit der Membran bei anderen Formen (*Nebalia*, *Squilla* etc.), die die einzelnen Fasern umhüllt.

16) Die Muskelfasern resp. die Fibrillen in der allgemeinen Muscularis verlaufen gewöhnlich schräg, eine Art Spirale bildend, wenigstens ist dies bei *Gammarus*, *Porcellio*, *Praniza*, *Squilla*, *Idothea*, *Mysis* ganz bestimmt der Fall.

17) Die Arterienklappen bestehen aus 2 Schichten, eine zur Herzwand, die andere zur Arterienwand gehörig, sie bilden also eine Falte.

18) Die äußere Hülle — *Adventitia* — besteht bei *Nebalia* aus sehr großen Zellen mit riesigen Kernen, bei *Gammarus* und *Squilla* bildet sie eine zellige Membran.

Für die folgenden Punkte fehlt mir vorläufig eine bestimmte Erklärung.

19) Die Venenklappe besteht bei *Caprella* aus zelligen Gebilden, unter welchen einzelne durchaus Aehnlichkeit mit Blutkörperchen zeigen.

20) Außen am Herzen finden sich bei *Caprella* Zellen, welche durch lange Fortsätze miteinander anastomosieren und ein Netzwerk um das Herz bilden.

21) Bei *Idothea* finden sich in der inneren protoplasmatischen Schicht sehr große Kerne, welche nur in sehr geringer Zahl vorhanden sind.

22) Manche unter den Blutkörperchen von *Squilla* besitzen, wie es scheint, keine Kerne.

Die vorliegende Arbeit wurde von S.S. 1902 bis und mit S.S. 1903 im Zoologisch-Vergleichend-anatomischen Institut der Universität Zürich auf Anregung von Herrn Professor A. LANG ausgeführt. Es sei mir gestattet, meinen hochverehrten Lehrern, Herrn Prof. Dr. A. LANG und Herrn Prof. Dr. K. HESCHELER, meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen, jenem für das warme Interesse, welches er der Arbeit stets entgegenbrachte, vor allem aber für die unschätzbare Anregung; diesem dagegen vor allem für seine vielfachen Ratschläge und tatkräftige Unterstützung beim technischen Teil derselben.

Literaturverzeichnis.

- 1) BERGH, R. S., Beiträge zur vergleichenden Histologie. Ueber den Bau der Gefäße bei den Anneliden. Zweite Mitteilung. Anatomische Hefte, Bd. XV, Heft 3, 1900.
- 2) — Beiträge zur vergleichenden Histologie. Ueber die Gefäßwandung bei Arthropoden. Anatomische Hefte, Bd. XIX, Heft 2, 1902.
- 3) BOBRETZKY, N., Zur Embryologie des *Oniscus murarius*. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, Bd. XXIV, 1874.
- 4) CLAUS, C., Der Organismus der Phronimiden. Arb. d. Zool. Inst. zu Wien, Bd. II, Heft 1, 1879.
- 5) — Ueber Herz und Gefäßsystem der Stomatopoden. Zool. Anzeiger, 1880.
- 6) — Die Kreislaufsorgane und Blutbewegung der Stomatopoden. Arb. d. Zool. Inst. zu Wien, Bd. V, 1884.
- 7) — Zur Kenntnis der Kreislaufsorgane der Schizopoden und Decapoden. Arb. d. Zool. Inst. zu Wien, Bd. V, 1884.
- 8) — Ueber Herz und Gefäßsystem bei Hyperiden. Zoolog. Anzeiger, 1879.
- 9) — Ueber den Organismus der *Nebalia* und die systematische Stellung der Leptostraken. Arb. d. Zool. Inst. zu Wien, Bd. VIII, H. 1, 1888.
- 10) DELAGE, S., Appareil circulatoire des Crustacés Edriophthalmes marins. Arch. de Zool. exp. et génér., T. IX, 1881.
- 11) DELLA-VALLE, A., Gammarini del Golfo di Napoli. 20 monographie, 1893.
- 12) DOFLEIN, Die Eibildung bei Tubularia. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. LXII, 1897.
- 13) DOHRN, A., Entwicklung und Organisation von *Praniza* (*Anceus*). Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XX, 1869.
- 14) — Zur Naturgeschichte der Caprellen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XVI, 1866.
- 15) — Ueber den Bau und Entwicklung der Cumaceen. Jenaische Zeitschr. für Med. u. Naturw., Bd. V, 1870.
- 16) FRANZ, VICTOR, Ueber die Struktur des Herzens etc. bei Spinnen. Zoolog. Anzeiger, Bd. XXVII, 1904.
- 17) HAECKEL, E., Ueber die Gewebe des Flußkrebsses. MÜLLERS Archiv für Anatomie, 1857.
- 18) HUXLEY, Der Krebs, Leipzig 1881.

