

Anatomische Untersuchung

eines

L i m u l u s,

mit besonderer Berücksichtigung der Gewebe.

Von

C. Gegenbaur,

Professor in Jena.

Mit einer Tafel.

Im verflossenen Sommer verschaffte mir die Freundlichkeit des Herrn Hofrath *Schleiden* die im Binnenlande wohl seltene! Gelegenheit einen ganz frischen *Limulus* der anatomischen Untersuchung zu unterziehen. Das Thier war, als es in meine Hände kam, erst seit etwa 24 Stunden todt, so dass zu erwarten stand, das Gewebe kaum, oder nur relativ wenig verändert zu treffen, und auch die Nachprüfung der anatomischen Verhältnisse ein von den äusseren Umständen begünstigtes Resultat versprach. Ungeachtet der gerade in jener Zeit für Untersuchung frischer Thiere ungünstigen Temperaturverhältnisse wurde doch durch ununterbrochene Untersuchung eine Anzahl von Anhaltspuncten gewonnen, die bei der spätern, an conservirten Thieren wiederholten Untersuchung wichtig wurden. Für einzelne Organe oder Gewebe leisteten verschiedene Flüssigkeiten, wie Lösungen: von Cupr. sulphur., Acid. chrom., Kali bichrom. u. a. vortreffliche Dienste. —

Die Art wurde als *Limulus molluccanus* bestimmt¹⁾.

Von Ergebnissen meiner Untersuchungen werde ich hier nur diejenigen zur Mittheilung bringen, welche theils zu den schwebenden Fragen des Tages in Beziehung stehen, theils zur Formulirung allgemeinerer Anschauungen verwerthet werden können. Das übrige, vorzüglich das speziellere histologische Detail der einzelnen hier nicht berücksichtigten Organe, werde ich wohl später an einem andern Orte vollständig mitzutheilen Gelegenheit finden.

Von den Integumenten.

Die Vorstellungen die man in neuerer Zeit von den Structurverhältnissen des Arthropodenpanzers, namentlich in Folge *Leydig's* nach dieser Richtung gehenden

1) So weit meine Nachforschungen über das Vaterland des untersuchten Exemplars reichten, konnte nur so viel ermittelt werden, dass es wahrscheinlich von den Antillen stammte, was allerdings mit der Species im Widerspruche steht, und vielmehr mit *L. polyphemus* passen würde. Doch zeigt das fragliche Exemplar mit letzterer Species keinerlei Uebereinstimmung. Wie das Thier am Leben erhalten wurde, blieb mir leider unbekannt. Die Maasse derselben sind folgende:

Länge des ganzen Thieres	. . . . .	25 Zoll P.
„ „ Stachels	. . . . .	11 „
„ „ Abdominalschildes bis zur mittleren Einbucht an der Stachelbasis	. . . . .	6 „
„ „ Cephalothorax	. . . . .	7 ³ / ₄ „
Gröste Breite des Cephalothorax	. . . . .	12 „
„ „ Abdomens	. . . . .	8 ¹ / ₆ „

Arbeiten, gewonnen hat, finden an dem, was mir *Limulus* bot, eine neue, erweiternde Bestätigung. Das lederartige Hautskelet der Pöcilopoden, weist an den verschiedensten Theilen einen aus mehrfach geschichteten chitinisirten Straten bestehenden derberen äusseren Theil auf, welchem nach innen eine Schicht mehrerer Zellen, die Matrix, angelagert erscheint.

a) Am einfachsten ist das Verhalten der Chitinhülle an den Kiemenblättchen. Jedes der letzteren besteht aus zwei, am verdickten Rande in einander übergehenden Lamellen, die aus einer durchsichtigen, structurlosen äusseren Chitinlage gebildet sind, welcher innen eine einfache Zellschicht anliegt, deren polygonale, platte, kernhaltige Elemente eine Grösse von $0,016''$ besitzen, mosaikartig an einander geordnet sind, und uns genau dieselben Linien geben wie die von *Kölliker* gegebene Zeichnung vom Kiemenfaden des Flusskrebse. (Untersuchungen zur vergleich. Gewebelehre, angestellt in Nizza. Würzb. Verhandlungen. 1857. Fig. 21).

Gegen den Rand der Kiemenblättchen zu nehmen die Zellen der Matrix an Grösse ab, wogegen die äussere Chitinschicht an Dicke gewinnt, und endlich ganz am Rande einen breiten, braunen Saum vorstellt, dessen Durchmesser nicht über $0,2''$ beträgt. Die Zellen formiren hier ein $0,07''$ starkes, vielschichtiges Stratum.

Die Dicke der ausgeschiedenen Chitinschicht wird am Rande der Kiemenblättchen, sowie dies auch an den übrigen Chitinmembranen von bedeutenderem Durchmesser der Fall ist, von Porencanälen durchsetzt. Zahlreiche, äusserst feine canalähnliche Hohlräume beginnen von der Innenfläche in geschlängeltem Verlaufe die in etwa 10 Strata getheilte Chitinlage zu durchlaufen, und enden unter der Oberfläche. Ein vollständiges Durchdringen scheint nicht vorzukommen, was damit zusammenfällt, dass die erst gebildete, also äusserste Schicht, mit der die übrige Fläche der Kiemenlamelle überkleidenden, gleichfalls porenlosen, eine völlig continuirliche ist. Weiter nach Innen, an der Randschicht, kommen Verästelungen der Porencanälchen vor; sie treffen sich alle in spitzem Winkel. Dadurch, dass dieser Verästelungsbezirk nur einen schmalen Raum am Rande einnimmt, hat es den Anschein, als ob er in einem besonderen Stratum stattfände, so dass zur Zeit dieser älteren Ablagerung reichlichere Porencanälchen gebildet wären, die nachher, bei spärlicherer Bildung, in einander zusammenflössen.

Am Rande der Kiemenblättchen sitzen gewöhnlich Gebilde, Borsten, Stacheln beweglich eingelenkt. Zu jedem derselben führt ein weiter Canal, den ich, wie auch von *Kölliker* geschah, von den feinsten Porencanälchen, mit denen sie nur den gleichen Verlauf theilen, mehr aus einander gehalten wissen möchte. Die

Länge dieser Canäle durchläuft ein 0,0025 $'''$, dickes Chitinröhrchen, gerade, oder gewunden, oder selbst in eine Schlinge umgebogen, bis zu dem entsprechenden Horne oder Stachel hin, um in denselben einzutreten, und nahe an der Spitze desselben seine Mündung in die des Hornes oder Stachels übergehen zu lassen. Eine Ausmündung des Lumens der Chitinröhrchen auf die Oberfläche habe ich nie gesehen und ebensowenig in dem Hohlraume des weiten Canals ausser dem erwähnten Röhrchen irgendwelche geformte Elemente beobachtet. --

b) An den modificirte Gliedmassen vorstellenden Kieimenträgern fallen am frischen Thiere polsterartig geschwellte, bläuliche Stellen ins Auge, welche sich durch ihre Weichheit von den umgebenden festen Integumenttheilen auszeichnen. Abgesehen von den innern Structurverhältnissen dieser Theile ist hier die Cuticularschicht beträchtlich verdickt, und zeigt, von der Fläche gesehen (Fig. 4), zahlreiche, dicht neben einander stehende kreisrunde und etwas dunklere Stellen, mit vielen concentrischen Ringen und einer centralen Vertiefung, die bei feinen Horizontalschnitten als eine Oeffnung oder, wenn wir die weiterhin zu erwähnenden Verhältnisse anticipiren wollen, als die Mündung eines Canälchens erscheint. Die dunkleren Halonen, welche die Mündungen umgeben, sind von sehr verschiedener Grösse, die Oeffnungen selbst jedoch alle von gleicher Weite.

