

# Zur mikroskopischen Anatomie des Blutgefäßsystems der Tunikaten.

## Nebst Bemerkungen zur Phylogenese des Blutgefäßsystems im allgemeinen.

Von

**Miguel Fernandez.**

Hierzu Tafel XV—XVIII und 12 Figuren im Text.

Die folgenden Darlegungen beziehen sich ausschließlich auf mikroskopisch-anatomische und histologische Verhältnisse, während auf die Form des Herzens und auf den Verlauf der Gefäße nicht eingegangen werden soll. — Die notwendigen Literaturübersichten sollen — wo es sich als notwendig erweist — vor den einzelnen Abschnitten gegeben werden; eine ausführliche historische Einleitung glaube ich um so eher fortlassen zu können, als HEINE (1903) ziemlich eingehend die vorliegenden Schriften bespricht.

### Technisches.

Ein zweimaliger Aufenthalt (März und April 1903; Dezember 1903 und Januar 1904) an dem Laboratoire Russe de Zoologie in Villefranche erlaubte mir — wenschon ich eigentlich in erster Linie andere Ziele im Auge hatte — an lebenden Salpen, vor allem an *S. bicaudata* und *S. africana maxima*, die im Winter und im ersten Frühling massenhaft in Villefranche vorkommen, mehrere Beobachtungen zu machen, sowie reichlich Material selbst zu konservieren. Für die freundliche Ueberlassung des Arbeitsplatzes möchte ich der Direktion der Station und Herrn Dr. DAVIDOFF speziell noch für manchen Ratschlag und manche Anregung meinen besten Dank aussprechen. — In Zürich hatte ich auch Gelegenheit, einige Cionen und Clavelinen lebend zu untersuchen.

Als Fixiermittel wurden für die Salpen Chromessigsäure und FLEMMINGSches Gemisch mit gutem Erfolg angewandt. Die Ascidien wurden fast durchwegs von der zoologischen Station zu Neapel bezogen und waren meist in Sublimatgemischen konserviert.

Bei *Ascidia cristata*, *Asc. fumigata*, *Clavelina* und *Styela* verfügte ich auch noch über in Chromessigsäure konserviertes Material.

Schon von VAN BENEDEN et JULIN (1887) wurde mit Recht betont, daß sowohl die Schnittmethode als auch die Methode der Ausbreitungspräparate zum Studium der Histologie des Tunikatenherzens herangezogen werden müsse. Ich möchte hinzufügen, daß sogar letztere viel notwendiger als erstere ist.

Da bei Schnitten die dünne Muskelmembran des Herzens leicht reißt und daher bei Weiterbehandlung stellenweise gern abschwimmt, so wurde dieser Uebelstand durch Anwendung der Doppeleinbettung mit Cedernholzöl nach JORDAN (1900) umgangen. Diese Methode gestattet Serienschnitte bis zu  $5\ \mu$  herab anzufertigen, und scheint immer dann empfohlen werden zu dürfen, wenn etwaige kleinere Falten im Präparate, die sich nur schwer umgehen lassen, nicht stören. — Auch die gewöhnliche Paraffin-einbettung mit Aufkleben der Schnitte mit MAYERSchem Eiweißglycerin und nachherigem Ueberziehen mit einem möglichst feinen Häutchen von Photoxylin (Lösung in Alkohol 100 Proz.) hat unter Umständen gute Dienste geleistet, so zur Untersuchung der Gefäße und der Placenta. Das Häutchen darf so dünn sein, daß an demselben beim Trocknen die „Farben dünner Blättchen“ auftreten. Gefärbt wurde — für allgemeine Zwecke — mit Eisenhämatoxylin mit oder ohne Erythrosinnachfärbung; diese Methode gibt wohl sicher unübertroffen scharfe Bilder; doch wurde speziell für den Nachweis der Mitosen auch noch stets Safranin mit Differenzierung in Alkohol 100 Proz. mit einigen Tropfen Salzsäure benutzt.

Die Ausbreitungspräparate des Herzens wurden ebenfalls meistens mit Eisenhämatoxylin gefärbt; daneben wurde, speziell für die Muskelstruktur, auch die Vor- und Nachvergoldung nach APÁTHY und für den Zellgrenzennachweis die von SEELIGER auch am konservierten Objekt gerühmte Methylenblaumethode angewandt. Doch will mir scheinen, als leiste das Eisenhämatoxylin auch in dieser Beziehung eher mehr als das Methylenblau. Bei der Eisenfärbung müssen aber die Membranen vorher unbedingt möglichst ausgebreitet werden, da, falls sie aneinander haften, leicht Flecken entstehen, besonders durch ungleichmäßiges Ausziehen. Die Dauer der Einwirkung der Beize wie des Farbstoffes kann stark verkürzt werden, bis zu einer halben Stunde. Die Ausbreitungspräparate wurden, wegen der geringeren Brechbarkeit dieses Mediums, stets in Glycerin eingeschlossen. Die

Eisenfärbung hält sich darin, besonders wenn keine Nachfärbung angewandt wird, was für feine Strukturen wohl das Vorteilhaftere ist, seit 18 Monaten unverändert; das Methylenblau wird hingegen etwas ausgezogen und dadurch unscharf. Da Ausbreitungspräparate nur von größeren Formen herzustellen sind, sie sich im Laufe der Untersuchung aber für die hier verfolgten Zwecke unerlässlich zeigten, wurde auf Untersuchung der kleinen Salpen und der Synchronidien von vornherein verzichtet.

Nachdem die ältere Ansicht, wie sie noch von HELLER (74/75) und ROULE (1884) vertreten wurde, daß nämlich das Herz nur eine besonders differenzierte Strecke des ventralen Gefäßstammes sei, als endgültig aufgegeben gelten dürfte, kann man wohl als sicher annehmen, daß das Blutgefäßsystem der Tunikaten aus zwei bisher wohl nicht voneinander ableitbaren Bestandteilen aufgebaut ist, einen propulsatorischen, der Perikardblase, und einem leitenden, den Gefäßen, eine Anschauung, die auch neuestens von LANG (1902/3, These 76) vertreten wird.

### Die Perikardblase.

Die Perikardblase stellt bei sämtlichen Tunikaten (mit Ausnahme einer Oikopleura (O. Vanhoeffeni, bei welcher nach SALENSKY (1903) noch ein sogenanntes Procardium [VAN BENEDEN et JULIN] besteht) einen allseitig geschlossenen Sack dar, welcher ventral vom Darne liegt und dessen dem letzteren während der Entwicklung zugekehrte Seite der Länge nach rinnenartig eingestülpt wird. Beim erwachsenen Tier sind die Ränder der Rinne meist bis zur Berührung genähert; der schmale Spalt, welcher übrig bleibt, wird von dem allgemeinen Körperbindegewebe vollständig ausgefüllt, bis auf je eine am vorderen und am hinteren Ende der Rinne freibleibende Öffnung.

Die eingestülpte Partie der Perikardblase bildet die Herzwand (vgl. Textfig. 1 u. 2), die nicht eingestülpte Wand des Sackes dagegen das Perikard; die Höhle in der Rinne ist der Herzhohlraum; das zwischen den beiden Umschlagsstellen der Herzwand und des Perikards liegende Bindegewebe wird Herzraphe genannt. An der vorderen und hinteren Öffnung der Rinne, den beiden Herzostien, setzt sich die Gefäßwand an die Herzwand an. Auf das Verhältnis ersterer zu einer im Herzzinneren vorhandenen weiteren Schicht („Endokard“ der Autoren bei Salpen; „membrane

anhyste“, oder „Basalmembran“ der Ascidien; unsere „innere Bindegewebes-  
schicht“) kann erst im Laufe der Darstellung eingegangen werden.

Nach dieser kurzen Orientierung soll mit der Darstellung der Mikrostruktur begonnen werden.

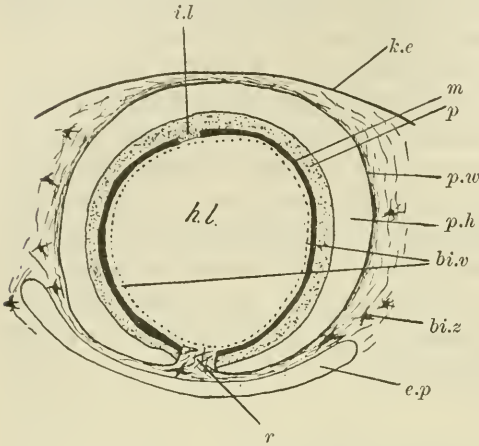


Fig. 1.

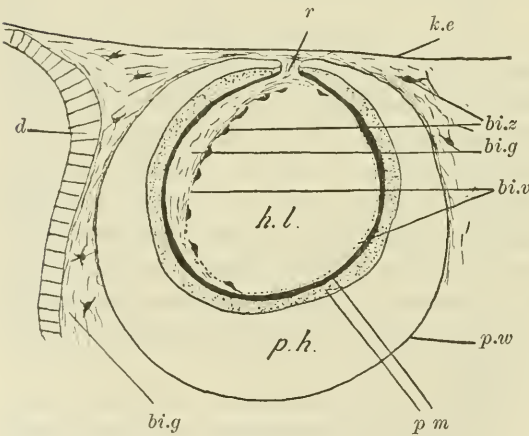


Fig. 2.

Fig. 1. Schematischer Querschnitt durch das Herz einer großen Ascidie. *e.p* Epikard, *m* Muskelfibrillenschicht, *p* Plasmaschicht der Zellen der Herz-  
wand, *bi.v* nicht zellenführende innere Bindegewebemembran.

Uebrigere Bezeichnungen siehe „Buchstabenerklärung“.

Fig. 2. Schematischer Querschnitt durch das Herz einer großen Salpe. *d* Darm, *m* Muskelfibrillenschicht, *p* Plasmaschicht der Zellen der Herz-  
wand. Uebrigere Bezeichnungen siehe „Buchstabenerklärung“. Der nicht zellen-

führende dünne Saum des inneren Bindegewebes durch punktierte Linie angegeben. Die spezielle Lagerung des inneren Bindegewebes bei *S. pinnata* siehe Textfig. 3 u. 10.

## I. Das Perikard.

### Salpen.

Wie alle modernen Untersucher der Histologie des Perikards, LAHILLE (1890), SCHULTZE (1901), HEINE (1903) fanden, besteht das Perikard aus flachen, polygonalen, geradezu ein typisches

Plattenepithel darstellenden Zellen (Fig. 1 u. 2). Diese Zelllage wird außen, d. h. an der der Perikardhöhle abgewandten Seite, direkt von gallertigem Körperbindegewebe umgeben, welches sich in den ihr zunächst liegenden Schichten zu einer Lamelle, einer Art „Grenzmembran“ verdickt. Diese Membran, die also nichts Selbständiges, sondern eine bloße Verdichtung des Bindegewebes darstellt, umgibt das Perikard als ein kontinuierlicher Ueberzug, welcher aber an manchen Stellen deutlicher erscheint; besonders an jenen, wo eines der vielen Blutgefäße sich dem Perikard nähert, tritt dadurch, daß die Fasern des umgebenden Bindegewebes auf noch kleineren Raum zusammengedrängt werden oder, wenn der Ausdruck erlaubt ist, daß die Grenzmembranen des Perikards und diejenige des Gefäßes sich addieren (Fig. 1) eine diese Membranbildungen charakterisierende bei Eisenhämatoxylin-Erythrosinfärbung leuchtend rote Linie, besonders deutlich hervor.

*S. africana-maxima sol.* Die Zellgrenzen der einzelnen Perikardialzellen erscheinen sowohl nach Goldimprägation als auch nach Methylenblau und Eisenhämatoxylin als scharfe schwarze, meist etwas zackige oder wellige Linien. Man erkennt durch sie leicht, daß die Zellform sehr wechselt, wenschon im allgemeinen 5- bis 7-eckige nach beiden Raumrichtungen ungefähr gleich stark ausgedehnte Zellen überwiegen. Abweichend geformte Perikardzellen treten regelmäßig an den der Umschlagstelle in die Herzwand zunächst liegenden Zonen auf, an denen sich der Uebergang des flachen Plattenepithels in das Muskelepithel vollziehen muß. Auch sonst kommen noch Aenderungen der Zellform, lokale Verdickungen des Epithels und Aehnliches vor. — SEELIGER hat auf ähnliche Erscheinungen bei den Ascidien, speziell *Ciona*, aufmerksam gemacht und glaubt, daß vielleicht die Kontraktionszustände der Herz- und möglicherweise auch der Leibesmuskulatur für das verschiedene Aussehen der Perikardialwand auch von einigem Einfluß seien.

Auf die Grenze folgt ein heller Saum (Fig. 3a) und auf diesen ein ziemlich breites Band, welches alle oben genannten Farbstoffe und auch Plasmafärbungen gierig aufnimmt und eine sehr feine Körnelung zeigt. Diese dunkle Zone ist nicht immer ringförmig, sondern häufig nur an zwei gegenüberliegenden Zellenden entwickelt; an solchen Stellen grenzt das helle Zentrum direkt an die äußere helle Zone (Fig. 2). Innen an dem dunklen Bande liegt die soeben erwähnte innerste, grobretikuläre oder grobkörnige Zone. In dieser inneren hellen Schicht findet sich der meist rund-

lich-ovale, seltener länglich-wurstförmige Kern; derselbe ist meist nicht zentral gelagert, sondern häufig ganz seitlich in einer Ausbuchtung der zweiten dunklen Schicht, dann jedoch immer von einem dünnen hellen Belag umsäumt. Mit HEINE (1903) habe ich bei *S. afric.-maxima*, *S. pinnata* und *S. bicaudata* niemals sichelförmige oder ringförmige Kerne konstatieren können.

Welche Bedeutung kommt nun den drei oben genannten Schichten zu? Der Unterschied zwischen den beiden inneren scheint, trotzdem er mit allen oben genannten Färbemitteln vollkommen deutlich hervortritt, den bisherigen Beobachtern entgangen zu sein. Die äußere helle Zone wurde von LAHILLE auf Grund von negativen Silberimprägnationen als Cuticula bezeichnet, während HEINE sie durch das Zurückziehen des Protoplasmas von der Zellgrenze beim Konservieren entstanden erklärt. Ich selbst sah an gewissen Flächenpräparaten ganze Komplexe von Zellen, in denen das Protoplasma völlig fehlte, während die Zellgrenzen noch so deutlich waren wie gewöhnlich. Dies würde wohl für die kutikuläre Natur der äußersten hellen Schicht sprechen; allein HEINE sah — und ich kann dies bestätigen (Fig. 2) — daß die retikuläre dunkle Schicht Plasmabrücken an die Grenze schickt (Fig. 2, 3a, 3b). Dies wäre wiederum bei Kutikularisierung unerklärbar und spricht vielmehr für das Schrumpfen des Plasmas. Diese „Zellbrücken“ sah ich oft sogar so stark ausgebildet, daß sie ein förmliches Netzwerk bildeten und die eigentliche Zellgrenze nicht mehr deutlich erkennen ließen. An den Linien, längs welchen ein Flächenpräparat abgeschnitten wurde, sieht man häufig, wie ein Teil der inneren dunklen Masse einer Zelle über die darunter liegende Bindegewebsmembran vorragt, in welchem Falle man sich davon überzeugen kann, daß um die dunkle Zone herum keine weiteren Bestandteile folgen. Hierdurch ist wohl die Ansicht, daß es sich um eine Kutikularisierung handeln könnte, widerlegt. Das Stehenbleiben der Zellgrenzen, wenn auch das ganze Protoplasma aus der Zelle „herausgefallen“ ist (Fig. 2), erklärt sich einfach dadurch, daß die Kittsubstanz (über deren Natur hier nichts ausgesagt werden soll), sowie etwaige ihr anliegende Plasmareste fester an der darunter liegenden Bindegewebsmembran haften als die übrigen Bestandteile. Ebenso war in einigen solchen Fällen der Kern mitten in der leeren Zelle kleben geblieben (Fig. 2).

Schwieriger ist es, über die inneren Schichten etwas auszusagen; das zentrale, hellere Plasma muß jedenfalls von anderer Konsistenz sein als das herumliegende dunklere, denn wie dieses

gegen die Zellgrenze hin feine Plasmafäden aussendet, so kann man auf günstigen Präparaten sehen, wie das innere Plasma sich vom äußeren zurückgezogen hat, und nur durch feine Fortsätze mit ihm zusammenhängt; dies deutet zunächst auf verschiedene Eindringungsgeschwindigkeit des Fixiermittels. Ob es nun etwa ein Sekret ist, welches in der äußeren dunklen Schicht die Farbe so stark bindet, konnte nicht ermittelt werden; jedenfalls ergaben sowohl Muchhämatein wie auch polychromes Methylenblau keine charakteristischen Farbdifferenzen.

Die Perikardialzellen fahren fort, sich immer noch durch mitotische Teilung zu vermehren, wenn bei den Zellen des Muskel-epithels der eigentlichen Herzwand nicht nur die mitotische, sondern die Kernvermehrung überhaupt (dies letztere gilt wenigstens für *S. africana-maxima*) schon längst aufgehört hat. (Auch bei vollkommen erwachsenen Tieren konnten immer noch Mitosen im Perikard nachgewiesen werden.) Sehr häufig enthält der Kern 2 Nukleolen, in anderen Fällen sind 2 Kerne in einer Zelle von gewöhnlicher Größe vorhanden, die unter solchen Umständen durch einen dunklen Plasmastreifen getrennt sein können; verhältnismäßig oft kommen Riesenzellen vor mit der doppelten Plasmamenge, wie die gewöhnlichen und mit 2 Kernen; selten sieht man auch ebenso große Riesenzellen mit nur einem Kern. Da die Kerne der einkernigen Riesenzellen kaum größer sind als die der gewöhnlichen, so scheinen sie nicht durch Zellfusion, sondern durch Plasmawachstum zu entstehen, die zweikernigen Riesenzellen wahrscheinlich durch darauffolgende Kern- und unterbliebene Plasmateilung. Immerhin müssen auch Vereinigungen der Plasmaleiber ohne Kernverschmelzung eintreten können, denn ich sah einmal bei *S. africana-max. greg.* 3 Zellen, welche noch deutlich in ihrer Form und Plasmaschichtung sich als Individuen verhielten, zwischen denen aber die Grenzen verschwunden und durch Plasma ersetzt waren, das aber durch ein ~~z~~weichendes, faseriges Aussehen noch deutlich auf das ehemalige Vorhandensein der Grenzen hinwies.

Das Perikard von *S. bicaudata* weicht in keinem irgendwie wesentlichen Punkte von dem der *S. maxima* ab.

*S. pinnata*: Bei einem 27 mm langen Embryo (FLEMMING-sches Gemisch) waren die Perikardialzellen, auch was die Schichtung anbetrifft, genau gebildet wie bei *S. maxima*; nur daß die innere helle Schicht noch deutlichere Plasmafortsätze gegen die dunkle hin sandte; Kern immer in der hellen Schicht, was besonders deut-

lich bei den Mitosen feststellbar. Kernform: bläschenförmig rundlich, selten länglich, genau wie bei *S. maxima*.

Bei den Kettentieren, deren einem dieser Embryo entnommen war (65 mm lang), wie bei Kettentieren von 45 mm Länge (erstere in FLEMMINGS Gemisch, letztere in Chromessigsäure No. 1) war die feinere Struktur der Perikardialzellen eine etwas andere. Die dunkle Schicht nämlich war außerordentlich stark ausgebuchtet; auch hatten sich von ihr dunkle Körner abgelöst, welche durch feine Fortsätze mit ihr und mit der inneren hellen Schicht verbunden waren (Fig. 3b). Auch sonst waren die Plasmafortsätze von der hellen Zone gegen die dunkle, sowie von dieser gegen die Zellgrenze sehr deutlich ausgesprochen. Kerne wie bei *S. maxima*, eher länglicher; keine Sichel- oder Ringkerne.

*S. fusiformis*: Schichtung und Zellform wie bei *S. maxima*. Kerne stets in der hellen Zone. Die Kernform insofern abweichend, als neben den gewöhnlichen Kernen nicht nur wurstförmige, sondern auch solche vorkommen, welche bereits die typische Form der von GROBBEN (1882) für das Perikard von *Doliolum* angegebenen Sichelkerne besitzen (Fig. 3c). Hingegen sah ich niemals eigentliche Ringkerne oder auch nur solche, welche mehr als einen Halbkreis beschrieben hätten. Bei der Seltenheit derselben im Atemhöhlenepithel (BALLOWITZ, 1898, gibt als Verhältnis der gewöhnlichen Kerne zu den Ringkernen 100:1 oder höchstens 50:1 an), soll natürlich hiermit ihr Vorkommen auch im Perikard nicht etwa als unmöglich bezeichnet werden.

#### Ascidien.

Das Perikard der großen Monascidien, besonders dasjenige der *Ciona*, färbte sich im allgemeinen schlechter als das der Salpen. Für die *Ciona* kann ich daher nur die Befunde HEINES bestätigen. Bessere Färbung erzielte ich dagegen bei *Cynthia pap.* und *Asc. fumigata*.

Bei *Cynthia* scheint die Zellgröße viel weniger zu schwanken als bei den Salpen; die Zellen sind im übrigen genau so polygonal wie dort (Fig. 4). Eine eigentliche innere helle Zone konnte ich nicht unterscheiden. In der äußeren hellen Zone, sowie in hellen Vakuolen der dunklen Schicht, sah ich häufig Körnchen, welche mit denen der *Asc. fumigata* im allgemeinen Verhalten übereinstimmen, nur feiner waren.

Kerne stets kugelförmig, sehr hell und groß. Diese runden Kerne scheinen für das Perikard der Monascidien charakteristisch.



Bei *Ascidia fumigata* waren die drei Schichten durchaus deutlich, doch konnten in der äußeren keine Fortsätze unterschieden werden. Die dunkle Schicht war sehr homogen, und von ihr aus schien in die innere ein Maschenwerk zu gehen, bestehend aus breiten Plasmasträngen. In den Maschen dieses Netzes sah ich, und zwar immer nur in der hellen Substanz, kleine, nicht immer runde, sondern oft unregelmäßig geformte Körnchen resp. aus solchen bestehende Knollen, welche stark lichtbrechend waren (Fig. 4), häufig lagen derartige Körnchen auch in der dunklen Zone, waren aber dann stets kapselartig von einem hellen Ring umgeben. Die Körnchen nahmen keine Farbe an und behielten ihren grüngelben Ton und ihr hohes Lichtbrechungsvermögen stets bei.

Später fand ich ganz ähnliche Körner im Plasma der Muskellage derselben Form und auch im Herzen und Perikard der *Cynthia*. Da ich sie bei Sublimat- sowie auch bei Chromessigsäurefixierung beobachtete, scheint mir ein Kunstprodukt ausgeschlossen. Ob dagegen diese Gebilde etwa mit den grüngelben Blutkörperchen, wie sie bei vielen Ascidien, ganz besonders aber bei *Ascidia fumigata*, massenhaft vorhanden sind, zusammenhängen, oder ob ihnen irgend eine andere Bedeutung zukommt, ist durchaus dunkel.

## II. Das Herz.

Die eigentliche Herzwand aller Tunikaten wird, wie bereits oben erwähnt, durch den eingestülpten Teil der Perikardblasenwand gebildet. Die Linie, längs welcher die Einstülpung erfolgte, liegt bei allen Ascidien stets auf der dem Darm zugewandten, bei den erwachsenen Salpen dagegen auf der dem Darm abgewandten, also ventralen Seite. Doch haben alle Untersucher der Embryonalentwicklung der Salpen, die sich mit dieser Frage beschäftigten, übereinstimmend festgestellt, daß diese Einstülpung ursprünglich an der der Darmwand zugekehrten Seite auftritt. Da bei den Appendicularien der die Muskelfibrillen führende Teil des Perikards (resp. Prokards bei *Oikopleura Vanhoeffeni*) ebenfalls dem Darm zugekehrt ist, so darf man wohl sicher sagen, daß die abviscerale Lage der Umschlagslinien als ein Neuerwerb der Salpen zu bezeichnen ist. Der Spalt zwischen den beiden Umschlagslinien wird durch das Körperbindegewebe geschlossen, welches die „Herzraphe“ bildet.

Die Herzwand selbst besteht bei allen Salpen und Ascidien aus einem einschichtigen Epithel, an welchem an der dem Lumen

zugekehrten Seite kontraktile quergestreifte Muskelemente differenziert sind. (Ueber die weitere Schicht, die lumenwärts von den Muskelementen liegt, siehe nächsten Abschnitt.) Auf Schnitten zeigen sich nun, wie bereits VAN BENEDEEN und JULIN für *Clavelina*, *Corella parallelogramma* und *Salpa pinnata* anführen, keine irgendwie wesentlichen Unterschiede zwischen den Ascidien und den Salpen. Trotzdem aber bestehen nicht nur sehr typische Differenzen zwischen den beiden Klassen, sondern auch zwischen den Gattungen, oft sogar zwischen den Species; nur sind diese Abweichungen einzig auf Ausbreitungspräparaten wahrnehmbar.

### Salpen.

*S. africana-maxima solitaria*. Die Herzwand besteht, wie auch HEINE (1903) angibt, aus kurz-spindelförmigen Zellen, welche mit ihrer Längsachse quer zu derjenigen des Herzens verlaufen; und zwar ordnen sich dieselben derart an, daß die Spitze einer Spindel zwischen die zweier anderer sich einschiebt, so daß nirgends ein kompliziertes Gefüge der Zellen sich ergibt. Ihre Längsachsen liegen vielmehr alle zueinander parallel, soweit sie nicht durch die Kontraktionen temporär in andere Richtungen gedrängt werden. Auch zwischengeschaltete Gebilde, welche eine bestimmte Zerlegung der sich bei der Kontraktion der Fibrillen ergebenden Kräfte hervorrufen könnten, kommen nicht vor; von der linken Umschlagslinie an, dem ganzen Herzumfang entlang bis zur rechten Umschlagslinie, folgt nur eine gleichgebaute Zelle der anderen; höchstens erscheinen die den Umschlagslinien direkt anliegenden Zellen etwas verkürzt und unregelmäßiger.

Bevor ich in der Darstellung weitergehe, scheint es mir nützlich zu sein, die für die Bestandteile der Muskulatur gebräuchlichen Termini speziell für die Herzmuskulatur der Tunikaten zu präzisieren. Es besteht hier gerade eine außerordentliche Verwirrung, besonders in Bezug auf den Begriff „Fibrille“; behauptet doch HEINE (1903) z. B., daß die Fibrillen aus 2 Lamellen zusammengesetzt seien!

Die gesamte Zelle, welche kontraktile Substanz ausscheidet, samt der in ihr enthaltenen kontraktilen Substanz, heißt „Faser“. Das feinste, diese kontraktile Substanz zusammensetzende Element heißt „Fibrille“; dieselbe ist also ihrer Definition nach nicht weiter in (histologische) Längselemente, die noch die Natur der kontraktilen Substanz besäßen, zerlegbar; sie wird auch wahrscheinlich im allgemeinen mit unseren Instrumenten nicht nachweisbar

sein: alles, was wir zu sehen bekommen, sind „Fibrillenbündel“. Der Begriff des Fibrillenbündels („Muskelsäulchen“ KÖLLIKER) ist also ein Sammelbegriff; ein solches Bündel kann bald mehr, bald weniger Fibrillen enthalten; auch können z. B. Bündel erster Ordnung zu solchen zweiter Ordnung zusammentreten. Bei den Salpen nun sieht man in der normalen Faser deutlich gegeneinander abgesetzte Fibrillenbündel von ziemlicher Dicke, welche einander parallel verlaufen. Gerade diese speziellen Fibrillenbündel einerseits, sowie die gesamten Fibrillenmassen je einer Faser bei den Ascidien andererseits, wurden von den Autoren fälschlicherweise als „Fibrillen“ bezeichnet.

Die Fibrillen, also auch die Bündel, verlaufen nun in den Zellen der Länge nach, und zwar derart, daß sie das Protoplasma kahnartig umgeben; gegen die Perikardialseite zu hat also das Sarkoplasma eine freie Oberfläche. Es kommt dagegen hier nicht zur Bildung zweier deutlich voneinander geschiedenen Schichten, einer inneren fibrillären und einer äußeren protoplasmatischen, wie das bei den großen Monascidien der Fall ist. Wenn schon, wie dies seit VAN BENEDEN und JULIN bekannt ist, die Fibrillenbündellage nur einschichtig ist, so dringen doch, eben wegen der kahnartigen Anordnung, die äußersten Bündel jeder Faser tiefer in die Plasmaschicht ein als die mittleren. Die Bündel liegen in der Faser dicht nebeneinander, so daß sie nicht immer leicht unterscheidbar sind; in allen Bündeln einer Zelle finden sich gewöhnlich die dunklen und hellen Streifen auf ungefähr der gleichen Höhe (HEINE), doch ist dies keineswegs immer der Fall; häufig sind in zwei benachbarten Säulchen — vielleicht infolge ungleicher Kontraktion — die Querstreifen auf verschiedenem Niveau; wodurch eine Art „treppenförmiger Schrägstreifung“ hervorgerufen werden kann. In diesem Falle sind denn auch die einzelnen Bündel besonders leicht gegeneinander abgrenzbar. — Jede Faser stellt mit den in ihr enthaltenen Fibrillenbündeln ein wohl abgeschlossenes und wohl unterscheidbares Ganzes dar; da die Fibrillen nicht hart an der Peripherie abgesondert werden, sondern stets noch von einem feinen Plasmamantel umgeben sind, erscheinen die Zellen auf Ausbreitungspräparaten von einem hellen Saum umgeben. Außerhalb dieses Saumes erst folgt die bei Eisenhämatoxylin oder nach Goldbehandlung stets sehr deutlich als feine, etwas wellige Linie hervortretende Zellgrenze. Diese scharfe Individualisierung der gesamten Faser, welche es ermöglicht, zu jeder Zelle resp. zu deren Kernen die zugehörigen Muskelfibrillenbündel auf-

zufinden, bildet, wie mir scheint, einen der charakteristischsten Unterschiede der Herzwand der Salpen gegenüber derjenigen der Ascidien.

Die Kernverhältnisse des plasmatischen Teiles der Fasern bedürfen noch einer besonderen Besprechung.

Ueber die Kerne, deren Anzahl bei dieser Species übrigens von HEINE richtig auf 1--2 angegeben wurde, waren bei den anderen Arten nur sehr vage Angaben (z. B. „einer oder mehrere“) vorhanden. Im folgenden soll nun versucht werden, auf Grund exakter Kernzählungen in den einzelnen Fasern einen Anhaltspunkt für die Höhe der Differenzierung der betreffenden Herzmuskulatur zu gewinnen. Wegen der an der Raphe häufigen Deformationen (siehe besonders *S. pinnata*), die durch den Uebergang der Muskelfasern in die polygonalen Perikardialzellen bedingt werden, sollten diese Zählungen immer möglichst weit von derselben entfernt vorgenommen werden. — Für die *S. africana-maxima solit.* ergab sich folgendes.

Gezählte Fälle: 50.

Mit 1 Kern: 14 (davon 2 auf wenig vorgerücktem Hantelstadium der amitotischen Teilung).

Mit 2 Kernen: 36 (hiervon 3, die noch nicht eigentlich zweikernig waren, sondern sich auf weit vorgerücktem Hantelstadium befanden).

In einem einzigen Falle, der aber nicht unter diese Zählreihe fällt, konnte ich 3 Kerne konstatieren.

Aus den unter den 50 Fällen beobachteten 2 wenig und 3 stark vorgerückten Hantelstadien folgt, daß die Zweizahl der Kerne durch Teilung und nicht durch Zellverschmelzung zu stande kommt. Wensschon Mitosen in den untersuchten großen Tieren nicht konstatiert werden konnten, ist doch im Hinblick auf die Ergebnisse bei *S. pinnata* fraglich, ob nicht ein Teil der Fasern schon auf Jugendstadien durch mitotische Teilung 2 Kerne erhält. Jedenfalls geht aber aus der großen Uebersahl der Fälle mit 2 Kernen hervor, daß für die völlig ausgebildete normale Faser der *S. africana-maxima solit.* die Zweizahl der Kerne charakteristisch ist.

*S. africana-maxima greg.* Es mag ein gewisses Interesse bieten, zu konstatieren, daß der mikroskopische Bau des Herzens der Kettenform in keinem mir zu Bewußtsein gekommenen Punkte von dem der Solitärform abweicht. Auch die Kernzahlen der Fasern sind genau dieselben:

Unter 50 Fällen waren:

Fasern mit 1 Kern	11
Fasern mit 2 Kernen	39
3 Kerne in keinem Falle.	

*S. bicaudata* greg. Das Myokard dieser Species wurde von LAHILLE (1890) und HEINE (1903) bereits beschrieben, und letzterer gibt auch sehr richtig an, daß dasselbe aus außerordentlich langen und sehr schmalen Zellgruppen bestehe, deren jede stets mit mehreren Kernen versehen ist; doch scheinen mir die von beiden Autoren gegebenen Abbildungen kaum die Eigenart der Faser genügend hervortreten zu lassen. Die Fasern zeichnen sich dadurch aus, daß eine viel schärfere Trennung der fibrillären und der Plasmaschicht vorhanden ist als bei *S. maxima*, wenn schon auch hier die kahnförmige Umgrenzung der Hauptplasmamenge durch die Fibrillenbündel nicht aufgegeben ist. Dagegen ist das Plasmahäutchen, welches die Fibrillenschicht lumenwärts und auch seitlich überkleidet, viel weniger mächtig als bei voriger Species oder gar bei *S. pinnata*; da auch innerhalb der Fasern die Einzelbündel sehr dicht nebeneinander liegen, so daß sie sich nicht allzudeutlich voneinander abheben, bekommt man bei Einstellung auf die Fibrillenlage breite, enggedrängte Fibrillenbündel sekundärer Art zu sehen, die also die Gesamtmasse der Fibrillen je einer Faser darstellen, zwischen welchen feine schwarze Zellgrenzen bemerkbar werden (Fig. 7). Dreht man bei etwa 1000-facher Vergrößerung das Mikrometer nur um etwa  $5 \mu$ , so sind die Fibrillen total verschwunden, und man sieht nur noch die Plasmamasse, in der die einzelnen Zellen sich sehr deutlich als schwarz begrenzte Bänder mit vielen Kernen darstellen (Fig. 10).

Die Fasern verlaufen, wie bei allen Salpen, streng quer zur Längsachse des Herzens; ihre stets deutlich erkennbaren Enden sind entweder schräg abgeschnitten, oder sie laufen in einer breiteren oder längeren Spitze aus, sind also dann, streng genommen, noch spindelförmig. Niemals sah ich, wenigstens an den langen (normalen) Fasern, aufgespaltene Enden oder ähnliche Komplikationen; trotz der Länge der Faser scheint also die Salpe noch keiner spezifischen Einrichtungen für die Regelung der Richtung der Kontraktionswellen zu bedürfen.

Was die Kerne anbetrifft, so liegen sie bald mehr gruppenweise, bald mehr einzeln und regelmäßig verteilt in der Plasmaschicht. Sie sind ziemlich groß im Verhältnis zur Faserbreite, verhalten sich also in dieser Hinsicht wie bei *S. maxima*. Ueber

ihre Anzahl in den Fasern ergaben Zählungen an 20 der letzteren folgende Werte: 13—15—15—11—17—14—8—19—16—15—16—22—16—15—15—15—16—8—14—15 = 295 : 20 = 14,75 im Mittel.

Man sieht, daß auch bei dieser Species die Anzahl der Kerne in der Faser innerhalb nicht allzu weiter Grenzen schwankt, und daß zwischen 10 und 20 variierende Kernzahlen wohl als charakteristisch für die „normale“ ausgewachsene Faser dieser Art gelten können.