- 19) KOWALEWSKY, A., Anatomie der Meerassel (*Idothea entomon*). Arb. d. Naturforscherg. St. Petersburg, Bd. I, 1864 (russisch).
 - 20) LANG, A., Beiträge zu einer Trophocöltheorie, Jena 1903.
 - 21) LEYDIG, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere, 1857.
 - 22) — Bau der Arthropoden. Archiv f. Anatomie u. Physiol., 1855.
 - 23) MAYER, P., Die Caprelliden. 6. Monographie, 1882.
 - 24) NUSBAUM, J., Materyaly do embryologii i histologii rownonogow, Krakau 1893 (polnisch).
 - 25) — L'embryologie de *Mysis Chamaeleo*. Archives de Zool. expér. et générale, Sér. 2, T. V., 1887.
 - 26) — L'Embryologie d'*Oniscus murarius*. Zool. Anzeiger, 1886.
 - 27) ORTMANN, BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Malacostraca, Bd. V, Abt. II.
 - 28) RATHKE, Anatomie der *Idothea*. Neueste Schriften d. Naturf. Gesellsch. in Danzig, Bd. I, Heft 1, 1820.
 - 29) SCHNEIDER, K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie, Jena 1902.
 - 30) STECKA, S., Przyczynek do anatomii serca raka rzecznego (*Astacus fluviatilis*). (Contribution à l'anatomie du cœur chez l'écrevisse.) Kosmos, Bd. XXVIII, Lemberg 1903 (polnisch).
 - 31) WAGNER, N., Recherches sur le système circulatoire et les organes de la respiration chez le Porcellion élagi. Annal. d. Scienc. nat., Sér. 5, Zool., T. IV, 1865.
 - 32) WRZESNIOWSKI, Vorläufige Mitteilung über Amphipoden. Zool. Anzeiger, 1879.
-

Erklärung der Abbildungen.

- ad* äußere Herzhülle (Adventitia)
ad.bl der Adventitia angelagerte, unter sich verschmelzende Blutkörperchen
ad.k Adventitiakerne
a.kl Arterienteil der Klappe
an.bl der inneren Herzwand angelagerte Blutkörperchen
bl Blutkörperchen
bl.k Blutkörperchenkerne
bl.sy Blutkörperchensyncytien
bl.v.sy mit Syncytien verschmelzende Blutkörperchen
c.f kontraktile Fibrille
d.bl degenerierte Blutkörperchen (resp. Blutkörperchenkerne)
h.k Ansammlungen und Verschmelzungen von Blutkörperchen, „Herzkörper“
h.kl Herzteil der Klappe
i.h innere Herzhülle
in.bl innen der Herzwand angelagerte, unter sich verschmelzende Blutkörperchen
m.f Muskelfasern
m.k Muskelkerne
m.mb die protoplasmatische Substanz der Muskelfasern umhüllende Membran
p.s protoplasmatische Substanz (Sarkolemm)
pr.f Protoplasmfortsätze zwischen Muskelfasern
r.ad.k Riesenerne der Adventitia
v.bl mit dem Protoplasma der Muscularis verschmelzende Blutkörperchen
v.i Verdickung der inneren protoplasmatischen Substanz der Muscularis
z.b Zerfallsprodukte von Blutkörperchenkernen

Tafel V.