Untersucht man ein Stückchen dieser Partie auf senkrechten Durchschnitten, so bemerkt man erstens äusserst zahlreiche, und dicht bei einanderstehende Porencanälchen, die nur bei starken Vergrösserungen und genauer Beobachtung sichtbar werden. Zweitens trifft man mit den ersteren parallel verlaufende Canälchen an, die, obgleich weiter als die vorigen, doch immerhin noch fein zu nennen sind, und in weiten Abständen von einander zur Oberfläche sich begeben. Sie sind es, deren Ausmündung vorhin erwähnt wurde. Ein auf das Präparat (den senkrechten Durchschnitt) ausgeübter Druck fördert eine neue Bildung zu Tage. Es erheben sich nämlich am Schnitttrande — also auf der Oberfläche — zierliche becherförmige, oder auch Stempel ähnliche Gebilde, die früher, an entsprechenden Vertiefungen der Cuticularschicht eingesenkt, dem Blicke entzogen waren. Die in Fig. 5 von diesen Gebilden gegebene Darstellung überhebt mich einer näheren Beschreibung. Nur soviel kann noch gesagt werden, dass die scheibenförmige Oberfläche dieser Stempelchen genau den Kreisen der Flächenansicht entspricht, so wie sich auch herausstellt, dass die concentrischen Ringe bei derselben Ansicht zum Theil wenigstens durch den optischen Ausdruck der verschiedenen Durchmesserhältnisse der

Stempelchen bedingt waren. Durch länger fortgesetzten Druck können die Röhrenchen mit der stempelförmigen Umgebung ihrer Ausmündung isolirt werden.

Ich habe diese Art der Integumentbildung vorzüglich deshalb angeführt, weil sie in engem Anschlusse an gewisse Mikropylapparate steht, die von der Eihülle (der Insekten bekannt wurden [vergl. *Leuckardt* in *Müller's Archiv* 1855, vorzüglich bei Orthopteren (*Locust. viridissima*, Tab. X. Fig. 16)]¹⁾).

c) Auf der Rückenfläche des Abdominalschildes bemerkt man zwei Reihen von symmetrisch gelagerten Eindrücken, welche nach Innen zu starke Vorsprünge bilden, an der vorzüglich die Muskulatur der Kiemenfüsse ihren Ursprung nimmt. Diesen Cristen entspricht jederseits eine Reihe von einzelnen pyramidalen Vorsprüngen der Kiemenfüsse, die ich einstweilen hier erwähnen will, weil ich unten auf dieses Verhalten wieder zurückkommen muss. Die zuletzt erwähnten Fortsätze des Integumentes sind hohl. Das Integument besitzt hier eine Dicke von $\frac{1}{4}$ ''' , die weiche, hier fest damit verbundene Matrix, welche aussen diese Fortsätze überzieht, ist aus langen, wie Säulchen neben einander liegenden Zellen zusammen gesetzt, die an jene Formen erinnert, wie sie *Kölliker* von der Matrix des Oberkiefers von *Loligo todarus* beschrieb. Die fraglichen Zellen (Fig. 6 A a u. B) messen hier 0,05 — 0,07''' (bei einer Dicke von 0,0030''' . Die abgeschiedene Chitinschicht besteht aus 3 sehr von einander verschiedenen Lagen. Die oberflächlichste, hier einen Hohlraum begrenzend, erscheint als die stärkste, und wird aus 15 — 20 homogenen Lamellen zusammengesetzt, welche auch durchschnittene nicht selten spaltartige Lücken zwischen sich aufweisen. Die nächste oder mittlere zeigt dagegen eine sehr

1) Ein Blick auf die grosse Reihe der bis jetzt schon näher bekannt gewordenen Cuticularbildungen zeigt, dass das Auftreten von Porenkanälen, seien es solche, die durch das Auswachsen von Zellen hervorgehen, oder solche die durch einen uns noch dunkeln Vorgang sich bilden, eine mit der Schichtenbildung selbst verbundene Erscheinung ist, unter welche auch jene Porenkanäle fallen, die seither vielfach an den Eihüllen vieler Thiere aufgefunden worden sind. Man hat diese Porenkanäle der Eihüllen (des sogenannten Chorions) als Mikropylen bezeichnet; gleichzeitig ist aber auch jede Oeffnung mit diesem Namen belegt worden, welche mit der Genese des Eies (oder Eizelle) in Zusammenhang steht, wie die *Keber'sche* Mikropyle des Anodonten-Eies. Somit hat man zwei ganz verschiedene Bildungen zusammengeworfen, Bildungen, die nur in ihrer Bedeutung für den Befruchtungsprocess einiges Gemeinsame besitzen. Dieses Gemeinsame ist aber nur theilweise, ich möchte sagen scheinbar, denn mit dem Eindringen eines Samenfadens in den Mikropylapparat der Schale eines Insekteneies ist noch nicht nothwendig eine Befruchtung erfolgt, da die Mikropyle hier eben nur den Zutritt zum Eie anbahnt, während durch Mikropylbildung an der Dotterhaut (wie z. B. beim Eie der Anodonten) der wirkliche Eintritt in das Ei, resp. in den Dotter, vermittelt wird.

Diese Verschiedenheit in der Bedeutung, sowie das Vorhandensein von gleichen Porenkanälen in zahllosen anderen Cuticularbildungen, die nichts mit dem Eindringen von Samenfadens zu thun haben, sind wohl Gründe genug, um fernerhin einen Unterschied zwischen der wahren Mikropyle des Eies und den Porenkanälen seiner Dotterhaut mit grösserer Strenge zu statuiren. —

undeutliche Lamellenstructur; es ist in ihr nur eine sehr feine Strichelung wahrzunehmen, die auf eine Zusammensetzung aus Lamellen hinweist. In der innersten, der Matrix zunächst gelagerten Abtheilung ist wiederum lamellöse Structur vorherrschend. Die einzelnen Lamellen sind äusserst dünn — an einzelnen Stellen zähle ich deren gegen 80 —, und treten wie die äusserste Schichtenreihe nicht selten in spaltartigen Lücken auseinander. Diese drei Abtheilungen der chitinisirten Cuticularbildung werden wiederum von feinen Porencanälchen durchsetzt, die an der mittleren, nur undeutlich lamellösgebauten Abtheilung am schönsten zu sehen sind und hier auch Verzweigungen darstellen. Die Entfernung der Porencanälchen von einander beträgt fast ebensoviel als der Dickendurchmesser der Zellen in der Matrix, ja da die Elemente der letzteren der innersten Schicht noch ansitzen, möchte man zuweilen glauben, als ob immer je zwischen den Zellen ein Porencanal hervorginge.

Auch die schon mehrfach erwähnten weiteren Canalbildungen fehlen hier nicht, was ich besonders deshalb hervorhebe, weil sie nicht mit Borstenbildungen in Verbindung stehen, sondern diese an der Oberfläche der Integumentschichten enden. Es setzt sich in sie noch eine röhriche Bildung fort, die als eine kolossal verlängerte Matrixzelle sich mir herausstellt. (Auch an andern Theilen der Integumente von *Limulus* habe ich diese verlängerten Zellen gefunden.) Nicht unwichtig ist, dass das Lumen dieser Canäle nicht glattwandig begrenzt ist, sondern durch vielfache Spalten mit den Interlamellarräumen communicirt. Die Canalwandungen erscheinen daher auf dem Längenschnitte vielfach ausgezackt, und das Innere des Canals hat das Ansehen als ob es viele, ziemlich parallel mit einander verlaufende Fortsätze zwischen die einzelnen Lamellen aussende. —

Was nun die Deutung der soeben ausführlicher beschriebenen Integumentbestandtheile angeht, so unterscheide ich erstlich die feineren Porencanälchen, die ich als eine mit der Schichtenabsetzung selbst einhergehende Bildung ansehe, an welcher sich zellige Elemente nicht weiter betheiligen; dagegen sind es die grösseren Canäle, die ich als eine durch Auswachsen von Zellen der Matrix bedingte Bildung ansehen muss. Die Bedeutung dieser grösseren Canäle ist nicht ausschliesslich in der Herstellung einer Verbindung zwischen den meist am Ende der Canäle befindlichen borsten- und haarartigen Bildungen und den innern Theilen, der Matrix nämlich, zu suchen, da auch Porencanäle vorkommen, die nicht mit Anhangsbildungen in Beziehung stehen; ich glaube den physiologischen Werth dieser Canäle vielmehr darin zu erkennen, dass durch sie die Ernährungsvorgänge in den chitini-

sirten Integumentschichten vermittelt werden. Recht auffällig wird diess noch, wenn man sieht, wie das Lumen eines Canals sich in horizontalen Lücken zwischen den feineren Straten fortsetzt, und dadurch wiederum mit den feineren Porencanälen anastomosirt. Diese letzteren sind es dann, welche das Hohlraumssystem vervollständigen, und es namentlich durch Verästelungen zu einem complicirten machen. Solche Verzweigungen der feineren Porencanäle kommen in gewissen Schichten des Integuments von *Limulus* unzweifelhaft vor, und erscheinen auf Horizontalschnitten als ein dichtes, sehr feines Netzwerk. *Leydig* hat solche Verästelungen auch bei *Julus* u. a. beschrieben. Diese Seite des morphologischen Verhaltens der feinen Porencanäle ist von nicht geringem Werthe für eine fernere Vergleichung des gesammten Integumentgewebes der Arthropoden mit anderen Bildungen.