Der Ausdruck „normale“ Faser soll besagen, daß dieselbe sich möglichst entfernt von der Raphe finden soll, da an beiden Seiten der letzteren sich eine, im übrigen nicht scharf abgrenzbare Zone findet, in welcher die Fasern kurz sind und an der Raphe auch unregelmäßige Formen annehmen. Diese kurzen Fasern will ich als „Schaltfasern“ bezeichnen. Vielleicht sind sie für das Zustandekommen regelmäßiger Kontraktionen bedeutungsvoll; ich will auf die „Schaltfasern“ erst bei der *S. pinnata*, wo die Verhältnisse sich schärfer ausgeprägt zeigen, näher eingehen.

Auch hier waren sehr häufig alle Stadien der direkten Kernteilung zu konstatieren: langgestreckte Kerne mit 2 Nucleoli; Hantelform, Kerne von halber Größe, Haufen von 3—4 kleineren Kernen, alles in Zellen mit durchaus deutlichen Grenzen. Es scheint mir daher auch hier nicht gewagt, die langen Zellen dieser Species, besonders dann, wenn wir die Befunde bei *S. maxima* mitheranziehen, als durch Kernteilung und Plasmawachstum ohne Plasmateilung entstanden zu erklären.

Neben den Kernen finden sich in der Protoplasmaschicht noch kleine, kernähnliche Gebilde, deren Durchmesser  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$  der normalen Kerngröße beträgt (Fig. 10). Sie enthalten meist einen zentralen Punkt; da es sich aber um Eisenhämatoxylinfärbung handelt und, wie BOVERI in seiner Kritik dieser Färbungsmethode besonders betont, derartige zentrale Punkte leicht Kunstprodukte sein könnten, will ich hierauf kein weiteres Gewicht legen. Trotzdem unter allen anderen Salpensespecies sich auch genau gleich behandelte Exemplare fanden (Chromessig I, Eisenhämatoxylin) fand ich bei keiner einzigen ähnliche Gebilde vor. Diese Bläschen liegen meist in Gruppen von bis zu etwa 10 beieinander, häufig in der Nähe der Kerne, aber auch frei im Plasma, das zwischen ihnen ein Netz bildet. Wie ich sehe, hat RETZIUS (1890) derartige Körnchen, „Sarkosomen“, bei der Muskulatur der verschiedenartigsten Tiere und in allen möglichen Lagen zur kon-

traktilen Substanz der Faser angetroffen. Er hält sie wenigstens einem Teile derjenigen Gebilde, welche KÖLLIKER als „interstitielle Körner“ bezeichnet, für homolog. RETZIUS hält seine Sarkosomen für einen spezifischen und wesentlichen Bestandteil des Protoplasmas der Muskelzellen (Sarkoplasma ROLLET). Auch SCHNEIDER (1902) gibt ganz allgemein die Einlagerung solcher Körner in der Plasmasubstanz der Muskelzellen an. Er nennt diese Körner Myochondren. Jedenfalls haben sie mit den gelbgrünen Körnern, welche ich im Sarkoplasma und im Perikard der *Cynthia* und *Ascidia fumigata* fand, nichts gemein, weil diese auch bei ganz gleicher Behandlung keine Färbung zeigten und sich ja nicht ausschließlich im Sarkoplasma fanden, also für dasselbe auch nicht charakteristisch sein können.

*S. pinnata*. Wie in so vielen anderen Punkten der Organisation weisen beide Formen der *S. pinnata* auch im feineren Bau der Herzwand so eigenartige Verschiedenheiten gegenüber allen anderen hier behandelten Species auf, daß ein Blick auf ein Ausbreitungspräparat genügt, um diese Art zu erkennen. So gibt auch die Abbildung, welche VAN BENEDEN und JULIN von der ausgebreiteten Herzwand geben, schon das Charakteristische der normalen Faser dieser Art vollkommen wieder. Die Zellen sind nämlich noch viel mehr in die Länge gezogen als bei *S. bicaudata*; eine so scharfe Sonderung zwischen innerer fibrillärer und äußerer protoplasmatischer Schicht, wie bei *S. bicaudata*, konnte ich nicht bemerken; auch sind die Muskelfibrillenbündel im allgemeinen bedeutend gröber und weit schärfer voneinander abgesetzt als bei jener Species. Höchst charakteristisch ist auch, daß der fibrilläre Teil der Faser bei dieser Art gegen das Herzlumen zu und seitlich von einem viel breiteren Plasmasaum umgeben erscheint als bei irgend einer anderen Art. Auf Flächenpräparaten erscheint daher jedes lange, eine Zelle darstellende Band von einem breiten weißen Saum umgeben; zwischen den Säumen zweier Fasern erst verlaufen die eigentlichen Zellgrenzen als feine schwarze Linien (Fig. 8).

Ein etwa 27 mm langer Embryo, von welchem ich Ausbreitungspräparate herstellen konnte, wies bereits lange Fasern auf; aber die Bündel traten gegenüber der Plasmamenge viel stärker in den Hintergrund, so daß auch zwischen den Einzelbündeln sich breite Plasmaschichten einschoben, wodurch sich eine gewisse Aehnlichkeit mit den Verhältnissen bei *Clavelina* ergibt.

Zunächst sollen die Kernverhältnisse betrachtet werden. Die

Kerne der Fasern der erwachsenen *S. pinnata* sind sehr verschieden groß; die größten mögen etwa gleich sein denen der *S. maxima*; dann liegen sie allerdings, wie dies VAN BENEDEN und JULIN für die Kerne überhaupt angegeben haben, einzeln und in ziemlich gleichen Abständen. Gewöhnlich aber sind die Kerne viel kleiner, ein Viertel so groß oder weniger als die größten. Sie sind in diesem Falle meist in Gruppen oder doch sehr unregelmäßig angeordnet. Nicht alle Kerne in derselben Faser gehören derselben Größenordnung an; man sieht vielmehr häufig, daß die Kerne an dem einen Ende der Faser groß sind, während sie an anderen Stellen klein bleiben und gruppenweise liegen; hingegen finden sich in dem Teil der Faser mit großen Kernen stets viel weniger Kerne auf die Längeneinheit als in denen mit kleinen. Aus hantelförmigen Stadien beim erwachsenen Tier, kombiniert mit den weiter unten genauer zu erörternden mitotischen Kernteilungen beim jugendlichen Individuum schließe ich, daß die kleinen Gruppen von Kernen aus den großen Einzelkernen durch amitotische Teilungen hervorgehen, welche unregelmäßig in den verschiedenen Faserpartieen auftreten.

Die beiden folgenden Zahlenreihen von Kernen in je 15 „normalen“, möglichst weit von der Raphe weg gelegenen langen Fasern scheinen mir nicht nur als Charakteristikum für die Species wertvoll, sondern vor allem auch deshalb, weil sie, ebenso wie die später mitzuteilende Beobachtung am „Seitenorgan“, zeigen, wie sehr die Organe der bereits Embryonen enthaltenden Tiere noch entwickelungsfähig sind, wie sehr man sich also hüten sollte, eine Salpe, auch wenn sie bereits ziemlich weit vorgerückte Embryonen enthält, als „ausgewachsen“ zu bezeichnen.

Nämlich: Kettensalpe, etwa 65 mm lang; enthaltend Embryo von 27 mm Länge (fast ausgetragen), ergab pro Faser an Kernen: 60—68—60—101—69—102—93—103—69—104—53—46—85—61—77.

Dagegen: Kettensalpe, etwa 45 mm lang; enthaltend Embryo auf etwa Stadium X pin. nach SALENSKY (1883), ergab: 31—30—27—29—27—20—29—30—32—32—32—28—27—25—31.

Wie man sieht, sind die Maximalkernzahlen für die ältere, einen fast ausgetragenen Embryo führende Salpe an dreimal größer als die der anderen, deren Embryo doch schon weit über die Periode der Organanlage hinaus war.

In Bezug auf die Kernverhältnisse bot auch der oben erwähnte 27 mm lange Embryo Interessantes: die Kerne der Fasern waren



im allgemeinen groß und regelmäßig angeordnet, das Chromatingerüst schön klar ausgebildet. Die Unterschiede in der Kerngröße waren sehr gering, kaum bedeutender als bei *S. maxima*. Während nun die Kerne der meisten Fasern in Ruhe waren, befand sich eine Anzahl auf mitotischen Teilungsstadien. Und zwar waren in jeder derartigen Faser dann nicht nur alle Kerne in Teilung, sondern die Teilungsstadien waren für alle Kerne einer Faser sehr genau gleich; z. B.:

Faser mit 4	Kernen:	alle auf dem Stadium des lockeren Knäuels und zwar war bei allen die Kernmembran noch in undeutlichen Resten wahrnehmbar.
„ „ 8	„	alle auf dem Stadium der Anaphase, mit weit entfernten Chromatinelementen der Tochterkerne.
„ „ 4	„	alle auf dem Stadium des Muttersterns.
„ „ 2	„	Teilung in jedem fast beendet.

Diese Tatsache kann wohl nur so gedeutet werden, daß die Faser ursprünglich einkernig ist, und daß nun der Rythmus der weiteren Teilungen bei den Descendenten dieses Kernes eine Anzahl von Generationen hindurch derselbe bleibt. Doch sah ich, allerdings nur sehr selten, wie einzelne Kerne in langen, mit sonst ruhenden Kernen ausgestatteten Fasern auf amitotischen Teilungsstadien sich befanden; ob in solchen Fasern auch noch weitere Mitosen auftreten, konnte nicht eruiert werden.

Bei einer *S. pinnata solitaria*, welche dem Zustande des Stolos nach bereits Embryonen abgegeben hatte, zählte ich in einzelnen Fasern um 30 Kerne; bezüglich ihrer Anordnung gilt dasselbe wie für die *S. greg.*; zu genauen Zählungen fehlte die genügende Anzahl unverletzter langer Fasern.

Aus alledem geht nun wohl sicher hervor, daß auch diese längsten Fasern mit über 100 Kernen, wie sie beim erwachsenen Tier vorkommen, von einer ursprünglich nur einkernigen Zelle abzuleiten und nicht etwa durch Zellfusion zu erklären sind; dies um so mehr, als auch bereits bei dem 27 mm langen Embryo stets scharf schwarze Zellgrenzen nachweisbar waren.

Wie schon bei *S. bicaudata* erwähnt, finden sich hier, wie bei *S. pinnata* beim Uebergang der Herzwand in die Perikardialwand, besonders deutlich ausgebildete „Schaltfasern“. Dies sind kurze Zellen von sehr verschiedener Gestalt, welche den Uebergang zwischen den langen „normalen“ Fasern und den polygonalen

Zellen des Perikards vermitteln (Fig. 9). Natürlich treten nicht plötzlich an die langen „normalen“ Fasern diese kleinen deformierten, sondern der Uebergang ist ein ganz allmählicher. So fand ich z. B. an einer zwischen der Raphe und der Zone der oben angegebenen Zählung etwa die Mitte haltenden Stelle folgende Kernzahlen für 10 Fasern der *S. greg.* von 45 mm Länge: 13—19—9—25—13—11—11—4—7—18.

Wie man sieht, sind hier längere und kürzere Fasern gemischt. Die letzten Zellen des Muskelepithels an der Umschlagslinie führen oft nicht mehr in der ganzen Länge ihrer Plasmakörper Fibrillen; auf sie folgen noch eine oder zwei kürzere polygonale Zellen, welche überhaupt keine Fibrillen mehr führen (Fig. 11), und darauf erfolgt die scharfe Umbiegung des Herzens in das Pericardium. Wenn man also von den Perikardialzellen ausgeht und vergleichend Zellform und Kernzahlen im Auge haltend, immer weiter von der Umschlagslinie wegrückt, kann man sich sehr schön an ein und demselben Objekt zurechtlegen, wie etwa die ursprünglich einkernige Perikardzelle zu der später sehr hoch differenzierten Muskelzelle hat werden können.

Dies scheint mir die geeignetste Stelle zu sein, um auf das Verhältnis von Perikard- und Herzwand an den Umschlagslinien etwas näher einzugehen, da *S. pinnata* hierin sehr bemerkenswerte Verhältnisse bietet.

Wie bekannt, geht bei den Ascidien die Herzwand jederseits in die Perikardialwand über. Wie auch neuerdings SEELIGER wieder angibt, verlaufen die Umschlagslinien jederseits ziemlich geradlinig und parallel; der Raum zwischen ihnen wird durch Bindegewebe ausgefüllt. (Nur *Fragaroides aurantiacum*, eine Polyclinide mit sehr langem, hufeisenförmigen Herzen, soll nach MAURICE [1888] längs der ganzen Raphe mit den Gefäßlumina kommunizieren.) Diese von Bindegewebe ausgefüllte Spalte nun ist bei den Monascidien, wie ich mich bei *Cynthia pap.* überzeugt habe, überall ziemlich gleich eng; es kommt hier wohl nie zu einer eigentlichen Berührung beider Umschlagslinien. Auch bei *S. maxima* gilt noch ähnliches: zwar ist hier das Bindegewebe nicht überall gleich mächtig; ich konnte jedoch niemals bemerken, daß die beiden Umschlagslinien sich auch nur berührt hätten. Nicht so bei *S. pinnata*. Hier ist der Spalt sehr verschieden weit. Oft nähern sich die beiden Seiten bis zur Berührung an einem Punkte, um alsbald wieder ziemlich weit auseinander zu weichen und Bindegewebegrundsubstanz, ja sogar Bindegewebszellen zwischen

sich zu fassen (Fig. 11). Aber mehr noch: man sieht sehr häufig, daß die Muskelfasern einer Seite ganz unbekümmert über die Raphe hinwegziehen, in die andere Seite übergehend, ohne daß es zu einem Umschlag käme (Textfig. 3, Fig. 2). Auf Querschnitten sah ich mehrere Male, oft auf 3 und mehr  $5 \mu$  dicken Schnitten, daß hier die Herzwand der einen Seite kontinuierlich in die der anderen Seite übergang, und ebenso das Perikard der einen Seite in das der anderen. Zwischen Herzwand und Perikard war auch an der Stelle wo sonst die Raphe sich findet, ein beträchtlicher freier Raum vorhanden (Textfig. 3). Sähe man einen solchen Schnitt für sich, so würde man annehmen, daß das Herz rings vom Perikard umgeben ist und nicht, daß es eine Falte desselben darstelle. Stellen wir uns aber vor, daß dieses, hier nur an gewissen Stellen vorhandene Verhalten sich weiter auf die ganze Länge der Umschlagsstelle ausdehnen würde, so daß nur noch an den beiden Ostien ein Uebergang zwischen Herz und Perikard stattfände, so hätten wir das sonst für diese Organe, z. B. bei Wirbeltieren, typische Verhalten.

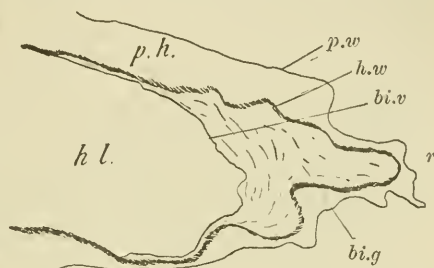


Fig. 3. *S. pinnata*, erwachsen; Teil eines Herzquerschnittes. Seite der Raphe. *r* Gegend der Raphe. Die Zellen der „inneren Bindegewebsschicht“ nicht gezeichnet. 30 : 1.

Bei allen bisher betrachteten Salpenarten fanden sich folgende beiden Anordnungen, welche für die langen Fasern der *S. pinnata* nicht mehr allgemein gültig sind: 1) Liefen alle Fibrillenbündel in einer Faser einander parallel; 2) waren alle Faserenden einfache Einschachtelungen, oder die Fasern stießen mit abgeschrägten Enden aneinander.

Ad 1. Bei *S. pinnata* liegen nun zwischen den gewöhnlichen Fasern plötzlich solche, welche häufig breiter sind als die anderen, und in denen die Bündel nicht mehr parallel zur Faserachse, sondern spiralg (Fig. 16) und zwar in Spiralen von ganz verschiedener Ganghöhe angeordnet sind; oft laufen die Fibrillen geradezu quer zur Faserachse. Auch Durchflechtungen der Fibrillenbündel innerhalb der Faser kommen vor; häufig weist auch nur ein Teil der Faser diese eigentümliche Anordnung auf; an anderer Stelle ordnen die Fibrillen sich wieder zu Fibrillen-

bündeln, die parallel zur Längsachse verlaufen (Fig. 16). Die Fasern mit spiraler Anordnung der Fibrillen erscheinen infolge der größeren Zwischenräume zwischen den Fibrillenbündeln heller als die mit parallelem Verlaufe derselben. — Ich traf diese Art Fasern sowohl in kontrahierten als in nicht kontrahierten Herzteilen; in letzteren wiesen die Fibrillenbündel durchaus normale Querstreifungsverhältnisse auf, so daß ich annehmen muß, daß es sich um präformierte und nicht um durch Kontraktion bedingte Erscheinungen handelt. Wichtig für die Natur des Fibrillenbündels scheint mir, daß, wie man sehr häufig sieht, ein solches Bündel sich in mehrere dünnere teilt, und daß diese schief verlaufenden Fibrillenbündel sich dann an andere, ebenfalls quer oder schief verlaufende anschließen, und nun mit diesen gemeinsam weiter ziehen (Fig. 16). Hieraus geht mit aller Sicherheit hervor, daß unsere Muskelfibrillenbündel (Fibrillen der Autoren) noch lange nicht die feinsten Einheiten des Herzmuskels der Salpen sind.

Ad 2. Schon bei der *S. bicaudata* konnte man beobachten, wie, aber nur in der Gegend der Raphe, eine Faser sich spaltet und eine andere teilweise umfaßt. Diese Erscheinung zeigt sich auch an gewissen Fasern der *Clavelina*. Sehr häufig aber findet sie sich für die Fasern der *S. pinnata*. Eine Weiterbildung dieses Verhaltens besteht nun darin, daß eine Faser eine ganze Anzahl anderer gabelähnlich umfaßt. Diese Faser verkürzt sich dann (Fig. 14 a) und kann schließlich in Gestalt eines breiten Dreieckes den anderen Fasern aufliegen (Fig. 15 a). In einer solchen dreieckigen Faser verlaufen die Fibrillenbündel höchst unregelmäßig (Fig. 14 a) oder sich etwa in der Mittellinie kreuzend (Fig. 15 a); über ihre besondere Anordnung geben die Figuren 14 und 15 Auskunft. Meist bleibt im Zentrum des Dreiecks eine Stelle frei, in welcher ein Kern liegt. — Es kommt vor, daß aus einem der Fortsätze einer solchen Faser einige feine Fibrillenbündel (Fig. 14\*) austreten, quer über die umfaßten Fasern hinwegziehen und dann sich mit den Fibrillen des anderen Fortsatzes vereinigen und mit ihnen weiter laufen. Auch die umfaßten Fasern erleiden Veränderungen; so biegen dieselben z. B. um 180° um, oder zwischen zwei langen Fasern ist eine eingeschaltet, welche den Bogen mit durchläuft (Fig. 15\*), während die Richtung der langen Fasern sich nicht ändert. Es ist gewiß auch nicht Zufall, daß, wie z. B. in Fig. 15 ersichtlich, alle Fasern auf der einen Seite der Mittellinie umgekehrt verlaufende Spiralfibrillen besitzen, wie die auf der anderen Seite. — Bei dem 27 mm langen Embryo kam sogar

ein Fall vor, wo zwei „dreieckige“ Fasern eine ganze Anzahl in Kreisen angeordnete Fasern zwischen sich faßten. Diese Einrichtungen fanden sich immer mehr der Raphe, als der freien Herzseite genähert. Mit Ausnahme des letzterwähnten Falles, wo zwei dreieckige Fasern vorkamen, lag die dreieckige Faser stets der Raphe zu, was vielleicht mit der Krümmung des Herzschlauches und dem Verstreichen der Kontraktionsfalte an der Raphe zusammenhängt. — Oft ist auch dieselbe Faser an verschiedenen Stellen sehr verschieden dick oder in eine Aushöhlung einer Faser greift eine Vorwölbung einer anderen, was bei Kontraktion der Faser erst recht auffällig hervortritt.

Es entsteht nun die Frage, welche Bedeutung diese eigentümlichen Einrichtungen beanspruchen können, und warum sie gerade bei dieser Form vorkommen. Die Ebene der Kontraktionsfalte bleibt sich beim Vorrücken nicht immer parallel, wie man dies aus den schönen Abbildungen SCHULTZES (1901) ersehen kann, und wie ich es auch bei *S. maxima* beobachtete. Nun liegen aber normalerweise die Faserachsen im Herzen einander parallel. Bei den kurzen Fasern der *S. maxima* kann die Drehung der Ebene leicht durch Kontraktion von Fasern, die in verschiedenen, übereinander liegenden Parallebenen verlaufen, hervorgerufen werden; bei den sehr langen Fasern der *S. pinnata* würde eine derartige Kontraktion wesentlich nur eine Vertiefung resp. Verbreiterung der Falte bewirken; hingegen wird nun hier das nicht parallele Vorwärtsschreiten der Kontraktionsebene nicht oder nicht ausschließlich dadurch hervorgerufen, daß die Fibrillen einer Faser sich weniger stark kontrahieren, als die der umgebenden, sondern durch folgende Mittel:

1) Die Fibrillenbündel verlaufen spiralig in der Faser, wodurch auch bei gleichmäßiger Kontraktion der Fibrillen doch eine viel geringere Verkürzung der Faser hervorgerufen wird, als wenn die Fibrille die Faser der Länge nach durchzöge; und 2) die Fasern biegen um  $180^{\circ}$  um und, da die Fibrillen den Bogen mit durchlaufen, bewirkt dies, daß bei der Kontraktion der kürzere Schenkel der umgebogenen Faser dem längeren entgegenwirkt, und also dadurch für die Gesamtwirkung seine Kontraktion von derjenigen des anderen zu subtrahieren ist. Auch kann in den dreieckigen und bogenförmigen Fasern dadurch, daß die Fibrillen von einer Wand schief zu einer Stelle der gegenüberliegenden laufen, eine Deformation derselben zu stande kommen.

Ich möchte also die oben beschriebenen Einrichtungen als

mechanische auffassen, welche durch die Länge der Faser bedingt werden und mit der Kontraktionsweise zusammenhängen. Bemerkenswert ist, daß, wenn sich diese Einrichtungen auch bei allen Individuen auf denselben Typus beziehen ließen, sie doch niemals gleich ausgeführt waren.

*S. fusiformis* greg. Die Muskelfasern dieser Form lassen sich nicht in die durch die vorigen Arten gebildete Entwicklungsreihe einfügen. Sie besitzen eine sehr unregelmäßige, meist mehr oder weniger langgestreckt rechteckige Form. Zwischen Breite und Länge scheint kein genaueres Verhältnis zu bestehen; ihre Enden sind ausgezackt (Fig. 9 und Textfig. 4) und häufig schiebt sich ein Endteil einer Faser noch zwischen 2 folgende ein, so daß

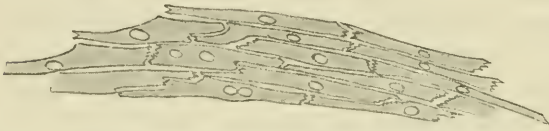


Fig. 4. *S. fusiformis*. Herzwand. 70 : 1.

die ganze Faser also aus einem sehr breiten und einem sehr schmalen Teil besteht; auch der schmale Teil endet meist

stumpf-zackig. Die Fasern sind, absolut genommen, länger und breiter als bei *S. maxima*, und da das Herz der letzteren um ein Vielfaches größer ist als das der *S. fusiformis* (die Länge ausgewachsener Individuen der beiden Arten mag sich etwa wie 4 : 1 verhalten), so ist die relative Größe der Faser zum Herzumfang hier eine noch viel beträchtlichere. Dementsprechend ist auch die Form und Endigung der Fasern viel unregelmäßiger: ich glaube hierin eine wertvolle Bestätigung für die oben dargelegte Auffassung der erwähnten Bildungen bei *S. pinnata* als mechanischer Einrichtungen zu erblicken.

Das Herz der *S. fusiformis* gehört nun insofern einem anderen Typus an, als trotz der beträchtlichen Fasergröße nur sehr wenig Kerne in der Faser des erwachsenen (bereits fast ausgetragene Embryonen führenden) Kettentieres vorkommen. Ich habe die Kerne an 80 Fasern gezählt und folgende Werte erhalten:

1 Kern in 29 Fällen, darunter ein wenig vorgerücktes Hantelstadium,

2 Kerne in 50 Fällen, darunter ein Kern, der noch nicht ganz vollständig in 2 Tochterkerne getrennt war,

3 Kerne in 0 Fällen,

4 Kerne in 1 Fall.

In der 4kernigen Faser lagen die 4 Kerne zu je 2 einander angeschmiegt, so daß sie jedenfalls durch eine weitere Teilung entstanden waren. Die charakteristische Kernzahl dieser Faser scheint die Zweizahl zu sein.

### Ascidien.

Die Herzen der Ascidien scheinen mir, im Gegensatz zu denjenigen der Salpen, nach den von mir untersuchten großen Species: *Ascidia cristata*; *Asc. mentula*; *Asc. fumigata*; *Ciona intestinalis*; *Cynthia papillosa*; *Styela gyrosa* und *Clavelina Rissoana* zu urteilen, viel weniger Unterschiede zu bieten als die der Salpen.

Das Herz der großen Ascidien unterscheidet sich von demjenigen der Salpen hauptsächlich dadurch, daß die fibrilläre Lage und die sarkoplasmatische Lage scharf voneinander getrennt sind, so daß es nur in besonders günstigen Fällen möglich ist, zu bestimmen, zu welchen Zellkernen gewisse Bündel kontraktiler Elemente gehören. Bei keiner der hier untersuchten Species hingegen verlaufen die Muskelfibrillen der Länge nach um das Herz, wie dies ROULE (1884) zuerst für *Ciona* angibt. Daß diese Angabe immer wieder bestätigt wurde, ist um so erstaunlicher, als bereits 1873 R. HERTWIG für die von ihm untersuchten Arten (*Phallusia mamillata* und *Cynthien*) vollkommen richtig bemerkt, daß die Muskelfasern spiralig um die Längsachse des Herzens angeordnet sind. Auch HUNTER gibt für *Molgula manhattensis* an: „Seen in cross-section the muscles of the heart may be said in general to take a longitudinal direction, running spirally around the heart.“

Diese Angabe nähert sich schon viel mehr meinen Beobachtungen, wenn schon ich nur quer-spiraligen Verlauf beobachtete. Schon 1864 hat KEFERSTEIN bei *Perophora* spiraligen Verlauf gesehen; allerdings macht er die eigentümliche Angabe, daß auf den beiden Seiten der Raphe die Spiralen entgegengesetzt gewunden seien. — Ich kann, worauf ich unten eingehen werde, den neuerdings von SEELIGER und HEINE (1903) betonten Gegensatz zwischen Salpen und Ascidien in dieser Hinsicht durchaus nicht finden.

*Clavelina Rissoana*: Ueber diese Form liegt die sehr genaue Darstellung VAN BENEDEN und JULINS (1887) vor; außerdem geht auch SEELIGER auf dieselbe ein: einige Bemerkungen mögen daher genügen:

Plasmaschicht und fibrilläre Schicht sind noch nicht so deut-

lich abgegrenzt wie bei den großen Monascidien. Vielmehr dringt das Plasma zwischen die Fibrillenbündel ein und bildet um dieselben weite helle Säume. Die Plasmakörper sind in der protoplasmatischen Schicht noch sehr lang, so lang wie das jeder Zelle zugehörige Fibrillenbündel, wie ich an meinen, die Zellgrenzen mit aller gewünschten Schärfe darstellenden Eisenhämatoxylinpräparaten feststellen konnte; dies ist ein Unterschied gegenüber den Monascidien: die auch in der Plasmaschicht langen, spindelförmigen Zellen, sowie das Uebergreifen bedeutender Plasmamassen in die fibrillenführende Schicht nähern diesen Herzbau dem der Salpen. Die Kerne des Perikards der Clavelina sind oval; in der Herzwand rund oder länglicher; im letzteren Falle zeigen sie oft einseitige Einbuchtungen. Kommen 2 Kerne in einer Faser vor, so liegen sie meist dicht nebeneinander, so daß man, wie auch SEELIGER für Ciona konstatiert, Grund hat anzunehmen, daß sie durch Teilung entstanden seien. Gewöhnlich kann man von einer bestimmten topographischen Anordnung der Kerne gegeneinander nichts wahrnehmen; ab und zu bemerkt man immerhin schon schlecht ausgesprochene Kernreihen. Das schlechte Hervortreten derselben hängt hier wohl mit der gleichmäßigen Breite der langen Plasmateile der Fasern, in welchen die Kerne durchaus nicht immer zentral gelagert sein müssen, zusammen. Die Fasern sind von sehr verschiedener Länge; in der Mehrzahl der Fälle mit einfachen Endigungen versehen, und nur selten sind sie in der Weise gespalten, wie VAN BENEDEN und JULIN Fig. 2e, 3a, Pl. X dies angeben. An der Raphe und an der indifferenten Linie hingegen findet häufig eine Verbreiterung der Faser, verbunden mit einer fächerförmigen Aufspießung ihrer Fibrillenmasse statt. In der fibrillären Schicht waren stets um die Fibrillenmasse herum die schwarzen Zellgrenzen unterscheidbar; die Gesamtmassen kontraktiler Substanz der Fasern sind sehr verschieden dick; oft fast so breit wie bei Salpen; oft nur so schmal wie bei Ciona. Wie VAN BENEDEN und JULIN sich ausdrücken, ist die Längsfaserung viel geringer ausgesprochen wie die Quersfaserung, d. h. die gesamte Fibrillenmasse der Zelle wird durch ein einheitliches Bündel dargestellt. Diese ganze Masse muß natürlich der Summe der Einzelbündel der Faser des Salpenherzens verglichen werden; sie zeigt denn auch häufig irgendwo Auseinanderweichen ihrer Fibrillen; sie kann auch in eine große Anzahl feinerer Bündelchen aufgespalten sein, ohne daß deshalb die Faser selbst aufgespließt wäre.



Die Fasern, also auch die in ihnen liegenden Fibrillenbündel verlaufen durchaus normal zur Raphe und, da die Raphe wohl am sichersten die Längsachse angibt, auch normal zu dieser; also genau wie bei den Salpen, was ich hier noch besonders betonen möchte.

An den Herzen aller von mir untersuchten Ascidien findet sich ein Strang aus Zellen, welche keine Muskelfibrillen führen und welchen ich daher als indifferente Linie bezeichnen möchte. Die älteste Mitteilung, welche sich unter Umständen auf dieselbe beziehen ließe, rührt von KEFERSTEIN (1864) her; derselbe sagt für *Perophora*: „Muskelfasern verlaufen in Spiralen um das Herz, und zwar ist das Herz dadurch in eine rechte und in eine linke Hälfte in der Weise geteilt, daß diese Spirale in der rechten Hälfte läotrop, in der linken dextrotrop gewunden ist. In der Mitte des Herzens stoßen also beide Spiralen aneinander und es bleibt ein dreieckiger neutraler Raum ohne Muskelfasern.“ Inwieweit diese Beobachtung richtig und inwiefern dieser Raum der indifferenten Linie entspricht, kann ich nicht beurteilen.

Im Jahre 1882 hat HERRMANN die Linie bei *Ciona* und *Phallusia gelatinosa* ausführlich beschrieben. Seitdem ist das Cionaherz oft genug untersucht worden; kein Autor fand die Linie wieder, und trotzdem HERRMANN'S sonstige Befunde stets ausführlich erörtert werden, wird dieser Beobachtung mit keinem Wort Erwähnung getan!

Die indifferente Linie verläuft im großen und ganzen an der der Raphe gegenüberliegenden Herzseite, doch kommen von dieser Lage sehr beträchtliche Abweichungen vor.

Bei *Clavelina* ist sie sehr deutlich. Sie liegt dem einen Umschlagsrand im Mittel ca. 3—4mal näher als dem anderen; auf kürzere Strecken verläuft sie ziemlich gerade; hat man längere Herzteile vor sich, so sieht man, wie sie große und flache Bogen beschreibt, wodurch sie sich der Raphe oft sehr nähern kann. Auf Grund der Befunde an *Ascidia cristata* vertrete ich die Ansicht, daß diese großen Bogen zum Teil wenigstens durch die Herzkontraktionen hervorgerufen werden. — Die indifferente Linie besteht bei *Clavelina* auf der weitaus größten Strecke ihres Verlaufes nur aus einer einzigen Zellreihe, nur selten kommen zwei nebeneinander liegende Zellen vor. Die Zellen sind meist klein, kurzspindeliger eckig und flach; ihre Kerngröße liegt innerhalb der Variationsbreite derer der Muskelkerne. Nähert sich nun die Linie gegen die Ostien hin der Umschlagslinie zwischen Herz-

und Perikardwand, so wird sie zwei- und später sogar mehrreihig. Obgleich ich, der starken Kontraktionen wegen, bei den übrigen Ascidien die Enden der Linie meist nicht beobachten konnte, darf ich wohl annehmen, daß Aehnliches auch für die übrigen Ascidien mit einreihiger indifferenten Linie gilt.

Wichtig erscheint mir, daß die dünne Bindegewebsmembran, welche das Herz innen auskleidet, unter der indifferenten Linie zu einer mächtigen Säule anschwillt (Fig. 17). (Ueber die Auffassung der indifferenten Linie siehe Cynthia, p. 355.)

Ascidia. Die untersuchten Arten: *Asc. fumigata*, *mentula* und *crinata* sind sich im Herzbau sehr ähnlich. Die Richtung der Fibrillenbündel ist, am Totalpräparat gesehen, eine derartige, daß jedes Bündel einen Teil einer Schraubenlinie mit ziemlich geringer Ganghöhe beschreibt. Auf Ausbreitungspräparaten aber treffen dieselben die Raphe ziemlich normal, ebenso stehen sie mehr oder weniger normal zur mittleren Richtung der indifferenten Linie. Es scheint daher, daß die Schraubenlinie mindestens zum Teil durch die eigentümliche Form des Herzschlauches, an welchem die Seite der Raphe konkav ist, verbunden mit den über das Herz hinziehenden Kontraktionswellen, hervorgerufen würde. Es ist also kein fundamentaler Unterschied gegenüber den Verhältnissen bei Salpen und *Clavelina* vorhanden, dasselbe gilt auch für *Ciona* und *Styela*.

Die Fibrillenbündel liegen eng aneinander und sind sich normalerweise parallel. Der von HELLER (74/75) für *Asc. mentula* angegebene gewellte Verlauf der Fibrille, der sich nach HELLER besonders am Hypobranchialende findet und dort eine zierliche Netzbildung hervorruft, fand sich außer an der angegebenen Stelle auch an verschiedenen anderen Orten des Herzens vor, sowohl bei *Ascidia mentula* und *crinata* als auch bei *Cynthia*. Es kam vor, daß auf demselben Niveau ein Teil der Faserzüge auf der einen Seite des Herzens diese Anordnung zeigte, während sie auf der anderen Seite fehlte, trotzdem die Fasern dieser Seite in der direkten Fortsetzung der anderen lagen. In den durch die wellenförmige Anordnung bedingten Zwischenräumen findet sich die plasmatische Substanz der Zellkörper. Wie ich sehe, zeigt auch VAN BENEDEN und JULINS Abbildung der Herzwand der *Corella parallelogramma* diese Erscheinung. Wegen des, soweit ich konstatieren konnte, nicht an eine bestimmte Herzart gebundenen Vorkommens, halte ich die wellenförmige Anordnung nicht für eine anatomisch präformierte Erscheinung.

