

der Reduktion der Antheren die Dorsiventralität der Blüte nicht überall gleich stark sich geltend macht, ist derzeit ebensowenig zu erkennen, als warum die Staubblätter bei der einen Art simultan, bei der anderen sukzedan auftreten. Dass sie aber bei manchen Formen ungemein deutlich hervortritt, geht, wie mir scheint, aus dem oben Mitgeteilten hervor.

Es ist nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, denn die teleologische Betrachtungsweise hat angenommen, dass in solchen Fällen wie dem von *Viola silvatica* nur die Staubblätter übrig bleiben, welche wegen ihrer Lage zum Pistill für die Befruchtung in der günstigsten Lage sind. Wir aber führen (ohne die Vorteilhaftigkeit der Tatsache zu leugnen) das Übrigbleiben dieser Staubblätter auf die Gesamtsymmetrie der Blüte zurück, die sich auch darin ausspricht, dass in den kleistogamen Blüten das unterste Blumenblatt größer und breiter zu sein pflegt als die übrigen, obwohl es gar keine Funktion mehr hat (Fig. 6, III).

(Fortsetzung folgt.)

Studien über Kutikulargenese und -Struktur und ihre Beziehungen zur Physiologie der Matrix.

I.

Das Ephippium von *Daphnia pulex*.

Von Dr. Max Wolff.

Assistent am Zoologischen Institut zu Jena.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Jena.)

(Fortsetzung.)

Die einzelnen Kammern des Ephippiums (vgl. Fig. 1, 2, 4 u. 5), deren Wände siebartig oder auch ähnlich einer gefensterten Membran durchbrochen sind (vgl. besonders Fig. 5, bei der ich mein besonderes Augenmerk auf die genaue Wiedergabe der feineren Details gerichtet habe), öffnen sich nach der Matrix zu. Das heißt, einen gewissen Abschluss scheint bei oberflächlicher Betrachtung ihr Lumen wohl zu finden (vgl. Fig. 1). Sieht man aber genauer zu, so bemerkt man, dass die Kammerwand der Matrix, resp. der von ihr in dem abgebildeten Stadium eben abgeschiedenen, dünnen Chitinlamelle der jungen Schale nicht direkt aufliegt, dass sich vielmehr zwischen beide (vgl. Fig. 5) ein sehr feines Fadengerüst einschleibt, in dessen Balkenwerk sich die Kammerwand sehr schnell verliert. Dieses Gerüst muss enge Beziehungen zur Genese und vielleicht auch zur Ekdysis des Ephippiums besitzen und für die Kuppellamelle charakteristisch sein, denn es findet sich ausschließlich unterhalb des Kammerwerkes und, wo die Kammerung fehlt — also unter der Logenwand und dem Saume des Ephippiums —,

nur soweit die ephippiale Chitinlamelle reicht. An diesen letzten Stellen verbindet es sich mittelst der später zu beschreibenden Fibrillenendkegel direkt mit der Kuppellamelle. Diese Verhältnisse zeigen Fig. 8, die ein Stück der Logenwand, und Fig. 9, die gerade die unterste Grenze des Ephippiums wiedergibt. Hier sieht man aufs deutlichste, dass an derselben Stelle, wo ephippiale und Schalen-Chitinlamelle miteinander sich vereinigen, auch das mit der ersten in Verbindung stehende Gerüstwerk aufhört. Weniger deutlich ist dies an dem Schnitte zu sehen, der Fig. 4 zugrunde gelegen hat. Hier wird an der kritischen Stelle das Gerüstwerk durch eine geringe Verschiebung im Schnitte zufällig verdeckt. Wir sehen aber an dieser Figur und ebenso an Fig. 2, dass die Höhe der Kammern sowohl nach dem ventralen Rande (das gleiche gilt auch vom vorderen und hinteren Rande) als nach dem elastischen Rückenbande hin, in dem sich die Sattelhälften dorsal vereinigen, allmählich abnimmt. Die Tatsache, dass das gedachte Gerüst in diesen Randkammern, die als auf einer Anfangsstufe der Entwicklung stehengebliebene Gebilde aufzufassen sind, viel weiter hinauf reicht, als in den vollentwickelten Kammern (man vergleiche die beiden Figuren mit Fig. 5), ja die äußersten Kammern sogar völlig ausfüllt, ist, wie wir noch sehen werden, für das Verständnis der ganzen Kammerbildung von großer Bedeutung.

Ich wende mich nunmehr des Zusammenhanges wegen sogleich zur Beschreibung der feineren Strukturverhältnisse der Kammern und bringe die Beschreibung des charnierartigen Rückenbandes erst am Schluss dieses Teiles meiner Arbeit.

Die direkt unter der, über dem Ephippium etwa ums Doppelte verdickten, äußeren Chitinlamelle der alten Schale liegende, kuppelförmig nach außen vorgetriebene Verschlusswand der Kammern erscheint im allgemeinen in meinen Präparaten als völlig homogene, dunkler als das Schalenchitin sich färbende (übrigens ja auch in vita, vergleiche das oben Gesagte, diffus pigmentierte) Lamelle (vgl. Fig. 8 u. 9). An anderen Stellen, wo diese Lamelle anscheinend vom Mikrotommesser verletzt werde, zeigt sie sich jedoch in eine Anzahl von 2—4 dünnen Lamellen zerspalten (vgl. Fig. 2 u. 4). Danach würde man also wohl annehmen müssen, dass die homogene Beschaffenheit der Verschlusslamelle nur eine scheinbare ist, und dass in Wirklichkeit eine Schichtung vorliegt. Farbstoffaffinität und Lichtbrechungsvermögen der einzelnen Blätter und der sie verbindenden Kittsubstanz können also nur ganz minimal voneinander differieren, so dass es mir unmöglich war, sie mit meiner Leitz'schen $\frac{1}{12}$ Immersion und dem Zeiss'schen Kompensationsokular Nr. 18 zu unterscheiden. Da, wo zwei benachbarte Kuppeln aneinanderstoßen, scheint das Verhalten dieser Schichten, nach

Bildern, wie dem in Fig. 5 wiedergegebenen, sich folgendermaßen darzustellen. Die äußere Kuppellamelle (a_1), die sich übrigens vielfach so eng an das äußere Chitinblatt (L) der alten Schalenklappe anlegt, dass jede optische Grenze zwischen den beiden Schichten verschwindet, zieht kontinuierlich über die Kuppelgrenze hinweg; es biegt dagegen an dieser Stelle die innerste Kuppellamelle (a_2) so ab, dass sich von ihr im Querschnittsbilde je zwei, sehr bald verschmelzende Äste senkrecht in die Tiefe zu senken scheinen — denn in Wirklichkeit handelt es sich natürlich um eine zylindrisch gekrümmte Fläche —, die zahlreiche Unterbrechungen aufweisen, die den schon oben erwähnten fensterartigen Öffnungen der Kammerwand entsprechen. Diese Kammerwände verlieren sich

Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 11.