Leydig hat die Vergleichung mit Bindegewebe ausgesprochen, er betrachtet „den ganzen Panzer als chitinisirte Bindesubstanz“ und glaubt „in den Porencanälen die Aequivalente der Bindegewebskörperchen zu erblicken.“ Es muss wohl Jeden beim ersten Blicke eine solche Vergleichung frappiren, der zufolge die äusserste Umhüllung eines thierischen Körpers aus Bindegewebe bestände, und nicht von dem Epithel dargestellt würde, wie die Schule es lehrt. So haben sich denn bereits Stimmen dagegen erhoben, und *Kölliker* erklärt obige Auffassung für unzulässig, und will das Ganze nur als Cuticularbildung gelten lassen, wie denn auch *Leydig* selbst schon in seinen früheren Arbeiten nur diese Bezeichnung gebraucht.

Dennoch kann ich die *Leydig'sche* Vergleichung nicht als eine verfehlt ansehen, wie andere Autoren es wollen, denn ich kann in der Cuticularbildung, als einer von einer Zelle oder von einem Stratum von Zellen ausgehenden Ausscheidung einer sich über oder um die Zelle lagernden Substanz, durch welche eine die Zelle mehr oder minder vollständig einschliessende Umhüllungsmembran gesetzt wird, durchaus nichts wesentlich Verschiedenes von jenen Vorgängen erkennen, wie sie nur bei der Formation der Bindesubstanzen bekannt sind. Ob eine Zelle nur an einem kleinen Theile ihrer Oberfläche (etwa an dem, der gegen eine Höhle des Körpers gerichtet ist, oder der die Oberfläche des Körpers mit bilden hilft), oder an einem grösseren, auch da wo sie an Nachbarzellen grenzt, oder endlich vollständig in ihrem ganzen Umfange secundäre Umhüllungsmembranen setzt, diess alles beruht nur auf einer bloss quantitativen Verschiedenheit des Vorganges, die allein wohl nicht zu einer Trennung, zu einem Auseinanderhalten berechtigen kann, wo es sich um die Auffassung und Vergleichung grösserer Erscheinungsreihen handelt.

Von einem solchen Gesichtspuncte aus dürfte wohl die Vergleichung zulässig sein, sowie auch noch die Beziehung der größeren Porencanäle zu den chitinisirten Schichten einen weiteren Anhaltspunct bietet. Doch darf ich, die physiologische Vergleichung zugebend, *Leydig* nicht beitreten, wenn er in der Integumentbildung ein völliges Aequivalent des Bindegewebes erkennen will, und dem entsprechend die Porencanäle, grössere und feinere, als das Homologe von Bindegewebskörperchen ansieht. Dem steht für die grösseren Porencanäle der Umstand entgegen, dass sich nie Zellen, sondern nur die Fortsätze von Zellen darin finden (wie diess auch *Haeckel* in *Müller's Archiv* 1857 hervorhebt), sowie bezüglich der feineren Canäle die mangelnde Betheiligung jeder Zellenbildung der fraglichen Anschauung hindernd ist. Mit Hinblick auf diese morphologischen Differenzen muss ich die frühere *Leydig'sche* Auffassung der späteren vorziehen, wie denn auch *Haeckel* und *Kölliker* sich in ihren dahin gehenden Arbeiten bereits in gleicher Richtung ausgesprochen haben. —

Vom Bindegewebe und Knorpel.

Während von den verschiedenen Formen, unter denen das Bindegewebe im Thierreiche auftritt, jene, welche aus einer faserig zerfallenen Intercellulärsubstanz und spindelförmig verlängerten, oder verästelten Zellen gebildet ist, unter den Arthropoden vielleicht am seltensten vorkommt, — denn es ist, ungeachtet vieler über Arthropoden-Histologie vorliegenden Untersuchungen, eine hier zunächst sich ausschliessende Form bis jetzt nur beim Flusskrebse (durch *Haeckel* l. c. p. 497 ff.) beschrieben worden, — so ist gerade diese Form bei *Limulus* die verbreitetste, und hier in einem Massstabe ausgebildet, dass man nur etwa ein Wirbelthier dem zur Seite stellen kann. Sie bildet das weiche Gerüste des Körpers, in welches die Organe sich einbetten, und zeichnet, Canäle formirend, dem Blute seine bestimmten Bahnen vor.

Je nach dem Verhalten der Intercellulärsubstanz und der zelligen Elemente ergeben sich mehrere aber keineswegs scharf begrenzte Nüancirungen. Es sind folgende:

a) Bindegewebe mit fast homogener, oder nur streifiger Intercellulärsubstanz, und so an das Gallertgewebe erinnernd, ist am wenigsten verbreitet zu beobachten gewesen. Gefunden wurde es an der Basis der Kiemen, in der Nähe dort befindlicher innerer Fortsätze des Chitinskelets, dann in der Umgebung des Magens, hier vielfach in anderes übergehend. Die zelligen Elemente

sind sternförmig, ihre Ausläufer wenig verästelt. Auf Durchschnitten erscheinen sie oft als blosse Lücken der Grundsubstanz. Kerne und einige (fettartige?) Körnchen sind immer darin zu finden gewesen.

Hieran reiht sich eine Form an, deren homogene Grundsubstanz zahlreiche, netzartig verschlungene, äusserst feine Fasern (den sogenannten Kernfasern ähnliche) aufweist, die aber in ein anderes Gewebe continuirlich verfolgt werden kann.

b) Bindegewebe mit einer in Faserbündel zerfallenen Intercellularsubstanz; die Fasern sind von verschiedener Stärke, erscheinen wellig, lockiggeschwungen, gleich den Fasern des sogenannten netzförmigen Bindegewebes der Wirbelthiere, durchflechten sich aber nicht. Säuren machen die Fasern aufquellen, manche leichter, sehr rasch, manche wiederum schwerer. Zellen sind hier nicht ganz leicht aufzufinden. Mit Kernen besetzte Lücken dagegen sind auf feinen Schnitten immer zu entdecken gewesen (Fig. 7).