Zwischen den Fibrillenbündeln sah man sehr häufig die feinen schwarzen Zellgrenzen (Fig. 23), und wo dies der Fall war, wurde jedes der dünnen Bündel kontraktile Substanz jederseits von einer solchen Linie umgeben. Daraus folgt, daß diese feinen Bündel die gesamte Fibrillenmasse einer Zelle darstellen, mithin den breiten Fibrillenbündeln (faisceau: VAN BENEDEN und JULIN) der *Clavelina* und den aus deutlich unterscheidbaren feineren Bündeln zusammengesetzten Gesamtfibrillenmassen der Salpen zu vergleichen sind, und nicht etwa nur den einzelnen feineren Bündeln der letzteren. Im Gegensatz zu den Salpen stellt bei den Ascidien, bei guter Konservierung, die ganze Fibrillenmasse ein geschlossenes Ganzes dar. Wie bei *Clavelina* sieht man auch hier einen Zerfall der Bündel an der indifferenten Linie und der Raphe, wenschon weniger deutlich.

Meist ist es nicht möglich festzustellen, welche Kerne und Bündel zusammengehören, weil die Zellkörper sehr kurz sind im Vergleich zur Länge der Fibrille; sie sind mehr oder weniger polygonal, mit hellem Plasma. Immerhin sind sie doch meist in der Längsrichtung der Fibrillen etwas in die Länge gezogen und weniger gleichmäßig in zwei Richtungen ausgedehnt, wie dies SEELIGER auf seiner Fig. 10, Taf. XXII, für *Ciona* angibt. Im Plasma fanden sich bei *Ascidia cristata* Körner, welche sich deutlich färbten und möglicherweise als Sarkosomen (RETZIUS) — Myochondren (SCHNEIDER) — zu bezeichnen sind. Ueber die gelbgrünen Körner der *Ascidia fumigata* und *Asc. cristata* habe ich bereits beim Perikard berichtet. — Die Kerne sind, wenigstens bei *Asc. fumigata* und *Asc. cristata*, groß, bläschenförmig und kugelig (Fig. 21), weniger gilt dies für *Asc. mentula*. Bei schwachen Vergrößerungen sieht man sie, in wechselnder Zahl beisammen liegend, deutliche Reihen bilden (Fig. 18, 19). Diese werden wohl dadurch bedingt, daß die verhältnismäßig kurzen Plasmamassen ebenfalls eine regelmäßige Anordnung zeigen und die Kerne immer in ihrer Mitte führen, woselbst sie am meisten aufgetrieben erscheinen. Diese regelmäßige Anordnung in Reihen wurde für die Plasmakörper bereits von HEINE (1903) und vorher von HERRMANN (1882) erwähnt (*Ciona* resp. *Ciona* und *Phallusia*). Die Kernreihen laufen einander parallel und kreuzen die Richtung der Fibrillenbündel steil, in Winkeln von 45—90°. Bei schwachen Vergrößerungen treten sie deutlicher hervor als die Fibrillenbündel; sollte die irrtümliche Angabe des Längsverlaufes der letzteren etwa durch sie hervorgerufen sein?

Die Verhältnisse der indifferenten Linie sind am einfachsten bei *Ascidia cristata*. Hier verläuft die Linie genau wie bei *Clavelina*, nämlich im großen und ganzen an der der Raphe entgegengesetzten Herzseite, von der sie in großen Bogen, oft sehr stark abweicht und sich bis zu etwa  $\frac{1}{10}$  des Herzumfanges der Raphe nähern kann. Diese Bogen scheinen mindestens zum Teil wohl durch Kontraktion zu stande zu kommen; die Stellen größter Nähe zur Raphe fallen mit denen größter Systole zusammen (Textfig. 5). Das Aufsteigen der Linie gegen die Herzmitte erfolgt dann sehr plötzlich, so daß der eine Bogenschenkel viel steiler gegen die Raphe gerichtet erscheint als der andere (Textfig. 5). Auch sah

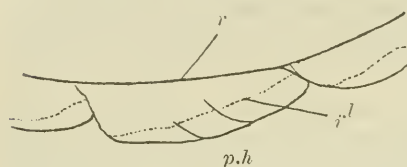


Fig. 5. *Asc. cristata*; mittlerer Herzteil mit indifferenten Linie.

ich an solchen Stellen, wo die Linie sich der Raphe stark näherte, an beiden, ganz besonders aber an der kürzeren Seite, jene wenig deutliche dunkle Streifung, die für die kontrahierten quergestreiften Muskelfibrillen charakteristisch

ist. — Die Kernreihen laufen im großen und ganzen der indifferenten Linie parallel, wenn sie dieselbe jedoch kreuzen, was unter sehr verschiedenen Winkeln vorkommen kann, so kann man häufig die Kernreihen der einen Seite sich direkt in diejenigen der anderen Seite fortsetzen sehen, d. h. die Reihen werden einfach durch die indifferente Linie ohne weitere Verschiebungen unterbrochen. — Die Linie ist eine Zellreihe breit, höchst selten liegen etwa auch 2 Zellen nebeneinander. Die Zellen sind groß, kubisch und hell, mit großen runden Kernen (Fig. 21), deren Größe mit der der Muskelkerne ungefähr übereinstimmt.

Bei *Asc. mentula* zeigt die Linie neben den großen Bogen noch kleinere Zacken, welche stets spitz umbiegen (Fig. 18), d. h. dieselbe verläuft als stark ausgeprägt gebrochene Linie. Auf den Zacken erster Ordnung zeigen sich sehr kleine zweiter Ordnung. Dies Verhalten fand sich an allen Herzen; nur ab und zu ist es an einer Stelle schlecht ausgesprochen und dann ähnelt die Linie mehr derjenigen der *Asc. cristata*. Weil die Fasern zu beiden Seiten der Zacken durchaus normale, prachtvoll ausgebildete Querstreifung zeigten, möchte ich diesen gebrochenen Verlauf im Gegensatz zu den großen Bogen nicht als Kontraktionserscheinung auffassen. Die Zellen nähern sich mehr einer eckigen Spindelform; dies scheint durch die Zackung bedingt zu werden; sobald

dieselbe wenig deutlich ist, werden die Zellen jenen der *cristata* durchaus ähnlich.

Bei *Asc. fumigata* hält die indifferente Linie etwa die Mitte zwischen den beiden vorigen. Die Zackung ist zwar gut ausgebildet, aber die Umbiegungsstellen der Zacken sind nicht so spitz wie bei *Asc. mentula*, sondern abgerundet. Stellen, an welchen 2—3 nebeneinander liegende Zellen vorkommen, scheinen häufiger als bei den beiden anderen Arten.

Es wäre noch zu untersuchen, ob und wie weit diese Unterschiede im feineren Verlauf der Linie etwa mit Besonderheiten der Kontraktion dieser sonst so ähnlichen Herzformen zusammenhängen könnten.

*Styela gyrosa*. Der Bau der Herzwand stimmt mit dem der anderen Formen überein. Fibrilläre Lage und Plasmalage deutlich getrennt. Kerne und Plasmakörper in Reihen angeordnet. Fibrillenbündel eher etwas kürzer; in denselben flachen Spiralen, resp. quer zur Längsachse angeordnet. Im übrigen war die Konservierung sowohl mit Sublimatgemischen wie mit Chromessig stets schlechter als bei den anderen Formen. — Die indifferente Linie verläuft längs des ganzen Herzens, und zwar meist etwas unregelmäßig, bald mehr wellig, bald mehr zackig, niemals aber so schön gebrochen wie bei *Asc. mentula*. Sie ist der Raphe auf dem ganzen Verlaufe stark genähert, im Durchschnitt auf etwa  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$  des Herzumfanges. Da diese starke Näherung bei allen Exemplaren regelmäßig vorhanden war, ist sie wahrscheinlich anatomisch präformiert. Die indifferente Linie besteht wie beim Genus *Ascidia* aus nur einer Zellreihe; selten nur liegen 2 Zellen nebeneinander.

*Ciona intestinalis*. Ueber diese Art liegen die ausführlichsten Untersuchungen vor (HELLER, HERRMANN, ROULE, HEINE, auch SEELIGER). Schon oben wurde den Angaben ROULES und HEINES gegenüber betont, daß die Fibrillen das Herz spiralg umkreisen, daß aber die Spirale wahrscheinlich durch die Herzform und durch Kontraktionserscheinungen zu stande komme, da an Ausbreitungspräparaten die Fibrillen ziemlich normal zur Raphe zu stehen scheinen. Die Fibrillenbündel sind so fein wie bei *Ascidia*, auch in ihrer Länge stimmen sie bei beiden Formen überein. Zellgrenzen zwischen denselben nachweisbar. Auf HEINES Angabe der Zusammensetzung der Fibrillenmasse der Faser („Fibrille“) aus 2 Längslamellen gehe ich im folgenden Abschnitt ein. Die Reihen der Plasmakörper deutlich, ebenso die

Kernreihen. Kerne meist oval, in der Mehrzahl der Fälle mit nur einem zentral gelagerten Kernkörperchen. Die Reihen der Plasmakörper sind bereits von HERRMANN (1882) beschrieben worden: „Ces corps généralement contigus, parfois plus ou moins distants les uns des autres ou disposés en séries parallèles, nous paraissent devoir être considérés comme les restes des cellules musculaires primitives aux dépens desquelles ont pris naissance les fibrilles contractiles.“

In derselben Arbeit, die, wenn schon kurz und ohne Abbildungen, doch alles, was auf diesem Gebiete seither geleistet, weitaus übertrifft, macht HERRMANN auch wertvolle Angaben über die indifferente Linie. Da bisher kein Autor auf diese Angaben geachtet zu haben scheint, will ich sie hier wiedergeben: „Chaque fibre musculaire n'entoure que la moitié du tube cardiaque. Celui-ci, en effet, a un bord adhérent et présente en outre, du côté opposé à ce bord, une ligne longitudinale au niveau de laquelle les fibres se terminent; cette ligne est marquée par une seule rangée de cellules anguleuses, un peu ramifiées, munies chacune d'un noyau arrondi. Nous ignorons la signification de ces éléments qui nous ont offert cette particularité qu'ils se colorent vivement au chlorure d'or. Grâce à l'existence de ces deux lignes ou coutures longitudinales chaque fibre contractile n'embrasse que la moitié de la circonférence du cœur.“

Aus dieser Beschreibung scheint mir zunächst hervorzugehen, daß HERRMANN die Fibrillenbündel quer zur Herzachse laufen sah und nicht der Länge nach; unrichtig ist an derselben zweierlei. Nämlich die Muskelfasern sind nicht so lang, daß sie von der Raphe bis zur indifferenten Linie liefen; die Mehrzahl scheint mir allerdings entweder an der einen oder anderen zu inserieren. Doch kann man auch solche finden, welche weder Raphe noch indifferente Linie erreichen. Dies gilt ganz allgemein für alle untersuchten Ascidien.

Wahrscheinlich ist die Beschreibung auch nicht nach *Ciona*, sondern *Phallusia gelatinosa* (der anderen von HERRMANN untersuchten Form, darüber ist nichts angegeben) entworfen; denn bei *Ciona* bleibt die Linie auf ihrem ganzen Verlaufe mehrreihig, worin ein wichtiger Unterschied gegenüber den anderen Ascidien besteht. Meist liegen 2—5 Zellen nebeneinander; gemäß ihrer Anzahl ist auch die Breite der Linie verschieden, doch ist sie im Durchschnitt kaum breiter als bei *Ascidia*, weil die Zellen, welche sie zusammensetzen, viel kleiner sind (Fig. 20). Die Zellkerne

sind rund, jedoch gleich groß wie die Kerne der Muskelzellen; das Plasma der Zellen ist hell; da es aber, verglichen mit den Zellen, sehr in den Hintergrund tritt, erscheint der ganze Streif dunkel. — Wie bei allen anderen Species konnte ich auch hier, weder mit Eisenhämatoxylin, mit oder ohne Nachfärbung, noch mit gewöhnlichen Hämatoxylinen fibrilläre Strukturen irgendwelcher Art auffinden. Das gleiche negative Resultat ergab Vor- und Nachvergoldung, sowie Methylenblau (nach SEELIGER an konserviertem Material). Leider konnte ich die neuerdings von BETHE (Allgemeine Anat. und Physiol. des Nervensystems, Leipzig 1903) ausgearbeiteten Methoden nicht prüfen, da ich über kein lebendes oder in hierfür geeigneter Weise konserviertes Material mehr verfügte. Aus diesem Grunde wird weder auf die Frage, ob die indifferente Linie Beziehungen zum Nervensystem hat, noch überhaupt auf Fragen der Innervation eingegangen. — Der Verlauf der indifferenten Linie hält sich meist an die Herzmitte, er ist im ganzen der Hufeisenform des Herzens entsprechend. In der Mitte des Hufeisens kommen meist zwei mehr oder weniger deutliche symmetrische Ausbuchtungen vor (Textfig. 6).

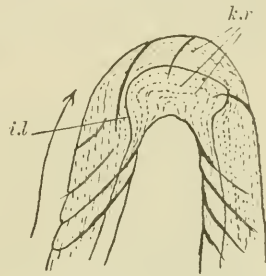


Fig. 6. *Ciona*. Herzmitte, Pfeil zeigt Richtung der Kontraktionswelle an.

*Cynthia papillosa*. Das Herz dieser Form zeigt andere Lagerung, jedoch eine ganz ähnliche hufeisenförmige Gestalt wie das der *Ciona*. Der Bau und der Verlauf der Fibrillenbündel stimmen mit *Ciona* und *Ascidien* im wesentlichen überein. Kerne rund, blasig und groß wie bei *Asc. cristata* oder *fumigata*. Im Plasma wurden ähnliche grüngelbe, wenschon meist kleinere Körnchen angetroffen als bei *Ascidia fumigata*.

Ganz eigenartige Verhältnisse bietet hier die indifferente Linie; sie ist nicht in der Weise ausgebildet wie bei den anderen Formen. An einem Exemplar sah ich ein helles Band von einem Ostium ab eine Strecke weit verlaufen und dann aufhören; nachdem eine ganze Anzahl Muskelfibrillenbündel die Richtung, die es hätte weiter verfolgen sollen, gekreuzt hatten, tauchte es wieder auf in Gestalt von einigen wenigen Zellen ohne kontraktile Substanz; darauf fehlte es wieder eine kurze Strecke und das wiederholte sich weitere 9 Male. An einem anderen Exemplar sah ich

überhaupt nur wenige kurze, eingesprengte Stücke. Alle diese Bildungen bestanden aus einer Zellreihe.

Daneben kommen noch andere Gebilde vor, welche wenigstens teilweise der indifferenten Linie zu vergleichen sind, teilweise aber interessante Konvergenzerscheinungen zu den Einrichtungen der *S. pinnata* bieten.

1) Von einer Stelle der Raphe aus schob sich ein anfangs aus sehr vielen nebeneinander liegenden Zellen bestehender, später immer schwächer, schließlich einreihig werdender Keil indifferenten Zellen ins Herz ein; es handelt sich also um solche Zellen der Perikardialblase, welche keine Fibrillen abgesondert haben. An diesen Keil setzen sich nun die Muskelfibrillenbündel an, genau wie es sonst an die indifferente Linie zu geschehen pflegt, und in

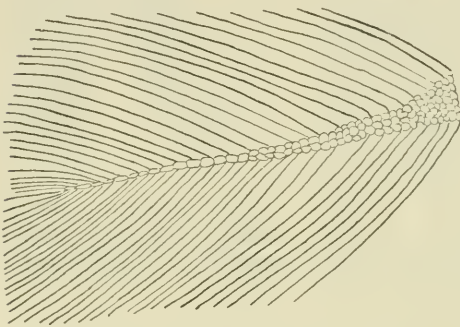


Fig. 7.

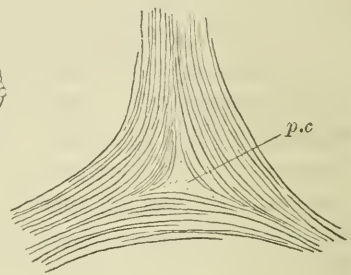


Fig. 8.

Fig. 7. *Cynthia pap.*; keilförmiger indifferenten Zellstrang. 120:1.

Fig. 8. *Cynthia pap.*; mechanische Einrichtung. 120:1. *p.c* protoplasmatisches Zentrum.

einer etwa um  $45^\circ$  geneigten Richtung, wie in beistehender Textfig. 7 (nur die Richtung der Fibrillenbündel, nicht ihre Anzahl soll darin zum Ausdruck gebracht werden).

2) Eine weitere derartige Einrichtung, die den mechanischen Strukturen der *S. pinnata* sehr ähnelt, zeigt Textfig. 8. Die Fibrillenbündel streben von 3 Seiten einem protoplasmatischen Zentrum zu; an demselben biegen sie um und ziehen je in einer anderen der 3 Richtungen weiter.

3) Auch Umbiegungen von einzelnen Fibrillenbündeln sowie ganzer Systeme von solchen, wie sie für *S. pinnata* beschrieben wurden (Fig. 16), kommen vor. In dem Raum, welchen die umbiegenden Fasern zwischen sich freilassen, greifen andere ein, welche stumpf enden, also sich nicht an der Umbiegung beteiligen.



4) Ganz in der Nähe der sub 2) beschriebenen Einrichtung ging von der Raphe aus ein sehr breiter, mehrreihiger Zellstrang von beträchtlicher Länge in die Herzwand hinein. Er war auf seinem ganzen Verlaufe ziemlich gleich breit, ähnelte also durchaus der indifferenten Linie. An ihn setzten sich die Muskelfibrillen unter sehr verschiedenen Winkeln an.

Welche Lage-diese Einrichtungen in Bezug auf die Mitte des Hufeisens, welches vom Herzen beschrieben wird, einnehmen, war an den Ausbreitungspräparaten nicht mehr feststellbar; so viel ging daraus hervor, daß sie sich in der Nähe der Raphe fanden. Sie scheinen mir in morphologischer wie physiologischer Beziehung wichtige Streiflichter auf die Bildung der indifferenten Linie zu werfen. — Morphologisch scheint mir nämlich durch die sub 1) und 3) erwähnten Stränge dargetan, daß die indifferente Linie nichts ist als ein von einem Punkte der Umschlagslinie ausgehender Zellstrang, dessen Zellen keine Muskelfibrillen differenziert haben. Man denke sich eine der oben erwähnten Bildungen verlängert in der Art, daß sie mehr oder weniger die der Raphe entgegengesetzte Herzseite gewinnt und dort in der Längsrichtung das Herz durchzieht, so ist die indifferente Linie fertig. Physiologisch hängen alle diese Bildungen mit der Kontraktionsweise der Fibrillen, bezogen auf die Herzform, zusammen. Ihre Bedeutung mag darin bestehen, daß sich die Fibrillen, welche an sie inserieren, in einer anderen Richtung kontrahieren können, als wenn sie an die Raphe selbst anstießen. Daraufhin möchte ich auch glauben, daß bei den anderen Arten der indifferenten Linie eine ähnliche Funktion zukommen dürfte. Wie die Raphe einem Teil der Fasern einen festen Anfangspunkt bietet, gegen welchen hin die Kontraktion erfolgen kann, so mögen auch die an die indifferente Linie sich befestigenden Fasern an letzterer einen relativ festen Stützpunkt finden. Hiermit könnte nämlich zusammenhängen, daß (wenigstens bei *Ciona*!) die Kontraktionswellen nicht an der Raphe sich so stark abflachen und verstreichen wie bei den Salpen, sondern mehr gleichmäßig tief das ganze Herz einschnüren. — Für diese Auffassung der indifferenten Linie, wonach ihr ein Einfluß auf die Kontraktionsweise zugeschrieben würde, spricht, daß sie gerade bei den mit hufeisenförmigem Herzschlauch ausgerüsteten Ascidien eigenartig ausgebildet ist: bei *Ciona* sehr mächtig aus mehreren Zellreihen bestehend; bei *Cynthia* in Gestalt verschiedener Bildungen an verschiedenen Stellen. — Auch die oben bei *Clavelina* beschriebene dichte Bindegewebssäule, welche unter

der indifferenten Linie liegt und ihr eine gewisse Rigidität verleiht, ist meiner Auffassung durchaus günstig: sie ist so fest, daß die Muskelansätze häufig von ihr auf beiden Seiten abbrechen, und der Bindegewebsstrang mit einigen ihm anhaftenden Zellen der indifferenten Linie sich frei auf große Strecken hin verfolgen läßt.

### Der feinere Bau der kontraktile Substanz.

Sehen wir von den Angaben derjenigen Autoren ab, welche sich damit begnügten, zu konstatieren, daß Querstreifung vorhanden sei (HELLER, HERRMANN, ROULE, VAN BENEDEN und JULIN, MAURICE, LAHILLE und SCHULTZE) und daß die Muskeln fibrilläre Struktur aufweisen, so liegen über die Struktur der „Fibrille“ am Salpen- und Ascidienherzen nur die Angaben HEINES, für die *Molgula manhattensis* speziell noch diejenigen HUNTERS (1902) vor.

HUNTER gibt über die „Fibrillen“ der *Molgula manhattensis* an: „The fibrillar portion of the cell is distinctly cross-striated; the deeply staining anisotropic substance forming groups of four disks, which under the low-power look like a single broad band.“ Betrachtet man seine Figur, so erkennt man, daß der Autor eine Quer- wie eine Längsteilung der anisotropen Scheibe bemerkt hat. — G. RETZIUS (1890) beschrieb die Muskelfäserchen des Appendicularschwanzes als aus abwechselnd isotropen und anisotropen Scheiben bestehend, ohne Zwischen- und ohne Nebenscheibe, dagegen mit HENSENScher Mittelscheibe (hierunter versteht RETZIUS eine helle Linie in der anisotropen Substanz, also *Qh* nach HEIDENHAIN, (1898). Jede anisotrope Lamelle ergab sich also in der Längsrichtung durch eine helle Linie geteilt, was möglicherweise von einer Zusammensetzung aus nebeneinander liegenden Elementarfibrillen herrühren könnte. HEINE glaubt nun Ähnliches, nämlich ebenfalls eine Zusammensetzung der „Fibrille“ aus zwei nebeneinander liegenden Bestandteilen sowohl für Salpen, als auch für *Ciona* nachweisen zu können; er betont außerdem ausdrücklich, daß nur eine Art von dunklen Querscheiben vorkomme, die stets gleiche Dicke und gleiches Lichtbrechungsvermögen zeige. Bei Salpen ergäben die Querscheiben infolge regelmäßiger Anordnung das Bild einer Querstreifung für die ganze Faser.

Bereits oben habe ich betont, daß ich die „Fibrille“ der Autoren im Salpenherzen und jene im Ascidienherzen streng genommen nicht für gleichwertig halte. Im Salpenherzen liegen

mehrere derartige Gebilde in einer Faser, und ich glaube jedes einzelne dieser Fibrillenbündel daher am besten mit einem KÖLLIKERSCHEN Muskelsäulchen vergleichen zu dürfen. Bei sämtlichen Monascidien konnte ich dagegen zwischen den einzelnen „Fibrillen“ Zellgrenzen nachweisen: trotz der Dünne entsprechen sie also der Summe der Fibrillenbündel („Muskelsäulchen“) einer Faser des Salpenherzens. Ein Uebergang wird vermittelt durch Clavelina, welche breitere, oft stellenweise gespaltene Fibrillenmassen in der Faser führt, die von VAN BENEDEN und JULIN (1887) sehr richtig als „faisceaux fibrillaires“ bezeichnet werden. Ich muß nun, um meine Bezeichnung der betreffenden, bisher „Fibrillen“ genannten Bestandteile als „Fibrillenbündel“ resp. als „Muskelsäulchen“ zu rechtfertigen, den Beweis ihrer Zusammensetzung aus feineren Einheiten erbringen.

Bei den Salpen liegen die „Muskelsäulchen“ meist nicht so isoliert, wie dies HEINE in Fig. 30 und 41 zeichnet; sie bilden bei Eisenhämatoxylin- oder Goldpräparaten meist eine mehr oder weniger geschlossene Masse; am deutlichsten sind sie noch bei der *S. pinnata* zu unterscheiden, nämlich dadurch, daß die Querstreifen in den verschiedenen Säulchen meist nicht in gleicher Höhe liegen. Bei dieser Form weisen gewisse Fasern die oben beschriebene spiralige Anordnung der kontraktiven Substanz auf; in diesen sieht man, wie an den Stellen, wo die gewöhnliche Anordnung in die spiralige übergeht, die „Muskelsäulchen“ sich in feinere Fibrillenbündel auflösen (Fig. 16). Diese Bündel sind teilweise auch für die stärksten Vergrößerungen noch unmeßbar dünn; die zwischen ihnen vorkommenden Anastomosen sind so zu erklären, daß ein sehr dünnes Fibrillenbündel sich von einem Bündel löst und mit einem anderen weiter verläuft. Ich habe keinen Grund, auch die feinsten mir zu Gesicht gekommenen Fäserchen als nicht weiter zusammengesetzt, als Elementarfibrillen aufzufassen.

Für die Fibrillenbündel der Ascidien kann man, wie schon erwähnt, an den Endigungen derselben an der Raphe oder an der indifferenten Linie, meist eine fächerförmige Ausbreitung konstatieren; man sieht hier deutlich, wie das Bündel aus mehreren nebeneinander liegenden feineren Strängen besteht. Besonders deutlich war dies bei Clavelina. Auch hier hat man wohl in den feinen Bestandteilen, schon wegen ihrer wechselnden Dicke, noch keine Fibrillen, d. h. histologische Einheiten vor sich.

Sind die Säulchen bei den Salpen schon nicht einmal leicht sichtbar, so konnte ich noch weniger die von HEINE angegebene

„Zweiteilung“ derselben unterscheiden. Hingegen ist vollkommen richtig, daß man bei Ascidien (jedoch nicht in den meisten Fällen) vor allem an nicht zu stark gefärbten Präparaten die dunkle Substanz der Fibrillenbündel durch eine helle Linie geteilt sieht. Da man in gewissen Fällen auch 2 oder gar 3 derartige helle, nebeneinander liegende Linien bemerkt, oft auch konstatieren kann, daß zwei eng aneinander geschmiegte Bündel eine ähnliche Erscheinung hervorbringen, so ist die helle Linie (resp. Linien) manchmal wohl sicher der Ausdruck einer Spaltung der Fibrillenbündel in Einheiten niederer Ordnung. — Aber dies scheint nicht für alle Fälle zu gelten. Beobachtet man mit möglichst starken Linsen (2 mm, Ok. 12, besser Ok. 18) ein Ausbreitungspräparat eines nicht oder möglichst schwach gefärbten Ascidienherzens, so kann man sich davon überzeugen, daß die typische Zweiteilung der isotropen Substanz nur bei einer gewissen Einstellung auftritt. Stellt man möglichst tief ein,

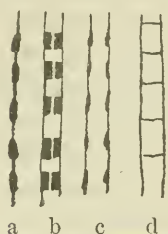


Fig. 9. Schema, siehe Text.

so erscheint das Fibrillenbündel als ein dünner Strang mit geringen Anschwellungen, welche die anisotropen Scheiben darstellen (Schema: Textfig. 9a). Stellt man auf ein wenig höheres Niveau ein (b), so tritt die typische Erscheinung auf, so wie sie SEELIGER, HEINE und HUNTER dargestellt haben. Dreht man noch weiter, so bemerkt man, wie der helle Streif immer breiter wird und schließlich die ganze Breite der Faser einnimmt (c). Hebt man den Tubus nur noch sehr wenig, so tritt der Umschlag ein, und die anisotrope Substanz wird hell (d). Die helle Längslinie hat sich also successive zu dem Bilde der bei hoher Einstellung hellen Querscheibe erweitert, d. h. die Dicke des Fibrillenbündels resp. der Dickenunterschied für die Randzone und die Mitte desselben ist so beträchtlich, daß bei den angewandten starken Vergrößerungen für die Mitte des Bündels bereits bei Einstellung auf eine mittelhohe Ebene die Bedingungen überwiegen, welche erst bei höherer Einstellung auch für die Randbezirke das Hellerscheinen der anisotropen Substanz bedingen. — Ich habe die Beobachtung an *Ciona*, *Cynthia* und allen *Ascidi*species gemacht, doch gelingt sie nur an schwach gefärbten, möglichst isolierten Fasern.

Ich glaube also nicht, daß überhaupt innerhalb des Fibrillenbündels der *Monascidien* noch eine besondere Anordnung der Fibrillen in zwei Platten vorhanden sei. HEINES Darstellung der

Querstreifung ist durchaus ungenügend, dagegen bezeugt HUNTERS Abbildung (1902), daß er bei *Molgula* die Aufhellungszone in der anisotropen Substanz gesehen hat.

Bezüglich der Breite der anisotropen und isotropen Bestandteile kann ich sowohl für Ascidien wie für Salpen bestätigen, daß, wie aus den Figuren beider Autoren hervorgeht, die isotropen und die anisotropen Lamellen ziemlich gleich hoch sind.

Bei den Salpen sah ich zunächst helle und dunkle Schichten, in jeder hellen Scheibe eine dunkle dünne „Zwischenscheibe“. Jede anisotrope (dunkle) Scheibe wird gegen die Mitte zu bedeutend heller, und zwar nimmt die helle Zone über die Hälfte der Breite der anisotropen Lamelle ein. Mit ROLLETS Buchstabenbezeichnung (bezüglich der Aufhellungszone und der Linie *M* nach HEIDENHAIN [1898] modifiziert) ergäbe sich also für ein „Segment“:

$$Z-I-Q-Qh-Q-I-Z.$$

Für *Ciona* ergab sich an günstigen Stellen ebenfalls:

$$Z-I-Q-Qh-Q-I-Z.$$

Dasselbe gilt für *Clavelina* und *Cynthia* (Fig. 23), auch für *Asc. cristata* und *Asc. fumigata*. Bei den beiden letztgenannten konnte ich bei stark gefärbten Präparaten in der Mitte von *Q* eine sehr schmale, scharfe, schwarze Linie nachweisen, an Fasern, welche keinerlei Kontraktionserscheinungen aufwiesen; es wäre dies also die Mittelscheibe *M*; also käme vor:

$$Z-I-Q-M-Q-I-Z \text{ (Fig. 22).}$$

Da alle diese Befunde an Eisenhämatoxylinpräparaten erzielt wurden, an welchen bekanntlich je nach der Differenzierung sehr verschiedene Farbenabstufungen vorkommen, will es mir scheinen, daß es wohl erlaubt ist, diese Befunde zu kombinieren und als einfachste Querstreifung für das Herz der Ascidien und Salpen anzunehmen:

$$Z-I-Q-Qh-M-Qh-Q-I-Z.$$

Betonen möchte ich immerhin, daß *N* in keinem einzigen Falle bemerkt werden konnte. Die Querstreifung des Tunikatenherzens schließt sich also durchaus den für andere quergestreifte Muskeln festgestellten Befunden an. Ueber den Uebergang dieser für die erschlaffte Fibrille geltenden Streifung in den Zustand der Kontraktion habe ich keine Beobachtungen angestellt.

Anhangsweise möchte ich noch bemerken, daß SALENSKY soeben (1903) für *Oikopleura rufescens* und *Fritillaria pellucida*,

die wohl jeden, der die Verhältnisse am Tunikatenherzen kennt, in Erstaunen setzende Mitteilung macht, daß das Herz dieser Arten keine Querstreifung aufweisen soll. In den beiden früheren Mitteilungen desselben Verfassers über Appendicularien (1895 und 1902) ist für die anderen Oikopleuren der Punkt nicht behandelt und die der letzteren Abhandlung beigegebenen Figuren sind zu klein, als daß man ihnen Sicheres entnehmen könnte. Immerhin könnte man die Fibrillenbündel auf Fig. 19 *E* als quergestreifte deuten; bei der geringen Vergrößerung scheint es sich aber eher um nebeneinanderliegende querdurchschnittene Fibrillenbündel zu handeln. Dagegen wurde für *Fritillaria* bereits von LANKESTER (1874) das Gegenteil festgestellt, und auch SEELIGER gibt in aller Allgemeinheit an, daß das Herz der Appendicularia aus quergestreiften Elementen bestehe. Ich habe daraufhin die *Oikopleura cophocerca* mit Eisenhämatoxylin nochmals untersucht (die von SALENSKY untersuchten Arten konnte ich leider nicht erhalten) und fand eine typische Querstreifung vor, an welcher die Linien *I—Q—Qh—Q—I* (Fig. 24) unterscheidbar waren. Das Herz besteht aus Fibrillenbündeln von sehr verschiedener Breite. Die Querstreifung desselben ist insofern interessant, als die anisotrope Substanz ein außerordentlich breites Band bildet im Vergleich zur isotropen, und als die in ersterem befindliche Aufhellungszone ebenfalls sehr breit ist. Ähnliches geht auch für die Querstreifung des Appendicularienschwanzes aus den Figg. 13 u. 14, Taf. XVII, von RETZIUS (1890) hervor.

### Innere Bindegewebsschicht.

(„Endokard“; „membrane anhiste“.)

Das Vorkommen einer inneren Lage sowohl im Salpen- wie im Ascidienherzen war bis in die jüngste Zeit Gegenstand von Kontroversen, auch die letzten Arbeiten geben noch nicht befriedigende Auskunft darüber. Wegen der Wichtigkeit dieser Frage in morphologischer Beziehung möchte ich in diesem Falle die einschlägige Literatur kurz rekapitulieren.

1875 gibt TODARO an, daß das Herz der Salpen innerhalb der Muskelfaserschicht noch eine homogene Membran besitze; außerdem soll eine „rete tendinea“ vorkommen, deren Maschen schließlich „vanno ad attaccarsi sopra una prominenza formata di tessuto congiuntivo, che sorge dalla parte media della parete dor-

sale nel luogo ove questa all'esterno aderisce al pericardio“. Die Bedeutung der „rete tendinea“ konnte ich nicht sicher ausfindig machen; dagegen ist wohl zweifellos, daß die „prominenz“ die die Raphe schließende Bindegewebsmasse ist.

1882 findet HERRMANN im Innern des Ascidienherzens (*Ciona* und *Phallusia gelatinosa*) eine kernlose Membran, welche sich in die Gefäße fortsetzen soll. Er schreibt: „La membrane interne, limitant la cavité du cœur, est parfaitement anhiste et transparente et son épaisseur ne dépasse pas  $1,5 \mu$ ; sa face interne est lisse, tandis que l'externe présente des stries extrêmement fines répondant à des dépressions et des crêtes dirigées circulairement comme les fibres musculaires et répondant à des inégalités correspondantes de ces dernières avec lesquelles elles s'engrèment.“

Cette membrane sur laquelle nous n'avons pu déceler la présence de noyaux, ni obtenir de contours épithéliaux au moyen de nitrate d'argent, offre une résistance notable aux réactifs; les acides la gonflent très légèrement. Elle se continue au delà du cœur pour former à elle seule la paroi propre des ramifications du système vasculaire.“

1884 findet ROULE auch eine innere endotheliale Schicht, welche aber „n'est visible comme celle des lacunes sanguines que par les impregnations au nitrate d'argent“.

1887 geben VAN BENEDEN und JULIN sowohl für *Clavelina* und *Corella* als auch für *S. pinnata* das Fehlen einer innerhalb der Muskelschicht liegenden Gewebslage an; sie halten hierbei fälschlich die bei *S. pinnata* tatsächlich vorkommende Schicht für das Perikard. Daneben sprechen sie aber bei *Clavelina* von einer die Muskelfasern bedeckenden „membrane anhiste“, ohne ihr jedoch anscheinend eine weitere Bedeutung beizulegen.