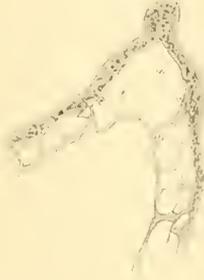
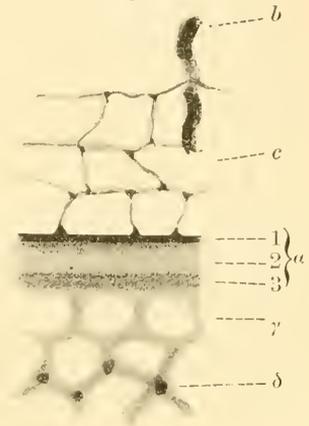


Fig. 10.



unweit der noch sehr dünnen Chitinlamelle der jungen Schale in dem eigentümlichen ihr aufliegenden Gerüstwerk, dessen gleichfalls schon gedacht wurde. Die Kammerwand besitzt eine ausgesprochene Affinität zum Rubinrot und verhält sich im Gegensatz zur Kuppellamelle negativ gegen das Hämatoxylin, während das Gerüstwerk in ausgesprochener Weise die Orangefarbe bindet, was in geringerem Grade auch bei der Kuppellamelle der Fall zu sein scheint. Freilich sind diese Angaben mit gewisser Vorsicht aufzunehmen, denn ich bin dabei ausschließlich auf meine Leitz'schen Achromaten angewiesen gewesen, weil der einzige (4 mm) Apochromat unseres Institutes zur sicheren Definition dieser feinsten Strukturverhältnisse nicht ausreicht. Dass aber die Chitinlamelle der alten Schale vorwiegend sich mit Rubinrot färbt und das Hämatoxylin auf keinen Fall so, wie es bei der Kuppellamelle der Fall ist, annimmt, glaube ich mit Bestimmtheit versichern zu können, wenn auch nicht vergessen werden darf, dass diese schon *intra vitam* durch das diffus

darin verteilte Pigment nicht unbeträchtlich gefärbt, jene dagegen völlig farblos ist. Eine Differenz der chemischen Beschaffenheit oder der physikalischen Oberflächenstruktur (im Sinne Heidenhain's) ist bei den von mir beschriebenen Bildungen zweifellos vorhanden. Das innere Blatt der Chitinschicht der alten Schale besitzt, wie das äußere, eine ausgesprochene Affinität zu Rubin, wie hier gleich vorweg bemerkt sein mag.

Über die Beziehungen der die einzelnen Kammern unterlagernden Gerüstwerke zueinander ist folgendes auszusagen. Das ganze Netzwesen besteht aus kontinuierlich unter der Kammerwandbasis hinziehenden sehr feinen Fibrillen¹⁾. Diese leiden an der Grenze der Kammerbezirke nirgends die geringste Unterbrechung oder gar Störung in ihrem Verlaufe, was schon daraus hervorgeht, dass der in Fig. 5 am unteren Ende der letzten Kammerwand rechts sich bietende Befund sehr häufig zur Beobachtung gelangte, wenn die tiefgelegenen fensterartigen Durchbrechungen der Kammerwände vom Schnitt getroffen worden waren: der Übertritt der Fibrillen durch die Wandöffnung aus einer Kammer in die benachbarte.

Ich muss betonen, dass dieses Gerüstwerk nicht mit einem Geflecht verwechselt werden darf. In den Knotenpunkten, die die Zeichnung wiedergibt, findet eine sehr innige Verkittung der Fibrillen statt. Es will mir sogar scheinen, als ob sich hier Reste einer perifibrillären Substanz erhalten hätten, die zur Verkittung der Fibrillen dient. Wenigstens glaube ich deutlich wahrzunehmen, dass die dunkle Färbung der Netzknoten durch das Hämatoxylin bedingt ist, das hier noch in einem Differenzierungsstadium festgehalten wird, bei dem das übrige Fibrillenwesen völlig entfärbt ist. Die Fibrillen haben übrigens einen welligen Verlauf, und ich brauche wohl nicht besonders zu versichern, dass ich mich sorgfältig gehütet habe, die geschilderten Knotenpunkte mit dem Bilde zu verwechseln, das ein parallel zur optischen Achse des Mikroskopes verlaufendes Fibrillenstück gibt.

Ganz ähnlich wie die Gerüst- oder Netzknoten verhalten sich die Ansatzstellen der Fibrillen an der äußersten Schicht der in Bildung begriffenen Chitinlamelle des äußeren Blattes der späteren Schale, die sich nach Abwerfen des Ephippiums erst voll entwickelt (vgl. Fig. 5, (a).²⁾ Wie ich im zweiten Teil meiner Ar-

1) Wenn man die im folgenden gegebene Beschreibung dieser Fibrillen mit der Darstellung vergleicht, die Biedermann von seinen im Krustaceenpanzer entdeckten Fibrillensystemen gibt, so zeigt sich in vielen Punkten eine unverkennbare Ähnlichkeit der morphologischen Charaktere.

2) Desgl. an der Logenwand und am ventralen Rand des Ephippiums, wie schon oben erwähnt wurde.

beit auseinandersetzen werde, sind am äußeren Blatt (C) der späteren Schale vier Schichten voneinander zu unterscheiden):

1. die Zellschicht der Matrix;
2. der Grenzsäum der ersten Schicht, aus nebeneinandergerihten Waben bestehend, zwischen deren Wände keine Mikrosomen eingelagert sind;
3. die erythrophile Grundschieht und
4. die xanthophile Außenschicht der Chitinlamelle.

Die vierte Schicht zerfällt endlich wiederum in zwei, durch ihr Tinktionsvermögen sich scharf unterscheidende Blätter, ein inneres, das bei dem von mir verwendeten Differenzierungsgrade kein Hämatoxylin mehr bindet, sondern eine reine Orangefärbung zeigt (a_2), und ein äußeres Blatt (a_1), dessen Querschnitt ich als Grenzsäum der xanthophilen Außenschicht bezeichne. Dieses äußerste Blatt ist in meinen Präparaten noch kräftig mit Hämatoxylin gefärbt, zu dem es also eine größere Affinität als das innere Blatt der xanthophilen Außenschicht besitzt. Dass sich ein ähnliches Verhalten auch bei der Chitinlamelle des äußeren Blattes der alten Schale wiederholt (A_1 und A_2), sei nebenbei bemerkt.

Jenem Grenzsäum (a_1) sitzen nun mit konischer Endigung die Fibrillen des Gerüstwerkes auf. Diese Endkegel der Fibrillen färben sich genau wie der Grenzsäum und wie die oben beschriebenen Netzknoten. Ob es sich hierbei nur um eine Übereinstimmung der physikalischen Oberflächenstruktur oder wirklich um die Verwandtschaft der chemischen Konstitution dieser Gebilde handelt, mag dahingestellt bleiben. Mit meinen optischen Hilfsmitteln (also auch bei Anwendung der stärksten Zeiss'schen Kompensationsokulare) war jedenfalls an der Ansatzstelle der Fibrillenendkegel keinerlei Abgrenzung nach dem Grenzsäum hin zu entdecken. Die Fibrillenendkegel verschmelzen in meinen Präparaten völlig mit der Substanz des Grenssäums. Um die eben behandelten und in Fig. 5 dargestellten Details verständlicher zu machen, gebe ich in Fig. 10 ein Schema, das diese Verhältnisse in bedeutend größerem Maßstabe wiedergibt.

Immerhin muss doch wohl ein zum mindesten potentiell differenziertes Zwischenstück der Basis des Fibrillenendkegels und dem Grenzsäum eingelagert sein, da sich bei der Ekdysis das die Kammern nach innen abschließende Gerüstwerk an der beschriebenen Übergangsstelle vom Grenzsäum der jungen Schale löst. Ein Blick auf Fig. 4 lehrt, dass dieser Grenzsäum auch nach dem Abreißen des Gerüstwerkes eine völlig glatte Oberfläche zeigt. Es lässt sich in der Tat niemals ein etwa haften gebliebener Fibrillenendkegel auf ihm erkennen. Wenn sich bis zur Ablösung gar nichts an der Basis dieser Gebilde veränderte, so würde sicher der locus minoris resistentiae nicht dort, sondern gerade an der Spitze des Kegels

zu erwarten sein. Und da liegt er eben ganz offenbar nicht. Ich werde auf diese Verhältnisse bei der Beschreibung der Ekdysis zurückkommen.