Fig. 1. *Nebalia*: Längsschnitt durch das Herz. Safranin-Pikrinsäure. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 3, Obj. VII. Aus mehreren Schnitten kombinierte Zeichnung.

Fig. 2. Querschnitt durch einen nicht verdickten Herzteil. Eisenhämatoxylin-Erythrosin. Leitz Ok. 3, Obj. VII.

Fig. 3. Schnitt durch die Herzmuscularis; Sarkolemm eine regelmäßig gefaltete Schicht bildend. Eisenhämatoxylin-Erythrosin. 2000 : 1.

Fig. 4. Querschnitt durch einen verdickten Herzteil, in welchem die Blutkörperchenkerne zu Grunde gehen. Eisenhämatoxylin-Erythrosin. 1600 : 1.

Fig. 5. Längsschnitt durch das Herz. Degeneration der mit der Herzwand verschmolzenen Blutkörperchenkerne. Eisenhämatoxylin-Erythrosin. 1000 : 1.

Fig. 6. Querschnitt durch das Herz. Boraxkarmin-Pikrinsäure. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Fig. 7. Querschnitt durch ein Herz mit verdickter innerer Schicht. Eisenhämatoxylin-Erythrosin. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Tafel VI.

Fig. 8. *Idothea*: Querschnitt durch einen Herzteil bei Diastole. Chromhämatoxylin. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Fig. 9. Querschnitt von Herzteilen. Verschiedene Stadien der Verschmelzung der Blutkörperchen mit der protoplasmatischen Substanz der Muskelfasern. Hämalaun-Orange. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Fig. 10. Querschnitt durch einen Herzteil sowie durch eine seitliche Arterienklappe; Herz in Systole. Hämalaun-Orange. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Fig. 11. Längsschnitt durch die innerste Herzschicht; in Plasma verschiedene Stadien von Blutkörperchen, welche zerfallen. Eisenhämatoxylin-Erythrosin. 960 : 1.

Fig. 12. Verschiedene Stadien von Blutkörperchen resp. Blutkörperchenkerne, welche zu Grunde gehen. Eisenhämatoxylin-Erythrosin. 960 : 1.

Fig. 13. Längsschnitt durch die Herzmuscularis. Hämalaun-Orange. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Fig. 14. Riesenkerne im Innern der protoplasmatischen Substanz des Herzens. Hämalaun-Orange. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Fig. 15. *Porcellio*: Querschnitt durch einen Herzteil. Boraxkarmin-Orange. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Tafel VII.

Fig. 16. *Porcellio*: Querschnitt durch einen Herzteil. Boraxkarmin-Orange. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Fig. 17. Längsschnitt durch die Herzwand. Silbernitrat-Ameisensäure. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Fig. 18. Querschnitt durch das Herz. Chromhämatoxylin. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 0, Obj. VII.

Fig. 19. Querschnitt durch einen Herzteil und durch eine seitliche Arterienklappe. Boraxkarmin-Orange. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 3, Obj. VII.

Fig. 20. Praniza: Längsschnitt durch das Herz mit einem „Herzkörper“. Safranin-Pikrinsäure. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 3, Obj. VII.

Fig. 21. Querschnitt durch einen Herzteil an einer Stelle, an welcher sich ein Herzkörper aus sich an der Herzwand ablagernden Blutkörperchen bildet. Boraxkarmin-Pikrinsäure. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 3, Obj. VII.

Fig. 22. Gammarus: Querschnitt durch ein Herz. Hämatoxylin-Orange. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Fig. 23. Längsschnitt durch die Herzmuscularis. Eisenhämatoxylin-Erythrosin. Zeichenapparat. Leitz Ok. 3, Obj. VII.

Tafel VIII.

Fig. 24. Längsschnitt durch die Herzwand. Hämatoxylin-Orange. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 3, Obj. VII.

Fig. 25a. Caprella: Querschnitt durch einen Herzwandteil.
b Längsschnitt durch einen Herzwandteil. Safranin-Pikrinsäure. Leitz, Ok. 3, Obj. VII.