1888 bestätigt MAURICE das Fehlen der Schicht für *Fragaroides*.

1890 sagt LAHILLE über die *Pegea confoederata* (*S. bicaudata*): „La cavité du cœur est fermée par un endothélium incontestable.“ Auch erkennt er als erster, daß VAN BENEDEN und JULIN die oben genannte Verwechslung begangen haben. Warum er trotzdem behauptet, daß die kontraktile Substanz in direkte Berührung mit dem Blut komme, geht aus der Arbeit nicht hervor.

1893 konstatiert WILLEY ausdrücklich, daß bei *Ciona* und *Clavelina* sich im Herzen kein Endothel finde.

1901 gibt SCHULTZE eine kurze, aber zutreffende und genaue Beschreibung der inneren Schicht im Salpenherzen. Er findet „ein

Endokard, das nicht als Endothelium bezeichnet werden kann, da seine Zellen keinen endo- und epithelialen Charakter haben, sondern typisches Bindegewebe sind“. „Alle die Zellen sind in einer durchsichtigen festen Zwischensubstanz eingebettet“, und ferner: „die Herzhöhle wird dadurch zuweilen beträchtlich eingeengt, daß von der gallertigen und faserigen Masse, in die das Herz eingebettet ist, ein Teil zwischen Endokard und Muskelwand sich eindrängt. Vielleicht kann diese eingewucherte Masse mit der ‚rete tendinea‘, die TODARO am Embryo von *Cyclosalpa pinnata* beobachtet hat, in genetischem Zusammenhange stehen.“

1902 schreibt SEELIGER bezüglich der „membrane anhyste“ der Ascidien: „Wo eine solche vorkommt, handelt es sich nur um eine Art kutikulare Bildung, die von den Myokardzellen selbst ausgeschieden wird und die Fibrillenschicht überdeckt. In vielen Fällen ist es nun aber zweifelhaft, ob eine besondere kutikulare Membran überhaupt vorhanden ist und ob nicht vielmehr die protoplasmatische Zellwand resp. die Fibrillen selbst den inneren Grenzkontur darstellen.“ Trotzdem bestreitet er nicht die theoretische Möglichkeit des Vorkommens eines Endothels bei den großen, ganz ausgewachsenen Monascidlien.

1902 will HUNTER bei der *Molgula manhattensis* ein zelliges Endokard nachgewiesen haben; seine Figur stützt aber diese Behauptung in keiner Weise.

1903 findet HEINE bei Salpen ein Endothel, welches dem Myokard nicht dicht anliegt, sondern durch ein zartes, sehr fein gefasertes Gewebe von ihm getrennt ist. Er weist für die *S. africana-maxima*, *S. bicaudata*, *S. fusiformis* nach, daß es nur an der dem Kiemendarme zugekehrten Herzwand entwickelt ist, während es bei der *S. mucronata* fehlt und durch die Raphe repräsentiert wird. Es soll mit der endothelialen Gefäßauskleidung zusammenhängen. Auch will der Autor Zellgrenzen in demselben nachgewiesen haben. Ueber die Beziehungen zwischen dem feingefaserten Gewebe, das unter dem Endothel liegt, zu letzterem spricht sich HEINE nicht klar aus. Betreffs der *Ciona* fand er kein Endothel, sondern nur einige amöboide Blutzellen, von denen er sagt, sie können auf den Namen eines Endothels unmöglich Anspruch machen. Er glaubt: „Wie das Endothel der Blutbahn müßte auch ein Endothel innerhalb des Cionaherzens von denselben amöboiden Blutzellen aus seinen Anfang nehmen.“

I. Salpen: Auf einem Querschnitt durch das Herz der *S. africana-maxima* sehen wir, daß an den Umschlagsrändern die



Muskellagen beider Seiten sich nicht berühren, sondern daß zwischen ihnen ein freier Raum bleibt, welcher durch Bindegewebe ausgefüllt wird. Für *S. pinnata* würde man das nicht auf allen Schnitten konstatieren können, da, wie wir oben gesehen haben, stellenweise eine Verwachsung beider Herzwandseiten eintreten kann. Dagegen zeigen Embryonen dieser Form (Textfig. 10) noch einen gleichmäßig breiten, durch Bindegewebe ausgefüllten Spalt. Man kann sich davon überzeugen, daß dieses Bindegewebe dieselbe Struktur besitzt wie dasjenige, welches außen das Perikard umgibt, also wie das gewöhnliche Körperbindegewebe. Das die Raphe bildende Gewebe breitet sich aber auch noch weiter ins Herzinnere aus. Bei *S. maxima* reicht es an der dem Darne zugekehrten Seite sehr weit ins Lumen hinein, als eine anfangs breite Lage, welche, immer schmaler werdend, etwa gegen die Herzmitte hin zu verschwinden scheint. Auf der

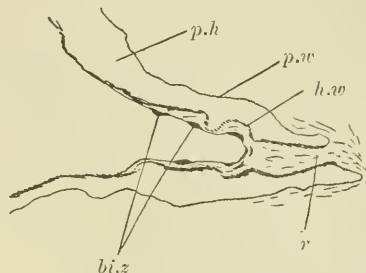


Fig. 10. *S. pinnata solit.*; Embryo 27 mm, Herzraphe. 180 : 1.

anderen Herzseite hingegen scheint es alsbald aufzuhören. Bei *S. pinnata* dagegen finden wir, sowohl bei den Embryonen mit noch durchaus offener, als auch beim erwachsenen Tier mit teilweise geschlossener Raphe, daß das Bindegewebe hier zunächst an der inneren (der Herzhöhle zugekehrten) Seite der Umschlagslinie eine mächtige Ansammlung bildet, welche sich allmählich verschmälert, und zwar nach beiden Seiten hin etwa gleich schnell (Textfig. 3 u. 10). Während also bei *S. africana-maxima*, *S. bicaudata* und *S. fusiformis*, wie HEINE angibt, und wie ich dies sowohl nach Ausbreitungspräparaten, als auch nach Schnitten bestätigen kann, das Bindegewebe, oder wie HEINE sich ausdrückt, die zarte, Endothel und Muscularis trennende Mesenchymschicht auf der einen Herzseite die größte Mächtigkeit erlangt und vor der Raphe keine besonders dicke Schicht bildet, ist es bei *S. pinnata* vor der Raphe ganz besonders mächtig ausgebildet. Dafür aber begleitet es bei *S. pinnata* auf beiden Seiten die Herzwand scheinbar nur auf etwa  $\frac{1}{5}$  ihres Umfanges. Die Struktur dieses Bindegewebes wie auch desjenigen, welches z. B. das Perikard umgibt (vergl. Fig. 1 mit 5a) macht durchaus den Eindruck einer gallertigen homogenen Grundmasse, in welcher nicht allzu

zahlreiche Fasern verlaufen, welche bei Chromsäure oder FLEMINGScher Fixierung sich mit Erythrosin intensiv rot färben. Die Fasern können verschieden angeordnet sein: bei *S. maxima* solit. sind sie lang gezogen und wellig, in anderen Fällen können sie mehr retikulär verlaufen (*S. bicaudata*), wie dies auch HEINE auf seiner Fig. 40 dargestellt hat. Immerhin schien mir die Struktur je nach der Konservierung und Färbung so stark zu variieren, daß ich es nicht für allzu wichtig halte, die Unterschiede, welche bei den von mir untersuchten Species (*S. africana-maxima* solit., *S. bicaud.* greg., *S. fusif.* greg., *S. pinnata* solit. und greg.) bemerkt werden konnten, anzugeben. Diese Bindegewebsfasern zeigen nun gegen das freie Herzlumen zu und, wenn auch immer weniger stark ausgesprochen, an der Grenze zwischen Bindegewebschicht und fibrillärer Lage der Muskulatur stärkere Verdichtung, während sie in den mittleren Partien viel lockerer angeordnet sind. Diese stärkere Verdichtung der Bindegewebsfasern am Herzlumen stellt sich auf Schnitten als eine sich mit Erythrosin stark rot färbende Linie dar (Fig. 5a). Diese Linie ist nicht überall gleich breit; da man sie aber auf allen Schnitten nachweisen kann, ist sie der Ausdruck einer Membran, nämlich einer aus Bindegewebsfasern zusammengesetzten „Grenzmembran“ des Bindegewebes gegen die sich bewegende Blutflüssigkeit. Wir sehen, wie von ihr in das darunter liegende Bindegewebe feine Fasern abgehen, wie sie oben beschrieben wurden (Fig. 5a). Vergleichen wir die Begrenzung eines Gefäßes oder auch die anfangs erwähnte Membran, der die Perikardialzellen aufsitzen (Fig. 1), mit dieser im Herzen vorkommenden Lamelle, so können wir zwischen beiden keine irgendwie hervortretenden Unterschiede feststellen. Eine ebensolche lokale, durch physiologische Verhältnisse bedingte, aber morphologisch unselbständige Faserverdichtung stellt auch die von HEINE (Taf. XXXI, Fig. 32) beschriebene zarte Bindegewebsmembran dar, welche den Spalt zwischen den Umschlagsrändern von außen schließt. Ich glaube, HEINE ist auch ganz derselben Meinung, da er sagt: „sie entsteht zweifellos durch Differenzierung der in der primären Leibeshöhle vorkommenden zarten Mesenchymfasern.“ Man kann diese Membran wenigstens für *S. maxima* auf jedem Eisen-Erythrosinpräparat aufs schönste nachweisen.

Betrachtet man nun eine Stelle im Herzen, an welcher das Bindegewebe sehr stark abgenommen hat, z. B. bei *S. maxima* eine Stelle in der Nähe der Umschlagslinie, an der dem Darne abgewandten Seite (Fig. 5a) oder einer sehr weit von der Raphe

entfernten Stelle, auf der ihm zugewandten Seite, so sieht man, wie die Fasern in der spärlicher und spärlicher werdenden Grundsubstanz einander immer näher rücken, während zugleich die innere, dem Lumen zugekehrte Membran sich ebenfalls der Muskulatur in demselben Maße nähert, als die Grundsubstanz schwindet. An einer solchen Stelle sieht man dann besonders deutlich, wie die Bindegewebsfasern sich zunächst mit der Membran unterflechten, bis schließlich die Membran selbst, die Einzelfasern des Bindegewebes, und die Verdichtung derselben auf der Muskulatur zu einem einheitlichen Streifen verschmelzen. Diesen Streifen (Fig. 5b) sieht man als einheitlichen, faserigen, roten Saum eng der Muskulatur angelagert weiterziehen. Wenn schon er stellenweise nicht deutlich war, ist man doch wohlberechtigt, anzunehmen, daß er das ganze Herz als kontinuierliche Membran überziehe, da man ihn immer wieder auftauchen sieht, und da das Eisenhämatoxylin meist nicht ganz regelmäßig ausgezogen wird und daher die rote Farbe des Erythrosins nicht überall deutlich hervortreten läßt.

An der Stelle, an welcher das Bindegewebe die Raphe bildet und mächtig entwickelt ist, sowie in unmittelbarer Nähe derselben sieht man ab und zu einzelne Bindegewebszellen eingestreut; sie liegen dann meist in der der Muskulatur anliegenden Verdichtungs- membran, werden hier unter Umständen von einer Art Kapsel umgeben, welche ebenfalls nur aus verdichteten Bindegewebsfasern besteht (Fig. 5a). Sehr häufig nun sind die Zellen in dem inneren, dem Herzlumen zugekehrten Saum — jedoch nur solange derselbe noch Bindegewebe unter sich führt. Sobald er zu der dünnen Membran geworden ist, sind auch keine Zellen mehr in ihm vorhanden (vergl. Fig. 5a u. 5b). Höchstens kann ich in ihm anfangs, solange er noch verhältnismäßig breit ist, eine oder die andere Zelle vorfinden. Die Zellen stellen sich als Prominenz von hellem Plasma mit großem, etwas länglichem Kern dar. Die Kerne zeigen oft die prachtvollsten Mitosen (Fig. 25). Ich möchte hier einschalten, daß diese Zellen wegen ihres hellen Plasmas ohne Granula und ihrer großen, meist ovalen Kerne von den Amöbocyten, die sich etwa der Wand angelagert haben, bei einiger Uebung leicht zu unterscheiden sind. Solche Amöbocyten können überall in die Bindegewebschicht eindringen, wo man sie dann oft sehr dicht an der Muscularis findet. Sie sind auch dann stets an ihren stumpfen Lobopodien und ihrem kleinen, dunkleren Kerne kenntlich. Man vergleiche z. B. Fig. 39a mit Fig. 25—27 einer- und Fig. 32: 3,4 andererseits. Außer direkt in der Gegend der Raphe

fand ich die Bindegewebszellen niemals unter der Verdichtungsmembran, sondern nur Amöbocyten.

Ergänzen wir obige Befunde durch die Beobachtung an Ausbreitungspräparaten, so ergibt sich folgendes: Ist das Herzlumen aufwärts gekehrt, so sehen wir bei höchster Einstellung eine homogene Membran, in welcher bald mehr, bald weniger Zellen liegen. Unter derselben folgt ein Fasernetz, in dem nur höchst selten eine Bindegewebszelle von sehr verschiedener Form nachgewiesen werden kann, und dann erst wird die Muskelfibrillenschicht sichtbar. Die zellenführende Membran (Fig. 25, 26a, 27a, 27b) ist der oben auf dem Querschnitt gesehene rote Saum, die darunter liegende Schicht dagegen die Bindegewebslage.

Auf Flächenpräparaten stellen sich die der Membran eingelagerten Zellen als typische Bindegewebszellen dar; sie sind bald mehr langgestreckt, bald mehr rundlich, aber stets mit langen, spitzen Fortsätzen versehen, welche sich in der Membran verlieren. Diese Fortsätze verbinden sich untereinander und bilden so ein oft außerordentlich vielmaschiges Netzwerk feinsten Fasern. Die Form der Zellen ist für die einzelnen Species nicht sehr charakteristisch; die Fortsätze können stärker entwickelt sein, und ihnen gegenüber kann der Körper selbst zurücktreten, ein Verhalten, das bei *S. pinnata* häufiger ist (Fig. 26a u. b) als bei *S. maxima*. Bei *S. bicaudata* (Fig. 27a u. b) ist die Tendenz, stärkere Fortsätze auszusenden, weniger stark ausgesprochen, wie auch HEINE fand. Am wenigsten dicht liegen die Zellen bei *S. fusiformis*, der kleinsten untersuchten Art, dichter bei den anderen. Wichtig aber ist für uns, daß der Abstand zwischen den Zellen in demselben Herzen viel beträchtlicheren Schwankungen unterliegt, je nach der Zone, welche man gerade vor sich hat, wie in etwa entsprechenden Zonen am Herzen verschiedener Species. Am engsten aneinander liegen die Zellen stets in der Gegend der Raphe, und von da an wird die Lagerung eine immer lockerere, bis schließlich, wenn das gesamte Bindegewebe sich auf die dünne, rote Membran reduziert hat, überhaupt keine Zellen mehr in derselben vorkommen. In der Gegend der Raphe fand ich sie am dichtesten bei *S. bicaudata*; hier können sie oft so eng aneinander liegen, daß sich die Zelleiber berühren. An solchen Stellen (Fig. 27a\*) also würde ein Uebergang aus der typischen Bindegewebsanordnung in eine epitheliale Anordnung stattfinden. Ich sah oft genug 3, 4 oder mehr Zellen derartig eng aneinander liegen.

Hierdurch kommt es natürlich zur Bildung von Zellgrenzen, d. h. Grenzlinien zwischen zwei Plasmakörpern. Solche Zellgrenzen verlaufen aber nicht als dunkle, schwarze Linien zwischen den feinen Zellfortsätzen der Plasmakörper, wie dies HEINE (Fig. 33) einzeichnet, sondern an ihnen stoßen tatsächlich Plasmamassen aneinander.

Von diesen echten Zellgrenzen abgesehen, gelang es mir niemals, weder mit Eisenhämatoxylin noch mit Goldchlorid (auch nicht bei Vorvergoldung der frischen Gewebe) noch mit der von SEELIGER angegebenen Lösung von 0,1 g Methylenblau auf 100 H<sub>2</sub>O, welche ich 2—48 Stunden anwandte, auch nur Spuren jener schwarzen, dicken Linien nachzuweisen, welche HEINE als Zellgrenzen bezeichnet. Ich betone ausdrücklich, daß Parallelfärbungen zwischen den Perikardialzellen derselben Individuen sowie zwischen den Muskelfasern an denselben Präparaten die Zellgrenzen mit aller nur wünschbaren Schärfe hervortreten ließen. Ich muß also HEINES Angaben, daß es sich hier um ein sog. „typisches Endothel“ (im Sinne der Histologen) handle, aufs entschiedenste entgegen treten und annehmen, daß jener Autor sich (vielleicht durch die Verästelungen der Zellen oder die Bindegewebsfasern?) irgendwie hat täuschen lassen.

Gestützt auf meine Präparate halte ich also die zwischen den Plasmakörpern vorhandenen Zwischenräume für nicht durch Kontraktion der ersteren entstanden, sondern sehe sie als durch wirkliche Bindegewebsgrundsubstanz ausgefüllt an. Dies ist die bereits

durch SCHULTZE (1901) auf Grund frischer Ausbreitungspräparate an *S. pinnata* geäußerte Ansicht. Auch an beistehender Textfig. 11, welche nach dem Lebenden mit dem Apparat gezeichnet ist, kann man sich überzeugen, daß die Zwischenräume viel zu beträchtlich und zu unregelmäßig für solche zwischen „Endothelzellen“ sind. Ich weiche insofern etwas von SCHULTZE ab, als er von einer Bindegewebsmembran spricht und einem darunter liegenden Fasernetz, während ich die Bindegewebsmembran für nichts morphologisch Spezifisches, sondern lediglich für eine Verdichtung der Bindegewebssubstanz, welche auch die Fasernetzlage bildet, halte und

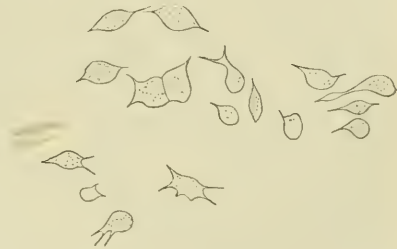


Fig. 11. *S. maxima greg.*; „Endokard“ ausgebreitet nach dem Lebenden. Immers. 2 mm, Ap. 1.30, Komp.-Ok. 4 auf  $\frac{1}{2}$  verkl. 250:1.

diese beiden Lagen in eine kernlose, das ganze Herz (vielleicht bis auf einige durch Reißen entstandene Lücken) auskleidende Membran übergehen lasse.

Auf die Konsequenzen dieser Auffassung muß ich im allgemeinen Abschnitt eingehen.

II. Ascidien. Es handelte sich hier darum, zu entscheiden, ob, wie ROULE behauptete, ein wirkliches Endothel vorhanden sei, oder nur eine homogene zellenlose Membran, und falls dies der Fall, welche Bedeutung dieser Membran zukommen könnte; oder ob schließlich, wie SEELIGER dies wenigstens für einzelne Formen annehmen zu müssen glaubt, nur durch die Plasmakörper der Muskelzellen, welche sich zwischen die Fibrillenbündel drängen, eine solche Membran vorgetäuscht wird.

Ich konnte bei allen untersuchten Formen: *Clavelina Rissoana*, *Ciona intestinalis*, *Cynthia papillosa*, *Styela gyrosa*, *Ascidia mentula*, *Asc. cristata* und *Asc. fumigata* eine innere Schicht erkennen, und zwar in Gestalt einer Bindegewebsmembran, in welcher keine Kerne nachzuweisen sind. Die Membran ist auf Schnitten meist nicht über sehr große Strecken nachweisbar, weil die Muskelfibrillenbündel meist schräg zur Schnittebene stehen und dadurch, daß sie schief ins Herz vorragen, die Kontur unregelmäßig, ausgezackt gestalten. Hingegen ist die Bildung auf Ausbreitungspräparaten wohl immer zu erkennen, besonders aber an den Ecken derselben sieht man häufig — genau wie dies bereits für das Perikard beschrieben wurde — daß die Mehrzahl der Muskelfasern sich von der Membran abgelöst hat und nur einzelne an ihr haften bleiben. In diesen Fällen ist die Membran sehr deutlich als homogene dicke Schicht, an der niemals Zellgrenzen nachweisbar sind, zu erkennen, hingegen kann ihr das koagulierte Blutserum oft in eigentümlich geformten Linien anhaften; vielleicht ist darauf ROULES irrthümliche Angabe, daß bei *Ciona* mit  $\text{AgNO}_3$  ein „Endothel“ sichtbar gemacht werden könne, zurückzuführen; auch die Membran selbst kann leistenförmige Vorsprünge zeigen (siehe *Asc. fumigata*).

HERRMANN, mit dessen Befunden sich meine in allen wesentlichen Punkten decken, gibt bereits 1882 an, daß die Membran sich in die alleinige innere Auskleidung der Gefäße fortsetze. — Der sichere Nachweis hierfür scheint sich sehr schwer führen zu lassen. Nachdem ich lange bei *Ciona* und den anderen Formen niemals ganz einwandfreie Stellen erhalten hatte, fand ich an *Ascidia fumigata* ein sehr günstiges Objekt, bei welchem die Binde-

gewebmembran außerordentlich dick ist: man kann sich an ihr mit aller Sicherheit davon überzeugen, daß in der Tat die Membran sich in das die Gefäße bildende Bindegewebe fortsetzt (Fig. 28b). Daß die dicke innere Schicht etwa durch das Plasma der Muskelzellen hervorgerufen würde, ist ganz ausgeschlossen, da dieses Plasma sich durchaus anders färbt (Fig. 28a u. b). Sobald die Membran ins Herz eingedrungen ist, kommen in derselben keine Bindegewebszellen mehr vor; hingegen sieht man derselben oft ganze Massen von Blutkörperchen angelagert. Die Membran scheint meist gegen das Herzlumen nicht glatt, sondern sie sendet gegen dasselbe immer mehr oder weniger dicke, spitze, oft sehr lange Fortsätze aus, welche sich auf Ausbreitungspräparaten als ein Flechtwerk sich unregelmäßig durchkreuzender, leistenartig vorspringender Bildungen darstellen, die durch daran haftendes koaguliertes Blut noch verstärkt werden (Fig. 28a). Bei *Asc. fumigata* war die Membran stets dann unzweideutig nachweisbar, wenn die Muskelfasern nicht gerade derartig getroffen waren, daß eine unregelmäßige Ausfaserung derselben zu stande kam.

Bei *Clavelina* kommt, wie schon erwähnt, eine sehr mächtige Bindegewebssäule unter der indifferenten Linie vor (Fig. 17). Man kann nun konstatieren, daß dieses Bindegewebe von derselben faserigen Konsistenz ist wie dasjenige im Salpenherzen; aber auch hier fehlen Bindegewebszellen vollkommen, soweit ich mich davon überzeugen konnte. Auf günstigen Ausbreitungspräparaten erkennt man, daß 1) der Bindegewebsstrang mit der dünnen Membran, welche das Herz auskleidet, zusammenhängt, und 2) daß derselbe in das das Perikard umgebende Bindegewebe unmittelbar übergeht. Durch die dicke, unter der indifferenten Linie vorhandene Bindegewebssäule ist übrigens *Clavelina* die einzige Form, bei welcher dieses Gebilde auch auf Schnitten verhältnismäßig leicht erkannt werden kann. Die Ausbildung der Bindegewebsmembran selbst erinnert an die der Salpen; sie findet sich nämlich als dicke, sofort auffallende Schicht nur auf der Seite der Bindegewebssäule unter der indifferenten Linie, welche der Raphe zunächst gelegen ist. Als solche mag sie also etwa  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$  des gesamten Herzens auskleiden. In der anderen größeren Herzhälfte dagegen ist die Membran nur als dünnes, meist nicht deutlich bemerkbares Häutchen vorhanden. Daß sie auch hier nicht fehlt, geht schon daraus hervor, daß von der dicken Bindegewebssäule unter der indifferenten Linie stets eine Art Lappen abgeht, der sich der Muskulatur innig anlegt, und dessen Ende niemals be-

merkt werden konnte. Ebenso geht auch von der Raphe aus das Bindegewebe in die dünne Membran über, indem es sich der eigentlichen Herzwand aufs engste anschmiegt. — Die innere Bindegewebsschicht ist auch bei *Clavelina* durchaus eine zellenlose Membran (in der Raphe selbst können sich natürlich noch Bindegewebszellen finden), doch sind sowohl in der Säule als auch in dem dicken Teil der Membran eingedrungene Amöbocyten, die häufig mit großen Vakuolen versehen sind, sehr verbreitet. Diese Amöbocyten kommen auch sonst im Bindegewebe der *Clavelina* häufig vor. Sie fallen unter denselben Gesichtspunkt, wie die oben bei *S. maxima* erwähnten Amöbocyten in der inneren Bindegewebsschicht des Salpenherzens, d. h. sie gehören nicht zur Membran (vgl. Fig. 39a u. b).

Da, wie wir gesehen haben, bei *Ascidia fumigata* die Kontinuität der Bindegewebsschicht des Herzens mit der Gefäßwand mit aller Sicherheit nachweisbar ist, und da ferner auch bei Salpen an von der Raphe entfernten Teilen das Bindegewebe in eine ebenso gebaute, kernlose Membran übergeht, so wird man wohl die folgende Auffassung als durchaus berechtigt anerkennen: Im Herzen der Ascidien findet sich eine Membran; dieselbe besteht aus Bindegewebe, aus welchem sich die Kerne aus irgend welchen Gründen zurückgezogen haben. Sie ist der inneren Bindegewebsschicht im Salpenherzen homolog.

### Gefäße.

Der Bau der Gefäße soll hier nur so weit behandelt werden, als er zum Verständnis des Herzbaues nötig ist.

Die Verhältnisse der Gefäße von *S. maxima* und *S. pinnata* wurden an Schnitten durch die Gefäße unter dem Endostyl, in der Kieme und durch die jederseits vom Herzen abgehenden großen Bahnen untersucht. Der Bau dieser Gefäße ist außerordentlich einfach. Sie sind nichts als Lücken im Bindegewebe, welche von einer Lamelle umgeben werden, die sich genau so verhält, wie die Membran, welche das „innere Bindegewebe“ des Herzens nach innen abschließt (Fig. 1). Diese Lamelle ist also nur eine Verdichtungsmembran der Fasern des umgebenden Bindegewebes.

Ab und zu findet man in der Membran Zellen, welche denselben Bau zeigen wie die Zellen der „inneren Bindegewebsschicht“ des



Herzens. Sie bilden nichts Endothelähnliches: bei den größeren Gefäßen finden sie sich durchaus nicht auf dem ganzen Querschnitt regelmäßig verteilt, sondern häufig genug sind sämtliche Kerne auf nur  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  desselben zusammengedrängt, während der übrig bleibende größere Teil jeder zelligen Umgrenzung bar ist. In kleineren Gefäßen trifft man häufig auf einem Schnitt eine Wandzelle, während eine ganze Reihe weiterer Schnitte überhaupt keine Wandzellen zeigen. Eine derartige Anordnung schließt aber von vornherein den Begriff eines „Endothels“ (in dem Sinne, wie man ihn gewöhnlich braucht) aus. Die kleinsten Gefäße weisen meist auf sehr vielen hintereinander liegenden Schnitten überhaupt keine Wandzellen auf; sie sind häufig kaum so weit, daß ein Blutkörperchen sich hindurchzwängen kann, und die Anwesenheit eines solchen verrät oft allein das Vorhandensein eines Gefäßes.

Da aber SEELIGER an großen Monascidien durch seine Methylenblaumethode ein „Endothel“ nachweisen zu können glaubte, scheint es mir nicht unnötig, folgende Beobachtung anzuführen, nach welcher wenigstens für *S. bicaudata* das Vorkommen jeglicher endothelähnlichen Bildung (im Sinne der Histologen) auszuschließen ist. Während meines Aufenthalts in Villefranche waren bei allen jungen Ketten von *S. bicaudata* und *S. africana* die 5—10 kleinsten, d. h. jüngsten Individuen hellgelb gefärbt. Herr Dr. DAVIDOFF war so gütig, mir mitzuteilen, daß diese Erscheinung sehr häufig sei, daß er sie für durch Infektion zu stande gekommen halte, und daß diese, da stets nur an jungen Ketten die jüngsten Tiere infiziert erscheinen, wahrscheinlich beim Loslösen der Kette vom Stolo des Muttertieres erfolgen müsse. Ich pflichte dieser Ansicht durchaus bei. — Eine nähere Untersuchung ergab, daß der Sitz der Infektion bei beiden Arten ein ganz verschiedener war. Bei *S. maxima* fanden sich die gelben, die Farbe bedingenden Körnchen ausschließlich in den Zellen der Pharynxwand. Sie füllten dieselben gefropft voll aus und ergaben Bilder, auf welchen die polygonale Zellform derselben durchaus deutlich hervortrat. Bei *S. bicaudata* hingegen war die Färbung auf die Gefäße beschränkt; es färbten sich nur deren Wandzellen, wodurch die Gefäße als zierliches Flechtwerk hervortraten (Fig. 29). Wodurch diese Electivität bewirkt wurde, kann ich nicht sagen. Jedenfalls aber erschienen die infizierten Gefäßwandzellen als gebildet aus verhältnismäßig kleinen, sehr verschieden gestalteten Zelleibern, von denen außerordentlich lange, sich verästelnde Fortsätze ausgingen. Diese Fortsätze traten infolge der gelben Körner sehr deutlich

hervor, sie zeigten von Zeit zu Zeit Varikositäten (Fig. 30); auch verflochten sich Fortsätze verschiedener Zellen untereinander. Die Körner selbst waren sehr klein, meist unter  $1 \mu$  im Durchmesser, fast immer waren sie zu mehreren zusammengeballt. — Ich glaube, durch diese Beobachtung am Lebenden den Beweis erbracht zu haben, daß wenigstens bei den Salpen die die Gefäße auskleidende Schicht aus typischen Bindegewebszellen besteht.

Ueber die Gefäßwandung der Ascidien existiert eine ausge dehntere Literatur. Bereits HELLER beschrieb bei *Ascidia mentula* und *Styela* die Gefäße genauer. Wenn er aber bei ersterer Form findet, daß das rechtseitige Kiemengefäß quergestreifte Muskulatur aufweise und in einem Sack, ähnlich dem Perikard, eingeschlossen sei, so ist dies nur dadurch erklärbar, daß er den vorderen, etwas verschmälerten und eine andere Richtung einschlagenden Herzteil mit einem Gefäße verwechselte. Hingegen ist wichtig, daß er an allen großen Gefäßen der *Styela* deutliche, glatte Muskelzellen erkannte. Auch konnte 1876 R. HERTWIG schon konstatieren, daß gewisse am Darm verlaufende größere Gefäßstämme „eine zirkuläre longitudinale Anordnung von Muskelfasern zeigen, die ganz den glatten Fibrillen des Hautmuskelschlauches gleichen und nur als ein dem Gefäßsystem sich anschmiegender Teil desselben aufzufassen sind“. Ferner sagt er, daß bei *Cynthia* die Sinus einen Zellenbelag zeigen, den er nicht als Gefäßepithel zu bezeichnen wage, da die Zellen nicht häufiger seien „als die Bindegewebszellen, welche auf einem gleichen Raum liegen würden“. Er faßt sie als in nur einer Fläche ausgedehnte Bindegewebszellen auf. Diese alte histologische Beschreibung scheint mir immer noch die bis jetzt beste zu sein, wenschon mir die weitere Angabe, daß bei Verminderung des Gefäßlumens die Lagerung der Zellen eine engere werden soll, nach allem, was mir von den Salpen her bekannt ist, höchst unwahrscheinlich vorkommt.

DELLA VALLE findet (1882), daß bei den zusammengesetzten Ascidien das Blut zwar bestimmte Bahnen einhält, aber er konnte niemals auch nur Spuren von Gefäßwandungen entdecken.

Wenschon ROULE seine Darstellung mit den Worten beginnt: „Ces canaux dans lesquels circule le sang sont des vides à l'aspect irrégulier creusés dans la masse du tissu conjonctif, et ne possédant jamais sauf le cœur, de parois propres dont la structure soit différente de celle du tissu conjonctif environnant“, gibt derselbe später doch an, daß ihre Wand aus einem Endothel von großen platten Zellen bestehe, welche er auch abbildet.

Außerdem bestätigt er das Vorkommen von Muskelfasern für diverse große Gefäße der Ciona.

VAN BENEDEN und JULIN behaupten (1887), daß alle Gefäße der Tunikaten eigener Wandungen entbehren, was von MAURICE (1888) wenigstens für die Synascidie *Fragaroides aurantiacum* bestätigt wurde.

SEELIGER dagegen schreibt sehr richtig: „Das gesamte Gefäßsystem stellt lediglich die Lückenräume der primären Leibeshöhle dar, die durch Bindegewebe und eine gallertige Zwischensubstanz nicht erfüllt werden.“ Hiermit ist das ganze periphere Gefäßsystem der Tunikaten vollauf charakterisiert. Sehr häufig soll nun aber bei den größeren Monascidien auch in den kleineren Bahnen ein „Endothel“ vorkommen, das durch die das Lumen umgebenden Bindegewebszellen gebildet werden soll. Während nun SEELIGERS Schnittbilder durchaus mit meinen Befunden übereinstimmen, konnte ich derartige polygonale Endothelzellen, wie er sie auf seiner Fig. 9, Taf. XXV, angibt, niemals auf Ausbreitungspräparaten wahrnehmen. Allerdings sind die Zellgrenzen in der Figur nicht so scharf eingezeichnet wie bei HEINES Abbildung des „Endokards“. Ich glaube gerade wegen dieser eher angedeuteten Zellgrenzen, daß SEELIGER durch darunter liegende Bindegewebsfasern resp. Grenzen von Muskelzellen getäuscht worden ist. Im übrigen findet auch SEELIGER in den Gefäßen Muskelfasern, und zwar sowohl in Gruppen als auch in einer mehr einheitlichen Lage; er betrachtet sie im Gegensatz zur Herzmuskulatur als mesenchymatischer Herkunft.

Stellenweise soll sich zwischen Endothel und Muskelschicht spärliches Bindegewebe schieben, „das aber wohl niemals eine vollkommene Mittelschicht bildet, sondern auf vereinzelte indifferente Mesenchymzellen beschränkt bleibt“. In den kleineren Gefäßen sollen die Muskelfasern direkt mit dem Blutstrom in Berührung kommen, ohne daß ein Endothel zur Entwicklung käme.

Ich kann nun SEELIGERS Befunde — bis auf die Endothelfrage — im wesentlichen bestätigen für die großen, vom Herzen ausgehenden Stämme und für mittlere und kleinere Gefäße von *Asc. mentula*, *cristata*, *fumigata*, *Styela* und *Ciona*.