Es bleibt noch übrig, eines merkwürdigen Befundes zu gedenken, der sich in der Mehrzahl der Kammern darbietet. In Fig. 4 u. 5 sehen wir kugelige, der Kammerwand anliegende Körper abgebildet. Diese färben sich intensiv mit Rubinrot, ihre Größe ist schwankend und kann in manchen Fällen ums Doppelte den Durchmesser der von mir gerade wiedergegebenen Formen übertreffen. Ihre Gestalt ist auch nicht immer so regelmäßig kugelförmig, besonders gilt dies von den größeren, und dann hat man meistens den Eindruck, als wären sie durch unvollständiges Zusammenfließen mehrerer kleinerer Kugeln entstanden.

Ich habe lange über diese sonderbaren Gebilde nicht ins Klare kommen können und vermag auch jetzt vorläufig noch keinen zwingenden Beweis dafür beizubringen, dass ich sie richtig beurteile. Wenn ich jedoch meine Befunde mit den Angaben vergleiche, die in der Literatur vorliegen, so komme ich zu einer Auffassung, die genug Wahrscheinlichkeit für sich haben mag, um unter einigem Vorbehalt mitgeteilt werden zu können. Ich gebe also zunächst das mir vorliegende literarische Material, soweit es mir zur Erklärung jener auffallenden Einlagerungen verwendbar zu sein scheint.

Leydig beschreibt in seiner bekannten Monographie bei *Daphnia brachiata* im Innern der Schale einen merkwürdigen Körper. „Es ist dies ein Streifen von ganz bestimmter Form, der in einiger Entfernung von der Schalendrüse zwischen ihr und dem freien Rand der Schale eine Strecke weit nach hinten geht. Man sieht die genaue Form des besagten Streifens nur dann gut, wenn man ein Deckglas vermeidet und das Tier etwa durch ein Minimum von Weingeist tötet. Der Streifen besteht aus Zellen von ziemlicher Größe und deutlichem Kern, die Form ist meist unregelmäßig, häufig in Fortsätze ausgehend. Ich halte sie für ebensolche Zellen, welche im übrigen Leib den „Fettkörper“ zusammensetzen, auch schließen sie in den meisten Fällen mehr oder weniger zahlreiche Fetttropfen ein. Doch wechselt der Fettgehalt gerade so wie auch im übrigen Fettkörper; man stößt auf Tiere, die in den betreffenden Zellen kein einziges Fettkügelchen haben, andere, die reichlich damit versehen sind.“

Das Vorkommen von öltröpfchenartigen Gebilden im Bereich der Krustazeenschale erwähnt auch Braun in seiner grundlegenden Arbeit „über die histologischen Vorgänge bei der Häutung von *Astacus fluvialis*.“ In der Bindegewebschicht unter der Matrix findet er „rote, stark verästelte Zellen mit blassem Kern, deren Farbstoff leicht herausfließt und dann wie rote Öltröpfchen aussieht.“

Und Weismann gibt an, dass bei *Polyphemus* durch die Chitinlamelle des Nährbodens hindurch von seinen Drüsenzellen eine Substanz abgeschieden und dem Fruchtwasser beigemischt wird, die aus dem Blute bereitet und „weit reicher an Protein-substanzen sein muss, als dieses selbst. Aus dem raschen Eintreten der Färbung¹⁾ darf vielleicht geschlossen werden, dass auch Fette in reichlicherer Menge als im Blute vorhanden sind. Doch bilden Proteinsubstanzen jedenfalls die Hauptmenge der reduzierenden Bestandteile.“

Weiter ist für unsere Frage von Wichtigkeit, was Weismann über die Beziehungen der Schalendrüse zur Entwicklung der „äußersten völlig undurchsichtigen, stark gelben Schicht“ der Wintereschale bei *Bythotrephes* sagt: „Zur Zeit der Schalenbildung findet man in jeder der Drüsenzellen stark lichtbrechende gelbe Körner verschiedener Größe, die, auf ein Häufchen zusammengedrängt, in der Nähe des Kernes liegen; sie lösen sich in verdünnter Salzsäure ohne Gasentwicklung auf. Diese Körnchen werden, wie ich direkt sehen konnte, durch feine Poren in der die Drüsenzellen überziehenden Kutikula in den Brutraum gepresst, zerteilen sich dort in feinste Körnchen wahrscheinlich durch die heftigen Bewegungen des unmittelbar anstoßenden Herzens, welches das Fruchtwasser in steter Fluktuation hält, und lagern sich dann der Schale von außen auf.“ Bei *Bythotrephes* beschreibt Weismann auch den Durchtritt geformter Massen durch die Chitinlamelle des Nährbodens: „Auch hier findet sich ein Nährboden von ganz ähnlichem Bau und gleicher Funktion wie bei *Polyphemus*, derselbe spielt aber nicht nur bei der Ernährung der Sommerbrut eine sekretorische Rolle, sondern auch bei der Winterbildung, indem er dann ein körniges Sekret zur Bildung einer äußeren Eischalenschicht liefert, wie in der Abhandlung II schon dargelegt wurde.“ Endlich muss noch einer Mitteilung Weismann's gedacht werden, die scheinbar mit unserem Befunde in engstem Zusammenhange steht. Es handelt sich bei jener Stelle um das Schicksal der Dotterkugeln des zwar trotz Nichtbefruchtung ins Ephippium übergetretenen, aber dort zugrunde gehenden und zerfallenden Winteresies von *Moina paradoxa*. Weismann schreibt darüber: „Sehr bald nach dem Zerfall der Eier ziehen sich dann die Dotterkörnchen in die feinen Spalten zwischen den beiden Blättern des Schwimmgürtels, während die Logen selbst dann wieder hell und leer werden. Diese letzteren erscheinen dann von einer Zone dunkler, feinkörniger Substanz umgeben, eben des zerfallenen Winterdotters, den man durch Zerreißen des Ephippiums zum Austreten bringen kann.“ Um den Modus der Passage von geformten und ungeformten Abschei-

1) Nach Behandlung mit 2%iger Osmiumsäure.

dungen durch die Chitinlamelle hindurch richtig beurteilen zu können, sind außer der schon zitierten Beobachtung bei *Bythotrephes* noch folgende Angaben Weismann's zu berücksichtigen. Es handelte sich für ihn vor allem darum, festzustellen, wie Blutbestandteile in den Brutraum gelangen können, was zweifellos bei den eines Nährbodens entbehrenden Cladoceren der Fall ist. Ich halte es für erforderlich, die außerordentlich interessanten Erörterungen Weismann's, in denen meiner Meinung nach der Schlüssel zu dem uns beschäftigenden Probleme steckt, im Zusammenhange zu zitieren: „Da Öffnungen, welche aus der Leibeshöhle in den Brutraum führen, nicht vorhanden sind — es müssten ja in diesem Falle auch Blutkörperchen mit übertreten — so muss also eine Transsudation durch die Haut hindurch stattfinden. Es ist indessen nicht bekannt, dass andere, als gasförmige Bestandteile des Blutes durch die Haut hindurch nach außen dringen, oder eine irgendwie nennenswerte Osmose stattfindet, und es liegt auch auf der Hand, dass eine allgemeine Durchgängigkeit der Haut für Blutbestandteile wenig vorteilhaft für die Ökonomie des tierischen Körpers sein müsste. Wenn nun dennoch hier das in der Leibeshöhle zirkulierende Blut in irgendwelchem Grade durch die Haut in den Brutraum durchschwitzt, so deutet dies auf besondere anatomische Verhältnisse hin, ohne welche dies nicht möglich wäre. Entweder muss die Chitinhaut, welche die Leibeshöhle vom Brutraum scheidet, so fein sein, dass bei ungleichem Drucke eine Osmose möglich wird, oder es müssen Einrichtungen bestehen, durch welche der Druck in der Leibeshöhle höher steigt, als in den Brutraum, so dass also eine Filtration in den Brutraum hinein zustande kommen muss.“ Einfache Osmose hält Weismann mit Recht wegen der Dicke der Chitinschale für ausgeschlossen. „Es muss deshalb eine Einrichtung vorhanden sein, durch welche Blutbestandteile mittelst lokal erhöhten Druckes in den Brutraum filtrieren. Eine solche sehe ich in dem Bau der Daphnidenschale. . . .“ Nach längerer Auslassung über Bau und Bedeutung der Daphnidenschale, auf die wir im zweiten Teile dieser Abhandlung zurückzukommen haben werden, fährt Weismann fort: „Jedenfalls wirkt aber diese Verteilung des Blutstroms in viele enge, aber über eine große Fläche verteilte Bahnen noch in anderer Weise, wenn man berücksichtigt, was bisher unbeachtet blieb, dass der Rückfluss zum Herzen in einem relativ engen kanalartigen Sinus geschieht, der, ohne von Stützfasern durchbrochen zu sein, in der Mittellinie des Rückens verläuft. Man kann sich leicht bei allen Daphniden überzeugen, dass in der Mittellinie des Rückens die Stützfasern vollständig fehlen. Dass diese Einrichtung nicht ohne Einfluss auf die Schnelligkeit und die Druckverhältnisse des Blutstroms bleiben kann, liegt auf der Hand. In der Tat beobachtet man stets eine raschere Strömung in diesem medianen