Diese Form ist die häufigste. Sie bildet auch an manchen Körperstellen derbe, schräge Bänder, die mit den Sehnen der Wirbelthiere die ganze äussere Beschaffenheit theilen. Die Richtung der Fasern ist dann parallel mit dem Verlauf der Ligamente, die Bindegewebskörperchen sind spindelförmig, mit elliptischen oder stäbchenförmigen Kernen versehen, an deren Enden bei Behandlung mit Essigsäure Reihen von feinen Körnchen sichtbar werden.

c) Intercellularsubstanz in der Umwandlung in elastisches Gewebe. Sub b) wurde schon der schwereren Löslichkeit in Säuren gedacht. Diese Eigenschaft besitzt die Grundsubstanz an sehr vielen Orten, und geht in die eben erwähnte über, indem wirkliche elastische Beschaffenheit noch dazu tritt. Diese Form zerfällt bei der Präparation entweder in eine Menge verschieden dicker, das Licht sehr stark reflectirender Fasern, die unter einander mehrfach zusammenhängen, und sich formell ganz ähnlich verhalten wie das elastische Netzgewebe der höheren Thiere. Sie unterscheiden sich aber davon besonders durch ihr Verhalten gegen Reagentien, denen sie viel geringeren Widerstand entgegensetzen. So quellen sie in Essigsäuren wenig, in Alkalien merklicher auf, ohne eben dabei ihre lichtbrechende Eigenschaft einzubüßen. Ich betrachte desshalb diese Form als ein Vermittlungsglied zwischen den ausgebildeten elastischen Geweben der Wirbelthiere und der Grundsubstanz des Bindegewebes, als eine Form, die sich am besten jungem elastischen Gewebe der höheren Thiere anreihen lässt. — Die zwischenliegende eigentliche Bindesubstanz ist nur sehr gering. Zellen sind

ohne Behandlung durchaus nicht wahrzunehmen, und mit Essigsäurezusatz erkennt man nur Kerne als stabförmige, häufig gebogene, zusammengekrümmte Gebilde in paralleler Richtung mit den Fasern. Es hat den Anschein, als ob bei dieser Gewebsform die ganze Zelle in der Grundsubstanz aufgegangen sei, wie solches von *Haeckel* (l. c.) für das Bindegewebe des Flusskrebses wahrscheinlich gemacht hat. — Das Vorkommen dieses elastischen Gewebes ist über die verschiedensten Körperteile verbreitet, es bildet namentlich die Bänder zwischen Herz und Pericardium, und setzt einen grossen Theil des letzteren zusammen.

Eine höhere Entwicklungsstufe erlangt das elastische Gewebe in der Umhüllung des Nervenschlundringes, der, beiläufig bemerkt, dem grösseren Theile nach aus der hier sehr starken Hülle besteht, gegen welche das Volumen der eingeschlossenen Nervenmasse auffallend zurücktritt. Die Hülle des Schlundringes (auch die einiger grösserer Nervenstämme), besteht aus zahlreichen blättrigen Schichten, die eine gewisse Festigkeit besitzen, und sich makroskopisch wie die Wandung einer mittelstarken Arterie verhalten. Man kann diese Schichten wieder in zahlreiche feinere Lamellen spalten, die dann unter dem Mikroskope stark lichtbrechende, netzförmig durchbrochene (den gefensterten Häuten ähnlich), oder in vielfach anastomosirende Fasermassen aufgelöste Membranen vorstellen. Manche dieser Fasern, die man aus einer durchaus homogenen Substanz bestehen sieht, zerfallen plötzlich an einer Stelle in viele Fibrillen, die theils zu benachbarten Fasern treten, theils sich zu einem breiten, platten Bande vereinigen können. Wirkliches Bindegewebe kommt nur sehr spärlich zwischen den Lamellen vor. Das Verhalten des letzteren zu Reagentien nähert sich mehr dem bei Wirbelthieren bekannten; durch Essigsäure werden aber auch hier Kerne sichtbar, so dass ich über die Entstehung dieses Gewebes das Gleiche wie bei der vorhin erwähnten Form annehmen muss.

Knorpelgewebe ist bis jetzt unter den Arthropoden gänzlich vermisst, unter den Würmern bekanntlich nur bei Capitibranchiaten aufgefunden worden, wo es *Quatrefages* zuerst als eine Art von Kiemenskelet darstellend erkannte, ohne diesem Gewebe seine eigentliche Bedeutung zuzutheilen. Solches ist erst durch *Leydig* geschehen (Histologie p. 164), der diese Bildung den anderen Skeletgebilden der Wirbellosen anreihet. Neuerdings sind dann diese Verhältnisse, bei *Sabella unispira*, von *Kölliker* zum Gegenstande einer ausführlicheren Arbeit (l. c. p. 113) gemacht worden, in der auch alle früheren Beobachtungen zusammengestellt sind. Alle diese Knorpelgebilde der Würmer bestehen aus einfach an einander gereihten Zel-

len, von denen jede mit einer besonderen Verdickungsschicht umgeben ist, welche die Intercellularsubstanz repräsentirt.

Die bei *Limulus* aufgefundenen Knorpelbildungen bieten etwas andere Verhältnisse dar. Bezüglich des Vorkommens derselben bemerke ich, dass die oben einmal erwähnten inneren Fortsätze des Chitinskelets, die zwei vom Rücken des Abdomens hereinragende starke Leisten bilden, sich durch Bindegewebe mit pyramidalen Fortsätzen des Abdominalinteguments der Bauchfläche in Verbindung setzen, und zwar findet sich je einer der letzteren Fortsätze in der Basis einer Kieme, und ein Paar derselben entspricht somit einem Abdominalsegmente. Innerhalb der Bindegewebsmassen, welche von dem Rücken nach dem Bauche ziehen, von den Leisten zu den Pyramiden gehen, liegen die Knorpelstücke, so dass für jedes Segment deren zwei vorhanden sind. Die vielfältigen Muskelursprünge, sowie die gar nicht einfachen Sculpturverhältnisse der inneren Fortsätze, welche ersteren als Ansatzstellen dienen, machen die Topographie dieser Gegend etwas schwierig, und ich bemerke ausdrücklich, dass ich nur im Allgemeinen die Localität des Knorpelvorkommens mit Obigem angedeutet haben will.

Jedes der fraglichen Knorpelstückchen ist allseitig von weicherer Bindesubstanz umgeben, somit beweglich, und nur dadurch, dass es mit einer grösseren Fläche an eine Seite des pyramidalen Fortsatzes des Bauch-Integumentes anlagert, ist eine grössere Beweglichkeit aufgehoben. Die Form der Stückchen ist schwer anzugeben, da an der Peripherie ein continuirlicher Uebergang in Bindegewebe vorhanden ist. Der Durchmesser beträgt etwas über 2^{'''}. Schon äusserlich fühlen sich diese Parthien fester an; auf Durchschnitten bestehen sie aus einer weichlichen, bläulich schimmernden Substanz, die man schon mit dem blossen Auge für Knorpel erklären möchte, in Weingeist aufbewahrte werden gelblich und erscheinen im Centrum in eine krümlige Masse zerfallen.

Das Mikroskop lehrt über die Structur dieser Gewebtheile Folgendes: Präparate aus der Mitte entnommen stellen sich bei geringer Vergrösserung (bis 150) als ein Trabekelsystem dar, welches von leicht gelblicher Färbung und starkem Lichtbrechungsvermögen erscheint, das viele verschieden grosse Hohlräume einschliesst, die alle von Zellen ausgefüllt werden. Die Anwendung stärkerer Vergrösserung giebt genaueren Aufschluss: Man sieht nun 0,010—0,065^{'''} grosse, ovale oder rundliche Kapseln mit beträchtlich verdickten Wandungen so an einander gelagert, dass sie sich gegenseitig in den verschiedensten Verhältnissen comprimiren, manchmal auch polygonal abflachen. Diese Kapseln berühren sich jedoch

niemals mit ihrer ganzen Oberfläche, so dass da wo drei oder mehr derselben an einem Orte zusammen stossen, noch kleine Räume dazwischen übrig bleiben, die je nach der Zahl der zusammentreffenden Kapseln 3-, 4- oder 5eckig auf dem Durchschnitte sind. Die Dicke der Kapselwände steht mit der Grösse in gleichem Verhältnisse.