Fig. 26. Tangentialschnitt durch das Herz, mit Zellen, welche außen um dasselbe ein Netzgeflecht bilden. Leitz, Ok. 3, Obj. VII.

Fig. 27. Längsschnitt durch die Herzwand und durch ein venöses Ostium. Safranin-Pikrinsäure. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

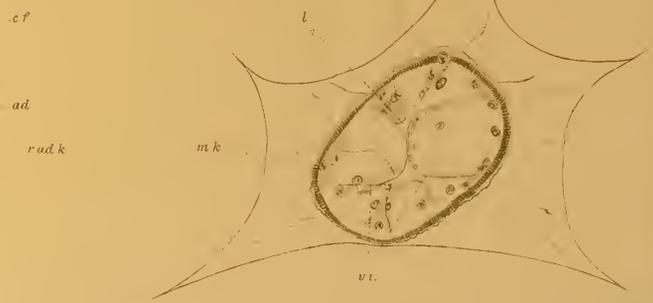
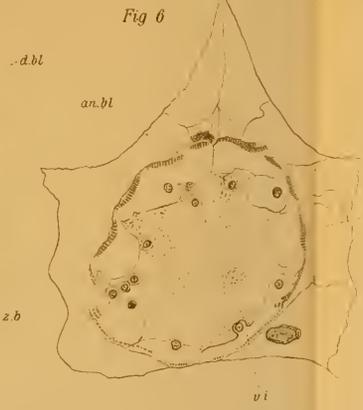
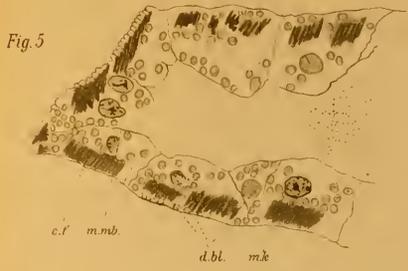
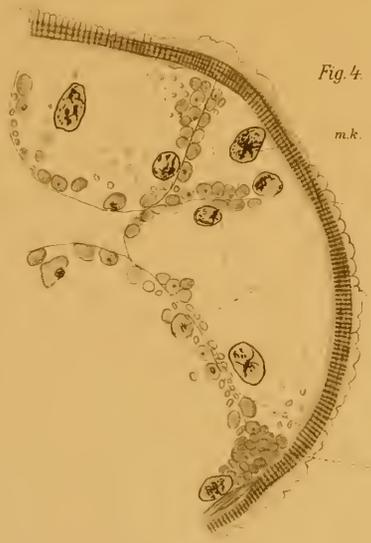
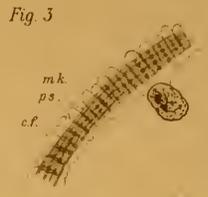
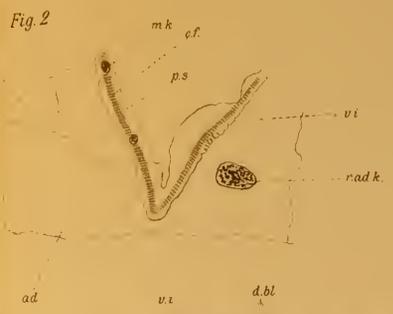
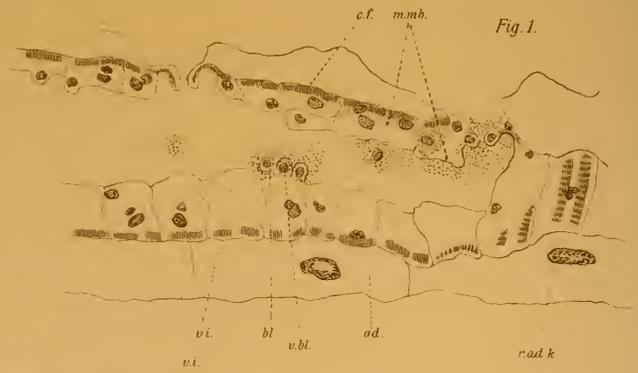
Fig. 28. Cuma: Querschnitt durch einen Herzteil. Eisenhämatoxylin-Erythrosin. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Fig. 29. Mysis: Querschnitt durch einen Herzteil. Eisenhämatoxylin-Erythrosin. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 3, Obj. VII.