Sinus als in den verzweigten Bahnen der eigentlichen Schalenklappen. Das beweist aber, dass die Ausflussröhre für das in der Schale zirkulierende Blut enger ist, als die Summe der Zuflüsse, oder mit anderen Worten, dass eine Stauung des Blutes in der Schale stattfindet, dass das Blut sich dort unter erhöhtem Drucke befindet. Somit würde also die Grundbedingung einer Filtration des Blutes durch die Schalenwand in den Brutraum gegeben sein. Es kommt aber dazu noch ein zweites rein anatomisches Moment, welches nicht zum Geringsten für das tatsächliche Stattfinden einer solchen Filtration spricht. Es besteht darin, dass bei allen Daphniden, in deren Schale während der Brutzeit Blut zirkuliert, die innere Chitinlamelle ungleich dünner ist als die äußere und ebenso auch das innere Hypodermisblatt erheblich dünner als das äußere.“

Indem ich mich auf die mir selbst vorliegenden Befunde und die Angaben Weismann's stütze, komme ich zu folgender Deduktion.

Wenn die dünne innere Chitinlamelle (der alten Schale) als Filter zu funktionieren vermag (Fig. 5, *Dβ*), so muss das gleiche von der äußeren Lamelle der jungen Schale gelten, da diese fast ebenso dünn sogar noch auf dem von mir beobachteten Stadium, vorher also sicherlich dünner ist¹⁾ (Fig. 5 (*Ca*_{1,2}*β*)). Und auch die Differenz in der Stärke der Hypodermis (Fig. 5, (*γδ* und *Da*) ist an vielen Stellen unbedeutend, da das äußere Lakunensystem (ich werde dieses bisher völlig unbeachtet gebliebene System im zweiten Teile meiner Arbeit genauer beschreiben) die Zellen des äußeren Matrixblattes ganz ansehnlich einbuchtet, vielfach noch viel tiefer, als in der von mir gerade abgebildeten Stelle. Einer Filtration von Blutbestandteilen im Sinne Weismann's steht also nach den Kammern des Ephippiums zu nichts im Wege. Und ich glaube, dass wir gerade diesen Passagemodus in unserem Falle annehmen müssen, da sich Poren, wie sie Weismann bei *Bythotrephes* gesehen hat, hier niemals nachweisen lassen. Denn auf einem anderen Wege können die von mir beobachteten Gebilde nicht in die Kammern gelangt sein, auch dann nicht, wenn es sich dabei um Dotterkugeln handeln sollte. Das von Weismann bei *Moina paradoxa* beobachtete Verhalten kann auf keinen Fall zur Erklärung meines Befundes herangezogen werden, so verlockend dies auch auf den ersten Blick scheinen mag. Denn bei den von mir untersuchten Tieren ist so ganz ausgeschlossen, dass die Zerfallsprodukte eines zugrunde gegangenen Winteresies in der von Weismann beschriebenen Weise „in die feinen Spalten zwischen den beiden Blättern des Schwimmgürtels“, also doch wohl in die Kammern des Ephippiums gelangen könnten.

1) Wie wir später sehen werden, lässt sich aus der Beschaffenheit des Gerüstwerkes schließen, dass auf diesem Stadium die Ausschwitzung nicht mehr stattfindet.

Von zwei Blättern des Ehippiums kann man ja eigentlich bei *Daphnia pulex*, wie der Leser aus meiner Beschreibung gesehen hat, nicht reden, man müsste denn das Fibrillengerüst als Blatt bezeichnen. Dass Weismann aber nicht so verstanden werden kann, geht daraus hervor, dass er sich die Verhinderung einer unnützen Blutausschwitzung in den Brutraum von *Moina paradoxa* und *rectirostris* während der langsam vor sich gehenden Wintereibildung dadurch bewirkt denkt, „dass ziemlich früh schon die Schale selbst ihre Struktur verändert, dass die Blätter derselben ganz bedeutend in die Dicke wachsen zur Bildung des Ehippiums, so dass wohl bezweifelt werden darf, ob dann noch Blutfiltration durch sie hindurch stattfinden kann.“ Ich habe gezeigt, dass die beiden Chitinlamellen der alten Schale, die innere, wie die äußere, mit der Bildung des Ehippiums — wohlverstanden bei *Daphnia pulex*! — gar nichts zu tun haben, denn die geringe erwähnte Verdickung der äußern Lamelle fällt nicht ins Gewicht. Wir haben vielmehr das Ehippium von *Daphnia pulex* als eine Neubildung sui generis kennen gelernt, die der eben sich anlegenden äußeren Chitinlamelle der jungen Schale aufliegt¹⁾.

Ich habe aber einen Befund zu verzeichnen, welcher die Annahme unabweisbar erscheinen lässt, dass ein Ausschwitzen von Blutbestandteilen nur in die Kammern des Ehippiums hinein erfolgen kann, während, wie gesagt — man vgl. Fig. 5 — unmöglich Dotterpartikel in dem mir vorliegenden Stadium, wo das Ehippium der jungen Schale hermetisch anschließend aufliegt, vom Brutraum aus in die Ehippialkammern zu gelangen vermögen.

Während nämlich auf meinen Schnitten sich wohl die innere Chitinlamelle (Fig. 5, *Dβ*) vielfach infolge der Präparation von der Matrix (*Da*) abgelöst hat, ohne jedoch jemals zu zerreißen, ist die nur wenig stärkere äußere Chitinlamelle der jungen Schale (*Ca*₁ *a*₂) an mehreren Stellen arg zerrissen. Ich habe es für überflüssig gehalten, eine solche Stelle besonders abzubilden. Diese Zerreißen müssen nun intra vitam erfolgt sein, wahrscheinlich durch die außerordentlich heftigen Bewegungen, die das Tier in der Fixationsflüssigkeit (Sublimat-Alkohol nach Schaudinn) während seines kurzen Todeskampfes macht. An solchen Stellen sind nämlich mehr oder weniger große Trümmer der Matrix in das Gerüstwerk gepresst, oft sogar bis weit in das Kammerlumen gedrängt

1) Selbstverständlich will ich damit keineswegs die Richtigkeit der Weismann'schen Angaben in Zweifel ziehen. Einmal habe ich über die beiden *Moina*-Arten kein Urteil, da ich sie nicht habe untersuchen können. Ferner wäre es gar nichts verwunderliches, wenn wirklich die einzelnen Daphniden in puncto Ehippium beträchtlich differieren sollten. Es ist ja zur Genüge bekannt, wie ungeheuer divergente Wege die Anpassung gerade auf dem Gebiete des Fortpflanzungsmechanismus bei den Krustaceen eingeschlagen hat.