Alle die grösseren Kapseln sind durch Scheidewände in secundäre Räume getheilt, die wiederum durch besondere Wandungen, denen der äusseren Kapsel ähnlich, von einander sich abgrenzen. Sowohl die Wandungen der grösseren Kapseln als ihre Scheidewände lassen auf Querschnitten eine deutliche Schichtung wahrnehmen, aus der man, im Zusammenhalt mit der Anordnung der Zellen bergenden Hohlräume innerhalb der grösseren Kapseln (Fig. 1 a) schliessen kann, dass hier ein sehr intensiver Zellentheilungsprocess sich mit der Bildung von Umhüllungsmembranen als secundären Ausscheidungen combinirt. Jeder der grossen Kapseln ging eine sie ausfüllende Zelle voraus, die durch Abscheidung die äussersten Schichten der Kapselwand setzte; eine erfolgte Theilung der Zelle in zwei oder vier, gleich oder ungleich grosse Zellen gab dann zur Entstehung der Scheidewände den Anstoss, die sich auf gleiche Weise bildeten (Fig. 1 b) wie die äusseren Schichten der ersten Kapsel, und so schritt der Process weiter, bis die ursprünglich einfache Zelle in eine grosse Anzahl von Tochterzellen zerfallen war, welche die letzten, kleineren Hohlräume erfüllen, und durch ausgeschiedene Scheidewände von einander getrennt sind. Ein Schema dieses Vorganges habe ich auf der beigegebenen Tafel in Fig. 2 dargestellt, und durch sie lassen sich dann die Bildungen, wie sie in Fig. 1 nach der Natur dargestellt sind, leicht verstehen. Nach aussen hin, d. h. gegen die Bindegewebbegrenzung, werden die Kapseln kleiner, enthalten weniger secundäre Hohlräume, bis ganz an der Grenze die Schichtenbildung der Kapselwände erlischt, und nur noch eine homogene, höchstens fein körnige Intercellulärsubstanz auftritt, die continuirlich in die Grundsubstanz des Bindegewebes übergeht.

In der Grenzschicht ist die genetische Zusammengehörigkeit der einzelnen eingestreuten Zellen nur durch die nähere Aneinanderlagerung einiger oder mehrerer derselben ausgedrückt. Ausser dieser „Gruppierung“ erkennt man die gleiche Genese auch noch dadurch, dass die correspondirenden Flächen von 2 oder 4 Zellen resp. Hohlräumen weniger oder gar nicht gewölbt sind.

Die Faserung des Bindegewebes erstreckt sich an manchen Stellen in die Intercellulärsubstanz des anderen als Knorpel angeführten Gewebes herein.

Die centraler gelegenen, grossen, primären Kapseln scheinen nicht sehr innig mit einander verbunden zu sein; an Weingeistpräparaten sind sie sehr gelockert, liegen auch wohl isolirt, und bedingen die krümmliche Beschaffenheit der Knorpelmitte. Mit dem Homogenerwerden der Intercellularsubstanz, da, wo die schichtenförmige Ablagerung um die secundären, tertiären u. s. w. Zellen aufhört, gewinnt das Gewebe an Resistenz. Zwischen beiden Zuständen sind alle Uebergangsformen zu beobachten gewesen.

Was die Zellen angeht, so sind diese nur an frischen Präparaten sichtbar gewesen. Ihre Membran ist äusserst hinfällig, und kommt hierdurch sehr mit dem „Primordialschlauch“ d. i. der Membran der pflanzlichen Zelle überein. Der Inhalt ist weich, und fast flüssig zu nennen, daher die geringste Verletzung bei Durchschnitten etc. sogleich die Zelle zerstört. Der Kern wurde immer beobachtet, häufig bisquitförmig, in der Theilung; sonst oval. Er liegt central.

Der Bau dieses Gewebes, und vorzüglich sein unzweifelhafter Uebergang in Bindegewebe, in welches nicht allein die Intercellularsubstanz, sondern auch die zelligen Elemente als Bindegewebszellen ohne scharfe Grenze verfolgt werden können, berechtigt mich, wie ich glaube, es dem „Knorpelgewebe“ als eine Unterabtheilung der Bindesubstanzen beizählen zu dürfen. Die in Form von Kapseln sich darstellenden Ablagerungen um die verschiedenen Zellengenerationen, deren frühere Zustände durch sie ausgedrückt sind, sind völlig analog den „Knorpelkapseln“, wie sie längst von Wirbelthieren bekannt sind.

Das chemische Verhalten der Knorpelkapseln, denn so dürfen wohl nach dem eben Gesagten jene Schichten-Systeme bezeichnet werden, ist etwas verschieden von jenem der Knorpelkapseln der höheren Thiere; sie lösen sich nämlich weder in schwachen Säuren, Essigsäure und verdünnter Schwefelsäure, vollständig auf, noch zeigen sie bei Behandlung mit kaustischen Alkalien eine Veränderung, selbst nicht bei längerer, tagelang fortgesetzter Behandlung mit diesen Reagentien. — Unverdünnte Schwefelsäure, sowie Salpetersäure lösen sie dagegen theilweise, woraus sich ein ähnliches Verhalten wie bei Chitin ergibt. Die Lösung ist jedoch auch hier keine vollständige zu nennen, denn nach langer Behandlung bleibt immer noch ein zartes Gerüste, welches die Form der Kapseln andeutet, übrig, so dass hier vielleicht ein chemischer Körper vorliegt, der sich in die ohnediess schon verwandte Reihe der Chitin- und Chondrinbildungen einfügt.

Auch in den Kiemenblättchen kommt eine ähnliche Knorpelbildung vor. Es werden nämlich beide Wände eines Blättchens durch zahlreiche feste Brücken unter

einander verbunden, welche alle aus einer homogenen Grundsubstanz bestehen, und eine Anzahl von Höhlen umschliessen, in welchen Zellen eingebettet sind (Fig. 3). — Die Intercellularsubstanz geht unmittelbar in die Cuticularschicht über, welche die Kiemenlamelle überzieht.

Von den Nerven.

In die allgemeine Anordnung des Nervensystems, soweit sie an meinem Exemplar untersucht werden konnte, kann ich nur *vander Hoeven's* (Recherches sur l'histoire naturelle et l'anatomie des Limules. Leyde 1838.) Angaben bestätigen.

Bezüglich des feineren Baues soll die schon oben angeführte dicke Umbüllung des Schlundringes erwähnt werden, derzufolge der eigentliche Nerventheil des Schlundringes relativ klein erscheint. Auch die peripherischen Nerven sind sämtlich von einer dicken Hülle umgeben, die sogar noch makroskopisch erkennbar ist.

Die Elemente der peripherischen Nerven sind schöne, wohl von einander gesonderte und durch Präparation leicht isolirbare Fasern. Ihre Breite beträgt 0,0056''—0,0080''. Jede derselben besteht aus einer zwar zarten aber doch stets darstellbaren Hülle oder Scheide, die einen homogenen, hier und da moleculär getriebten Strang umschliesst. Durch Druck wird der Inhalt leicht zum offenen Ende der Scheiden ausgetrieben, und letztere collabiren dann zu streifigen oder faltigen Gebilden. Kerne von länglicher Gestalt (0,007'' lang) besetzen in regelmässigen Abständen die Scheide. Theilungen der Fasern habe ich nur in der Ausbreitung eines Nerven an einem Fussmuskel gesehen, nur etwa 2—3 mal; im Verlauf einer Faser sind sie mir niemals vorgekommen; auch vermisste ich Einlagerung von Ganglienzellen, auf welche Verhältnisse ich den ganzen Verlauf zweier sehr langer Nervenstämmchen im frischen Zustande geprüft habe, so dass ich die Uebereinstimmung der Primitivfasern des Nervensystems der Pöcilopoden mit jenen der um vieles höher stehenden Decapoden einstweilen als die einzige sichere Thatsache hinstellen muss. —

Von den Kreislaufsorganen.

Die mehrerwähnte treffliche Monographie *vander Hoeven's* hat uns mit dem Herzen und mehrern Arterienstämmen des *Limulus* bekannt gemacht, allein die Verhältnisse der übrigen Blutbahnen sind nicht erörtert, und auch die Art der Circulation ist mehr vermuthungsweise ausgesprochen worden, so dass in dieser Organsphäre noch mehreres zu ermitteln oder festzustellen galt.