Fig. 30. Squilla: Längsschnitt durch die Herzwand. Eisenhämatoxylin. Zeichenapparat. Leitz, Ok. 1, Obj. VII.

Fig. 31. Querschnitt durch die Herzwand. Eisenhämatoxylin. Leitz, Ok. 3, Obj. VII.

Fig. 32. Kernlose Blutkörperchen. Eisenhämatoxylin-Erythrosin 1500 : 1.



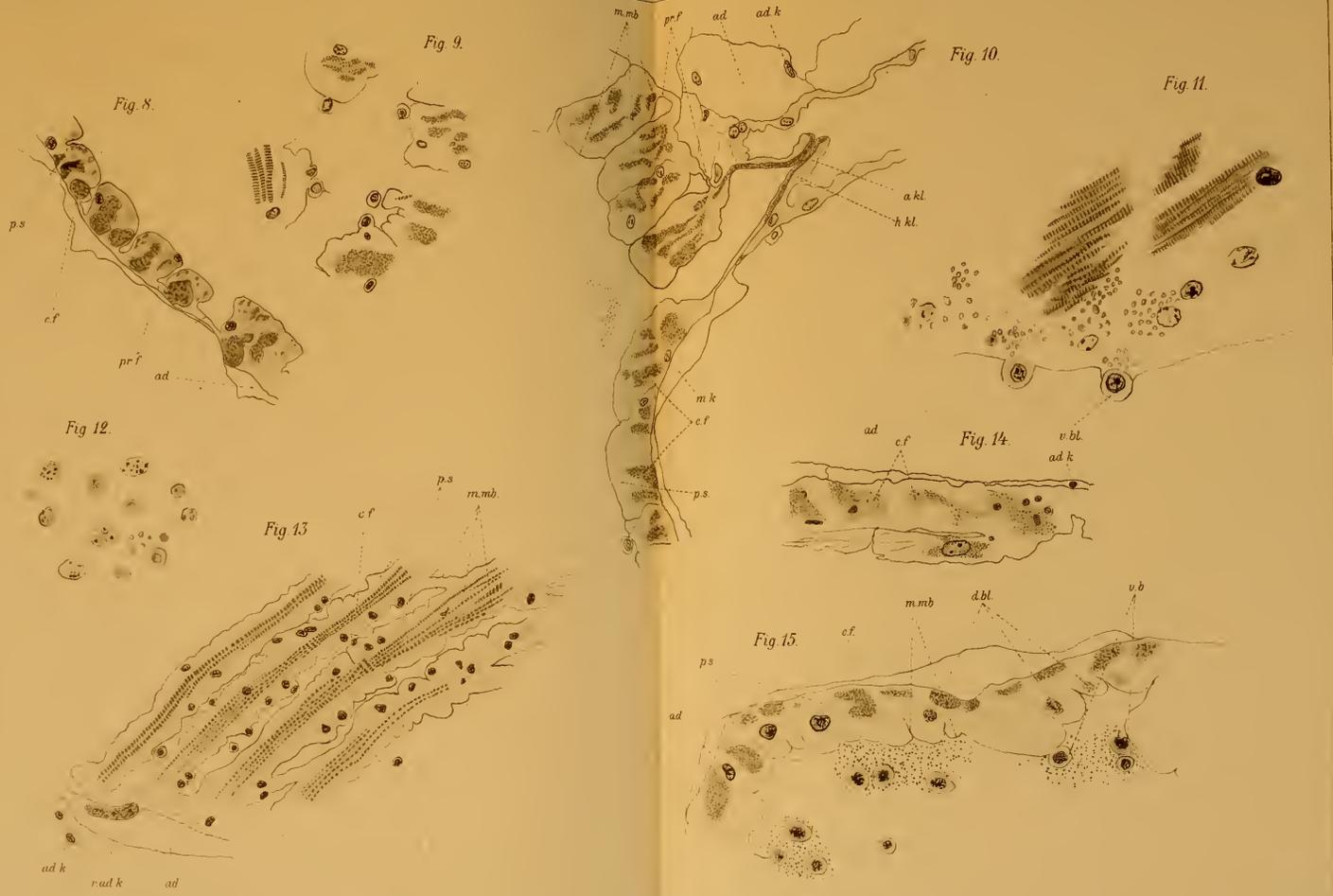


Fig. 16.