worden. Daraus geht nun mit Sicherheit hervor, dass die Chitinlamelle der jungen Schale zur Zeit der fertigen Ausbildung des Ephyppium noch nicht sehr stark chitinisiert und jedenfalls noch recht weich, viel weicher als die innere Chitinlamelle der alten Schale sein, infolgedessen bei Vorhandensein eines irgendwie beträchtlichen Überdruckes im Lakunensystem der Schale den *Locus minoris resistentiae* für den ausgleichenden Ausschwitzungsprozess darstellen muss. Es liegt also sogar sehr nahe anzunehmen, dass während des von mir untersuchten Stadiums der Ephyppium- und Schalenausbildung, während der das Winterei notabene noch nicht in das Ephyppium eingetreten ist, die Ausschwitzung ausschließlich in die Ephyppiakammern hinein erfolgt. Die Umkehrung dieses Verhaltens muss natürlich eintreten, sobald infolge fortschreitender Verdickung und Chitinisierung der äußeren jungen Schalenlamelle ($C_1\alpha, \alpha_2$) dem im Lakunensystem herrschenden Überdruck hier ein größerer Widerstand entgegengesetzt wird, als dies von seiten der inneren alten Schalenlamelle geschieht. Um diese Zeit hat aber der Übertritt des Eies in das Ephyppium entweder eben stattgefunden, oder er steht doch sehr nahe bevor¹⁾. In diesem Umkehrungsmechanismus, der die ehemals kammerwärts gerichtete Ausschwitzung zur Fruchtwasserbildung umgestaltet, ist eine höchst zweckmäßige Anpassung zu erblicken, durch die bedenkliche Nachteile aufgehoben werden, die sonst leicht dem Tiere aus der Winterei- und Schutzhüllenbildung erwachsen könnten. Denn da die bekannten zipfelförmigen Verschlussfalten des Brutraumes sicher während der ersten Zeit der Wintereibildung noch nicht so vollkommen wie später funktionieren, ist es sehr vorteilhaft für das Tier, wenn unterdessen die Ausschwitzung in ein Reservoir abgelassen wird, das noch in enger, wenn auch durch eine Filterwand unterbrochener Kommunikation mit seinen Blutlakunen steht. Sobald dann eine, wenn auch vorübergehende Versorgung des übergetretenen Winteres notwendig wird, wandelt sich die Filterwand zu einem dicht abschließenden Septum um, wodurch die Ausschwitzung in den Brutraum gelenkt wird. Damit ist die in den Kammern des Ephyppiums eingeschlossene Ausschwitzung dem Untergange geweiht, sie zersetzt sich, und bei der hierbei, wie ich wenigstens vermute, stattfindenden Gasbildung füllen sich die Kammern mit Luft —, aus dem Kammerwerk wird ein Schwimmgürtel, und zwar annähernd zur Zeit der Ekdysis. Würde er früher sich mit Luft füllen, so könnte er für das Muttertier recht verderblich werden, indem er es an die Wasseroberfläche zöge. Das scheint übrigens bisweilen vorzukommen. Im Dienste dieser Anpassungen scheint

1) Auf dieses Stadium sind offenbar die Beobachtungen Weismann's zu beziehen.

auch die eigentümliche, erst weiter unten genauer zu besprechende Erscheinung zu stehen, dass die äußere Chitinlamelle der jungen Schale viel zeitiger angelegt wird, als die innere. Wenigstens muss dieses Verhalten ganz bedeutend die Präzision des Umkehrungsprozesses heben.

Es bleibt noch übrig, die Frage zu erörtern, wie die beschriebenen kugelförmigen Gebilde in die Blutbahn gelangt sein und woraus sie bestehen mögen.

Ich glaube, dass hierbei mindestens zwei Möglichkeiten in Betracht kommen, wenn wir den zweiten Punkt zuerst behandeln wollen. Mir will es ja allerdings fast als das wahrscheinlichere dünken, dass es sich um Dotterkugeln handelt, die in der von Weismann beschriebenen Weise von der Schalendrüse gebildet sind und zweifellos auch gelegentlich in die Blutbahn gelangen können. Aber auch eine andere Annahme wäre wohl nicht undenkbar und jedenfalls nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, dass es nämlich fettartige Körper sein könnten. Ich sage absichtlich „fettartige“ Körper. Denn Ölkugeln würden wohl bei der Alkohol- und Xylol-Behandlung schwerlich erhalten geblieben sein. Und zuverlässige Beobachtungen über das Vorkommen von Fetten liegen ja vor. Ich habe oben die Beschreibung eines „Fettkörpers“ in der Schale von *Daphnia brachiata* zitiert, die wir keinem Geringeren als Leydig verdanken. Der Angabe Braun's, dass bei *Astacus fluviatilis* in der Matrix ölhaltige Zellen vorkommen, wurde gedacht und ebenso der Weismann'schen Mitteilungen über fettartige Proteinsubstanzen, die aus dem Blute ins Fruchtwasser gelangen. Soviel steht fest, dass es sich nur dann bei den fraglichen Gebilden um Fettkörper handeln kann, wenn anzunehmen wäre, dass diese sehr reichlich mit Proteinen etwa vermischt sein könnten. Ob dies möglich ist, weiß ich nicht und kann auch in meinen Präparaten keinen Anhaltspunkt dafür finden. Denn in den beschriebenen Gebilden ist nicht die geringste Andeutung einer Struktur wahrzunehmen, wie sie doch zunächst als Folge einer Ausfällung zu erwarten wäre. Somit bleibt jene zuerst ausgesprochene Annahme die wahrscheinlichere, dass es sich um Dotterkugeln handelt, wofür auch sehr stark die Färbung spricht.

Über das Detail der Art und der Bedingungen des Überganges jener die Kugeln bildenden Substanz habe ich mir noch kein Urteil bilden können. Es war mir überhaupt bei der Erörterung dieser Gebilde mehr darum zu tun, auf sie aufmerksam zu machen, weil sie, wie ich zur Genüge dargetan zu haben glaube, auf verschiedene interessante Verhältnisse hindeuten. Die Aufklärung ihrer eigentlichen Genese und Beschaffenheit muss noch weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Ich wende mich nun zur Beschreibung der feineren Struktur