Ueber Form und Bau des Herzens habe ich nichts beizufügen. Es liegt in einem grossen, bis an den Ursprung der vorn und hinten von ihm abgehenden unpaaren Arterien reichenden Sinus eingeschlossen, der der Ausgangspunct meiner Untersuchungen, bezüglich der Circulation, geworden ist. Obgleich einzelne Theile dieses Sinus, anderer Präparationen wegen, nicht gut zu erhalten waren, so war doch Folgendes zu constatiren:

a) Die Innenfläche des Sinus ist glatt, auch an jenen Stellen, wo einzelne Organtheile (z. B. Ovarialschläuche) sich buchtig eindrängen, so dass Eine Membran den ganzen Blutbehälter auszukleiden scheint. Diese Membran ist an vielen Stellen anatomisch darstellbar, sie überbrückt die umliegenden Organe, und füllt die zwischen denselben bestehenden Lücken.

b) Seitlich im Boden des Blutbehälters liegen mehrere Oeffnungen (ich habe deren mit Bestimmtheit nur zwei auf jeder Seite erkannt), die jedoch ziemlich versteckt angebracht sind, indem sich von vorn her schräg über sie eine Duplicatur der Sinuswand ausspannt; der Zugang zu den Oeffnungen ist daher am besten von hinten zu suchen. Die Oeffnungen führen in Canäle. Ein jeder derselben steigt nach unten und aussen; sein Verlauf adaptirt sich aber vielfach der Lagerung der übrigen Organe, namentlich der Ovarialschläuche, so dass er bald enger bald weiter erscheint, und nach den verschiedensten Seiten hin ausbiegt.

c) Die Wandung dieser Canäle ist die Fortsetzung der glatten Wand des Pericardialsinus, sie hängt aber auch, innig verbunden, vielfach mit jenen Theilen zusammen, an denen sie vorüberzieht. Die Wandung ist anatomisch darstellbar, so dass der Canal nicht als eine blosser Lücke zwischen den Organen erscheint. Will man ihn aber als einen in die „Gewebe“ eingegrabenen Hohlraum auffassen, so habe ich nichts dagegen einzuwenden.

d) Die Canäle gehen an die benachbarte Kiemenbasis. Der eine hintere, dessen Verlauf ich genau verfolgt zu haben glaube, theilt sich unterwegs (am untern Drittel seines Verlaufs) in zwei fast gleich starke Aeste, einer an die letzte, der andere an die vorletzte Kieme tretend. In dieselben beiden Kiemen der andern Seite konnte auch vom entsprechenden Canale aus Luft eingeblasen werden.

e) Der Eintritt des Astes in die Kiemen ist an der vorderen oberen Seite; er läuft hier, immer enger werdend, an der Basis der einzelnen zahlreichen Blättchen hin, deren Binnenräume mit entsprechenden Oeffnungen in ihn einmünden.

f) Diese Canäle dürften somit als Aequivalente von Kiemenvenen zu betrachten sein.

Wie sich die vorderen Canäle verhalten, ob sie die drei vorderen Kiemenpaare versorgen, oder ob ausser ihnen noch ein Paar existirt, ist mir unbekannt geblieben. Das aber muss ich behaupten, dass von den Kiemen zum Herzen (oder zum Pericardialsinus) ein völlig geschlossener Weg führt.

Der Verlauf der arteriellen Gefässe ist noch schwieriger zu erforschen, da die beiden seitlich vom Herzen entspringenden nur eine kurze Strecke weit, nachdem sie durch die Pericardialwand hindurchgetreten sind, mit dickeren Wandungen erscheinen, alsdann aber zu dem umliegenden Gewebe sich ebenso verhalten, wie diess von den Kiemenvenen berichtet ward. Länger selbstständig bleiben die beiden unpaaren, vorn und hinten vom Herzen entspringenden Stämme, von denen der erstere noch 3'' weit als eine dickwandige, dicht auf dem Rücken verlaufende Röhre zu verfolgen war, von der zwei Paar seitliche Aeste nahebei rechtwinklig sich abzweigten.

Das fernere Verhalten der arteriellen Blutbahn ist mir an vielen Körperstellen klar geworden. Die Wände der Arterien gehen nämlich ohne bestimmte Grenze in die Wandungen von canalartigen Hohlräumen über, die unter einander vielfach anastomosiren. Es stellen diese zwischen die Organe eingegrabenen Canäle ein Capillarsystem vor, obgleich sie durch die meist nicht unbeträchtliche Weite ihres Lumens sowie durch die Verschiedenheit in der Structur der Wandungen von den Haargefässen im engeren Sinne abweichen.

Aus diesem Gefässnetze sammeln sich grössere Stämme oder vielmehr Hohlräume, welche an der Bauchfläche, zwischen den Kiemen, in einem grösseren Sinus zusammenfliessen.¹ Die Wandungen derselben sind weit weniger bestimmt abgegrenzt, als die des Pericardialsinus, ja sein Lumen wird sogar vielfach von Muskeln durchzogen. Alle seine Begrenzungen sind jedoch von Bindesubstanz überkleidet, so dass nur die letztere es ist, welche die Wandung vorstellt, und auch dieser Blutbehälter als ein in die Bindesubstanz des Körpers eingegrabener Hohlraum angesehen werden kann. Die Ausdehnung des Bauchsinus erstreckt sich längs der Kiemen, vorn sogar noch über dieselben hinaus. An beiden Seiten öffnet er sich in die fünf Kiemenpaare, so zwar, dass die Basis jedes Kiemenblättchens durch eine lange Spalte mit dem benannten Blutbehälter in Verbindung steht.

Während so das Blut durch eine grössere Oeffnung in ein Kiemenblättchen tritt, wird es durch eine sehr kleine Oeffnung in die Kiemenvene abgeführt, und eben dadurch wohl ein längeres Verweilen in den Kiemen befördert. — Durch den Bauchsinus stehen auch sämmtliche Kiemen mit einander in Verbindung, und dar-

auf muss auch die Angabe *van der Hoeven's* bezogen werden, dass durch Einblasen von Luft in ein Kiemenblättchen nicht nur die übrigen Blättchen derselben Kieme, sondern auch die anderer Kiemen und ein Abdominalhohlraum gefüllt werden konnten.

Auch in den Kiemenlamellen fehlen besondere Gefässe. Der zwischen den beiden Duplicaturen der Wandung der Blättchen eingeschlossene Raum ist von zahlreichen aber weit von einander abstehenden Pfeilern durchzogen, welche die beiderseitigen Flächen unter einander verbinden, und nicht minder ein Zusammenfallen der Kiemen verhindern, so dass sie mich dadurch an ähnliche Bildungen im Cephalothorax von *Phyllosoma* erinnerten. In diesem zwischen den Pfeilern übrig bleibenden, weiten Raume, der an beiden Flächen nur von einem das Cuticularintegument absondernden Platten-Epithel begrenzt wird, findet das Blut seine Bahn, ohne dass irgend welche Canäle darin abgegrenzt wären. --

Histologisches. Das Herz besitzt äusserlich eine dünne Bindegewebsschicht, dann folgt ein wenig entwickeltes muskulöses Längsfaserstratum, zuletzt dann nach Innen die beträchtlich dünne Ringfaserschicht.

Das Bindegewebe besitzt eine grösstentheils homogene Intercellularsubstanz, nur an manchen Stellen wenige Fibrillen, so dass es an manchen Orten wie eine „Glashaut“ erscheint. Verdickungen dieser Schicht sind an den venösen Ostien vorhanden, wo es einen sehr festen, fast knorpelhaften Rand bildet. Auch die Klappen daran werden von ihm hergestellt. Es sind diese nach Innen vorspringende halbmondförmige Falten, die nach hinten zu über die Oeffnung hinwegragen.

Die Muskelelemente, sowohl der longitudinalen als der circulären Schicht, sind überall ziemlich gleichartig. An der letzteren springen sie in zahlreichen Bündeln trabekelartig ins Innere vor; die Länge einer Faser ist sehr beträchtlich und bis zu 0,8''' sind sie nicht schwer zu isoliren. Die Breite beträgt 0,024'''—0,030'''. Sie besitzen eine dünne Hülle, die von Stelle zu Stelle einen elliptischen Kern eingelagert zeigt, und sind im übrigen von fast homogener Beschaffenheit, im frischen Zustande ohne Tendenz zur Fibrillenbildung, welche letztere erst in Weingeist durch eine feine Längsstreifung sichtbar wird. Eigenthümlich verhält sich die Querstreifung. Diese läuft nicht gleichmässig über und um die ganze Faser, sondern ist nur in weiten Abständen sichtbar. Von Stelle zu Stelle sind 2—3, selten 4, ziemlich seichte Querfurchen ersichtlich, die nahe bei einander stehen, und meist nur $\frac{1}{3}$ bis die Hälfte der Circumferenz umfassen. Erst in Weingeist zeichnen sich diese

Querstreifen schärfer ab. — Ein endocardiales Epithel habe ich nicht aufzufinden vermocht.