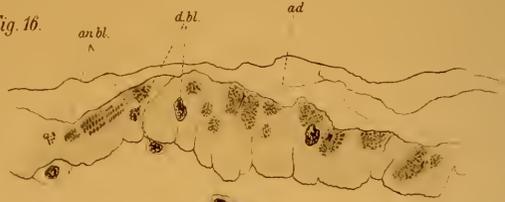


Fig. 17.

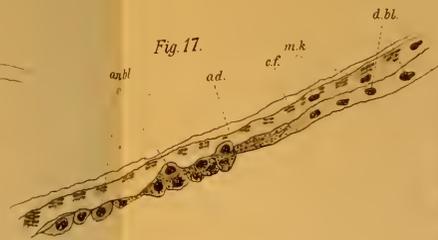


Fig. 18.



Fig. 19.

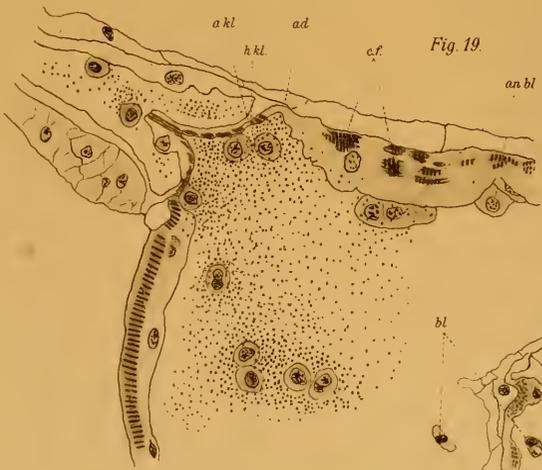


Fig. 20.



Fig. 22.



Fig. 21.



Fig. 23.

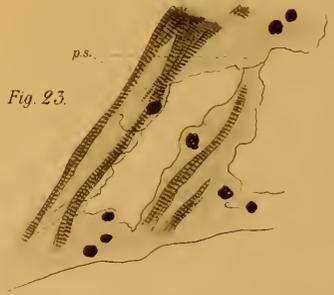




Fig 24

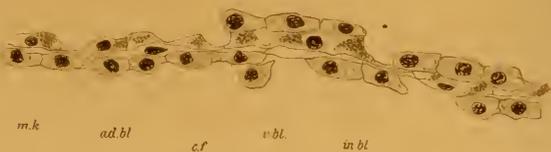


Fig 27

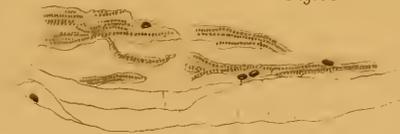


Fig 28



z.b. ad. d.bl bl.v.sy

Fig 31



m.k c.f ad.

Fig 25.a



an.bl

Fig 25.b



ad. m.k ps. m.mb c.f.

Fig 26



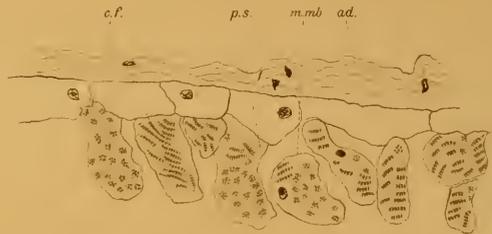
p.s.

Fig 29



ad.k ps. c.f ad. p.s. m.k bl. m.mb

Fig 30



c.f. p.s. m.mb ad.

Fig. 32



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [NF_32](#)

Autor(en)/Author(s): Gadzikiewicz Witold

Artikel/Article: [Ueber den feineren Bau des Herzens bei Malakostraken. 203-234](#)