des Rückenbandes, das die rechte Schalenhälfte mit der linken verbindet. Hiermit ist eigentlich schon zugegeben, dass das Rückenband streng genommen, nicht mit dem eigentlichen Ephippium, d. i. dem unter der äußeren Chitinlamelle der alten Schale (vgl. Fig. 4, desgl. Fig. 5, A_1 und 2), von der äußeren Matrixlamelle (Fig. 5, C) gebildeten Kammerwerk zusammen behandelt werden dürfte. Immerhin steht es in engerem Konnex mit dem Ephippium als der übrige Teil der Schale. Und so mag denn auch durch diesen morphologischen Grund, abgesehen von den physiologischen Beziehungen, die Anreihung seiner Beschreibung an die des Ephippiums gerechtfertigt sein. Falls ich nicht etwa eine Angabe Leydig's übersehen habe, hat Weismann zum ersten Male aufmerksam gemacht auf die bedeutende Dicke der äußeren Chitinlamelle der Schale an dieser Stelle. Er hat unter anderem, wie ich, ein Weibchen von *Daphnia pulex* vor sich gehabt und äußert sich folgendermaßen: „Ganz ähnlich verhält es sich bei *Daphnia pulex*, wo ich in der Mittellinie des Rückens bei einem großen Weibchen die äußere Chitinlage um das Zwanzigfache dicker fand als die innere, und bei *Simocephalus retulus*, bei welchem sie das Sechsfache betrug.“ Der besondere morphologische Charakter des Rückenbandes scheint ihm freilich wohl nicht bekannt und seine Messung von ihm auch auf die ganze übrige Schale bezogen gewesen zu sein. Denn er fährt gleich darauf fort: „Augenscheinlich spricht dieses Verhältnis nicht für eine sehr hervorragende respiratorische Tätigkeit der Schale.“ Das Rückenband scheint gleichzeitig mit dem Ephippium zu entstehen. Wenigstens fehlt den Tieren, die kein Ephippium haben, eine äquivalente Bildung, wie auch aus Cunnington's Zeichnungen hervorgeht. Bei unserer *Daphnia pulex* ist das Rückenband außerordentlich stark entwickelt, wie ein Blick auf Fig. 1, 2 und 6 lehrt. Das lässt sich schon am Totalpräparat, das die zuletzt genannte Abbildung darstellt, deutlich erkennen. Hier hat es auch Weismann offenbar wahrgenommen, wenigstens interpretiere ich Fig. 5 und 6 auf Taf. IV in seiner mit Gruber gemeinsam publizierten Arbeit „über einige neue oder unvollkommen gekannte Daphniden“ so. Man sieht auf den Zeichnungen der beiden Freiburger Forscher am dorsalen Rande dicht unter der dick gezogenen Kontur eine zweite, dicke Linie verlaufen. Damit ist offenbar dasselbe gemeint, das ich etwas genauer in Fig. 6 gezeichnet habe. Dort entspricht nun der äußerste, dunkle Streifen an dem dorsalen Rande des Ephippiums dem oberen Teile der dorsalen Wölbung des Rückenbandes (vgl. Fig. 2), der infolge seiner Orientierung zur optischen Achse des Mikroskopes im Totalpräparat natürlich mehr Licht absorbiert, als der mittlere Teil der beiden lateralen Partien des Rückenbandes, der sich als heller Zwischenstreifen über ihre wiederum sehr dunkel erscheinenden

(infolge der hier ganz eigenartigen Beteiligung der Schalenchitinlamelle, vgl. d. Fig. 2) Basalstücke hinzieht. Der unter diesem letztgenannten inneren dunklen Streifen sichtbare helle Strich ist als ein Kunstprodukt zu betrachten. Hier hat sich in allen meinen Präparaten die Matrix ziemlich stark abgehoben, wie man auch auf Fig. 1 sieht.

Am Totalpräparate bemerkt man bei sehr starker Vergrößerung in den äußersten, dunklen Streifen eine sehr feine Längsstreifung, die der Ausdruck einer Schichtenfolge ist. Das Rückenband zeigt eine sehr ausgesprochene Affinität zu den beiden Plasmafarbstoffen Rubin und Orange. Fig. 2 zeigt die Schichtung des Rückenbandes sehr deutlich. Man erkennt, dass etwa 25—26 Blätter übereinander liegen, und zwar in unschichtiger Folge, die eine Hälfte stärker, die andere schwächer chromaffin. Die Bedeutung einer an manchen Stellen sichtbar werdenden feinen Querstreifung ist mir unklar geblieben, um so mehr, als sie sich an den anderen Stellen nicht erkennen ließ, so sehr ich auch die Richtung des Lichteinfalls und die Blendenöffnung variierte. Ein Polarisationsapparat stand mir leider nicht zur Verfügung, mit dem sich wahrscheinlich auch manches interessante über die Elastizitäts- und ähnliche physikalische Verhältnisse feststellen lassen würde. Die lateralen Ränder des Rückenbandes sind zu beträchtlich dickeren Basalstücken umgestaltet, die sich in eine merkwürdige Gabelung der eigentlichen Schalenchitinlamelle einfügen (der Ausdruck „Gabelung“ ist natürlich nur auf das Querschnittsbild bezogen). Die Schalenchitinlamelle überzieht nämlich das Rückenband in seiner ganzen Ausdehnung und in unveränderter Stärke. Ihr entspricht in Fig. 6 die dunkle Kontur des äußeren dunklen Streifens. Da wo sie sich „gabelt“, um beiderseits die Basalstücke des Rückenbandes zu unterlagern, ist sie natürlich stärker als an den anderen Stellen ausgebildet, und dieser schmale verdickte Streifen der Chitinlamelle mitsamt dem unter den Basalstücken sich hinziehenden Blatte imponiert im Totalbilde als der innere dunkle Streifen. Das eben genannte Blatt, das ich im Gegensatze zu dem über das Rückenband hinziehenden Teil der Schalenchitinlamelle, dem „äußeren Chitinblatt des Rückenbandes“, als das „innere Chitinblatt des Rückenbandes“ bezeichne, verdient besonders besprochen zu werden. Dieses innere Chitinblatt des Rückenbandes ist es, welches in die oben von mir angedeutete Beziehung zum Kammerwerke des Ehippiums tritt. Von ihm spalten sich nämlich zahlreiche Bänder ab. Diese verschmelzen mit der Fortsetzung der Kuppellamelle der letzten Kammer, die sich als eine Verdickung der dorsalen Kammerwand darstellt. Diese Verdickung wieder kommt dadurch zustande, dass an dieser Stelle nicht, wie sonst, nur ein einziges Blatt der Kuppellamelle, sondern sämtliche, oben beschriebene 2—3 Blätter

unbiegen und sich an der Bildung der Kammerwand beteiligen. Im übrigen nimmt die ephippiale Kuppellamelle nicht weiter an der inneren Begrenzung des Rückenbandes teil. Unter diesem zieht sich vielmehr die eigentliche Matrix hin, deren äußerste, direkt an das Rückenband angrenzende Schicht die äußere Chitinlamelle der jungen Schale ist. Am Rückenband erleidet also der ephippiale Bildungsprozess eine Unterbrechung.

Über die Entwicklung des Ephippiums liegen nur einige wenige ältere Beobachtungen vor, die auch ich nur auf Grund von Schlüssen, die ich aus meinen Präparaten glaube ziehen zu dürfen, um einige neue Angaben vermehren kann. Die Darstellungen der ältesten Beobachter referiert Gerstäcker in seinem bekannten Werke, nur gibt auch er dabei eine, wenigstens für *Daphnia pulex* nicht zutreffende Darstellung in betreff der Beteiligung der beiden Chitinlamellen. „Bei den weiblichen Cladoceren, in deren an Rücken gelegenen Brutraum sich während des Frühlings und Sommers die (unbefruchteten) Eier sofort zu Embryonen ausbilden, beginnt gegen den Herbst hin sich an der dem Brutraum entsprechenden Stelle des Mantels zuerst eine milchige Trübung, zugleich mit einer merklichen Verdickung der Außen- und Innenlamelle verbunden, zu zeigen, während die zwischen beiden Lamellen liegende Matrix eine neue Schalenhülle (Mantel) produziert. Mit zunehmender Verdickung nimmt nun die betreffende Stelle zugleich eine immer dunklere Färbung (blutrot, schwarz u. s. w.) an und buchtet sich an ihrer Innenfläche zur Aufnahme zweier (seltener eines oder mehrerer) aus dem Ovarium in den Brutraum hineintretenden „Wintereier“, welche stets nur infolge einer Begattung durch männliche Individuen produziert werden, mehr oder weniger deutlich ein, um sich bald nachher über ihnen zu schließen. Durch eine einfache Häutung des Mantels, bei welcher selbstverständlich die innere und äußere Lamelle gleichzeitig und im Zusammenhang abgestreift wird, entledigt sich sodann das Weibchen seiner jetzt in eine doppelte Kapsel eingeschlossenen Eier, welche fortan frei im Wasser flottieren. Dieser bereits von Ramdohr und Straus richtig beurteilte Prozess wurde von Jurine als eine pathologische Erscheinung angesehen, nachdem schon O. F. Müller die durch ihr dunkles Kolorit sehr augenfällige Bildung der Eihülle mit dem Namen des Ephippium belegt hatte.“ Weismann bestätigt ferner die schon von Jurine beobachtete, aber nicht ganz richtig verstandene Erscheinung, dass „die Umbildung der Schale zum Ephippium offenbar mit dem Vorgang der Wintereibildung zusammenhängt, sogar, dass die Anwesenheit eines Wintereies im Ovarium den Anstoß zur Bildung eines Ephippiums gibt“. Ebenso gehört hierher die Angabe Weismann's, „dass nämlich bei *Daphnia pulex* (und einer Anzahl *Moina*-Arten) nicht nur Ephippien, sondern auch