Die Gefäße sind nichts als Lückenräume im Bindegewebe, um welche dasselbe, ganz wie bei Salpen, eine sich mit Eisen-Erythrosin rot färbende Verdichtungsmembran gebildet hat. Auf diese Membran haben sich einzelne Bindegewebszellen zurückgezogen, genau wie bei den Gefäßen der Salpen. Und nun legen

sich diesen Wandungen in mehr oder weniger großer Entfernung glatte Körpermuskelfasern an. Ihre Anordnung ist sehr verschieden; ich habe zwischen ihnen und dem Gefäßhohlraum häufig noch ein breites Bindegewebsband gesehen, während dicht daneben an demselben Gefäße (vom Herzen entspringender großer hypo-branchialer Stamm von *Asc. fumigata*) die Muskelzellen sich derart in das Gefäßlumen vordrängten, daß ihre langen Kerne direkt an dasselbe zu liegen kamen. Die Muskelzellen liegen meist in nur aus wenigen Individuen bestehenden Bündeln geordnet, zwischen den einzelnen Fasern solcher Bündel kann man ab und zu sogar noch die anderen Bindegewebskerne, resp. Bindegewebszellen bemerken. Die Muskelbündel liegen sehr unregelmäßig: oft verlaufen sie auf demselben Schnitte an der einen Gefäßseite der Länge nach, an der gegenüberliegenden Seite hingegen sind sie quer getroffen, oder sie können sich sogar durchflechten. Für die großen vom Herzen abgehenden Gefäße schien mir allerdings die quere Anordnung der Muskelfasern, die also eine Art Ringmuskulatur ergeben würde, die verbreitetste zu sein.

Die Muskelzellen selbst führen ein einziges grobes Bündel kontraktiler Substanz, welches immer durchaus glatt ist. Demselben liegt an einer Stelle etwas undifferenziertes Plasma an, welchem ein meist außerordentlich langer, dünner Kern eingebettet ist. Der Kern schmiegt sich der kontraktilen Faser eng an. Diese selbst erscheint sehr häufig etwas wellig; sie färbt sich mit der Eisenhämatoxylin-Erythrosinmethode sehr verschieden und läßt meist Andeutungen einer schwachen Längsstreifung, d. h. eines fibrillären Baues erkennen. — Wie man aus meiner Fig. 31a, b sieht, stimmen die Fasern, welche die Gefäße umgeben, durchaus mit SEELIGER's Abbildung 6, Taf. XXV (Muskelfibrillen von *Cynthia*), überein.

Das die Gefäße als eigentliche Wand umkleidende Bindegewebe wurde schon oben charakterisiert. Sehr wichtig ist besonders die im vorigen Abschnitt mitgeteilte Tatsache, daß HERRMANN'S Angabe, gemäß welcher die innere Schicht des Herzens mit dem Bindegewebe der Gefäße zusammenhängt, durchaus bestätigt werden konnte, da hierdurch wohl bewiesen sein dürfte, daß auch die innere Schicht des Herzens Körperbindegewebe und also eine von der Herzmuskulatur durchaus unabhängige Bildung ist. Schon oben wurde auch erwähnt, daß die dem Gefäßlumen anliegenden Zellen nicht nur dem Bindegewebe zugehören, sondern daß sie auch in den großen Gefäßen bereits durchaus unregel-

mäßig angeordnet sind. So möchte ich denn für sie den von SEELIGER gebrauchten Namen „Endothel“ durchaus vermeiden und sie schlechtweg als „die Gefäße begrenzende Bindegewebszellen“ bezeichnen. — Ich stimme SEELIGER durchaus darin bei, daß die Bindegewebszellen bei den Ascidien nicht leicht von etwaigen der Wandung anliegenden Blutkörperchen unterschieden werden können. Trotzdem, und wenn auch beides, Blutkörperchen und Bindegewebszellen, auf embryonales Mesenchym zurückgeführt werden muß, sind doch ausgebildete Blutkörperchen und ausgebildete Bindegewebszellen verschiedene Dinge, und eine Anlagerung von Blutkörperchen darf nicht mit den von Anfang an die Begrenzung des Gefäßes darstellenden Bindegewebszellen verglichen werden. Ich bin daher mit folgendem Passus SEELIGERS nicht einverstanden: „Ich habe eben das die Blutbahn begrenzende Endothel aus Zellen des Bindegewebes abgeleitet, und sicher wird das in vielen Fällen zutreffend sein. Andererseits muß aber allerdings auch zugegeben werden, daß amöboide Blutzellen zur Bildung feiner Endothellamellen zusammentreten können, um auf kleinere oder größere Strecken die Blutsinus zu umgrenzen.“

### Blutzellen.

Da über die Salpen fast keine modernen Untersuchungen vorliegen, während die Ascidien ziemlich gut durchgearbeitet sind, habe ich selbst nur die Verhältnisse bei ersteren genauer ins Auge gefaßt.

Ueber die Ascidien besitzen wir außer den Angaben DE LACAZE-DUTHIERS' (*Anurella roscovita*), DELLA VALLES (zusammengesetzte Ascidien), ROULES (*Ciona int.*) und MAURICES (*Fragaroides aurantiacum*) noch die Beobachtungen HELLERS an einer Reihe Monascidien, die er frisch untersuchte. An neueren Untersuchungen liegt, neben der Darstellung RITTERS (1893) für *Perophora annectens*, besonders die ausführliche vergleichende Arbeit CUÉNOTS (1891) vor.

Zum Vergleich will ich hier CUÉNOTS Resultate anführen. Er unterscheidet bei der verhältnismäßig einfache Verhältnisse darbietenden *Asc. mentula*:

- 1) *Amibocytes typiques, normaux*: kleine Amöbocyten mit wenig Granulationen und deutlichen Pseudopodien.
- 2) *Amibocytes à graisse*: vorige, jedoch mit Fetteinschlüssen.

3) Amibocytes de réserve à vacuoles: mit einer großen Vakuole, oder deren mehreren, welche durch Teilung einer einzigen entstanden sind.

4) Amibocytes orangées: Färbung der Kieme bedingend, in dem Blute der übrigen Körperregion nur schwach oder nicht vertreten.

Dieselben Formen findet CUÉNOT bei der *Ascidia depressa*, jedoch gibt er außerdem noch an: „des cellules incolores, vésiculaires, non amiboïdes, dont le noyau pariétal est relié aux parois par des nombreux brides protoplasmiques.“ Er hält sie für wahrscheinliche Degenerationsprodukte der amibocytes de réserve à vacuoles. Er resumiert seine Befunde über eine Anzahl Species folgendermaßen: „En somme, on trouve dans le sang de toutes les espèces précitées (*Distomidae*, *Ascidiidae*, *Cionidae*, *Cynthiidae*) un certain nombre de formes se rapportant toutes aux amibocytes, présentant un caractère constant: l'accumulation de réserves nutritives.“ Bei einer in Bezug auf diese Dinge komplizierteren Form (*Ctenicella appendiculata*) findet er außer den „amibocytes typiques“ und deren Degenerationsformen, sowie den „amibocytes à graisse“ noch: „hématies“, zur Atmung verwendete Blutkörperchen. Er beschreibt sie als groß (bis  $45 \mu$ ), blasenförmig: „Le noyau pariétal est collé contre la membrane, qui fait légèrement saillie à cette place; il est relié aux parois par un certain nombre de prolongements protoplasmiques très fins . . . Les plus jeunes que j'ai pu trouver mesuraient  $10 \mu$ ; elles étaient parfaitement sphériques . . . A mesure qu'elles avancent en âge, la paroi se plisse légèrement, tout en conservant son élasticité, et les granules jaunes deviennent plus gros et moins nombreux.“ Ähnliches fand CUÉNOT für *Ascidiella aspersa*, *Rhopalona neapolitana* und *Styela glomerata*.

Ueber die Salpen liegt vor allem eine ältere ausführliche (1875) und eine kurze neue (1902) Darstellung TODAROS vor. In der älteren Arbeit leitet derselbe die Blutkörperchen aus Blutkörperchenmutterzellen, „ematoblasti“ ab, die in der Blutknospe entstehen sollen. Dieselben sollen sich in 2, 4, 8 u. s. w. blasige Teile zerlegen, in deren jedem er einen Punkt bemerkt, den er als Kern anspricht. Nachdem genügend derartige Bläschen entstanden sind, soll die Membran der Blutkörperchenmutterzellen platzen, und die einzelnen Bläschen, die inzwischen den Kern eingebüßt haben, sollen frei werden und die eigentlichen Blutkörperchen darstellen.

Nach seiner neuen Mitteilung scheint TODARO jetzt seine früheren „ematoblasti“ auf ihren späteren Stadien als die eigent-

lichen Blutkörperchen anzusehen, denn er sagt: „I globuli sanguigni . . . si presentano sotto due fasi: in origine sono piccole cellule rotonde prive di membrana con un nucleo relativamente grande; quindi crescendo perdono il nucleo e presentano l'aspetto di inoruli a motivo della ripartizione del loro protoplasma in piccoli campi poligonali.

I Linfociti sono grandi cellule rotonde od ovali, senza membrana con cytoplasma chiaro e legermente granuloso; hanno un piccolo nucleo e corrispondono ai cosiddetti fagociti.“

Bei *S. africana-maxima* fand ich folgende Hauptformen:

Typus I. Amöbocyten von ca. 7—10  $\mu$  Durchmesser, mit großem, blasenförmigem, hellem Kern; das Protoplasma sehr fein granuliert, aber ohne Einschlüsse; die granulierten Partie wie bei allen Amöbocyten von einem homogenen Saum umgeben (Fig. 32: 1, 2).

Typus II. Große Amöbocyten von 15—20  $\mu$  Durchmesser, mit kleinerem, meist in die Länge gestrecktem Kern, der sich intensiv schwarz färbt, das innere Plasma dicht mit feinen dunklen Granula erfüllt, eine äußere homogene Schicht deutlich (Fig. 32: 3).

Beide Typen halten das Erythrosin viel weniger stark fest als die übrigen; bei starkem Ausziehen desselben erscheinen sie in rein stahlblauer Eisenhämatoxylinfärbung.

Typus III. Große Amöbocyten von 15—20  $\mu$  Durchmesser, mit wenigen groben Granula, welche als deutliche runde Blasen sich darstellen. Die Granula färben sich, zum Unterschied jener des Typus II und der Vakuolen im Typus IV, mit Muchhämatein deutlich violett, so daß dann zwischen ihnen das Plasma als helles Maschenwerk erscheint. Während Typus II sehr verschiedene Formen annimmt, sind diese meist sphärisch. Kern wie bei Typus II (Fig. 32: 4).

Typus IIIa. Bläschengruppen, wie jene in den Amöbocyten Typus III, aber nicht im Zusammenhang; zwischen ihnen oft eine gebogene, kleine, längliche Masse, die aus sehr dicken Körnchen besteht oder sogar gleichmäßig schwarz erscheint. Wahrscheinlich stellt Typus IIIa ein Zerfallsprodukt des Typus III dar; die schwarze längliche Masse ist der Kern.

Typus IV. Kleine eigentliche Blutkörperchen von sphärischer Gestalt, ohne amöboide Beweglichkeit, mit großem, blasenförmigem Kern, der etwas kleiner ist als bei Typus I. Derselbe ist von einer relativ großen Plasmamenge umgeben, von welcher aus

breite, körnige Stränge gehen, welche große Vakuolen zwischen sich fassen (Fig. 32: 5 u. 6).

Typus IVa. Große, bläschenförmige, retikuläre, sphärische Blutkörperchen, ohne amöboide Bewegung, mit meist mehr oder weniger exzentrisch gelegenen Kern, um welchen eine oft kaum merkliche Plasmaschicht vorhanden ist. Kern oft sichelförmig, immer aber klein, schwarz, ohne weitere erkennbare Differenzierung, d. h. sehr saftarm. Plasma als feinstes Fachwerk um mächtige Vakuolen herum vorhanden. Bei noch ungefärbten Präparaten (Fig. 32: 10, *S. fusiformis*) sieht man, wie oft in einzelnen Vakuolen sich eine dichte Substanz von gelblicher Färbung findet; kleine Körnchen derselben können auch in die Plasmastränge versprengt vorkommen. Es ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß einzelne Vakuolen das Erythrosin noch viel stärker festhalten, als die anderen. Dieser Typus hat überhaupt zu Erythrosin größere Affinität als die übrigen, färbt sich aber in Muchhämatein fast nicht.

Typus IVb. Haufen großer Vakuolen, bald stärker, bald schwächer mit Erythrosin färbbar; zwischen ihnen ein Kernrudiment wie bei IVa; wahrscheinlich Zerfallsprodukte der letzteren. Beim Zerfall können Kernpartikelchen in die Vakuolen geraten, wodurch der Zerfall mit der Teilung durch Konitionie, wie sie bei Sporozoen vorkommt, eine gewisse Ähnlichkeit erhält. Der schwarze, freie Kernrest könnte gewissermaßen als dem Restkörper vergleichbar angesehen werden.

Typus V. Amöbocyten, ähnlich wie Typus I, aber mit einer oder nur wenigen großen Vakuolen; die Vakuole wächst, so daß schließlich der Plasmakörper ihr nur noch als kleine Sichel anhaftet, wobei der Kern sich meist stark verkleinert und saftarm wird. In den Vakuolen oft Einschlüsse, welche sich stark mit Erythrosin färben (Phagocyten?).

Typus Va. Endprodukte des vorigen. Sich nicht färbende, grünliche Vakuolen; machen durchaus den Eindruck abgestorbener Zellen. Kern meist noch erkennbar.

Die Häufigkeit der beschriebenen Formen ist im Herzblut und in dem der großen Gefäße eine sehr ungleiche. Am häufigsten ist Typus IVb, auf ihn mag folgen Typus II oder III, am seltensten sind Typus V und Va.

Diese Typen sind nach konserviertem Material aufgestellt. Nachträgliche Beobachtungen an frischen Geweben ließen mich aber erkennen, daß man auch am Lebenden die meisten Gebilde identi-



fizieren kann; so z. B. grob und fein granuliert Amöbocyten, Blutkörperchen des Typus IV, IVa, IVb. Ob grüngelb gefärbte Körper, neben welchen oft, vielleicht von ihnen abgelöste, gleichfarbige Kugeln lagen, dem Typus II, III oder V zugezählt werden müssen, konnte ich nicht feststellen; ebensowenig die Natur des grüngelben Farbstoffes (Fig 33).

Es scheint mir, daß die sub I genannten Amöbocyten, den „amibocytes typiques normaux“ von CUÉNOT, ferner den „piccole cellule rotonde prive di membrana“ TODAROS entsprechen. Ebenso sind wohl die „amibocytes à graisse“ und „de réserve à vacuoles“ CUÉNOTS, sowie die „grandi cellule rotonde od ovali senza membrana“ TODAROS meinen Typen II und III gleichzusetzen. Mein Typus IV und IVa scheint mir den „moruli“ TODAROS vergleichbar: allerdings sollen die letzteren ihren Kern verloren haben; es will mir aber als sehr gut möglich erscheinen, daß der selbst nach Eisenhämatoxylinbehandlung nicht allzu leicht sichtbare, kleine, schwarze Kern von TODARO übersehen worden ist; inwiefern Typus IVa bei den Ascidien die „hématies“ oder die „cellules incolores vésiculaires non amiboïdes“ CUÉNOTS entsprechen, ist fraglich. Der Typus V findet sich möglicherweise in einem der vermeintlichen frühen Teilungsstadien der Blutkörperchenmutterzellen nach TODAROS älterer Auffassung, und vielleicht in gewissen „amibocytes de réserve à vacuoles“ CUÉNOTS wieder. — Es scheint allen Typen, soweit sie nicht Zerfallsprodukte sind (IIIa, IVb, Va) — neben anderen unbekanntem Funktionen — mehr oder weniger stark ausgesprochen eine Nährstoff aufspeichernde Eigenschaft zukommen, da sich an mit FLEMMINGScher Lösung konservierten *S. pinnata* in allen Formen dunkle Punkte, also fettartige Substanzen bemerken ließen.

Wie dies CUÉNOT für *Asc. mentula* annimmt, und wie das auch RITTER (1893) wenigstens teilweise tut (indem er von Zellen, wie sie seine Figg. 36c und 36a zeigen, solche wie 35—35c ableitet, die er für Zerfallsprodukte hält), glaube auch ich, daß alle Typen aus den kleinen Amöbocyten des Typus I entstehen können, da ich für alle sämtliche erforderlichen Uebergangsstadien zu sehen glaubte. Es ist daneben aber auch möglich, daß einzelne Typen, besonders solange sie noch nicht scharf ausgesprochen sind, ineinander übergehen; so z. B. Typus II in III und umgekehrt, Typus IV in V, indem sich eine Vakuole auf Kosten der anderen vermehrt; doch scheinen mir derartige Uebergänge viel seltener zu sein als die direkte Entwicklung aus den indifferenten Amöbo-

cyten. Auch die Kerngröße spricht dafür, dieselbe nimmt nämlich successive ab; der Kern ist nicht nur im Vergleich zur Zellgröße, sondern auch, absolut genommen, in den Amöbocyten am größten. Genaue Messungen habe ich für den Typus IV, IVa angestellt. Man sieht in nebenstehenden Textfiguren in a die Kerne der

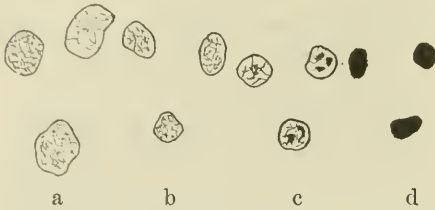


Fig. 12. Kerne von Bindegewebszellen und Blutkörperchen der *S. africana maxima*. 1570 : 1. Mittlerer Durchmesser der zu c gehörigen Blutkörperchen = 6,7  $\mu$ , der zu d gehörigen = 9,2–10  $\mu$ .

inneren Bindegewebschicht, in b Kerne typischer Amöbocyten des Typus I; in c solche der Blutkörperchen des Typus IV und in d solche des Typus IVa; bei diesen letzteren sind sie entschieden am kleinsten.

Die differenzierten Blutkörperchen (alle außer Typus I) vermehren sich sicher nicht mehr durch Teilung,

wenigstens konnte ich kein dafür sprechendes Stadium nachweisen. Die Amöbocyten Typus I scheinen sich normalerweise auch nicht mehr zu vermehren; unter allen daraufhin untersuchten kleinen Amöbocyten fand ich eine einzige, welche sich in Mitose befand, d. h. eine unter mehreren Tausenden!

Ueber die Bildungsherde der Blutkörperchen beim erwachsenen Tier habe ich bei Salpen, wenn man vom lymphoiden Organ der *S. pinnata* absieht, ebensowenig Sicheres erfahren können, wie CUÉNOT bei den Ascidien. — Abgesehen von der Entstehung der Blutelemente aus der „Blutknospe“, die zuerst wohl von TODARO behauptet, jetzt aber wohl allgemein aufgegeben sein dürfte, sagt TODARO (1902), daß sich während des ganzen Lebens die Mesenchymzellen der Visceralregion vermehren und Blutkörperchen liefern sollen. Ob dies richtig ist, lasse ich dahingestellt. — Daß embryonal die Blutkörperchen aus Zellen hervorgehen, welche den das Blastocöl anfüllenden Mesenchymzellen vollkommen ähnlich sind, wird für Salpen von allen Autoren angegeben, und man kann sich auf jedem Schnitt durch das Perikard eines Salpenembryos, an welchem sich die Herzeinstülpung bereits gebildet hat, davon überzeugen, daß im Hohlraum des Herzens spindelförmige Zellen vorkommen, welche denen der Mesenchymzellen durchaus ähnlich sind. Da nun die Gefäße Spalten im Bindegewebe (d. h. Mesenchym), daher die Zellen, welche sie auskleiden (und auch diejenigen der inneren Bindegewebschicht des Herzens) auch solche Mesenchymzellen

sind; da ferner in der inneren Bindegewebsschicht des Herzens der Salpen, und wie SEELIGER angibt, auch in seinem „Endothel“ der Gefäße bei Ascidien, sehr häufig auch beim erwachsenen Tier noch Mitosen vorkommen, und da die Kerne der kleinen Amöbocysten in Struktur und Größe sich jenen der inneren Bindegewebsschicht sehr nähern: könnte man am ehesten annehmen, daß etwa die Bindegewebzellen, die mit der Blutbahn in Berührung stehen, die kleinen Amöbocyten erzeugen. Doch fehlen mir bisher hierfür alle direkten Beobachtungen. Dies ist auch sehr begreiflich, da bei einer eventuellen Abschnürung die junge Zelle sich wohl noch nicht allzu wesentlich von den Bindegewebzellen unterscheiden dürfte.

Bei *S. pinnata* fanden sich im allgemeinen im Herzen und den großen Gefäßen die Blutkörperchen viel spärlicher als bei *S. maxima*. Im wesentlichen stimmen sie mit jenen der *S. maxima* überein. Nur scheinen die Amöbocyten, welche stets sich mit Osmiumsäure schwarz färbende Einschlüsse enthielten, häufiger zu sein; besonders gilt dies vom Typus V. — Vom Typus IVa kommt eine Varietät vor, bei welcher das Netzwerk viel feinere Vakuolen bildet als bei *S. maxima*. (Siehe Seitenorgane, „retikuläre“ Blutkörperchen.)

Auf die im Perikard der Monascidien vorkommenden Elemente behalte ich mir vor, in einer besonderen Arbeit zurückzukommen.

### Die Seitenorgane der *Salpa pinnata*.

Nachdem die CUVIERSche Ansicht, daß die Seitenorgane der *S. pinnata* Ovarien seien, durch die Entdeckung der wirklichen Ovarien hinfällig geworden, hielt sie H. MÜLLER (1852) „vermutungsweise“ für Exkretionsorgane, konnte jedoch keinen Harnstoff darin nachweisen. Seine Ansicht wurde, vor allem weil sich kein Ausführungsgang fand, von R. LEUCKART (1854) und C. VOGT (1854) bekämpft.

Besonders letzterer giebt eine ausführliche Beschreibung der Organe. Sie sind nach ihm kurze, bläuliche oder weißliche Schläuche (boyaux), die jederseits einheitlich bei der Ketten-, dagegen in 5 Teile getrennt sein sollen bei der Solitärform. Die mikroskopische Struktur sei bei beiden Formen dieselbe. Sie beständen aus einer homogenen dünnen Membran und enthielten große, durchsichtige Zellen, welche mit kleinen dunklen Körnchen erfüllt seien, die im auffallenden Licht eine milchige oder schwach violette Fär-

bung zeigen. Da VOGT zunächst an einen Zusammenhang dieser Organe mit der Fortpflanzung glaubte, wendete er ihrer Entwicklung besondere Aufmerksamkeit zu und fand, daß sie sich bilden „par l'accumulation de ces mêmes cellules remplies de granules dans des espaces mal déterminés qui se creusaient dans l'épaisseur du manteau interne vers la fin de la vie embryonnaire“. Er betont, daß er keinerlei Beziehung dieser Organe zu irgend einer Funktion habe finden können, und hält sie daher schließlich für bloße Pigmentablagerungen, wie sie auch bei anderen Salpen an verschiedenen Körperstellen vorkommen. In der 1. Auflage von BRONNS Klassen und Ordnungen werden zwar die Organe abgebildet und als „Lateralorgane“ bezeichnet, doch findet sich im Text nichts darüber.

Es ist das Verdienst TODAROS (1875), zuerst eine vorzügliche mikroskopische Beschreibung und eine befriedigende Darstellung der Entwicklung der Seitenorgane gegeben zu haben. — Er ist auch der erste, welcher sie als bleibende Blutdrüsen des Tieres bezeichnete, eine Ansicht, die ich nur bestätigen kann. CUÉNOT (1897) ist daher nicht ganz im Recht, wenn er kurz sagt: „Il n'y a pas d'organe lymphoïde connu chez les Tuniciers.“

Nach TODARO sollen die Organe gegen Ende des embryonalen Lebens auftreten und aus den „ematoblasti al primo stadio di sviluppo“ (meinen Amöbocyten Typus I) gebildet werden; später soll dann in diesen „ematoblasti“ die von TODARO für die Blutkörperchenentwicklung damals überhaupt angenommene „endogene“ Teilung auftreten (siehe vorigen Abschnitt), während gleichzeitig „si sviluppa in mezzo a loro un tessuto congiuntivo che serve all'organizzazione delle glandole laterali“. Beim erwachsenen Tiere sollen die Organe bestehen „da una serie di spazi lacunari limitati da trabecole sottilissime che forma il tessuto congiuntivo e riempiti dagli ematoblasti al secondo stadio (unsere Typen IV u. IVa). Questi spazi lacunari della glandola comunicano tra loro e con i rami vascolari che partono dai tronchi che la circondano e che in gran numero penetrano della periferia nella spessezza della stessa.“ Durch diese Gefäße gelangen die „ematoblasti“ ins Blut, wo sie zu „corpuscoli sanguigni“ (unseren Zerfallsprodukten) werden.

In einer weiteren Mitteilung (1884) beschreibt TODARO noch einmal die Lage und Form der Lateralorgane, sowohl bei *S. pinnata* als auch bei *S. rhomboidea-proboscidalis*, sowie bei der Kettenform von *S. dolichosoma-virgula*, bei welchen er sie inzwischen aufgefunden hatte. Die Lage ist, bei *S. pinnata* wenigstens,

nicht richtig angegeben. — In neuester Zeit (1902) weist TODARO nochmals kurz auf seine früheren Beschreibungen hin. Sonst habe ich, außer den Abbildungen von BROOKS (1890), nichts über die Seitenorgane finden können.

Die Seitenorgane der *S. pinnata* (der einzigen, von mir daraufhin untersuchten Species) fand ich in der von den früheren Autoren beschriebenen Form bei der *S. greg.* jederseits ziemlich dorsal liegend, zwischen dem 3. und 4. Körpermuskelband, welche hier weit auseinanderweichen, und bei der *S. solitaria* fünfteilig, zwischen dem 2. bis 7. Körpermuskelband.

Auf Schnitten erkennt man, daß sie in die direkt unter dem Körperepithel gelegene Bindegewebsschicht eingebettet sind und nichts anderes darstellen als eine sinusähnliche Erweiterung der Blutbahn, welche, wie alle Teile derselben, von einzelnen Bindegewebszellen begrenzt wird.

Ueber die Struktur der diesem Sinus eingelagerten Elemente wollen wir uns an Hand der verschiedenen untersuchten Entwicklungsstadien orientieren.

I. An einem 5 mm langen Embryo (Solitärform), der also sonst schon alle Organe wohlentwickelt zeigte, ließen sich die Seitenorgane noch nicht sicher erkennen.

II. An dem nächst älteren, mir zur Verfügung stehenden Stadium, zwei Embryonen zwischen 8—9 mm Länge, fand ich bereits jederseits die 5 aufeinander folgenden Abteilungen der Seitenorgane wohlentwickelt vor. Jede derselben besteht aus mehreren Zellhaufen, die nur kleine Zwischenräume zwischen sich frei lassen und selbst sehr kompakt aufgebaut sind. Sie setzen sich aus sehr gleichartigen Zellen (Fig. 35) zusammen, deren Grenzen mit Eisenhämatoxylin meist deutlich hervortreten. Dieselben sind klein, ihr Plasma, das sich mit Erythrosin ziemlich stark rot färbt, fein granuliert. Nur in sehr wenigen Fällen waren einzelne größere Granula vorhanden. Die Kerne sind groß und bläschenförmig, die chromatische Substanz besitzt hier noch deutlicher als auf den späteren Stadien eine häufig eigenartige Anordnung (Fig. 35). Mitosen auf allen Stadien sind außerordentlich häufig. — Die Zellen weisen, wenn man davon absieht, daß sie in geschlossenen Haufen liegen und sich daher abplatten, durchaus alle Merkmale der kleinen Amöbocyten auf. Von den Wandungen ins Innere vordringende Bindegewebsbalken konnten nicht beobachtet werden; wohl aber findet sich ab und zu eine Zelle von im übrigen ganz demselben Aussehen, wie die kleinen

Amöbocyten, welche durch ihre längliche, etwas ausgezogene Form verrät, daß sie zu einer solchen Balkenzelle wird.

Weitere Zellformen irgendwelcher Art kommen noch nicht vor.

III. Embryo (solitaria), fast ausgezogen, 25—27 mm lang.

Das Organ bewahrt, trotzdem es beträchtlich an Volumen zugenommen hat, seinen kompakten, massigen Charakter. Neben den hauptsächlich vorhandenen Amöbocyten des Typus I kommen noch vor allem kleine Blutkörperchen mit großen Plasmamaschen vor (Typus IVa), sowie die oben erwähnte nur bei *S. pimata* gefundene Abart derselben mit vielen kleinen Maschen. Beide Arten finden sich meist in geschlossenen Haufen, an welche Massen der kleinen Amöbocyten anstoßen; wenn sie auch sehr eng aneinander liegen, sind doch ihre Zellgrenzen meist deutlich. Ab und zu liegen einzelne Blutkörperchen, von den Haufen getrennt, in den Lückerräumen; sie scheinen sich bereits losgelöst zu haben und im Begriffe zu sein, in die Gefäße überzutreten. Neben diesen Formen kommen auch bereits wohlentwickelte große Amöbocyten mit feinen oder groben Granula vor.

Auf diesem Stadium werden also im Seitenorgan bereits alle Formen der Blutkörperchen der erwachsenen Salpe erzeugt. Da die auch jetzt noch sehr häufigen Mitosen nur an den Kernen der kleinen Amöbocyten vorkommen, kann ich nur diesen Zellen, und keinen der weiter differenzierten Blutkörperchen, die normale Fähigkeit zur Fortpflanzung zusprechen.

Vom Balkenwerk sind bereits ab und zu Stränge zu unterscheiden; ihre Zellen weisen noch nicht die später zu beschreibende typische Struktur auf; wegen der Masse der übrigen Elemente treten sie noch nicht deutlich hervor.

Hier möchte ich bemerken, daß ich in den Blutsinus des Eläoblasten häufig Ansammlungen von Blutkörperchen bemerkte, welche bei Betrachtung mit geringen Vergrößerungen den Seitenorganen sehr ähnlich sahen; besonders im äußeren Sinus sind sogar deutliche ihn durchsetzende Bindegewebsstränge vorhanden. Auch auf späteren Stadien kommen derartige Ansammlungen noch sehr oft vor. Bei schon längst freischwimmenden *S. maxima* war der äußere Sinus oft geradezu mit Blutkörperchen vollgepfropft. Aber in allen Fällen bestanden diese Ansammlungen fast ausschließlich aus erwachsenen Blutkörperchen und nicht aus kleinen Amöbocyten. Trotz aller darauf verwandten Aufmerksamkeit konnte ich niemals Mitosen nachweisen. Daher halte ich diese Massen nur für sekundäre Ansammlungen, vielleicht hervorgerufen durch

die Bindegewebsbalken, nicht etwa für Herde der Blutzellenentstehung. Es scheint sehr gut möglich, daß die von H. MÜLLER, LEUCKART und TODARO bei anderen Species (*S. bicaudata*, *S. fusiformis*, *S. maxima*) beschriebenen „rudimentären“ Seitenorgane, die ihrer Lage nach sowieso nicht mit den eigentlichen Seitenorganen verglichen werden dürfen, auch nur Aehnliches sind. Dies um so mehr, als TODARO (1875) besonders erwähnt, daß bei den von ihm bei *S. maxima* beschriebenen Rudimenten die Blutkörperchen in Massen zu- und abströmen, und daß diese Gebilde durch große Gefäße mit der Blutbahn kommunizieren, während TODARO betont, daß beim Seitenorgan der *S. pinnata* die Elemente desselben im großen und ganzen ihre Lage nicht ändern und daß dasselbe nur durch feine Kanäle mit dem Blutstrom in Verbindung stehe.

Da mir von der Solitärform nur noch einige ziemlich gleich große, „erwachsene“ Individuen zur Verfügung standen, will ich die Weiterentwicklung an der Kettenform schildern.

IV. Kette: Individuen 28 mm lang; enthaltend Embryonen auf Stad. VI<sup>pin</sup> bis VII<sup>pin</sup> nach SALENSKY (1882). Länge der Seitenorgane je 5 mm.

Die Organe sind durchaus kompakt, sie ähneln in ihrem Bau ganz denjenigen des vorigen Stadiums; dieselben und keine weiteren Zellformen; Mitosen genau so häufig. Bindegewebsbalken ebenfalls noch wenig deutlich.

V. Kette: Individuen 45 mm lang; enthaltend Embryonen auf Stad. X<sup>pin</sup> nach SALENSKY. Seitenorgane 7,5 mm lang.

Trotz der bedeutenden Volumenausdehnung sind die Seitenorgane noch verhältnismäßig kompakt, d. h. das aktive Wachstum der sie zusammensetzenden Zellen vermag noch die Volumenzunahme des Sinus zu kompensieren. Die Bindegewebsbalken sind noch nicht so deutlich wie später.

Unter den bisherigen Zellformen treten die retikulären Blutkörperchen stärker hervor; dadurch, daß sie sich eng aneinander legen, bilden sie netzähnliche Massen mit regelmäßigen engen Maschen. Die Zellgrenzen sind meist trotzdem nachweisbar. Selten kommen auch Blutzellen vor, welche nur eine einzige große Vakuole enthalten. Mitosen vorhanden; scheinen bereits spärlicher zu werden.

Selten, besonders verglichen mit dem ganz ausgewachsenen Tier, sah ich große Zellen mit ganz außerordentlich mächtigem,

blasigem, mit einem grobretikulären Chromatinnetz ausgerüstetem Kern (Fig. 36). Das Plasma dieser Zellen war dunkel und fein gekörnelt. Es wies auf diesem Stadium keine Vakuolen auf; trotzdem es meist die ganze Zelle ausfüllte, hatte es sich bei einigen von der Wand zurückgezogen. Die Zellen kommen nur ab und zu und meist einzeln vor. — Man wird sicher bei Vergleich von Fig. 36 mit der Abbildung KOROTNEFFS (1895, Fig. 13 u. 17 *nph*) durch die Ähnlichkeit beider Zellarten überrascht sein.

Bei den von mir untersuchten erwachsenen *S. pinnata* solit. von ca. 60—70 mm Länge war die Mikrostruktur des Seitenorgans im wesentlichen dieselbe wie bei diesem zuletzt genannten Stadium der Gregaria; es kamen jedoch keine derartigen großen Zellen vor.

VI. Kette: Individuen 70 mm lang; enthaltend Embryonen von 2,7 mm Länge. Länge des Seitenorgans 14 mm.

Der großen Zunahme des Seitenorgans an Volumen entspricht keineswegs seine Massenzunahme. Die Zellkomplexe sind viel weniger kompakt; es treten zwischen ihnen außerordentlich große Hohlräume auf, welche von dem Balkenwerk der Bindegewebszellen durchzogen werden (Fig. 34). Die Zellmenge scheint, diesen großen Hohlräumen nach zu urteilen, verglichen mit vorigem Stadium, nur noch wenig größer geworden zu sein; insbesondere treten die Blutzellen aller Arten den Maschen des Balkenwerkes gegenüber nicht mehr so stark in den Vordergrund. Die Zellen des Maschenwerkes sind typische Bindegewebszellen, wie diejenigen der Sinuswand, mit welchen sie zusammenhängen. Sie besitzen nicht allzu große, helle Kerne (Fig. 37) und ein helles Plasma von grobnetzförmiger Beschaffenheit. Die der Wand anliegenden Bindegewebszellen sind, wie ich an Schrägschnitten konstatieren konnte, sternförmig verästelt, denjenigen im Herzen und an den Gefäßen ähnlich; diejenigen, welche die Balken zusammensetzen, sind meist, ihrer Funktion gemäß, spindelförmig, nur wenn sie an einem Knotenpunkt des Maschenwerkes liegen, mit mehreren Fortsätzen versehen. Sehr häufig liegen zwei Zellen aneinander, wodurch eine Verstärkung des Balkens hervorgerufen wird.