Die vom Herzen zur Wandung des Pericardialsinus verlaufenden Fasern, welche *van der Hoeven* den Flügelmuskeln des Insektenherzens vergleicht, enthalten durchaus keine muskulösen Elemente. Es sind verästelte, oft auch plattenförmig gefaltete Fasern, die von einem aufs Pericard sich fortsetzenden Plattenepithel überkleidet sind, und die ganz in jene Gewebsabtheilung fallen, die ich oben als elastisches Gewebe beschrieben habe. Damit stimmt denn auch vielmehr ihre physiologische Bedeutung überein. Die Wandung des Pericardialsinus besteht vorzüglich aus Bindegewebe; dazwischen finden sich aber auch quergestreifte Muskelfasern, die sich, seitlich und am Boden wenigstens, zu einem besondern Stratum vereinigen. Ein Plattenepithel bekleidet die Innenfläche. Bezüglich der Fortsetzung desselben in die Kiemenvenen kann ich keine sichere Angabe machen, da ich darüber am frischen Thiere keine Untersuchung anstellen konnte. Dagegen muss ich das Vorkommen von Epithelien in den übrigen Gefässen sowie gefässartigen Räumen in bestimmte Abrede stellen. —

Die Anordnung des Circulationsapparates der Pöcilopoden bildet nach dem oben Auseinandergesetzten ein wichtiges Mittelglied in der Reihe der Gefässapparate der Crustaceen, und ich glaube sie unmittelbar zwischen jene Form stellen zu müssen, wie sie bei *Astacus* und wohl allen höheren Decapoden besteht, und jene, wie ich sie an einem andern Orte (*Miller's Archiv* 1858.) von Phyllosomen beschrieben habe. Die Eigenthümlichkeit besteht vorzüglich darin, dass die venösen Blutströme — überhaupt alle aus den Arterien kommenden — nicht mehr einfach den Körperhohlraum durchlaufen, neben einander, sich vereinigend oder trennend, wie es gerade die anatomische Anordnung der bespülten Organe bedingt, vielmehr dass jegliche Strombahn einen für sich abgegrenzten, weil in einem umwandeten Raume stattfindenden, Verlauf besitzt. Eine solche Einrichtung wird bei *Limulus* durch die reiche Entfaltung des Bindegewebes bedingt, welches alle Organe umhüllt, und sich vielfach zwischen sie einlagert. Eben dadurch wird der Raum, der sonst als Leibesraum bestände und einen grossen Blutraum vorstellen würde, wie bei den Insekten und vielen niederen Krustenthieren, in vielfältige engere, unter einander endlich communicirende Hohlräume geschieden, die als ebensovielen selbstständige Canäle auftreten, und dadurch nicht mehr bloss physiologische Aequivalente von Gefässen sind, sondern auch anatomisch der Gefässbildung enger sich anschliessen.

Gehen wir nun einen Schritt weiter, und lassen wir die das Capillaren- und

Venensystem ersetzenden Canäle oder Lacunen enger, ihr Netzwerk reicher werden, lassen wir die Wandungen dieses Capillarnetzes oder der Venenräume selbstständiger auftreten, in histiologischer Beziehung von den benachbarten Bindesubstanzmassen strenger differenzirt, so erhalten wir ein vollkommen ausgebildetes, geschlossenes System der Kreislauforgane.

Andererseits kann aber auch von demselben Ausgangspunkte aus die Brücke geschlagen werden über jene Kluft, die zwischen dem Kreislaufe in geschlossenen Gefässen und jenem in weiten Hohlräumen des Körpers besteht. Eine geringere Massenentfaltung der Bindesubstanzen wird die, den verschiedenen Organen sich adaptirenden Bluteanäle ausdehnen, zu weiten Sinussen umbilden, und endlich in dem grossen Binnenraume des Körpers aufgehen lassen, in welchem vielmehr die Organe das Blut aufsuchen, als das Blut die Organe. —

Es mag von einem solchen Gesichtspunkte aus wohl gerechtfertigt erscheinen, die Anlage aller Circulationsorgansysteme der Arthropoden als nach einem gemeinsamen Plane gebildet, zu erkennen, und jenen Standpunct zu verlassen, der zwischen einem geschlossenen Gefässsysteme und einem völlig lacunären, wo das Dorsalgefäss den einzigen Apparat bildet, eine typische Verschiedenheit statuiren möchte. Auch die für die übrigen grossen Thiergruppen aufgefundenen Thatsachen drängen mächtig zur Erkenntniss der zu Grunde liegenden Einheitsidee im Kreislaufapparate, von welchem bisher viel zu einseitig nur die Ausgangs- und Endformen beachtet worden sind. —

Von den Geschlechtsorganen.

Der ganze weibliche Geschlechtsapparat füllt bei weitem den grössten Theil der Leibeshöhle) dergestalt aus, dass die überall sich einschiebende Verästelung der Leber fast nur wie spärliches Zwischengewebe sich ausnimmt, welcher erstaunlichen Entwicklung von Eiern auch *van der Hoeven* gedenkt.

Im Ganzen betrachtet bestehen die Ovarien aus einer Unzahl von Schläuchen des verschiedensten Calibers (die feinsten von einem Durchmesser von $\frac{1}{5}$ “, die stärksten von $\frac{1}{2}$ “), die sich vielfach durch einander flechten, und von denen die stärkeren unter mannichfachen Windungen mit einander anastomosiren. Diese letzteren formiren somit eine Art von Netzwerk, dessen Maschenräume von den Biegungen der Schläuche selbst zum grössten Theile ausgefüllt werden, so dass namentlich gegen die Mitte des Cephalothorax zu, für die Leberverästelungen nur

wenig Raum übrig bleibt. Die Windungen der grösseren Schläuche bilden zuweilen Divertikel, die in höherem Grade wieder in Verästelungen übergehen.

Zwischen dem Ovarialgeflechte jeder Seite bestehen (was von *van der Hoeven* nicht erwähnt wird) starke Anastomosen, die jedoch nur an einer Stelle vorkommen, so dass vor und nach dieser beide Hälften getrennt sind, wenn auch die Schläuche der einen Seite sich mehrfach auf die andere begeben. Durch diese Verbindung beider Ovarialhälften reiht sich *Limulus* an viele andere Krustenthier an, wo gleichfalls ein unpaarer Abschnitt der inneren Genitalorgane vorhanden ist.

Durch das Zusammentreten von 3 grossen Röhren etwas hinter der Mitte des Cephalothorax entstehen jederseits die Wurzeln für die Eileiter, die von hier aus in schwachem Bogen nach unten und hinten verlaufen, um an der von *van der Hoeven* beschriebenen Stelle auszumünden.

Die Vertheilung, der Verlauf und die Anastomosenbildung der Eiröhren lassen durchaus keine strenge Symmetrie zwischen beiden Körperhälften wahrnehmen, und solche erscheint erst bei den Eileitern.

Reife Eier waren sowohl in den beiden Oviducten, als auch in den grösseren und mittleren Eiröhren vorhanden, wo sie sich polygonal gegen einander pressen, während sie nach aussen zu die Wandung der Eiröhre hervordrängen. Diese Wandungen sind von beträchtlicher Zartheit, selbst noch an den Röhren grösseren Calibers, so dass sie äusserst leicht einreissen und den Inhalt hervortreten lassen. Diess Verhältniss nimmt besonders zu an den mittleren Röhren, deren Wände noch dazu innig mit dem Gewebe der Leber verbunden sind, so dass es oftmals nur durch Berücksichtigung des Inhaltes — der Eier nämlich — möglich wird, die Züge und Verbindungen der Ovarialröhren auf grössere Strecken zu verfolgen.