Wintereier von Weibchen gebildet werden können, die niemals mit Männchen in Berührung kamen, dass aber die Eier im Ovarium liegen bleiben und nicht in das Ephippium eintreten“ (nur bei *Moina paradoxa* und ausnahmsweise auch bei *M. rectirostris* treten nach seinen Beobachtungen in einer ganzen Reihe von Fällen auch die unbefruchteten Eier ins Ephippium ein, wo sie jedoch bald zerfallen), und dass endlich bei *Moina paradoxa* vom unbegatteten Weibchen 2—4mal hintereinander Wintereier und Ephippien gebildet werden können. Nach diesen Angaben vermute ich, dass die Bildung des Ephippiums überhaupt unter der Beteiligung des Nervensystems erfolgt. Und zwar nehme ich an, dass bei der Wintereibildung gewisse chemische Reize ausgelöst werden, die durch besondere, das Ovar versorgende Bahnen fortgeleitet und reflektorisch auf besondere, die Zellen des äußeren Schalenmatrixblattes innervierende sekretorische Nerven übertragen werden. Unter dem Einfluss solcher sekretorischen Reize würden dann die Matrixzellen zu besonders gearteter Leistung (eben die Kammerbildung) angeregt werden. Eine gewisse nervöse Koordination würde ebenfalls anzunehmen sein. Diese würde bewirken, dass gewisse Matrixzellen gar nicht (z. B. die unter dem Rückenband und ebenso die in der ventralen Hälfte der Schalenklappen gelegenen, vgl. Fig. 1, 2, 4, 6 und 9), andere in mehr oder weniger hohem Maße (z. B. die unter den Logenwänden und unter den dorsalen wie ventralen Randpartien des Ephippiums gelegenen, vgl. Fig. 8 und 9) im angedeuteten Sinne sich bestätigen.

Was das Detail der Histogenese anlangt, komme ich an der Hand meiner Präparate zu folgenden Vorstellungen. Die Befunde, wie sie sich uns an der Logenwand und den Randpartien des Ephippiums bieten, sind als Hemmungserscheinungen zu betrachten, die sehr wahrscheinlich, wie schon gesagt, durch nervöse Regulationen bedingt sind. Hier ist also der ephippiale Entwicklungsprozess in einem sehr frühen Stadium sistiert worden. Wir finden an solchen Stellen allein die Kuppellamelle und das Fibrillengerüst ausgebildet. Von den Kammerwänden ist noch keine Spur vorhanden. Diese scheinen vielmehr erst dadurch zu entstehen, dass sich der basale Kuppelrand irgendwie im Fibrillengerüst verankert und dadurch hier zurückgehalten wird.

Nicht ganz leicht zu verstehen ist die Entwicklung des Fibrillengerüsts in seinen Beziehungen zur Kammerwand. Was sich hier nur schwer in Einklang bringen lässt, ist die Kontinuität des Fibrillenwerkes, die fensterartige Durchbrechung der Kammerwand und ihre Entstehung aus dem innersten Blatt der zweifellos bei *Daphnia pulex* nicht gefensterten Kuppellamelle. Nach allem, was mir vorliegt, denke ich mir die Entwicklung des Ephippiums histogenetisch folgendermaßen gestaltet:

1. Stadium der Kuppellamellenbildung. Unter der Chitinlamelle des äußeren Blattes der Schale (vgl. Fig. 5, $A_{1,2}$) wird eine neue Chitinlamelle, ganz wie bei der Vorbereitung einer gewöhnlichen Häutung, angelegt. Der einzige Unterschied von der Bildung eines jungen Schalenmantels besteht zunächst darin, dass dies an den dorsalen und ventralen Randpartien der späteren Anlage schon außerordentlich frühzeitig geschieht, nämlich annähernd schon zu dem Zeitpunkte, wo die darüberliegende, von mir in dieser Arbeit immer als „äußere Chitinlamelle der alten Schale“ bezeichnete Schicht selbst eben erst in Bildung begriffen und daher sicher ihrerseits noch von der äußeren Chitinlamelle der derzeitigen „alten Schale“ überdeckt wird. Nur so wird es verständlich, dass die im übrigen ihrer ganzen Skulptur nach sehr selbständige Kuppellamelle an jenen Randpartien mit der „äußeren Chitinlamelle der alten Schale“ verschmolzen ist, mit der sie sonst nicht das geringste gemein hat. Diese selbständigen Partien des Ephemium entwickeln sich daher höchstwahrscheinlich erst zu einer Zeit, wo die Ausbildung der „äußeren Chitinlamelle der alten Schale“, natürlich erst einige Zeit nach der Abwerfung der entsprechenden Lamelle der vorigen „alten Schale“ ziemlich oder ganz vollendet ist.

2. Stadium der Fibrillenbildung. Währenddem, oder ganz kurz darauf, scheint sich nun innerhalb der einzelnen Wabenwände der äußeren Schichten des Matrixzellenplasmas — auch darin unterscheidet sich die Genese der Kuppellamelle wesentlich von der einer gewöhnlichen Schalenchitinlamelle — der Einbau von Fibrillen zu vollziehen. Ich sage innerhalb der einzelnen Wabenwände, denn die Maschenweite des Fibrillennetzes stimmt auffallend (vgl. Fig. 5 u. die schemat. Fig. 9) mit der Größe der Plasmawaben der Matrixzellen überein¹⁾. Dass aber alle fibrillären und granulären Differenzierungen innerhalb der Wabenwand selbst gebildet werden und liegen, bedarf, seitdem wir die umfassenden Untersuchungen Bütschli's hierüber besitzen, keiner besonderen Begründung mehr.

3. Stadium der Kuppellamellen-Perforation. Noch während diese Fibrillen, wohl als Mikrosomenreihen, sich anlegen, müssen an den energetischen Grenzbezirken der Matrixzellen sich besondere Vorgänge abspielen, infolge deren das innerste Blatt der Kuppellamelle (Ba_2 , Fig. 5) über diesen Stellen perforiert wird. Damit werden wahrscheinlich auch die schon oben erwähnten Verankerungspunkte gegeben sein.

Den Matrixzellen unter den Logenwänden und den äußersten ventralen Randbezirken geht diese Eigenschaft in hohem Grade

1) Ob die Genese der Ephemialfibrillen im stande ist, die Bütschli-Biedermann'sche Kontroverse in Punkte „Wabenstruktur“ zu beleuchten, mag vorläufig dahingestellt bleiben, obgleich es meiner Meinung nach in der Tat höchstwahrscheinlich der Fall sein wird. Vgl. auch Anmkg. 1, p. 700.

ab. Hier kommt es noch zu keiner Perforation der Kuppellamelle. Eine schwache Kuppelung kommt aber doch schon zustande. Die Festheftung der Fibrillenendkegel scheint an den betreffenden Stellen in besonderer Weise wirksam zu sein.