Es finden sich nun sehr häufig große helle Komplexe, an welche solche Bindegewebszellen herantreten, und um welche herum meist kleine Amöbocyten lagern. Diese hellen Komplexe werden von hellen, sich vielfach verästelnden Plasmafäsern gebildet, zwischen denen große Hohlräume vorhanden sind. In den Plasmafäsern



finden sich blasige Kerne. Ich halte diese hellen Komplexe für Massen von Bindegewebszellen des Balkenwerkes, welche das helle wirre Faserwerk entstehen ließen.

In den durch das Bindegewebe bedingten Maschen liegen die verschiedenen Arten der Blutzellen: meist kleine Amöbocyten und Blutkörperchen mit feinem, seltener grobem Plasmanetz; aber auch Amöbocyten mit Einschlüssen sind reichlich vertreten. Die retikulären Blutkörperchen lagern sich auch hier häufig eng aneinander (Fig. 38a u. b) und geben so einer in manchen Beziehungen den oben erwähnten Komplexen der Bindegewebszellen ähnlichen Bildung den Ursprung; doch sind die Maschen hier stets klein und regelmäßig, auch sind die Zellgrenzen mehr oder weniger nachweisbar.

Mitosen treten an den Kernen der kleinen Amöbocyten ab und zu auf. Auch die Kerne der übrigen Blutzellen sind stets wohlentwickelt und bläschenförmig; es ist auch sehr auffällig, daß niemals Zerfallsprodukte der Blutzellen auftreten; dies spricht dafür, daß die gebildeten Blutkörperchen alsbald in den Kreislauf mitgerissen werden.

Die oben erwähnten riesigen Zellen mit großen Kernen haben sich weiterentwickelt und kommen nun in geradezu erstaunlichen Mengen vor; sie liegen einzeln oder in Gruppen zwischen den übrigen Zellarten (Fig. 38a). Nicht immer sind sie rund, sondern sie senden unter Umständen Fortsätze zwischen die ihnen anliegenden Zellen, wobei ihre Grenzen undeutlich werden (Fig. 38b). In ihnen finden sich nun fast stets (im Gegensatz zu vorigem Stadium) Vakuolen von bedeutender Größe. Im Inneren der Vakuolen ist eine dunkle Masse vorhanden, welche durch Fortsätze mit der Peripherie verbunden ist (Fig. 38a u. 38c), oder die Vakuole ist von einem gröberen oder feineren Netzwerk ausgefüllt (Fig. 38a); oder im Zentrum der Vakuole findet sich ein mehr oder weniger dunkler körniger Ballen (Fig. 38b). Neben den größeren Vakuolen finden sich auch noch kleinere mit oder ohne körnige Substanz. Dem Aussehen der Einschlüsse halte ich dieselben für die verschiedenen Stadien der Verdauung von Blutkörperchen meist des retikulären Typus, die Zellen also für nun bereits in Tätigkeit getretene Phagocyten.

Schon oben wurde erwähnt, daß diese Zellen, besonders dann, wenn in denselben noch keine Einschlüsse vorkommen, große Ähnlichkeit mit den von KOBOTNEFF in der Placenta beschriebenen „kolossalen Zellen“ aufweisen; nur das Kernkörperchen ist anders

gestaltet. Daraufhin habe ich die Placenta der dieser Kette zugehörigen Embryonen untersucht, und ich fand nun im Hohlraum der Placenta dieselben Zellen vor wie im Seitenorgan. Die Zellen hatten dieselben großen Kerne, mit derselben Anordnung der chromatischen Substanz, enthielten dieselben Vakuolen mit verschiedenartigen Einschlüssen, und ihr Plasma färbte sich genau gleich. Genau gleichgebaute Zellen konnte ich bei einem 9 mm langen Embryo in dessen Placenta konstatieren, und zwar in großer Menge; dagegen konnte ich sie für die Embryonen der 45 mm langen Kettenform nicht nachweisen. — Bei den beiden großen Embryonen lagen die Zellen sowohl frei im Placentalumen, als auch der Placentawand eng angelagert; unter Umständen weisen dieselben sonderbare Deformationen an ihren Leibern auf, z. B. erschienen sie in die Länge gezogen, oder im Querschnitt dreieckig. Weil an solchen Zellen, welche der Plasmawand eng anlagerten, die Grenze zwischen ihr und den Zellen durchaus undeutlich war, so muß ich annehmen, daß die Zellen im Aufbau der Placenta aufgehen. Dies scheint mir um so eher wahrscheinlich, als ich in der Placenta eines Embryo von *S. maxima*, der ebenfalls fast ausgetragen schien, derartige Zellen nicht fand, sondern im Lumen nur große Mengen gewöhnlicher Blutkörperchen, und das Placentagewebe nur aufgebaut war aus den dafür charakteristischen großkernigen Zellen mit dotterähnlichem Plasma. Es scheint also, als wären diese großen vakuolären Zellen ein spezifisches Produkt der Formen mit Seitenorgan. Ich nehme daher an, daß diese Zellen im Seitenorgan entstehen und bei der Ernährung des Embryo Verwendung finden, daß sie also vom Seitenorgan aus in die Placenta einwandern und dort verbraucht werden. Dies erscheint mir um so wahrscheinlicher, als ja die Muttersalpe in den meisten Fällen nur einen Embryo erzeugt. Es ist daher durchaus verständlich, daß ihre Blutkörperchen, wenn der Embryo rasch wächst, von Phagozyten aufgenommen und dann zum Aufbau des Embryo verwendet werden, da ja die Kettensalpe selbst dann für die Erhaltung der Art nicht mehr von Wichtigkeit ist. Sollte es sich bestätigen, daß, wie ich es fand, bei den Solitärsalpen sich in der Tat, solange ihr Stolo noch Knospen produziert, die großen Zellen im Seitenorgan nicht zeigen, so würde dies diese Anschauung nur befestigen. — Ob nun wirklich diese großen Zellen mit denjenigen KOROTNEFF's, die derselbe für Nephrocyten hält, identisch sind, wage ich nicht zu entscheiden.

### Zusammenfassende Uebersicht.

1) Das Perikard der Ascidien und Salpen besteht aus einem Plattenepithel, dessen Zellen einer Verdichtungsmembran des umgebenden Bindegewebes aufsitzen. Die Perikardzellen sind polygonal; ihr Plasma zeigt meist eine äußere Zone, welche sich stark färbt, und eine innere, welche hell bleibt und den Kern enthält. Die äußere helle Zone ist dagegen sicher ein Produkt der Fixierung, entstanden durch Plasmakontraktion. — Die Perikardialzellen behalten lange Zeit die Fähigkeit, sich mitotisch zu teilen.

Weitere Details (Unterschiede der Species, Riesenzellen, Sichelkerne, Einschlüsse u. a. m.) p. 327 u. f.

2) Der eingestülpte Teil der Perikardwand, d. h. die eigentliche Herzwand, besteht aus Epithelmuskelzellen, mit gegen das Lumen des Herzhohlraumes gekehrter Fibrillenschicht. Bei allen untersuchten Formen laufen die Muskelfibrillen im wesentlichen quer zur Herzachse, wenschon dies streng nur für Salpen und *Clavelina* gilt, während am unverletzten Herzen der Monascidien die Fibrillen flach-spiralig angeordnet zu sein scheinen. Ob allerdings dem queren Verlaufe eine prinzipielle Bedeutung zukommt, erscheint insofern fraglich, als nach neulich durch SALENSKY (1903a, b) bestätigten Befunden an *Oikopleura* und *Fritillaria* ersterer längs, letzterer quer verlaufende Fibrillen zukommen sollen.

Unter allen Fasern darf wohl eine kurze, ein- bis zweikernige mit kurzen Fibrillen als die primitivste gelten, etwa eine solche, wie sie unter den Salpen *S. maxima* besitzt, jedoch mit weniger Fibrillen. Als Endglied der Spezialisierung muß man bei Salpen die langen Fasern von *S. pinnata*, bei Ascidien die Verhältnisse der großen Monascidien ansehen, bei welchen die scharfe Trennung zwischen Plasma- und Fibrillenschicht auftritt, die *Clavelina* noch fehlt.

Schließlich trifft man bei allen Formen mit im Verhältnis zum Herzumfang langen Fasern mechanische Einrichtungen, welche der Regelung der Kontraktion dienen. Als solche betrachten wir die kürzeren Fasern (Schaltfasern) von *S. bicaudata* und besonders von *S. pinnata*. Ferner gehören hierher: das Umgreifen von Fasern durch andere, besonders bei *S. pinnata* (p. 342); die gezackten Verbindungen und Verschmälerungen der Fasern der *S. fusiformis* (p. 344); die spiralige Anordnung der Fibrillenbündel in normalen Fasern bei *S. pinnata* (p. 341). Auch der indifferenten Linie kommt eine ähnliche Funktion zu, besonders wegen der

Befunde an Cynthia (p. 354) und der Bindegewebsleiste von Clavelina (p. 348 u. 369). Ueber die genauere Art, wie die indifferente Linie bei der Kontraktion wirkt, ist schwierig etwas auszusagen. Das Aussehen der Kontraktionsfalten ließe möglich erscheinen, daß sie ähnlich der Raphe als Stützpunkt für die Faserkontraktion diene. Auch darüber, ob die Linie als Neuerwerb zu gelten habe oder ob sie eine ererbte, besonders modifizierte Einrichtung darstelle, scheinen vorläufig wohl nur nicht recht begründete Spekulationen möglich.

Die kontraktile Substanz ist quergestreift (auch bei Appendicularien, p. 360) und weist bei Ascidien und Salpen die Formel auf (p. 359):

$$Z-I-Q-Qh-M-Qh-Q-I-Z.$$

Die Fibrillen sind zu sehr verschiedenen dicken Fibrillenbündeln innerhalb der Fasern angeordnet; bald erscheint nur ein einziges derartiges Bündel in einer Zelle, bald deren mehrere (Details p. 357).

3) Innerhalb der „Herzwand“ findet sich stets noch eine Bindegewebslage, welche eine Fortsetzung des Körperbindegewebes darstellt, aus welchem ja auch die Gefäßwände hervorgehen. Sie ist sehr verschieden stark ausgebildet. Bei den Salpen (d. h. den größeren Arten) ist sie gewöhnlich nur auf der dem Darm genäherten Hälfte des Herzens mächtiger entwickelt und enthält hier auch Zellen (HEINE), während sie in der anderen Herzhälfte auf eine dünne, zellenlose Membran reduziert ist (p. 366). Bei *S. pinnata* aber ist sie nur in dem Herzteil, welcher der Raphe zunächst liegt, stark entwickelt; von hier aus verschmälert sie sich gleich schnell nach beiden Seiten, um in die zellenlose Membran überzugehen (p. 363).

In dem stark entwickelten Teile liegen die Zellen fast nur am Herzlumen, wo auch die sonst nur locker angeordneten Bindegewebsfasern sich zu einer Membran zusammendrängen, welche als eine durch physiologische Verhältnisse bedingte Verdichtung der Fasern angesehen werden muß (p. 364—367); sie ist gleichwertig der zellenlosen Membran in der anderen Hälfte des Herzens der Salpen und derjenigen im Ascidienherzen. — Topographisch liegen die Zellen meist in der Gegend der Raphe am dichtesten: hier können sie sogar stellenweise epitheliale Anordnung erreichen, d. h. ihre Leiber können aneinander stoßen und sich abplatten. Zwischen dieser Anordnung und der zellenlosen Membran existieren alle Uebergänge (p. 366).

Bei den Ascidien ist stets nur die Membran vorhanden, welche

keine Zellen führt, aber bei einigen Formen, z. B. bei *Ascidia fumigata*, doch sehr dick werden kann, während sie sich bei anderen nur auf gewisse Strecken verdickt oder immer nur dünn bleibt (p. 368—370).

Wennschon es nicht gelingt, die Membran als kontinuierliches Ganzes durch das Herz hindurch zu verfolgen, halte ich die Auskleidung doch für wahrscheinlich kontinuierlich.

4) Auch die Gefäße werden bei den Salpen nur von einer solchen Verdichtungsmembran des Bindegewebes, welche aber Zellen führt, begrenzt. Bei den Ascidien finden sich außerdem noch um die größeren Gefäße herum Muskelfasern, die ursprünglich der „mesenchymatischen“ Körpermuskulatur angehören; wie von früheren Autoren schon oft genug betont, ist diese Gefäßmuskulatur also der Herzmuskulatur nicht gleichwertig.

5) Die Blutzellen sind bei Ascidien wie bei Salpen sehr vielgestaltig; ich habe nur die der letzteren untersucht. Wie schon CUÉNOT (1890) für Ascidien fand, lassen sich auch bei den Salpen alle Formen auf eine gemeinsame Ausgangsform zurückführen, welche ich als kleine Amöbocyten bezeichne. Aus ihr entstehen die anderen Formen durch Wachstum, Anhäufung von Nährstoff und Vakuolenbildung (weiteres p. 377 u. f.).

Ursprünglich entstehen Blutzellen und Bindegewebe aus dem Mesenchym. Daß bei „erwachsenen“ Tieren durch Teilung der die Gefäßwand resp. die „innere Bindegewebsschicht“ bildenden Zellen sich kleine Amöbocyten bilden, ist sehr wohl möglich, aber nicht sicher.

6) Nur für *S. pinnata* (und *S. rhomboidea-proboscidalis* sowie *S. dolichosoma* greg. nach TODARO) ist ein permanentes „blutbildendes“ Organ sicher nachgewiesen, das Seitenorgan. — Es ist ein stark erweiterter Teil einer Gefäßbahn, welcher von Bindegewebsbalken durchzogen wird, zwischen welchen sich Blutzellennester eingeprengt finden. Bei den jüngsten in Betracht kommenden Embryonen findet sich noch kein scharfer Unterschied zwischen Bindegewebszellen und Blutzellen, beide ähneln durchaus den kleinen Amöbocyten (p. 383); später wird der Unterschied deutlich, und aus den eigentlichen kleinen Amöbocyten entstehen die übrigen Formen von Blutzellen. Mitotische Teilungen sind immer häufig, aber nur unter den kleinen Amöbocyten (weiteres p. 384 u. f.). Erst bei Exemplaren der *S. gregaria*, welche bereits weit vorgerückte Embryonen enthalten, treten im Seitenorgan große Zellen auf, welche, nachdem sie sich hier (wahrscheinlich durch Phago-

cytose) mit Nährstoffen beladen haben, in die Placenta wandern, um dort an der Ernährung des Embryo teilzunehmen (p. 388). Ob solche Zellen bei der *S. solitaria* überhaupt auftreten, muß ich offen lassen.

### Zur Phylognese des Blutgefäßsystems.

Die obigen mikroskopisch-anatomischen Untersuchungen scheinen mir zunächst neue Stützpunkte beizubringen für die von VAN BENEDEN und JULIN (1887) begründete und seitdem von allen neueren Autoren, so auch von LANG (1902/03) und SEELIGER angenommene Ansicht, daß das Blutgefäßsystem der Tunikaten aus zwei morphologisch nicht aufeinander beziehbaren Bestandteilen bestehe, einem zentralen und einem peripheren. So viel scheint auch aus der sehr verworrenen, embryologischen Literatur hervorzugehen, daß wohl bei allen Formen eine morphologisch unabhängige Anlage der beiden Teile, nämlich des zentralen — der Perikardblase — einerseits, und des peripheren — der Gefäße — andererseits angenommen werden darf. Doch scheinen mir meine Untersuchungen die geläufige Anschauung etwas zu modifizieren: der Nachweis konnte erbracht werden, daß eine Bindegewebsschicht, welche mit dem die Gefäße umgebenden Bindegewebe zusammenhängt, auch das Ascidienherz auskleidet. Der topographische Begriff des Zentralorgans oder „Herzens“ ist also danach kein einheitlicher, vielmehr besteht das „Herz“ aus zwei Bestandteilen, welche morphologisch nichts miteinander zu tun haben, nämlich:

a) aus dem „eigentlichen Herzen“, d. i. der eingestülpten Perikardblasenwand, und b) der „inneren Bindegewebsschicht“.

Diese Tatsache war eigentlich für die Salpen schon SCHULTZE (1901) und HEINE (1903) vollkommen bekannt; doch legten ihr beide Autoren, wahrscheinlich weil sie sich nicht mit den Verhältnissen des gesamten Gefäßsystems beschäftigten, keine weitere Bedeutung bei.

Auf Grund obiger Ergebnisse glaube ich, daß folgende Einteilung des Gefäßsystems morphologisch berechtigter ist als die gewöhnliche in „Herz“ und „Gefäße“. Nämlich, das Gefäßsystem der Tunikaten besteht aus zwei Bestandteilen, 1) einem propulsatorischen, den ich aus Gründen, die unten folgen werden, als sekundären, und 2) aus einem leitenden, den ich als primären bezeichnen will.

Der sekundäre (propulsatorische) Teil besteht aus: der ursprünglich dem Darm zugekehrten, eingestülpten Perikardblasenwand = „eigentliche Herzwand“. — Der primäre (leitende) Teil aus: a) den Gefäßwandungen, b) der bindegewebigen Innenschicht des Herzens = Endokard und darunter liegendes Mesenchym der Autoren bei den Salpen und „membrane anhyte“ bei den Ascidien.

Ich habe schon darauf hingewiesen, daß die innere Bindegewebsschicht das Herz als einheitliche Lage auskleidet; sollten in ihr etwaige Lücken vorhanden sein, so sind sie wahrscheinlich nur sekundär entstanden. Ich stelle mir also vor, daß die beiden heterogenen Bestandteile, der primäre (leitende) und der sekundäre (propulsatorische), ineinander geschachtelt sind, derart, daß der leitende Apparat ein einheitliches Hohlraumssystem darstellt, das, für sich abgeschlossen, seine Wandungen aus dem umgebenden Bindegewebe bezieht, und daß diesem System sich ein zweites eben in Gestalt der inneren Wand der Perikardblase aufgelagert hat. Der leitende Apparat ist dieser Ansicht nach der phylogenetisch ältere; ihm hat sich der zentrale Apparat sekundär angeschlossen. Weiter unten soll versucht werden, zu zeigen, daß in der Tierreihe überhaupt das Blutgefäßsystem bei seinem ersten Auftreten tatsächlich nur aus dem primären (leitenden) Teil besteht.

Durch seine Funktion der Leitung bewirkte der primäre Apparat das Zustandekommen der Verdichtungsmembran des Bindegewebes, welches die Gefäße und das Herz auskleidet. In dieser Verdichtungsmembran finden sich Zellen, es sind Bindegewebssellen, über deren Anordnung der spezielle Teil dieser Arbeit Auskunft gibt. Bei Ascidien besitzt der primäre Apparat noch eine Muskulatur: sie ist ein Teil der mesenchymatischen Körpermuskulatur, der Teil, welcher sich gerade in der Nähe der betreffenden Gefäße befindet; nach Maßgabe ihrer funktionellen Inanspruchnahme schmiegt er sich den Gefäßen inniger an und bildet nun durchaus einen Bestandteil der Gefäßwand. Bei den heutigen Salpen ist die gesamte Körpermuskulatur auf die Muskelringe lokalisiert, und im Bindegewebe des Körpers sind keine Muskelzüge mehr vorhanden; auch den Gefäßen sind keine angelagert. Hier also wird der leitende Apparat lediglich durch die Verdichtungsmembran und die in ihr liegenden Bindegewebiszellen dargestellt. Damit soll nicht behauptet werden, daß er nicht ursprünglich eine eigne Muskulatur besaß. Nehmen wir an, daß der sekundäre Apparat sich bereits dem primären System angelagert hatte, als bei den Vorfahren der Salpen noch eine im Bindegewebe

zerstreute Muskulatur vorhanden war, so ist verständlich, daß dieser sekundäre Apparat durch Verstärkung seiner Leistung die ursprüngliche Gefäßmuskulatur ersetzen konnte, als sich für die mesenchymatische Muskulatur — deren die Gefäßmuskulatur ja einen Teil darstellt — die Tendenz zur Lokalisation auf Muskelringe geltend machte. Die Tunikaten sind jedenfalls hochspezialisierte Tiere; und da wir im weiteren sehen werden, daß, wie LANG (1903) ausführlich gezeigt hat, bereits bei den Anneliden die Cölomsackwandung die Propulsion der Blutflüssigkeit übernahm und dadurch jenen Teil entstehen ließ, welchen wir als sekundären Apparat bezeichneten, so ist immerhin einige Berechtigung vorhanden, anzunehmen, daß in der Tat die Perikardblasenwand bereits propulsatorisch tätig war, ehe sich die typische Anordnung der Salpenmuskulatur herausgebildet hatte.

Bezüglich der Genese der Perikardblase wird also hier, wie man aus vorigem wohl schon entnommen hat, durchaus LANGS Standpunkt vertreten, daß nämlich die Perikardblase der Tunikaten einem Teile des Cöloms der Anneliden homolog sei; derjenige Teil der Wand dieser Blase, welcher zum sekundären Apparat des Tunikatengefäßsystems wird, entspricht seiner Lage nach durchaus dem Teil (wenn auch nicht dem ganzen) der Cöloswand der Anneliden, welcher den Darmblutsinus ventral begrenzt. Ob dieser Auffassung, trotz der stets betonten „entodermalen“ Entstehung der Perikardblase noch genügende Berechtigung zukommt, soll weiter unten diskutiert werden.

Es scheint mir im allgemeinen einleuchtend, daß in dem Maße, als die Perikardblase das primäre System umschloß, die Wandung desselben dünner werden mußte: 1) weil das Bindegewebe nicht mehr allein dem Blutdruck Widerstand leisten mußte, was nun zum größten Teil von der Perikardblasenwand besorgt wurde, und 2) weil das Bindegewebe dadurch, daß die Perikardblase dasselbe bei jeder Kontraktion mitbewegen mußte, Anlaß zu einer um so größeren Energievergeudung wurde, je dicker die innerhalb der Perikardblase liegende Schicht war. Es ist soweit verständlich, daß sich das Bindegewebe an dem Orte am mächtigsten erhielt, an welchem eine Begrenzung durch den sekundären Apparat nicht stattfand, und der sich zugleich bei der Kontraktion am wenigsten bewegte, nämlich zwischen den Umschlagsrändern der Herzwand in die Perikardwand, als sogenannte Raphe. Eine schwierige Frage ist nun, warum das Bindegewebe bei Salpen sich noch mächtig entwickelt, als „innere Bindegewebsschicht“ erhält,



während es bei Ascidien auf eine dünne Membran reduziert erscheint. Daß hierbei der Art der Kontraktion ein wichtiger Einfluß zugestanden werden muß, ist wohl sicher. Ein wie großer Grad von Wahrscheinlichkeit aber der im folgenden versuchten Erklärung zukommt, ist etwas anderes; ich möchte an dieser Stelle meiner Kollegin, Fräulein K. MARCINOWSKI, noch ganz besonders dafür danken, mich auf die Schwierigkeiten hingewiesen zu haben, welche sich dieser Erklärung überhaupt, besonders aber dann entgegenstellen, wenn man versucht, sie auf andere Tiergruppen zu übertragen.

Kommt in der Tat den Bindegewebszellen die Funktion zu, die Bindegewebsgrundsubstanz abzusondern und zu ernähren, so ist es verständlich, daß, sobald die Bindegewebschicht weniger mächtig wird, auch die Zellen an Zahl abnehmen; wird die Membran allzu dünn, so werden sie auf weite Strecken verschwinden. — Bereits oben wurde erwähnt, daß das Salpenherz sich anders kontrahiere als das Ascidienherz, indem die Kontraktionswellen beim Salpenherz sehr stark an der der Raphe entgegengesetzten Seite einschneiden, sich an der Raphe dagegen sehr stark abflachen („während die Kontraktionswelle auf der Bauchseite des Herzens scharf einschneidet, verteilt sie sich breit auf der Rückenseite“, SCHULTZE, (1901, p. 243), während bei Ascidien auch an der Raphe die Kontraktionswelle noch sehr tief einschneidet; zudem scheint mir wenigstens das Ciona-Herz, das ich am Lebenden beobachten konnte, bei jeder Kontraktion viel stärker im Perikard „hin und her geworfen“ zu werden als das Salpenherz. Die Verschiedenheit der Kontraktion hängt vielleicht mit dem Vorhandensein der indifferenten Linie bei Ascidien zusammen. Bei den Salpen ist der einzige feste Ort, gegen welchen die Muskelfasern sich zusammenziehen können, die Raphe; bei den Ascidien stellt auch die indifferente Linie ein Gebilde dar, welchem mindestens eine relative Ruhe bei der Kontraktion zuzusprechen sein dürfte, wie schon aus dem Nichtvorhandensein von Muskelfibrillen in derselben hervorgeht. Die Linie größter Bewegung wird daher jederseits irgendwo zwischen Raphe und indifferenter Linie liegen. Durch letztere wird die gesamte Muskelmasse des Ascidienherzens, wie wir gesehen haben, halbiert; auch stehen die Fibrillen auf der indifferenten Linie normal. Setzen wir nun noch voraus, die Kontraktionsfähigkeit pro Längeneinheit sei im Mittel am Ascidien- und Salpenherzen gleich, so ist: das Verhältnis zwischen dem Quotienten aus der Amplitude, in welcher der Punkt maximaler Bewegung

schwingt, durch den Herzumfang und denselben Quotienten für den Punkt größter Bewegung am Ascidienherzen, geringer als dasselbe Verhältnis zwischen denselben Quotienten für die Punkte größter und kleinster Bewegung am Salpenherzen. Die Punkte größter Bewegung müssen nun beim Salpenherzen auf einer Linie liegen, welche parallel und möglichst weit von der Raphe entfernt verläuft. Die Punkte dieser Linie legen also bei jeder Kontraktion den größten Weg zurück; gleiche Dicke der Bindegewebsschicht vorausgesetzt, wurde dort zum Transport des Bindegewebes am meisten Energie verbraucht: es war daher für das Tier nützlich, wenn das Bindegewebe sich dort am stärksten reduzierte und gegen die Raphe hin wanderte. Dem Nützlichkeitsprinzip nach müßte sich also das Bindegewebe in stärkster Ausbildung in der Gegend der Raphe finden und von da weg allmählich nach beiden Seiten hin an Mächtigkeit abnehmen, um schließlich an der der Raphe gegenüberliegenden Herzseite möglichst dünn zu werden. Bedenkt man noch, daß, wie bereits oben ausgeführt, die Bindegewebszellen sich aus Rücksichten der Ernährung gegen die Blutbahn hin ansammeln müssen, so ergibt sich folgende Anordnung als die theoretisch geforderte: Das Bindegewebe ist am mächtigsten an der Raphe; von ihr aus nimmt es nach beiden Seiten hin etwa gleichschnell ab. Seine Zellen haben sich, eventuell bis auf einige wenige, alle gegen das Lumen hin zurückgezogen. Diese Anordnung ist in der Tat bei *S. pinnata* verwirklicht (siehe p. 363 und Textfig. 3 u. 10).

Bei den anderen größeren Salpen dagegen ist das Bindegewebe zwar auch an der der Raphe entgegengesetzten Herzseite auf die dünne zellenlose Membran reduziert, aber die Abnahme desselben ist von der Raphe aus nach beiden Seiten hin nicht gleichmäßig; an der dem Darm anliegenden Seite wird es zunächst nicht reduziert, sondern es wird sogar zuerst eher mächtiger, als es vor der Raphe war, und erst später nimmt es schnell ab, während auf der dem Darm abgewandten Seite die Reduktion fast direkt neben der Raphe eintritt.

Bei *S. democratica-mucronata* sah es HEINE nur noch die Raphe ausfüllen. Dies hängt vielleicht damit zusammen, daß das Herz dieser kleinen Art sich in viel lebhafterer Bewegung befindet: es gehen mehr Wellen gleichzeitig über dasselbe weg, und es führt etwa drei- bis viermal mehr Pulsationen pro Minute aus als das der großen Arten (SCHULTZE 1901). — Auch die Tatsache, daß bei *Clavelina* sich das Bindegewebe unter der indiffe-

renten Linie zu einer dicken Säule verdichtet, scheint mir mit den oben dargelegten Ansichten durchaus vereinbar.

Wie schon in der speziellen Beschreibung erwähnt, liegen die Zellen in der dem Lumen zugekehrten Verdichtungsmembran des Salpenherzens sehr verschieden dicht (vergl. Fig. 25, 26a, 27a, 27b). Stellenweise liegen sie so eng aneinander, daß sie sich abplatteten (Fig. 27a\*), an anderen Stellen dagegen sind sie sehr dünn gesät. Da man alle Uebergänge zwischen diesen beiden Extremen an demselben Individuum findet, kann ich nicht annehmen, daß ein fundamentaler Unterschied vorhanden ist zwischen einer Membran, welche nur sehr vereinzelte oder gar keine Zellen führt, und einer solchen, deren Zellen so dicht liegen, daß sie sich berühren, also ein „echtes Gefäßendothel“ bilden. Es kann sich nur um graduelle Unterschiede handeln.

Es will mir nun scheinen, als ob der Dualismus, wie er sich im Aufbau des Gefäßsystems der Tunikaten zeigt, auch für dasjenige aller höheren Tiere Geltung habe, wenschon er nicht bei allen, speziell bei denjenigen, welche arm an Bindegewebe sind, so deutlich ausgesprochen erscheint.

Im folgenden soll der Versuch gemacht werden, diese Ansicht etwas näher auszuführen. Die Einzelkomponenten des Gedankenganges machen nicht Anspruch darauf, neu zu sein. Seit O. u. R. HERTWIGS Cölomtheorie (1881) ist der Gedanke, daß das Gefäßsystem nur ein Spaltraum im Mesenchym sei, oft genug variiert worden, und LEYDIG neigte bereits 1857 dahin, das Endocardium „einfach für die flächenhafte Ausbreitung der Bindesubstanz zu halten“, da dasselbe unmittelbar in das Bindegewebe der Organe übergehe. Auch 1889 äußert er sich noch ganz ähnlich, indem er sagt, daß in die Begrenzung der Gefäße immer Matrixzellen des Kutikular- oder Bindegewebes eintreten, welche nach innen zu einen homogenen Saum abscheiden. Er sagt dann weiter: „Zwischen Bindegewebe und Bluträumen herrscht innige Beziehung; beide gehören zusammen wie Berg und Tal.“ — Ueber die Natur eines etwaigen Gefäßendothels spricht er sich aber nicht aus.

Daß die Zentralteile des Gefäßsystems ihre kontraktilen Wandungen bei allen höheren Gruppen vom Cölom erhalten (von den Anneliden aufwärts), ist wohl der wichtigste Bestandteil der Trophocöltheorie meines verehrten Lehrers, des Herrn Prof. LANG.

Die hier vertretene Ansicht bildet in mancher Beziehung nur eine Vereinigung der beiden oben genannten; von LANGS Ausführungen unterscheidet sie sich hauptsächlich dadurch, daß nach

ihr auch innerhalb der cölomatischen Wandung stets noch eine Schicht vorkommen soll, welcher eine selbständige Bedeutung zugesprochen wird.

Ich möchte hier noch speziell VAN BENEDEEN und JULINS Anschauungen betreffs der Verhältnisse bei Vertebraten und Tunikaten im besonderen anführen. Sie glauben das Vertebratenendothel nicht im Herzen der Tunikaten vertreten und halten die Perikardblase nicht dem Perikard der Vertebraten für homolog. Sie sagen weiter: „Chez les Vertébrés le vaisseau cardiaque présente, comme tous les autres vaisseaux une paroi endothéliale; chez les Clavelines le vaisseau cardiaque présente les mêmes caractères que tous les autres vaisseaux du corps; il est dépourvu d'endothélium vasculaire“ (p. 300). Da sie aber noch ganz besonders hervorheben (p. 321): „Il n'existe aucun trace d'endocarde (endothélium) chez les espèces étudiées par nous“ und von ihrer „membrane anhiste“ auch nirgends bemerken, daß dieselbe etwas mit dem Bindegewebe zu tun haben könnte, so bleibt fraglich, ob die Autoren sich in der Tat vorstellten, daß zwischen Perikard und Blutstrom sich noch eine Schicht einschöbe, welche der Begrenzung der Gefäße gleichwertig wäre. Im übrigen sind sie durchaus davon überzeugt, daß die Endothelzellen der Vertebraten Mesenchymzellen sind, welche sich sekundär auf das Lumen zurückgezogen haben.

Vorläufig will ich die oben für die Tunikaten dargelegte Ansicht nur für die Enteropneusten und Vertebraten, ferner für die Anneliden, bei welchen anscheinend für dieselbe die größten Schwierigkeiten bestehen, und für die noch keine eigentlichen Cölomsäcke aufweisenden Nemertinen etwas näher beleuchten.

**Nemertinen:** Die inneren Schichten der Gefäße der Nemertinen bestehen nach BÜRGER (1895) aus einem „inneren Epithel“, welchem nach außen eine gallertige Membran aufsitzt, welche BÜRGER als „Grundsicht des Epithels“ bezeichnet. Von den Zellen des Epithels giebt BÜRGER bei *Carinella* folgende Beschreibung: „Ein Plasmahof tritt um die Kerne, welche sehr stark tinguirbar sind und sich kaum von jenen des Leibesparenchyms unterscheiden, wenig hervor.“ — Bei *Carinella* folgt nach BÜRGER auf die „Grundsicht“ ein dünner Mantel feinsten Ringmuskelfibrillen.

Für *Cerebratulus marginatus* macht derselbe Autor für die beiden inneren Schichten ganz ähnliche Angaben. Die äußeren Schichten wechseln, je nachdem die Gefäße im Parenchym oder in die Muskulatur eingebettet sind. Im wesentlichen gilt für erstere, daß eine feine Ringmuskelschicht sie umgibt, welcher sich dann

„eine einschichtige Lage hoher cylindrischer Zellen anlegt, welche Zellen des Parenchyms sind; dieselben Zellen kommen zerstreut im Leibeparenchym und sehr massenhaft im Rhynchocölon vor, dessen Außenwand umlagernd“. Bei den Gefäßen, welche der Muskulatur des Kopfes direkt eingelagert sind, grenzt diese direkt, ohne Dazwischentreten von Parenchymzellen an die „Grundsicht“. Letztere, sowie das innere Epithel ist äußerst dünn; „die kleinen Kerne seiner Zellen liegen weiter auseinander als bei den Gefäßen im mittleren und hinteren Körperabschnitt“.

Für die Metanemertinen gibt BÜRGER an, daß das Gefäßsystem überall im wesentlichen denselben Aufbau zeige und bestehe „aus dem Epithel, der Grundsicht desselben und einem sehr feinen Ringmuskelmantel“, letzteren umhülle eine Schicht von Parenchymzellen. Ueber das Epithel sagt er im besonderen: „Die Kerne der Epithelzellen liegen bei vielen Metanemertinen, besonders denen mit sehr engen Blutgefäßen, z. B. Eunemertes, weit auseinander.“ (Man vergleiche hiermit die Befunde SEELIGERS an kleineren Gefäßen der Ascidien und meine an solchen der Salpen.)