Für den feineren Bau ist Folgendes zu bemerken:

a) Aeusserlich findet sich an den Eiröhren ein starkes Stratum von Binde-substanz, deren schon oben mehrfach gedacht ist. Daran schliesst sich nach Innen zu

b) eine Muskelschicht, aus mannichfach sich durchkreuzenden quergestreiften Fasern zusammengesetzt, am stärksten an den dicken Röhren, gegen die feinsten zu sich verlierend. Die Querstreifung ist sehr verschiedengradig; manchmal ist eine Faser zu beobachten, die an einer Stelle dichte Querstreifen zeigt, dann gegen die Enden zu völlig platt wird. Auch die Dicke der Fasern wechselt; stärkere lösen sich nach und nach in feinere auf, verästeln sich oder anastomosiren mit

anderen, so dass man es hier mit vielen Modificationen derselben Gewebselemente zu thun hat.

c) Innen sieht man an den grösseren Eiröhren auf einer ganz dünnen Lage von Bindegewebe (?), welches zuweilen sich fast structurlos zeigt, ein einfaches Epithelium aufgelagert, welches von platten, sehr leicht vergänglichen Zellen dargestellt wird, und zu innerst ein homogenes, sehr resistentes Häutchen, eine Cuticula, trägt.

An den Röhren des feinsten Calibers bildet das genannte Epithel eine mehrfache, und desshalb viel dickere Zellenlage, in der die innersten Zellen zugleich die grösseren sind. Es sind diese nicht mehr plattenförmig, sondern rundlich, oder durch gegenseitigen Druck polyedrisch gestaltet. Einzelne der innersten Zellen sind durch ihre Grösse gegen die übrigen auffallend, sie ragen hügelig ins Lumen des Ovarialschlauches hinein, und stülpen die Cuticula vor sich her. Andere Präparate zeigen noch grössere solcher Zellen, die noch weiter sich vordrängen, oder auch sogar nur durch einen kurzen Stiel mit der Wand der Eiröhren in Verbindung stehen (vergl. Fig. 9 b').

Diese sich abhebenden Zellen entwickeln sich zu Eiern, die Zellen des Epitheliums stellen somit die Eikeime vor. Von dieser Entwicklung habe ich vollständige Reihenfolgen vor Augen gehabt. Die Epithelzellen setzen sich immer noch eine Strecke in dem Eistiel fort, und zeigen sich von derselben Beschaffenheit wie die unter der ebenen Cuticula liegenden. Die grössten dieser gestielten Eier messen 0,08^{mm}. Sie sind vollkommen rund und mit einem feinkörnigen Dotter versehen. Die Dotterkörperchen werden gegen die Mitte zu grösser, lagern sich namentlich dicht um das runde, helle Keimbläschen, welches stets einen etwas dunkleren Keimfleck umschliesst.

Eine Dotterhaut ist mir nie zu Gesichte gekommen, und ausser der Cuticula besitzt das Ei, in diesem Stadium wenigstens, keine besondere, auf eine Zellenmembran zurückführbare Hülle, so dass hier ein Fall vorliegt, wo eine früher mit einer Membran versehene Zelle — eine solche Membran ist an allen oberflächlichen Epithelzellen der Eiröhren nachweisbar gewesen — die Membran in späteren Stadien (durch Resorption?) verliert, und so auf eine niedere Entwicklungsstufe zurücktritt. Freilich geht die Zelle mit dieser Umwandlung eine neue Bedeutung ein, sie wird zum Eie.

Die vom Stiele abgelösten, frei gewordenen Eier zeigen noch einige Zeit die frühere Verbindungsstelle als eine mikropylenartige Oeffnung. Am vollkommen rei-

fen Eie muss diese sich aber geschlossen haben, da ich vergeblich mehrmals nach ihr suchte. Mit dem noch längere Zeit fortschreitenden Wachstum des Dotters geht zugleich eine Vergrösserung der Cuticula vor sich; diese letztere wird zur Eihülle, und zeigt auch eine merkliche Verdickung, so dass sie am reifen Eie die der frisch abgelösten um's Dreifache an Dicke übertrifft.

Erklärung der Tafel.

- Fig. 1. Gruppe von Knorpelhöhlen, drei vollständige Mutterzellen mit ihren Kapselschichten umfassend, in deren Innerem die Kapselschichten der Tochterzellen erster, zweiter und dritter Reihe sichtbar sind. Innerhalb einer der letzteren liegt eine Knorpelzelle.
- Fig. 2. Schematische Darstellung der Schichtenformation, auf die Zelltheilung zurückgeführt.
1. Mutterzellen; 2., 3., 4., 5., 6. Tochterzellen.
- Fig. 3. Knorpelgewebe aus den Kiemenblättchen.
- a. Homogene Intercellularsubstanz.
 - b. Knorpelhöhlen.
 - c. Zellen.
- Fig. 4. Vom Integumente der Kiemendeckel.
- a. Aeussere Mündung der Porenkanäle.
 - b. Umgebender Hals.
- Fig. 5. Senkrechter Durchschnitt derselben Stelle, deren Oberfläche am unteren Rande sich schräg von der Seite darstellt.
- a. Mündung der Porenkanäle, a' Fortsetzung derselben.
 - b. Stempelchen, Verdickungen um die Mündung der Porenkanäle, durch Druck aus entsprechenden Vertiefungen hervorgetreten.
- Fig. 6. A. Querschnitt durch einen Integumentfortsatz.
- a. Matrix aus langen Cylinderzellen.
 - b., c., d. chitinisirte Straten des Integuments.
 - e. feine, canalartige Lücken.
 - p. p' grosse Porenkanäle; p' weicher Inhalt eines solchen.
- B. Zwei isolirte Zellen aus der Matrix.
- b. deren Kerne.

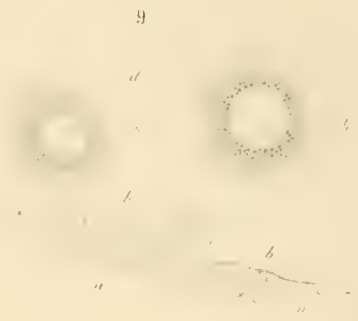
Fig. 7. Bindegewebe mit faseriger Intercellularsubstanz von einem sehnigen Ligamente.

- a. Hohlräume — Bindegewebskörperchen.
- b. deren Kerne.
- c. Fettkörnchen.

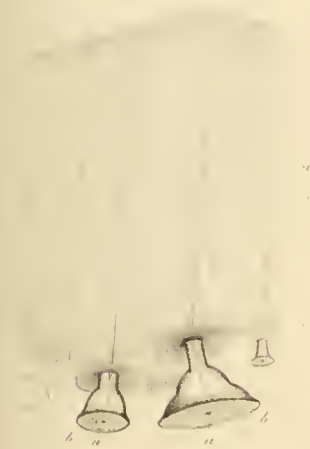
Fig. 8. Dasselbe Gewebe nach Behandlung mit Essigsäure.

Fig. 9. Von der Innenfläche eines Ovarialschlauches.

- a. Zellenstroma — Epithelium.
 - b. dessen Cuticula. b' Eistiel. b'' Cuticula zur Eihülle werdend.
 - c. Keimbläschen.
 - d. Keimfleck.
-



5.



1.



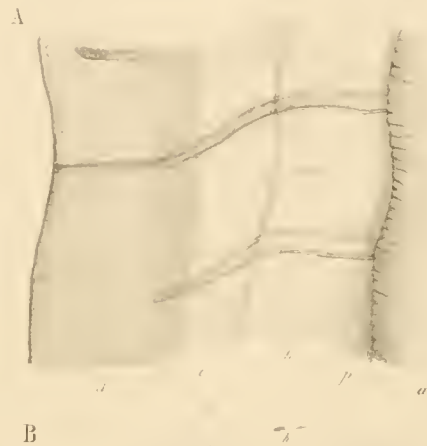
4.



7.



6.



8.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Halle](#)

Jahr/Year: 1858

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Gegenbaur Karl (Carl) Anton

Artikel/Article: [Anatomische Untersuchung eines Limulus 227-250](#)