Seine Ergebnisse über die Entwicklung der Blutgefäße faßt BÜRGER selbst folgendermaßen zusammen (p. 471): „Die Blutgefäße der Nemertine gehen aus einem Hohlraum hervor, einer Archihämälhöhle, welche in der Gallerte (dem Mesoderm) des Pilidium nach der Konkrescenz des vorderen Scheibenpaares innerhalb dieses auftritt und sich später nach hinten weiter fortpflanzt“ (bis hier im Original gesperrt!). Er fährt fort: „Indem ich die allmähliche Entstehung und Ausdehnung der Archihämälhöhle verfolgte, wurde in mir die Ansicht befestigt, daß die Höhle nur dadurch entsteht, daß die Gallerte des Pilidium teilweise flüssig wird. Die frei werdenden Zellen bilden die Tunica propria des Archihämälraumes; es werden aber wohl auch solche als Urblutkörper in der Höhle flottieren, deren Lymphe die flüssige Gallerte bildet.“

Vergleicht man diese Beschreibungen (speziell die, welche das „Epithel“ und dessen „Grundsicht“ betreffen) und Ansichten BÜRGER'S über das Gefäßsystem der Nemertinen mit den oben dargelegten über den leitenden Teil des Gefäßsystems der Tunikaten, so wird es nicht mehr befremdend erscheinen, wenn ich behaupte, daß das Gefäßsystem der Nemertinen, d. h. der tiefststehenden Gruppe im Tierreich, die mit einem solchen ausgerüstet ist, dem leitenden Apparat der Tunikaten gleichwertig ist. Den Nemertinen fehlt noch der erst später hinzukommende sekundäre Apparat. Dementsprechend ist auch noch der primäre reichlich mit Musku-

latur versehen; diese Muskulatur ist, wie jene der Gefäße der Ascidien, eine mesenchymatische, dem Füllgewebe des Körpers direkt eingelagerte Muskulatur. Der sekundäre Apparat hat sich dem primären deswegen noch nicht angeschmiegt, weil — wenn man von der Gonocöltheorie ausgeht — die Gonadensäcke sich noch nicht so stark ausgedehnt haben, um die Gefäßbahnen direkt umgreifen zu können.

Wenn im folgenden versucht wird, nachzuweisen, daß Homologa der Wandungen des Blutgefäßsystems der Nemertinen auch noch bei allen höheren Formen als innerste Begrenzungen der Blutbahn existieren, so soll damit nicht gesagt sein, daß die spezielle Anordnung der Gefäßbahnen der heutigen Nemertinen — z. B. die beiden Seitengefäße von *Cephalothrix* u. a. oder die drei gewöhnlich vorhandenen Längsstämme — etwa auch denjenigen Formen zugekommen sein müßten, welche den heutigen höheren Formen den Ursprung gaben. Vielmehr ist es viel wahrscheinlicher, daß ursprünglich die ernährende Flüssigkeit sich um den Darm herum ansammelte, in der Art, wie dies LANG (1903) für den „Darmblutsinus“ ausgeführt hat. Nur, scheint mir, war dieser Sinus nicht ein Spaltraum zwischen dem Darm einerseits und der Cölomwand andererseits, sondern er war schon früher da als das Cölom, von dessen Vorkommen er ganz unabhängig ist: er war ein Spaltraum im Parenchym.

Es will mir scheinen, als mache es keine sonderlichen Schwierigkeiten, das dreistämmige Nemertinengefäßsystem auf einen Darmblutsinus zurückzuführen.

Inwieweit aber die Ausgestaltung dieses Systems parallel lief mit der Ausgestaltung desjenigen der Cölomtiere, oder klarer, wie weit bereits bei einem mit einem primären Gefäßsystem (im oben definierten Sinne) versehenen turbellarienähnlichen Tier der dorsale Gefäßstamm sich vom Darmblutsinus getrennt hatte, als die Spaltung in nemertinenähnliche Wesen und die Vorfahren der Cölomtiere erfolgte, darüber ist vorläufig wohl nichts Sicheres anzugeben. — In der topographischen Anordnung weichen die höheren Formen, d. h. speziell die Anneliden nicht so sehr von den Nemertinen ab, wie dies auf den ersten Blick der Fall zu sein scheint. Bei den Nemertinen ist das Seitengefäß jeder Seite, welches meist seitlich und ventral vom Darm und zwar demselben bald mehr, bald weniger genähert verläuft, durch zwischen den Gonadensäcken, also „metamer“ im Sinne der Anneliden, angeordnete Quergefäße mit dem dorsalen Gefäß verbunden. Die beiden Kom-

missuren, die vor dem Schlund liegende „ventrale“ Kommissur (ventral in Bezug auf das Rhynchocölon) und die über dem After liegende „dorsale“ liegen beide dorsal in Bezug auf den Darm. Nimmt man nun an, daß die beiden seitlichen Gefäßstämme sich unter dem Darm der Länge nach vereinigen würden, so hätte man damit im wesentlichen den Zustand hergestellt, wie ihn die heutigen Ringelwürmer aufweisen. — Hiermit möchte ich aber nicht etwa behauptet haben, daß das dreistämmige Nemertingengefäßsystem etwas Ursprüngliches sei; schon von physiologischen Gesichtspunkten aus befriedigt die Annahme, welche aus einem Darmblut-sinus sowohl das System der Nemertinen, wie das der höheren Tiere ableitet, viel mehr.

Wenn das Gefäßsystem der Nemertinen mit dem primären Apparat der höheren Tiere vergleichbar sein soll, so ist die erste Bedingung, daß die Gewebe, aus welchen beide ihre Wandungen erhalten, homologisierbar seien. Nimmt man dies an, so folgt daraus als direkte Konsequenz, daß das Parenchym der Turbellarien und Nemertinen nicht nur dem primären Mesenchym der Anneliden entspricht, wie dies E. MEYER (1901) will, sondern man muß außerdem das Mesenchym sämtlicher Tiere als mindestens zum Teil unter sich vergleichbar ansehen. Es ist nur eine teilweise Homologie notwendig; nicht das ganze Mesenchym einer Tiergruppe muß dem Ganzen einer anderen Gruppe, dem Inhalt und Umfang nach, entsprechen; es ist mit der hier vorgetragenen Ansicht sehr wohl vereinbar, daß im Laufe der Phylogenese gewisse Anlagen dem Mesenchym entzogen, andere in dasselbe hinein verlegt werden, wenn nur die hier in Betracht kommenden Anlagen stets in demselben enthalten waren. In den folgenden phylogenetischen Erörterungen soll also unter „Mesenchym“ ein Gewebe verstanden werden, in welchem mindestens eine Anzahl der Anlagen enthalten sind, welche auch in dem Körperparenchym der Nemertinen vorhanden sind. Ontogenetisch ist dieses Gewebe in den meisten Fällen durch das „Mesenchym“ O. und R. HERTWIGS (1881) repräsentiert, nämlich durch Zellen, welche einmal aus dem epithelialen Verbands eines Keimblattes ausgetreten und so in die primäre Leibeshöhle eingewandert sind; ob diese Zellen dem Verbands des Keimblattes, aus welchem sie nun gerade ontogenetisch austreten, phylogenetisch überhaupt je angehörten, ist eine andere Frage. — Wenn hier also gesagt wird, daß mindestens diejenigen Teile des Mesenchyms, welche die Wandungen des primären Gefäßsystems liefern, miteinander vergleichbar sein müssen, so ist damit E. MEYERS

Anschaung durchaus vereinbar, der das Mesenchym definiert als „ein embryonales Sammelgewebe, in welchem zeitweilig die undifferenzierten Anlagen sehr verschiedener Organe und Gewebe scheinbar zu einem Ganzen vereinigt sind“.

**Enteropneusten:** Bei den Enteropneusten erhält sich das primäre System bei den einzelnen Gattungen in sehr verschiedener Ausbildung; es herrschen in Bezug auf dasselbe hier ganz ähnliche Verhältnisse wie bei Tunikaten. Das sekundäre System wird dagegen gebildet durch die kontraktile Herzblase und durch die Wände der Cölomsäcke, welche das Gefäßlumen umgeben. Da sich auf dieses sekundäre System LANGS Thesen (1902/3) 84—86 (Abschnitt 1 und 2) beziehen, brauche ich darüber nichts weiter zu bemerken. Hingegen wollen wir das primäre System etwas näher ins Auge fassen.

SPENGL (1893) fand lumenwärts von der Muskulatur stets eine Schicht, welche er als Grenzmembran des Cöloms auffaßt; dieselbe setzt sich aus den Gefäßen auch zwischen die Mesenterien fort. Innerhalb dieser Grenzmembran des Cöloms aber fand er in den Gefäßen folgendes:

a) Bei allen Ptychoderaarten eine zellige Auskleidung, welche sehr verschieden ausgebildet zu sein scheint. Ihre Zellen liegen oft so dicht, daß dieselben geradezu die Gefäße verstopfen. In anderen Fällen bilden sie einen dicken Wandbelag, oder nur ab und zu findet sich eine Zelle der Wand anliegend; oder die Zellen fehlen sogar ganz; diese drei Fälle konnte SPENGL an Gefäßen derselben Art konstatieren. In wieder anderen Fällen erhielt er das Bild eines plattzelligen regelmäßigen Endothels.

b) Bei Schizocardium und Glandiceps fand er nur „an einigen wenigen Stellen vereinzelte Zellen als Anzeichen eines Endothels“.

c) Bei Balanoglossus zeigten die Gefäße niemals zellige Begrenzung; hier also wurde das Lumen direkt durch die Grenzmembran abgeschlossen.

SPENGL leitet die vorkommenden Zellen, wie auch die Blutzellen ab von sternförmigen Zellen, welche aus dem Blastocöl der Tornaria stammen. Vergleicht man die Gefäßbahnen der Enteropneusten, soweit sie von Cölomwänden umschlossen werden, mit dem „Herzen“ der Tunikaten, so findet man, daß Ptychodera, Schizocardium und Glandiceps ähnliche Verhältnisse bieten wie die Salpen, nämlich daß in die innere Membran noch Zellen eingelagert sind, und zwar so, daß sie lumenwärts liegen. Balanoglossus besitzt keine Zellen auf der Grenzmembran; er bietet in



seinen Gefäßen ähnliche Verhältnisse, wie sie uns im Ascidienherzen entgegentreten.

Daß das Bindegewebe unter der Zellschicht (SPENGLS Grenzmembran) niemals die Dicke erreicht wie im Salpenherzen, möchte ich damit in Zusammenhang bringen, daß die Gefäßstämme auf dem größten Teil ihres Verlaufes von der Cöломwand umgeben sind, das Bindegewebe also nicht mehr allein dem Blutdruck Widerstand zu leisten hat.

Ich fasse also SPENGLS Grenzmembran als einen Ueberrest der Mesenchymgrundsubstanz auf, glaube daher, daß sie derselben Herkunft ist wie die ihr innen anliegenden Zellen. Beides, Grenzmembran und Endothelzellen, halte ich den Teilen des Körperfüllgewebes der Nemertinen für homolog, welche die Gefäße umgeben. Für diese Ansicht scheinen nicht alle Beweise zu fehlen. SPENGL sagt zwar, daß er sich nicht über die Teilnahme der Mesenchymzellen am ontogenetischen Aufbau der Gefäße aussprechen könne; dagegen zeigt seine Fig. 52, Taf. 23 zwischen dem Körperepithel und den paarigen Cölömsäcken des Rumpfes deutlich Bindegewebsgrundsubstanz, und der Raum, den die beiden medio-dorsalen Wände der paarigen Cölömsäcke zwischen sich frei lassen, d. h. das Gefäß, wird gegen die äußere Körperwand durch eine Zelle von deutlicher Spindelform, die durchaus bindegewebigen Charakter zeigt, geschlossen, während eine zweite ähnliche Zelle etwas weiter innen dem Gefäßlumen angeschmiegt ist. Dagegen sind keinerlei Grenzmembranen des Cölöms dargestellt; da auch SPENGL im Text derselben bei Beschreibung der Figur nicht Erwähnung tut, so muß ich annehmen, daß sie tatsächlich nicht vorhanden waren. Da an den Stellen, welche später durch die Grenzmembranen des Cölöms eingenommen werden, hier noch Bindegewebe liegt, so ist wohl nichts wahrscheinlicher, als daß die Grenzmembran eben nichts anderes ist als — meinetwegen komprimiertes — Bindegewebe, und daß sie mit der Cöломwand in keiner genetischen Beziehung steht.

Ich kann SPENGL nicht beistimmen, wenn er sagt (p. 621), daß „die Frage nach der Existenz einer zelligen Auskleidung der Gefäßstämme von verhältnismäßig untergeordneter Bedeutung“ erscheine, da diese Gefäße „in jedem Falle Spalten zwischen den beiden Cölömen“ darstellen, mögen sie „nun noch ein Endothel erhalten haben oder nicht“. Gerade dieses Endothel und die Membran, welche sich außerhalb desselben findet, sind die ur-

sprünglichsten Teile des Gefäßes: sie begrenzten das Gefäß schon, ehe das Cölom überhaupt ausgebildet war.

**Vertebraten:** Das stete Vorkommen eines Endothels machte bei dieser Gruppe der von LANG vertretenen Theorie eine gewisse Schwierigkeit. Dieselbe scheint mir nicht mehr in gleichem Maße vorhanden sein, wenn man die hier dargelegten Ansichten annimmt.

Da gerade diejenigen Forscher, welche sich speziell mit den Tunikaten beschäftigt haben, sich meist nicht mit einer Homologisierung des Herzens derselben mit demjenigen der Vertebraten einverstanden erklärten und eigentlich erst LANG, indem er die Homologie der Zentralorgane des Gefäßsystems aller höheren Gruppen betonte, natürlich eine solche auch für die Tunikaten und Vertebraten behauptete — ich mich aber in allen wesentlichen Punkten, soweit sie den sekundären (propulsatorischen) Teil des Gefäßsystems betreffen, LANG anschließe — muß ich hier etwas weiter ausgreifen.

Schon VAN BENEDEN und JULIN (1887) und WILLEY (1893) erklären, daß das Herz der Tunikaten und dasjenige der Vertebraten als zwei unabhängig voneinander erworbene Gebilde aufzufassen seien, und HEINE (1903) sagt, daß man sich wohl für die Homologie der Herzen beider Gruppen „kaum erwärmen“ könne.

Für das Vertebratenherz (d. h. für Myokard und Ektokard desselben) ist wohl die Entstehung aus der Cölomwand eine bewiesene Tatsache. Hingegen wird für die Ascidien meist ein sogenannter „entodermaler“ Ursprung der Perikardblase angegeben. (Ueber die Entstehung der Perikardblase bei den Salpen fehlte bisher jede sichere Angabe.)

Eine „mesenchymatöse“ Anlage wurde meines Wissens nur von SEELIGER (1889) für *Pyrosoma*, von SALENSKY (1895) für *Diplosoma Listeri*, *Distaplia magnilarva* und *Pyrosoma* und von LEFÈVRE (1895, 1898) für die Knospen von *Perophora viridis* angegeben. Diese Befunde legt aber RITTER (1897) so aus: „the mesenchym-cells themselves are being constantly produced from various parts of the endodermic vesicle, for a considerable time during the early stages in the development of the bud.“

Dem stehen nun folgende neuere Angaben über „entodermale“ Entstehung, d. h. Entstehung aus der Kiemendarmhöhle, entgegen: SEELIGER (1874 *Clavelina*), VAN BENEDEN und JULIN (1887 *Clavelina*), CHABRY (1887 *Ascidia aspersa*), WILLEY (1893 *Clavelina* und daraus gefolgert für *Ciona*), PIZON (1893 *Botryllus* und *Botrylloides*, kurze Bemerkung über *Amaroucium proliferum* und

*Circinalium condescens*), SALENSKY (1895 *Didemnum niveum*), RITTER (1897 *Godsiria* sicher und *Perophora annectens* sehr wahrscheinlich), SELYS-LONGSHAMPS (1901 *Ciona*) und KUHN (1903 *Ciona* und *Clavelina*).

Im einzelnen ist aber selbst für die bestuntersuchten Objekte *Clavelina* und *Ciona* fast die ganze Art, wie die Anlage erfolgt, strittig; insbesondere wird die Frage, ob es sich um eine paarige oder unpaare Anlage handelt und ob bei *Clavelina* Prokardialschläuche gebildet werden oder nicht, gerade durch die neue Arbeit von KUHN in den Vordergrund gerückt. Für *Ciona* dürfte das Vorkommen eines Prokardiums wohl endgültig verneint werden müssen; wohl alle neueren Autoren geben an, daß die Perivisceralhöhle (die bekanntlich den Epikardien homolog erachtet wird) sich erst nach vollendeter Anlage des Perikards bilde. Bei *Clavelina* kommen nach den neuesten Angaben KUHNs ebenfalls keine Prokardien zur Ausbildung, und die Perikardbildung spielt sich im wesentlichen so ab wie bei *Ciona*. Nun hat aber SALENSKY (1903) — doch bedarf diese Tatsache wohl noch der Nachprüfung — bei *Oikopleura Vanhoeffeni* gefunden, daß sie keine eigentliche Perikardblase bilde, sondern daß ein Teil der dem Darmrohr zugekehrten Wand des Prokardiums Muskelzellen differenziere und als Herz funktioniere. Bei *Oikopleura rufescens* dagegen fand er die Abschnürung der Perikardblase bereits vollzogen.

Sollte sich diese außerordentlich wichtige Entdeckung bestätigen, so dürfte wohl, bei den vielen primitiven Merkmalen der Appendicularien, eine Entwicklung des Perikardiums ohne Dazwischentreten eines Prokardialrohres von den meisten Forschern als ein Neuerwerb der Ascidien angesehen werden. — Man wird Obigem wohl entnehmen, daß, ehe man daran denken kann, hier die Entwicklungsgeschichte zur Lösung phylogenetischer Fragen heranzuziehen, man — von der notwendigen Uebereinstimmung der verschiedenen Untersucher bei der Entwicklung derselben Species ganz abgesehen — sich darüber Klarheit verschaffen muß, welcher Wert dem Prokardium und den Epikardien, verglichen mit denjenigen Teilen des Cöloms, welche bei Vertebraten dem Herzen den Ursprung geben, zukommt. Darüber weiß man bisher genau so gut wie nichts.

Umgekehrt weiß man, daß die „innere Bindegewebsschicht“ im Salpenherzen, wenn man sie als Bindegewebe auffaßt, als solches mesenchymatischer Herkunft ist; welchen Ursprung dieses Mesenchym nimmt, ist eine andere Frage. Hingegen ist wiederum die

Abkunft des Endothels der Vertebraten, wie ich FELIX (1897) und O. HERTWIG entnehme, durchaus strittig. — Es will mir nun, solange die Entwicklungsgeschichte mit sich selbst nicht ins Reine gekommen ist, sicherer erscheinen, die uns hier interessierenden Fragen ausschließlich auf Grund vergleichend-anatomischer Ergebnisse, die an sich viel weniger unklar sind, zu erörtern.

Nach diesen Ausführungen, scheint mir immer noch die Annahme die beste, daß Myocard plus Ektokard der Vertebraten der eingestülpten Perikardwand („eigentlicher Herzwand“) der Tunikaten entsprechen, eine Annahme, die, wie oben erwähnt, auch von LANG vertreten wird.

Es bleibt demnach die Frage, ob man das Endokard der Vertebraten (inkl. dessen Endothel) der inneren Bindegewebsschicht der Tunikaten vergleichen darf, d. h. aber zugleich, ob man annehmen darf, daß dieses Endokard ebenfalls noch ein Ueberrest des primären Gefäßsystems sei, und ob nicht etwa die Gefäße der Vertebraten, trotz ihrer komplizierten Struktur, noch diesem primären Gefäßsystem angehören dürften.

Das Endokard der Vertebraten besteht aus einem Bindegewebe und einem darüber lumenwärts vorhandenen Endothel. Nun sagt O. HERTWIG über das embryonale Herz der Vertebraten im allgemeinen (p. 575), es „setzt sich aus zwei ineinander gesteckten Röhren zusammen, welche durch einen größeren, wohl mit gallertiger Grundsubstanz gefüllten Zwischenraum getrennt sind“. Besonders auf die Aehnlichkeit dieses Zustandes mit dem Salpenherzen möchte ich hinweisen, auch hier liegt zwischen der inneren zellenführenden Membran und der Muskelschicht ein gallertiges Gewebe, in welchem nur ganz außerordentlich selten eine Zelle nachgewiesen werden kann. — Darauf, daß bei *S. bicaudata* sich sehr schön verfolgen läßt, wie die zellenführende Membran stellenweise eine durchaus epitheliale Anordnung ihrer Zellen aufweist, und wie sie an anderen Stellen in eine zellenlose Verdichtungsmembran übergeht, wurde bereits hingewiesen. Jedenfalls ist der Schritt vom „eigentlichen Endothel“ zum sogenannten Pseudoendothel (für Blutgefäßendothelien!), wie es die innerste Schicht der „inneren Bindegewebslage“ darstellt, viel kleiner als der von dieser zur zellenlosen Bindegewebsmembran, und doch ist der letztere am Bindegewebe jedes größeren Salpenherzens, und nicht nur an dem der *S. bicaudata* nachweisbar. Ebenso findet er sich vollzogen beim Uebergang der Zellen in der Wandung führenden Gefäße der Ascidien (besonders bei der *Asc. fumigata*) in die zellen-

lose Membran im Herzen. Es handelt sich also nur um relative Unterschiede, welche durch Uebergänge verbunden sind; an einem Ende steht das Endothel mit darunter liegender Bindegewebsschicht, wie es die Vertebraten besitzen; am anderen die zellenlose Bindegewebsmembran, wie sie im Ascidienherzen vorkommt. Man kann bei dieser Auffassung auch das Endothel nicht eigentlich als „morphologischen Hauptbestandteil“ des Endokards auffassen (LANG 1902/1903, These 85); sondern dasselbe stellt nichts anderes dar als eine Zellenanordnung, welche, durch physiologische Umstände bedingt, sich aus dem Bindegewebe hervordifferenzierte.

Stimmt man obigen Darlegungen bei, so ergibt sich auch, daß das gesamte periphere Gefäßsystem der Vertebraten durchaus dem der Tunikaten vergleichbar ist und wie jenes, zusammen mit den sämtlichen Endokardbildungen, dem Nemertinenblutgefäßsystem im Grunde entspricht. Verstehe ich O. HERTWIG recht, so giebt derselbe für die Gefäße der Vertebraten, insbesondere für deren Muskulatur an (p. 244 und 569), daß sie im Mesenchym entstehen sollen, während er, wie schon bemerkt bezüglich des Pericardium viscerale (Ektokard) und der Muskelwand des Herzens angiebt, daß sie dem mittleren Keimblatt entspringen. Es scheint sich also auch hier derselbe Gegensatz zwischen dem Perikard und seinen Derivaten einerseits und den mesenchymatischen Gefäßen andererseits auszusprechen wie bei den Tunikaten.

K. C. SCHNEIDER (1902) sagt über die Gefäße der Amphibien (und ganz Ähnliches auch über die des Ammocoetes): „Die Wand der Aorta und zugleich aller übrigen Arterien besteht aus dem Endothel, einer zarten Grenzlamelle, einer zirkulärfaserigen, einfachen Muskelschicht und einer dünnen Lage längsfaserigen Bindegewebes, die in das umgebende Bindegewebe übergeht.“

Faßt man Endothel und Grenzlamelle in der Weise, wie wir es oben für das Endokard getan haben, als einheitliche Lage auf, so sind hier dieselben Lagen vorhanden, wie sie auch für die großen muskelführenden Gefäße der Ascidien gelten, oder auch für das Nemertinenblutgefäßsystem; in beiden Fällen ist von besonderer Wichtigkeit, daß, wie auch SCHNEIDER dies in seiner Beschreibung ausdrücklich konstatiert, die äußere, das Gefäß umgebende Bindegewebsschicht einfach in das Körperbindegewebe übergeht, ohne daß eine genaue Grenze anzugeben wäre zwischen Gefäß- und Körperbindegewebe. Ebensowenig sind aber etwa die beiden inneren Schichten absolut scharf gegeneinander abgegrenzt.

So führt die Media, wie man irgend einem Lehrbuch der Histologie entnehmen kann, auch beim Menschen noch Bindegewebe.

Glatte Muskelzüge finden sich auch, und zwar sowohl bei Arterien, wie bei Venen immer noch in der Adventitia, und ebenso kommen, was wohl besonders wichtig ist, in dem bindegewebigen Endokard des Herzens noch glatte Muskelzellen vor, die also der Muskulatur der Gefäße und nicht jener des Herzens zuzurechnen wären. Ich glaube, daß man hiernach wohl berechtigt ist, anzunehmen, daß die Gefäße der Vertebraten histologisch im wesentlichen durchaus so aufgebaut sind, wie die der Nemertinen oder Ascidien, und ferner, daß in der Tat die Gefäßwandung auch im Herzen noch durch das Endokard (inkl. etwaiger glatter Muskelzellen und des Endothels) repräsentiert ist. Beides zusammen aber, Gefäße und Endokard, samt der zu beiden gehörigen glatten Muskulatur, bildet das primäre Blutgefäßsystem, das sekundär durch den Zentralapparat in Gestalt des Myo- und Ektokards umfaßt wurde.

Soeben erschien eine Mitteilung von B. ZARNIK (1904) das Gefäßsystem von *Amphioxus* betreffend, auf welche ich, ihrer großen Wichtigkeit wegen, noch kurz eingehen möchte. Ganz abgesehen von vielen Punkten, welche die von LANG ausgesprochenen Gedanken geradezu schlagend bestätigen, wie das Vorkommen eines Darmsinus, von welchem die Vena subintestinalis sich allmählich abschnürt, und von Quervernen, welche segmental angeordnet sind und unter welchen der Ductus Cuvieri nur eine besonders stark ausgebildete darstellt, findet sich darin auch manches, das für meine Ansicht eines im „sekundären“ Gefäßsystem eingeschlossenen „primären“ außerordentlich gut verwertbar ist.

So macht ZARNIK z. B. nur einen graduellen Unterschied zwischen sogenannten Lakunen und sogenannten Gefäßen: „Während nämlich die Lakunen Spalten darstellen, welche in der Stützlamelle einfach durch ein Auseinanderweichen von Fasern zu stande kommen, ohne daß dabei die Fasern in ihrem weiteren Verlauf irgend eine Aenderung erfahren würden, kommt bei den Gefäßen noch eine rings um das Lumen verlaufende Intima hinzu, die also einen geschlossenen Schlauch darstellt.“ Nur im Ductus Cuvieri und den Quervernen konnte er keine deutliche Intima bemerken; es bleibt aber wohl abzuwarten, ob sich eine solche nicht schließlich doch noch findet. Auch dürfte die Frage, ob gewisse in der Wandung vorkommende Züge, die ZARNIK im Gegensatz zu BURCHARD für Nerven hält, nicht doch, wie letzterer glaubte, bindegewebiger

Natur sind, noch nicht erledigt sein. Wichtig aber ist ganz besonders folgendes: ZARNIK konnte nirgends im Venensystem, noch in den Arterien ein Endothel nachweisen, nur die Aorta macht hiervon eine Ausnahme. Er sagt: „Nur die Aorta hat ein Endothel, dieses möchte ich jedoch nicht von dem Peritonealepithel, sondern von Bindegewebszellen ableiten, welche sich um die Gefäßspalte, die der späteren Aorta entspricht, gruppiert und zum Teil miteinander verbunden haben“. — ZARNIKS Ansichten bezüglich des morphologischen Wertes des „Endothels“ decken sich also weitgehend mit den meinen.

Obige Befunde ZARNIKS möchte ich folgendermaßen bewerten:

1) Das „primäre“ Blutgefäßsystem des sowieso außerordentlich bindegewebsarmen Amphioxus ist stark reduziert. Meist besteht es nur aus einer bloßen zellenlosen Membran (Intima, oder die auseinanderweichenden Fasern der Stützlamelle), während nur in dem größten Gefäß, der Aorta, dasselbe noch Zellen führt.

2) Daß gerade beim Amphioxus noch kein „typisches Vertebraten“-Endothel vorkommt, sondern nur ein Teil des Gefäßsystems von einer inneren zelligen Membran „bindegewebigen“ Charakters ausgekleidet erscheint, ist wegen der systematischen Stellung des Amphioxus besonders wichtig. Diese Verhältnisse sind durchaus solche, wie sie sich bei Tunikaten, Enteropneusten und gewissen Anneliden ebenfalls finden, und sie geben vergleichend-anatomisch einen höchst wichtigen Stützpunkt für die Ableitung des Vertebratenendothels aus einem Bindegewebe („Mesenchym“), wie es die hier vertretene Ansicht verlangt.

**Anneliden:** Hier glaube ich mich besonders kurz fassen zu können, da die einschlägige Literatur sich sehr vollständig in LANGS Trophocöltheorie zusammengestellt und ausgezogen findet. Auf die Ontogenie gehe ich auch hier schon aus dem Grunde nicht ein, weil auf die Genese derjenigen Bildungen, auf welche hier das größte Gewicht gelegt werden muß, auf die innerhalb der Gefäße vorkommenden homogenen Bindegewebsmembranen und die ihnen etwa noch anhaftenden Zellen, meist nicht genauer geachtet wurde. Auch von den histologischen Arbeiten will ich hier nur die neuesten Untersuchungen berücksichtigen; bezüglich der Struktur der Gefäßwandungen sind in erster Linie die Arbeiten von BERGH (1900) zu nennen; seinem Résumé (p. 618) entnehme ich folgendes uns hier Interessierende: Die innerste kontinuierliche Schicht der Gefäße ist immer eine homogene Membran, die sogenannte LEYDIGSche

Intima, welche mit anderen bindegewebigen Grundmembranen (z. B. der Dissepimente) in direkter Verbindung stehen kann. Außerhalb dieser Membran können sich nun bei kleineren Formen direkt die kontraktile Zellen finden; bei größeren Lumbriciden und Polychäten aber legt sich ihr ein Bindegewebe auf, in welchem sich die Muskelzellen eingelagert finden; „das Bindegewebe dient offenbar als Matrix der Intima. . . . Ein inneres Epithel oder Endothel fehlt den größeren Gefäßen bei den genannten Formen durchweg; nur in ganz kleinen Gefäßen können die Bindegewebszellen mittelst Basalplatten aneinanderstoßen, nach Art von Epithelzellen.“

BERGH fast also die Intima als ein Produkt der ihr außen anliegenden Bindegewebszellen auf. Diese Bindegewebszellen nun leitet LANG (1903, p. 248) in folgender Weise vom Cölom ab: „Bei der Delamination der einfachen embryonalen Cölothelgefäßwand differenziert sich die basale, dem Lumen des kontraktile Gefäßes zugekehrte Zelllage zu zwei verschiedenen Zellelementen, nämlich erstens zu den Muskelfasern und zweitens zu den Matrixzellen der Basalmembran. Die letzteren würden das BERGHsche Bindegewebe darstellen. Auch BERGH betrachtet die LEYDIGSche Intima als eine verdichtete Bindegewebsmembran, die wohl jedenfalls den genannten Bindegewebszellen ihren Ursprung verdanke“.

Im übrigen betrachtet LANG die Intima als eine „Basalmembran“ der Cölomwand. Da aber bei Formen, bei welchen noch ein Darmblutsinus existiert, auch an der vom Darm begrenzten Gefäßseite sich eine solche homogene Membran findet, faßt er sie dort folgerichtig als Basalmembran des Darmepithels auf.

Gegenüber dieser Auffassung scheint folgende vielleicht in mancher Beziehung einfacher zu sein: Die Intima ist, wie BERGH und LANG dies annehmen, ein Abscheidungsprodukt der Bindegewebszellen; sie ist eine Verdichtungsmembran der Bindegewebsgrundsubstanz, und zwar stelle ich mir vor, daß dieselbe auch dann, wenn an ihr keine solchen Zellen nachweisbar sind, auf diese Art entstanden ist. Kurz: die Intima ist ein Rest des ursprünglichen Körperfüllgewebes, welches bei den Anneliden, deren kleinere Vertreter ja sehr bindegewebsarm sind, stark reduziert wurde. (Als ein solcher Rest müssen natürlich auch die Membranen zwischen den Mesenterien gelten.) Bei den größeren, bindegewebsreicheren Formen haben sich Zellen dieses Gewebes noch reicher erhalten, nämlich in Gestalt der von BERGH beschriebenen Bindegewebszellen. Wenn bei kleineren Gefäßen die Intima nicht mehr



deutlich vorhanden ist, und das Lumen direkt von den Bindegewebszellen begrenzt wird, kann dies mit der in den kleinen Gefäßen verminderten funktionellen Inanspruchnahme zusammenhängen, die eine Folge der in ihnen stets stark verzögerten Geschwindigkeit des Blutstroms sein könnte.

Ganz besonders aber gehören zur selben Kategorie noch alle innerhalb der Intima vorkommenden Gebilde: etwaige endothelartige Bildungen; Herzkörper, wenigstens soweit sie innerhalb der Intima liegen; Klappen und Blutelemente. Alle diese Gebilde gehören zum primären leitenden Apparat; ihnen hat sich der sekundäre eben in Gestalt kontraktiler, aus dem Cölom stammender Blasen aufgelagert. Ganz allgemein, besonders aber, wenn man E. MEYERS Ansicht der Entstehung der Körperring- und der Darmmuskulatur der Anneliden aus dem Mesenchym berücksichtigt, ist immerhin noch fraglich, inwieweit doch noch Reste der primären Muskulatur, außer den die Hauptmasse darstellenden cölomatischen Muskelementen, an der Begrenzung der Gefäße der Anneliden teilnehmen könnten. — Wir wollen nun noch die innen von der Intima vorkommenden Bildungen kurz ins Auge fassen:

Die Klappen beschreibt BERGH (p. 606) als Anhäufungen kleiner nackter Zellen, an der Innenseite der LEYDIGSchen Intima liegend und nackt ins Lumen vorspringend. Dieser Beschreibung nach würden sie also durchaus die Lage der dem Lumen zugewandten Zellen in der inneren Bindegewebsschicht der Salpen einnehmen, mit denen ich sie auch vergleichen möchte. — Dagegen gibt DE BOCK (1900) für den Herzkörper von Lumbriciden an, daß die Membran über demselben unterbrochen erscheine, und befürwortet daraufhin einen Zusammenhang der Herzkörperzellen mit den Chloragogenzellen, welche jenseits der Intima liegen. Inwiefern seine Befunde beweisend sind, ist fraglich, da es immerhin möglich ist, daß die Färbung die Durchbrechungen vorgetäuscht hätte; ferner bleibt, wenn dieselben auch wirklich vorhanden waren, immer noch die Frage, ob es sich um ein normales Vorkommen handle. Jedenfalls wird die Angabe DE BOCKS, daß eine große Ähnlichkeit zwischen den Zellen des Herzkörpers und den Chloragogenzellen, und ebenso eine solche zwischen den Blut- und Cöloomöbocyten vorhanden sei, durch seine eigenen Einschränkungen nachträglich derart abgeschwächt, daß von einer Ähnlichkeit de facto nur noch sehr wenig übrig bleibt.

Bezüglich der Endothelverhältnisse muß hier angeführt werden, daß K. C. SCHNEIDER im Inneren aller größeren Gefäße von Eisenia

rosea ein Vasotheil gefunden haben will, welches „aus locker gestellten, entsprechend der Längsachse der Gefäße längs ausgezogenen, spindeligen oder verästelten Zellkörpern besteht, die wohl meist nicht dicht aneinander schließen und derart eine von Lücken durchbrochene dünne Zellschicht bilden, in der durch Versilberung keine Zellgrenzen nachzuweisen sind. In den Kapillaren scheint ein Endothel gewöhnlich zu fehlen.“ Ich möchte auf die große Ähnlichkeit der hier geschilderten Verhältnisse mit meinen Befunden bei Salpen betreffs der dem Lumen anliegenden Bindegewebszellen noch besonders hinweisen. Sollten sich SCHNEIDERS Beobachtungen bestätigen, so würde dadurch für die hier vertretene Ansicht eine wichtige Stütze gewonnen.

Dagegen konnte das Vorhandensein eines Endothels bei Enchyträiden, wie es von NUSSBAUM und RAKOWSKI (1897) behauptet wurde, von Fräulein FREUDWEILER in Untersuchungen, die zu gleicher Zeit mit vorliegenden, ebenfalls auf Anregung Herrn Professor LANGS unternommen wurden, nicht bestätigt werden. Wohl aber konstatierte Fräulein FREUDWEILER im Rückengefäß von Mesenchytraeus das Vorkommen der sogenannten Herzkörperzellen, d. h. großer Zellen, welche einer dicken LEYDIGSchen Intima lumenwärts innen anliegen. Diese Zellen nun fand sie an Stellen, welche dem Darm zunächst liegen; wenn ein Uebergang der Gefäßwand in die des Darmblutsinus stattfand, dicht an der Umschlagsstelle der Gefäßwand in die Wand desselben. Bezüglich alles Weiteren muß ich auf die künftige Publikation Fräulein FREUDWEILERS verweisen. Diese Zellen nun möchte ich als zusammengehörend mit der LEYDIGSchen Intima auffassen und beides der „inneren Bindegewebsschicht“ des Salpenherzens oder dem Endokard der Vertebraten für homolog halten. Ich möchte Fräulein FREUDWEILER hier noch besonders dafür danken, daß sie mir ihre Präparate zur Durchsicht gütigst überließ.

Auf Grund von Professor HESCHELERS (1903) Befunden ist sicher, daß im Bauchgefäß von Spirographis Spallanzanii eine endothelartige Zellschicht vorkommt, welche innerhalb einer bindegewebigen Faserschicht liegt, die der Lage nach der Intima entspricht; die Faserschicht besteht aus einer großen Anzahl dicht nebeneinander stehender Längsfasern. Herr Professor HESCHELER hatte die Güte, mir eine Anzahl seiner Präparate freundlichst zu demonstrieren, wofür ich ihm hier meinen besten Dank aussprechen möchte. — Man kann nicht verkennen, daß die Zellen der inneren Schicht Ähnlichkeit mit denen der „inneren Bindegewebslage“ der

Salpen besitzen, und daß die Bindegewebsfaserschicht sehr ähnlich erscheint den Stellen, wo das Bindegewebe im Salpenherzen beginnt dünn zu werden, d. h. seine Fasern sich zu einem dünnen Saum verdichten; nur sind bei Spirographis die „Fibrillen“ viel dicker; auch liegen sie regelmäßiger und gedrängter.

Es scheint mir demnach, als ob gerade bei Spirographis das primäre Gefäßsystem in mancher Hinsicht in besserer Ausbildung sich erhalten habe als bei den meisten übrigen Anneliden und repräsentiert würde durch die Bindegewebschicht, sowie die ihr innen anliegenden, endothelähnlich angeordneten Zellen.

Wie die Verhältnisse bei den übrigen Tiergruppen in Bezug auf das Erhaltensein des „primären“ leitenden Gefäßapparates liegen, will ich vorläufig hier nicht weiter erörtern. Hingegen möchte ich noch kurz das Wesentliche dieser theoretischen Ausführungen zusammenfassen:

Das Blutgefäßsystem aller Cölomtiere besteht aus zwei heterogenen Teilen, von welchen der zweite den ersten teilweise umfaßt:

1) dem primären oder leitenden Apparat, „mesenchymatischer“ Herkunft;

2) dem sekundären (zum großen Teil propulsatorischen) Apparat, der ein Differenzierungsprodukt der Cölomwand ist.

Bei den mit einem Blutgefäßsystem, jedoch nicht mit einem Cölom (im Sinne der höheren Tiere) ausgerüsteten Nemertinen wird ersteres ausschließlich durch den primären Apparat dargestellt. — Er ist ein Lückensystem im Körperparenchym, dessen dem Lumen zunächst liegende Zellen sich zu einem Vasotheil anordneten, um welches die ausgeschiedene Parenchymgrundsubstanz eine geschlossene homogene Membran bildet. Die in der Nähe der Gefäße verlaufende („mesenchymatische“) Körpermuskulatur legt sich den Gefäßen an und bildet die Gefäßmuskulatur.

Umschließt ein Cölomabschnitt einen Teil des primären Apparates, die Kontraktion übernehmend, d. h. den sekundären (propulsatorischen) Apparat bildend, so wird der umschlossene Teil des primären Gefäßsystems mehr oder weniger reduziert, während die nicht umschlossenen Teile sich als sog. „periphere Gefäße“ erhalten. Diese Teile zeigen im wesentlichen dieselbe Struktur wie das „primäre“ System bei Nemertinen; sind sie von bedeutender Mächtigkeit, so behalten sie im allgemeinen auch die ihnen zugehörige Muskulatur.

Auch innerhalb der umschlossenen Teile erhält sich mindestens die homogene Verdichtungsmembran der Mesenchymgrundsubstanz.

Die ihr innen anliegenden Mesenchymzellen können entweder sehr weit zerstreut sein, oder sie liegen sich näher, ohne daß ihre Plasmakörper sich gegenseitig abplatteten (sog. „diskontinuierliches Pseudoendothel“), oder sie liegen eng und stoßen aneinander (sog. „wirkliches Gefäßendothel“). Andererseits können sie auf weite Strecken überhaupt fehlen.

Insbesondere ist zwischen Pseudoendothel und eigentlichem Gefäßendothel nur ein gradueller, und kein fundamentaler Unterschied vorhanden.

Zur selben Kategorie wie die Zellen der Endothelien gehören auch alle übrigen intravasalen Zellen (Blutkörperchen; sogenannte Klappen und sogenannte Herzkörperbildungen bei Anneliden, sofern letztere nicht außerhalb der Verdichtungsmembran liegen).

Die Blutzellen gehören also dem primären System an.

Inwieweit sich auch innerhalb von dem kontraktilem sekundären Apparat (der Cölomblasenwand) noch Reste der Muskulatur des primären Apparates erhalten, bleibt zu ermitteln; ebenso inwieweit noch Reste des mesenchymatischen Rohres — außer der Verdichtungsmembran — und insbesondere denselben eingelagerte Mesenchymzellen vorkommen.

---

An dieser Stelle möchte ich meinen verehrten Lehrern, Herrn Prof. LANG und Herrn Prof. HESCHELER, meinen innigsten Dank aussprechen: von beiden ging für mich manche wertvolle Anregung aus. Herrn Professor LANG bin ich noch besonders verpflichtet für das dieser Arbeit stets entgegengebrachte Wohlwollen, sowie für den trefflichen Rat, mit dem er mir in mancher schwierigen Frage beistand.

---

### Literatur.

---

- 1898 BALLOWITZ, E., Ueber Ringkerne u. s. w. *Biolog. Centralbl.*, Bd. XVIII.
- 1887 VAN BENEDEN, E., et JULIN, CH., Recherches sur la morphologie des Tuniciers. *Archives de Biologie*, T. VI.
- 1900 BERGH, R. S., Ueber den Bau der Gefäße bei Anneliden. Erste Mitteilung: *Anatomische Hefte*, Heft 45. Zweite Mitteilung: *Anatomische Hefte*, Heft 49.
- 1900 BOCK, M. DE, Le corps cardiaque et les amibocytes des Oligochètes limicoles. *Revue suisse de Zoologie*, T. VIII, Genève.
- 1895 BÜRGER, O., Die Nemertinen etc. *Fauna und Flora d. Golfes von Neapel*, 22. Monographie.
- 1887 CHABRY, L., Contribution à l'embryologie normale etc. des Ascidies simples. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, T. XXIII.
- 1891 CUÉNOT, L., Études sur le sang et les glandes lymphatiques etc. 2. partie. *Arch. Zool. expér.*, Sér. 2, T. IX.
- 1897 — Les globules sanguins et les organes lymphoïdes des Invertébrés. *Arch. d'Anat. microscop.*, T. I.
- 1897 FELIX, W., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Salmoniden, I. Teil. *Anatomische Hefte*, Abt. I, Bd. VIII.
- 1882 GROBBEN, C., Doliolum und sein Generationswechsel. *Arb. a. d. Zool. Instit. Wien*, T. IV.
- 1898 HEIDENHAIN, M., Struktur der kontraktiven Materie. 1. Struktur der quergestreiften Muskelsubstanz. *Ergebnisse Anat. und Entwicklungsgesch.* MERKEL u. BONNET, Bd. VIII, 1898. Wiesbaden 1899.
- 1903 HEINE, P., Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Herzens der Salpen und der *Ciona intestinalis*. *Zeitschr. wiss. Zoolog.*, Bd. LXXIII.
- 1874/75 HELLER, C., Untersuchungen über die Tunikaten des Adriat. Meeres. *Denkschr. d. Akad. Wissensch. Wien*, Bd. XXXIV.
- 1882 HERRMANN, G., Sur la structure du cœur et du péricarde chez les Ascidies simples. *Comptes rendus Soc. de Biologie*, Sér. 7, T. IV.
- 1902 HERTWIG, O., *Lehrbuch der Entwicklungsgesch. etc.*, 7. Aufl. Jena.

- 1881 HERTWIG, O. u. R., Die Cölomtheorie, Jena.
- 1873 HERTWIG, R., Beiträge zur Kenntnis d. Baues d. Ascidien. Jenaische Zeitschr., Bd. VII.
- 1903 HESCHELER, K., Bericht betreffend Histologie des Bauchgefäßes von Spirographis in LANG: Trophocöltheorie (1903). p. 223.
- 1902 HUNTER, The structure of the heart of Molgula manhattensis. Anat. Anzeiger, Bd. XXI.
- 1900 JORDAN, H., Ueber die Anwendung von Celloidin in Misch. mit Zedernholzöl. Zeitschr. wiss. Mikrosk., Bd. VIII.
- 1864 KEFERSTEIN, Ueber die Kontraktionen des Herzens von Perophora. Ber. 39. Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte Gießen 1865.
- 1895 KOROTNEFF, A., Tunikatenstudien. 2. Die Phagocytose im Embryo der Salpen. Mitt. Zoolog. Stat. Neapel, Bd. XI.
- 1904 KUHN, G., Ueber die Entwicklung des Herzens der Ascidien. Morph. Jahrbuch, Bd. XXXI.
- 1890 LAHILLE, F., Recherches sur les Tuniciers. Thèse Toulouse 1890.
- 1903 LANG, A., Beiträge zu einer Trophocöltheorie. Jenaische Zeitschrift, Bd. XXXVIII, N. F. Bd. XXXI. „Thesen“ auch separat in: Vierteljahresschrift Naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 47, 1902.
- 1874 LANKESTER, E. RAY, On the heart of Append. furcata etc. Q. J. M. Sc., Vol. XIV.
- 1895 LEFEVRE, G., On budding in Perophora. Johns Hopkins Univers. Circulars, No. 119, June 1895. (Vorl. Mitteilung.)
- 1898 — Budding in Perophora. Journal of Morphology, Vol. XIV.
- 1854 LEUCKART, R., Zoolog. Untersuchungen. Heft 2: Salpen und Verwandte, Gießen 1854.
- 1857 LEYDIG, F., Lehrbuch der Histologie u. s. w., Frankfurt.
- 1889 — Ueber Argulus foliaceus. Neue Mitteilung. Arch. mikr. Anat., Bd. XXXIII.
- 1888 MAURICE, CH., Etude monographique d'une espèce d'Ascidie composée (Fragaroides aurant. n. sp.) Archives de Biologie, T. VIII.
- 1901 MEYER, E., Studien über den Körperbau der Anneliden. Mitt. Zoolog. Stat. Neapel, Bd. XIV.
- 1852 MÜLLER, H., Ueber die anat. Verschied. der zwei Formen bei den Salpen. Verh. Phys.-med. Gesellschaft Würzburg, Bd. III.
- 1893 PIZON, A., Histoire de la blastogenèse des Botryllidés. Ann. Sc. nat., Zool., Sér. 7, T. XIV.
- 1890 RETZIUS, G., Muskelfibrille u. Sarkoplasma. Biolog. Unters., N. F. I, 2, Stockholm.
- 1893 RITTER, W. E., Tunicata of the Pacific coast of N.-America. I. Perophora annectens n. sp. Proc. Cal. Acad. Sc., Ser. 2, Vol. IV.
- 1897 — Budding in Compound Ascidians etc. Journal of Morph., Vol. XII, May 1896.
- 1884 ROULE, L., Recherches sur les Ascidies simples etc. Monographie de la Ciona intest. Annales du Musée de Marseille, Zoologie, T. II.

- 1883 SALENSKY, W., Neue Unters. über die embryonale Entwickl. der Salpen. Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. IV.
- 1895 SALENSKY, W., Beiträge zur Entwicklung der Synascidien. 3. Allg. Teil. Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. XI.
- 1902 — Etudes anatomiques sur les Appendiculaires, I. Mém. Acad. imp. Sciences St. Pétersbourg, Sér. 8, T. XIII, No. 7.
- 1903 — Etudes etc. II, III, IV. Mém. Acad. imp. Sciences St. Pétersbourg, Sér. 8, T. XV, No. 1.
- 1902 SCHNEIDER, K. C., Lehrbuch der vergl. Histologie der Tiere, Jena 1902.
- 1901 SCHULTZE, L. S., Untersuch. über den Herzschlag der Salpen. Jenaische Zeitschr., Bd. XXXV, N. F. Bd. XXVIII.
- 1885 SEELIGER, OSW., Entwicklung der sozialen Ascidien. Jenaische Zeitschr., Bd. XVIII, N. F. Bd. XI.
- 1889 — Zur Entwicklungsgesch. der Pyrosomen. Jenaische Zeitschr., Bd. XXIII, N. F. Bd. XVI.
- 1893/1903 . . . — Tunikaten. BRONNS Kl. u. Ordn., Bd. III, Suppl., Lief. 1—43.
- 1901 SELYS-LONGCHAMPS, M. DE, Développement du cœur. etc. chez *Ciona intestinalis*. Arch. Biol., T. XVII.
- 1893 SPENGLER, J. W., Die Enteropneusten. Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel, 18. Monographie.
- 1875 TODARO, F., Sopra lo sviluppo e l'anatomia delle Salpe. Ricerche Lab. Anat. norm. Roma, Vol. II, Fasc. 1.
- 1884/85 — Studi ulteriori sullo sviluppo delle Salpe. Rend. Accad. Sc., Anno 232, Roma 1886.
- 1902 — Sopra gli organi escretori delle Salpidi. Rend. Accad. Lincei, Vol. XI, Sem. 1, Ser. 5, Fasc. 10.
- 1880 DELLA VALLE, Nuove contribuzioni alla storia naturale delle Ascidie composte del golfo di Napoli. Rend. Accad. Lincei, Anno 278, 1880—1881.
- 1854 VOGT, C., Les Tuniciers nagéants de la mer de Nice. Mém. de l'Institut génevois, Genève 1854.
- 1893 WILLEY, A., Studies on the Protochordata. Q. J. M. Sc., Vol. XXXIV.
- 1904 ZARNIK, B., Ueber segmentale Venen bei *Amphioxus* und ihr Verhältnis zum Ductus Cuvieri. Anat. Anzeiger, Bd. XXIV.
-

### Figurenerklärung.

Vergrößerungen bis auf 360:1 beziehen sich auf Zeißsche Achromate; alle höheren auf die Zeißsche apochr. homogene Immers. 2 mm, Apert. 1,30 und Kompens.-Okulare. — Alle Figuren sind mit dem Apparat entworfen.

#### Buchstabenerklärung

(auch für die Bezeichnung der Textfiguren).

<i>bi</i> Bindegewebe	<i>k.e</i> Körperepithel
<i>bi.g</i> Bindegewebsgrundsubstanz	<i>kl.a</i> kleine Amöbocyte
<i>bi.s</i> Bindegewebs-schicht	<i>k.r</i> Kernreihen
<i>bi.v</i> Verdichtungsmembran des Bindegewebes	<i>m.f</i> Muskelfaser
<i>bi.z</i> Bindegewebszelle	<i>m.k</i> Muskelkern
<i>fi.b</i> Fibrillenbündel	<i>p.h</i> Perikardialhöhle
<i>ge</i> Gefäß	<i>p.w</i> Perikardialwand
<i>g.l</i> Gefäßlumen	<i>r</i> Raphe
<i>h.l</i> Herzlumen	<i>r.b</i> retikuläres Blutkörperchen
<i>h.w</i> Herzwand	<i>s.f</i> Schaltfaser
<i>h.z</i> „herausgefallene“ Perikardialzelle	<i>s.p</i> Sarkoplasma
<i>i.l</i> indifferente Linie	<i>s.s</i> Sarkosom
	<i>va</i> Vakuole
	<i>z.g</i> Zellgrenze

#### Tafel XV.

Fig. 1. *S. afric.-max. solit.* Schnitt durch einen Teil des Perikards und eines ihm anliegenden Gefäßes. — Verdichtungsmembran um das Perikard und am Gefäß. Eisenhämatoxylin-Erythrosin; möglichst in den Farben des Präparates. 500:1.

Fig. 2. *S. afric.-max. solit.* Perikard im Ausbreitungspräparat. — Eine Zelle in mitotischer Teilung; Zellen mit „herausgefallenem“ Plasma, eine unter diesen mit nur noch der Bindegewebsmembran anhaftendem Kern. Methylenbau (nach SEELIGER) 48 Stunden. 500:1.



Fig. 3a. *S. afric.-max. solit.* Perikardzelle, dunkle Zone einheitlich. — Chromessigsäure I-Eisenhämatoxylin. Ausbreitungspräparat. 1000 : 1.

Fig. 3b. *S. pinnata greg.* Perikardzelle, dunkle Zone nicht einheitlich. FLEMMING-Eisenhämatoxylin. 1000 : 1.

Fig. 3c. *S. fusiformis greg.* Sichelkerne des Perikards. Chromessig I-Eisenhämatoxylin. 500 : 1.

Fig. 4. *Ascidia fumigata.* Perikardzellen mit gelbgrünen Körnchen. Chromessig I-Eisenhämatoxylin. 1000 : 1.

Fig. 5a. *S. afric.-max. solit.* Querschnitt ca. Herzmitte; Seite, an der sich die Bindegewebsmembran der Muskelschicht nähert; in der Nähe der Raphe. Chromessigsäure - Eisenhämatoxylin-Erythrosin. Möglichst in den Farben des Präparates. 1000 : 1.

Fig. 5b. Dasselbe Herz ca. Mitte; weiter von der Raphe entfernt. Bindegewebe auf dünne Membran reduziert. Behandlung wie vorige. 1000 : 1.

Fig. 6. *S. afric.-max. solit.* Muskelfasern des Herzens. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin-Erythrosin. 240 : 1.

Fig. 7. *S. bicaudata greg.* „Normale“ Muskelfasern des Herzens. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin-Erythrosin. 240 : 1.

Fig. 8. *S. pinnata greg.* „Normale“ Muskelfasern des Herzens. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 240 : 1.

Fig. 9. *S. fusiformis greg.* Herzmuskelfasern. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 240 : 1.

Fig. 10. *S. bicaudata greg.* Sarkoplasma der Herzmuskelfasern mit Zellgrenzen, Kernen und Sarkosomen. Chromessigsäure I-Eisenhämatoxylin. 1000 : 1.

#### Tafel XVI.

Fig. 11. *S. pinnata greg.* Raphe. Ausbreitungspräparat. „Schaltfasern“ — deformierte Zellen. Die Umschlagsränder an zwei Stellen bis zur Berührung genähert. Eisenhämatoxylin. 360 : 1.

Fig. 12. *S. pinnata greg.* Raphe. Ausbreitungspräparat. von der Seite des Herzlumens her gesehen. Zwei Muskelfasern (\*) laufen quer durch das Bindegewebe der Raphe weg und gehen in die gegenüberliegende Herzseite. Eisenhämatoxylin. 240 : 1.

Fig. 13. *S. pinnata solit.*, Embryo 27 mm. Langgestreckte Kernteilungsfigur in einer Muskelfaser. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 1000 : 1.

Fig. 14. *S. pinnata greg.* Mechanische Einrichtung: eine Faser (a) umfaßt eine Anzahl anderer, wobei ihre Fibrillenbündel sich innen über die anderen Fasern hinziehen und sich verästeln. Die darunter liegenden Fasern sind ebenfalls etwas deformiert. Bei \* austretende Fibrillenbündel, welche aus einem Fortsatz der Faser (a) in den anderen übergehen. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 240 : 1.

Fig. 15. *S. pinnata greg.* Mechanische Einrichtung: eine dreieckige Faser (a) umfaßt eine Anzahl anderer, die zum Teil sichel-

förmig werden und einen Bogen beschreiben. Einzelne durchlaufen einen vollen Halbkreis von  $180^{\circ}$  und ziehen dann parallel der früheren Richtung weiter; in anderen Fällen sind die sichelförmigen Fasern in den Verlauf eingeschaltet (bei \*). In der dreieckigen und den sichelförmigen Fasern kreuzen sich die Fibrillenbündel, in den anderen beschreiben sie rechts und links von der Mittellinie des Systems entgegengesetzt gewundene Spiralen. 110 : 1.

Fig. 16. *S. pinnata greg.* Faser, welche an dem dargestellten Ende spiralförmige Fibrillenordnung zeigt; am abgeschnittenen Teil gehen die Fibrillen in normal-parallele Anordnung über. Anastomosen zwischen den quer oder spiralförmig verlaufenden Fibrillenbündel. Die feinsten Fibrillenbündel nicht angedeutet. — Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 360 : 1.

Fig. 17. *Clavelina Rissoana*, Indifferente Linie und darunterliegende Bindegewebssäule (*bi. s*) im opt. Längsschnitt. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 500 : 1.

Fig. 18. *Ascidia mentula*. Indifferente Linie und Kernreihen der Herzwand. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 60 : 1.

Fig. 19. *Ascidia cristata*. Indifferente Linie und Kernreihen der Herzwand. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 60 : 1.

Fig. 20. *Ciona intestinalis*. Indifferente Linie und Kernreihen der Herzwand. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 240 : 1.

Fig. 21. *Ascidia cristata*. Indifferente Linie von der Plasmaseite. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 1000 : 1.

#### Tafel XVII.

Fig. 22. *Ascidia mentula*. Muskelfibrillenbündel des Herzens mit Querstreifung. *Z, I, Q, M* sichtbar. Sublimatalkohol-Essigsäure. Eisenhämatoxylin, starke Färbung. Ausbreitungspräparat in Glycerin. 2250 : 1.

Fig. 23. *Cynthia papillosa*: Zwei Muskelfibrillenbündel der Herzwand, dazwischen Zellgrenzen. Sichtbar sind *Z, I, Q, Qh*; Chromessig I-Eisenhämatoxylin. Ausbreitungspräparat in Glycerin. 2250 : 1.

Fig. 24. *Oikopleura cophocerca*. Muskelfibrillenbündel des Herzens; sichtbar *I, Q, Qh*. Die anisotrope Substanz sehr breit. Schnitt, in Balsam. Sublimat. Eisenhämatoxylin. Erythrosin. 2250 : 1.

Fig. 25. *S. afric.-max. solit.* Zellen in der Verdichtungsmembran der „inneren Bindegewebsschicht“ des Herzens. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 500 : 1.

Fig. 26a. *S. pinnata greg.* Zellen in der Verdichtungsmembran der „inneren Bindegewebsschicht“ des Herzens. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 500 : 1.

Fig. 26b. *S. pinnata* greg. Einzelne Zelle aus der Membran; bei \* dicke Plasmaverbindung mit Nachbarzelle. Ausbreitungspräparat. Chromessig I-Eisenhämatoxylin. 1500 : 1.

Fig. 27a. *S. bicaudata* greg. Dichte Anordnung der Zellen in der Verdichtungsmembran; bei \* geht die „bindegewebige“ Zell-anordnung in die „epitheliale“ über. Ausbreitungspräparat. Eisenhämatoxylin. 1000 : 1.

Fig. 27b. *S. bicaudata* greg. Dasselbe Präparat, weiter von der Raphe entfernt, zerstreute Anordnung der Bindegewebszellen in der Verdichtungsmembran. 1000 : 1.

Fig. 28a. *Ascidia fumigata*. Herzlängsschnitt, weit von der Raphe entfernt; dicke bindegewebige Membran unter dem Muskelepithel im Herzlumen; möglichst in Färbung des Präparates. Schnitt: Chromessig I, Eisenhämatoxylin-Erythrosin. 500 : 1.

Fig. 28b. *Ascidia fumigata*. Uebergang der Bindegewebsmembran im Herzen in das die Gefäße auskleidende Bindegewebe. Chromessig I, Eisenhämatoxylin-Erythrosin; möglichst in Färbung des Präparates. 360 : 1.

Fig. 29. *S. bicaudata* greg. Größeres Gefäß; Umgebung der Pharynxhöhle mit abgehenden kleineren; bei \* ein solches im optischen Querschnitt. Infiziertes Tier von ca. 2 cm Länge. Frisches Material in natürlicher Farbe. 60 : 1.

Fig. 30. *S. bicaudata* greg. Infizierte Einzelzelle aus der Begrenzung des vorigen Gefäßes. Frisches Material. 800 : 1.

### Tafel XVIII.

Fig. 31. a) *Asc. mentula*; b) *Asc. fumigata*. Glatte Muskelzellen aus der Wandung eines großen Gefäßes (die Kerne oft noch viel länger). Schnitt: Eisenhämatoxylin-Erythrosin. 1000 : 1.

Fig. 32. Blutzellen von *S. africana-max. solit.* (1—9) und *S. fusiformis* (10): 1, 2 kleine Amöbocyten, Typ. I; 3 große, fein granuliert Amöbocyte, Typ. II; 4 große, grob granuliert Amöbocyte, Typ. III; 5, 6 kleine vakuoläre Blutkörperchen, Typ. IV; 7, 8, 10 große vakuoläre Blutkörperchen, Typ. IVa; 9 Zerfallsprodukte, Typ. IVb; (1—9) Eisenhämatoxylin-Erythrosin; (10) Eisenhämatoxylin ohne Nachfärbung; (1—9) möglichst in den Farben des Präparates. 1000 : 1.

Fig. 33. *S. africana-max. solit.*, 15 cm lang. Blutzellen nach dem frischen Objekt. Natürliche Farbe. 500 : 1.

Fig. 34. *S. pinnata* greg., ca. 65 cm lang. Seitenorgan, Längsschnitt. FLEMMINGSche Lösung. Eisenhämatoxylin. bis Balken des bindegewebigen Netzwerkes. 60 : 1.

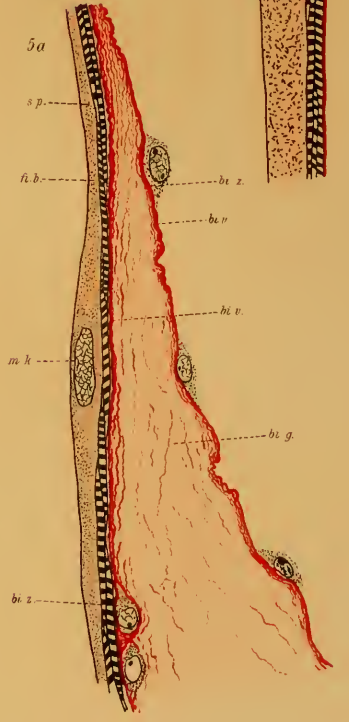
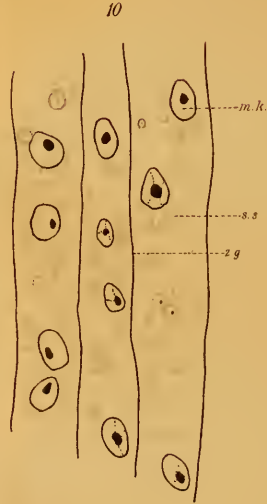
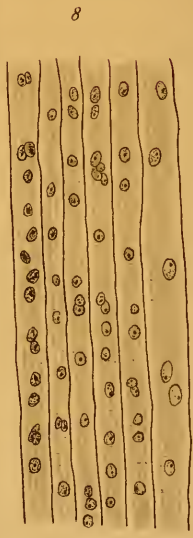
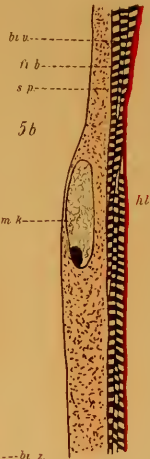
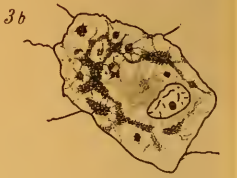
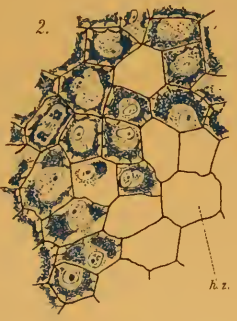
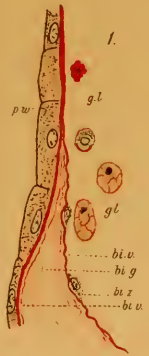
Fig. 35. *S. pinnata solit.*, 9 mm lang. Zellgruppe aus dem Seitenorgan. Mitotische Teilungen an zwei Zellen. Pikrinsäure-Eisenhämatoxylin. 1500 : 1.

Fig. 36. *S. pinnata* greg. ca. 45 mm lang: Seitenorgan: kleine Amöbocyten und sich entwickelnde Riesenzellen aus dem Seitenorgan. Chromessig I, Eisenhämatoxylin-Erythrosin. 1000 : 1.

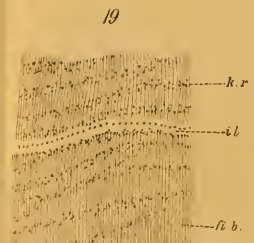
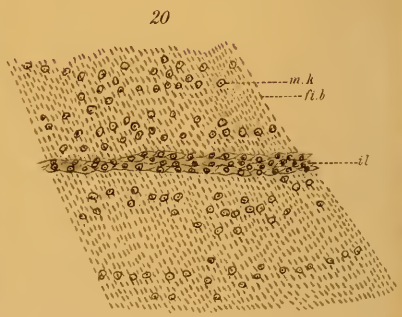
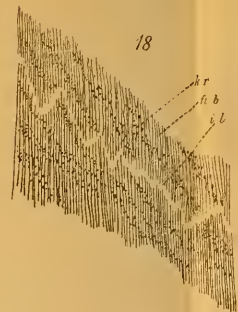
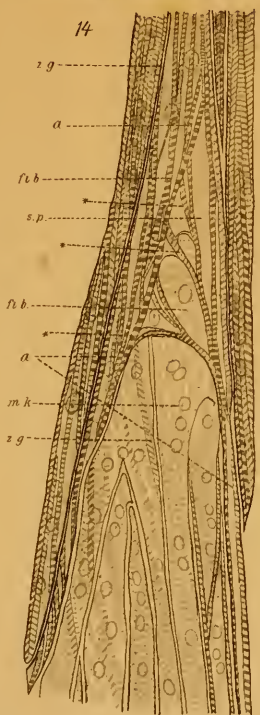
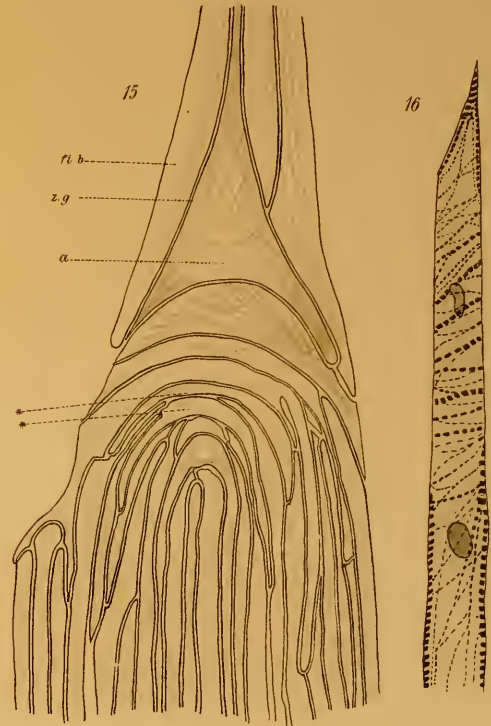
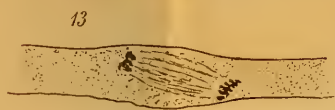
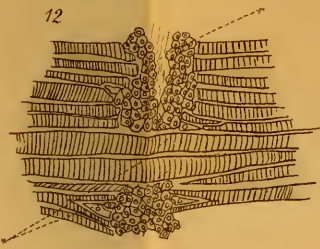
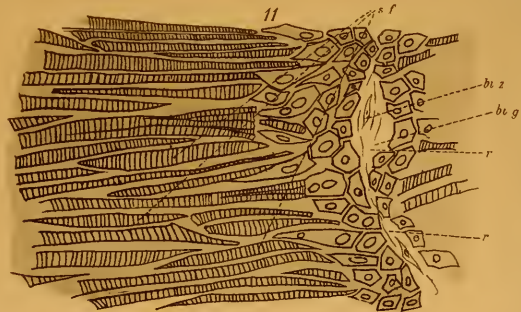
Fig. 37. *S. pinnata* greg., ca. 65 mm lang. Seitenorgan: Bindegewebtsbalken mit eingelagerten Gruppen von „blutbildenden“ Zellen. FLEMMING-Eisenhämatoxylin. 240 : 1.

Fig. 38a, b, c. *S. pinnata* greg., ca. 65 mm lang. Seitenorgan: Riesenzellen („Phagocyten“) an diversen Zellgruppen liegend und frei. Verschiedene Stadien der aufgenommenen Zellkörper in den Vakuolen. 1000 : 1.

Fig. 39. Amöbocyten aus der „inneren Bindegewebsschicht“. a) von *S. maxima*; b) von *Clavelina* *Rissoana* aus dem verdickten Teile der Membran. 500 : 1.

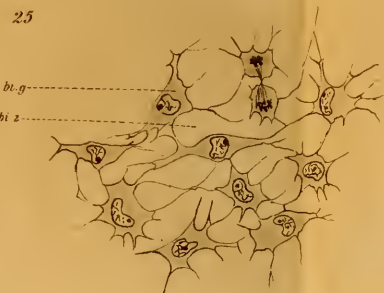
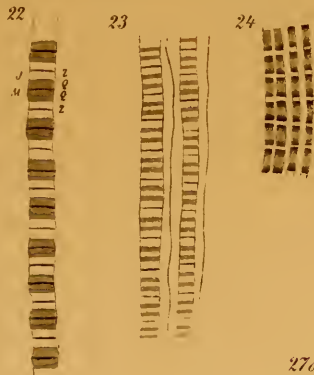




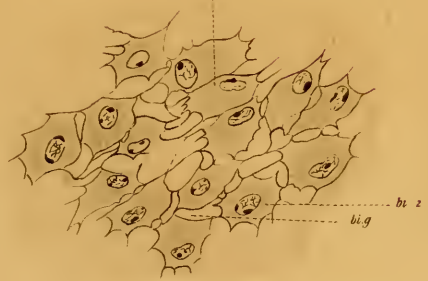




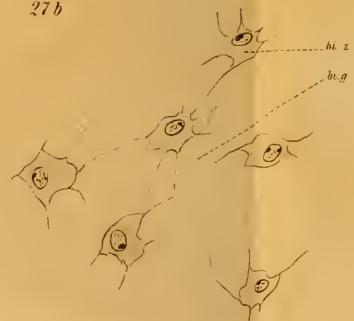




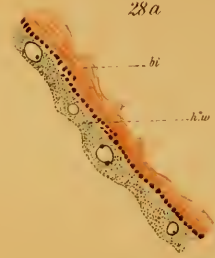
27a



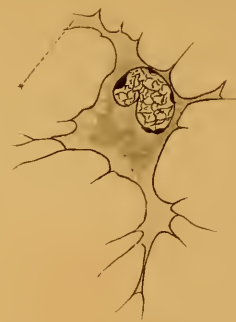
27b



28a



26b



30



29



28b