4. Stadium der Kammerwandbildung. Indem nämlich Fortsätze der Matrixzellen in die entstandenen Fenster hineinwuchern und sich auf der anderen Seite der Kammerwandlamelle, wie ich schon jetzt den perforierten Teil der inneren Kuppellamelle nennen will, vereinigen, wird in der Tat eine feste Verankerung der Kammerwandlamelle erreicht. Dadurch nun, dass zunächst die ganze Matrixzelle stark weiterwuchert, wobei in den tieferen neugebildeten Plasmalagen, also auch in den ersten Verankerungsfortsätzen, die Fibrillenbildung ihre Vollendung erreicht¹⁾, wird die Kuppellamelle nach außen gedrängt. Diesem Drucke kann sie aber nur da nachgeben, wo sie noch nicht von den durch ihre Fenster gespannten Fibrillen in der Tiefe der Matrixzellen-Grenzbezirke festgehalten wird. Die Folge davon ist: die freien Teile der Kuppellamelle werden nach außen mehr und mehr vorgebuchtet, so dass sich schließlich die seitlichen, an die perforierten Teile der Kuppellamelle angrenzenden Bezirke mitsamt den perforierten Basalteilen je zweier aneinandergrenzender Kuppeln zu einer Duplikatur, der Kammerwand, zusammenlegen. Damit werden natürlich auch unperforierte Teile der Kuppellamelle ins Bereich der perforierenden Einwirkung des Matrixplasmas gelangen und auch ihrerseits der Perforation anheimfallen.

5. Stadium der Kammerraumbildung. In der geschilderten Weise wird der Prozess nur in den dorsalen und ventralen Randpartien des Ephippiums bis zum Abschluss der Kammerbildung fortgesetzt. Darum finden wir hier die ganze Kammer von dem Fibrillenwerke ausgefüllt. In den übrigen Bezirken des Ephippiums hören Fibrillenbildung und Verankerungsprozess frühzeitig auf, und die noch lange fortschreitende Vorbuchtung, die hier die Kammern ungefähr viermal so hoch als breit werden lässt, verdankt ihre Weiterbildung einer anderen Ursache, wahrscheinlich dem besonders lange anhaltenden Ausschwitzen von Blutflüssigkeit. Immerhin scheinen die äußeren Teile der Kammerwandduplikatur hierdurch keineswegs den perforierenden Einflüssen der Matrixzellen entzogen zu werden, wenigstens erfährt der Durchfensterungsprozess keinerlei Unterbrechung. Auf diese Weise entsteht ein freier Hohlraum, der Kammerraum. Sein Inhalt ist eine von der Matrix ausgeschwitzte, wesentlich eiweiß- und fetthaltige Flüssigkeit.

Ekdysis. Damit ist das Ephippium fertig ausgebildet. Seine

1) Die Fibrillen sind mit den oben beschriebenen Fibrillenendkegeln an dem unperforierten Teil der Kuppellamelle angeheftet.

Abwerfung wird vorbereitet durch die Bildung einer jungen Schalenlamelle, die direkt unter dem Gerüstwerk und innig damit verkittet von dem äußeren Matrixblatte schon während des fünften Stadiums abgeschieden wird. Schon Weismann scheint die Abwerfung des Ephippiums ganz richtig mit einem Häutungsprozess in Zusammenhang gebracht zu haben. Wenigstens liest Cunningham dies aus den Weismann'schen Arbeiten heraus, und auch ich kann Weismann's Ausführungen über *Euryceres lamellatus* nicht anders interpretieren: „Dagegen erfuhr ich zu meiner Überraschung, dass auch hier keine Ephippien gebildet werden, sondern dass die Wintereier, meist in größerer Zahl, in den Brutraum entleert, dort mit einer Dotterhaut versehen und sodann durch Häutung des Tieres in dem Brutraum der alten Schale abgelegt werden. Dabei trennt sich die dünne Haut des Kopfes, der Füße und auch der ventrale Rand der Schalenklappen selbst von dem dickeren und stärker gelb gefärbten Hauptteil der Schale los, so dass nur diese als Hülle für die Eier übrig bleibt. Also eine Vorstufe zur eigentlichen Ephippiumbildung, bei welcher die Schale durch Bildung von Logen sowie eines Schwimmgürtels in ganz besonderer Weise für Empfang und Erhaltung der Eier umgewandelt und eingerichtet wird!“

Die Frage ist nun, wie diese Häutung erfolgt. Diese Frage kann ich leider, da mir die Gelegenheit gefehlt hat, direkte Beobachtungen über die histologischen Detailvorgänge zu machen, wiederum nur mit Vermutungen beantworten, die sich auf die Interpretation der Struktur des mir vorliegenden fertigen Ephippiums gründen, — falls man dieses Verfahren überhaupt als Antwort gelten lassen will. Ich halte mich auch allein deshalb für berechtigt, diese, manchem vielleicht mangels exakter entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen als „unzeitgemäß“ erscheinenden Erörterungen vorzubringen, weil die Lösung dieser Frage bisher meines Wissens trotz der eigentlich in höchstem Maße dazu anregenden Forschungen Braun's über die Häutung des *Astacus fluviatilis* nie bei den Cladoceren in Angriff genommen worden ist und, nebenbei gesagt, wegen der außerordentlichen technischen Schwierigkeiten — die ganze Ekdysis geht, wie Cunningham bestätigt, außerordentlich schnell vor sich, — auch nicht sobald auf dem exakten Wege zu bewerkstelligen sein wird.

Mir scheinen bei der Loslösung des Ephippiums drei Faktoren von ausschlaggebender Bedeutung zu sein: Erstens sehr frühzeitig sich vollziehende Veränderungen im Gerüstwerk, zweitens Veränderungen des flüssigen Kammerinhaltes, drittens hierdurch ausgelöste Manipulationen des Tieres, die das Abwerfen des Ephippiums zum mindesten sehr begünstigen, wenn nicht ausschließlich bewerkstelligen. Zurückzuführen sind mehr oder weniger direkt alle drei

auf eine gemeinsame Ursache, die Anlage und Ausbildung einer neuen äußeren Schalenlamelle. Denn eben das ist, wenigstens bei *Daphnia pulex*, das merkwürdige der ephippialen Periode, dass vom äußeren Blatte der Matrix in derselben Zeit drei Mantelgenerationen hervorgebracht werden, in der das innere Blatt nur eine einzige ausgebildet hat.

1. Stadium der Gerüstbildung. Es wurde schon oben gesagt, dass die Fibrillen des Gerüstwerkes notwendig im Wabenwerke des Matrixzellenplasmas entstanden sein müssen. Ebenso wurde angegeben, dass schließlich die zunächst wie ein Filter funktionierende äußere Chitinlamelle der jungen Schale infolge ihres fortschreitenden Wachstums undurchlässig und somit ein unüberwindliches Hindernis für die weitere Ernährung des Kammerinhaltes wird. Daher ist wohl der auf beiden Tatsachen fußende Schluss berechtigt, dass infolge der eingetretenen Ernährungsstörung die labileren Bestandteile des Kammerinhaltes, des Spongioplasma der Wabenwände mitsamt dem hyaloplastischen Inhalt, dem Untergange anheimfallen, während die resistenteren Fibrillen übrig bleiben: der erste Schritt zur Abrüstung und Loslösung.

2. Stadium der Zersetzung des flüssigen Kammerinhaltes. Wann dieses Stadium, das übrigens nicht bei allen Daphniden denselben Verlauf wie bei *Daphnia pulex* zu nehmen scheint, zum charakteristischen Abschluss gelangt, vermag ich nicht genau an meinem Material zu erschließen. Die Annahme, dass der flüssige Kammerinhalt sich zersetzt und durch Gasentwicklung mindestens die Schwimmfähigkeit des abgeworfenen Ephippiums bedingt, scheint mir aber unabweisbar zu sein. Außerdem habe ich bei abgeworfenen Ephippien feine Gasbläschen in den Kammern mit Sicherheit beobachtet. Nur scheinen auch in diesem Punkte die einzelnen Daphniden sich auffallend verschieden zu verhalten. So schreibt Leydig: „Die Eier der Daphniden sind wie die Winter Eier der *Acyronella* immer leichter als Wasser, schwimmen daher auch stets auf dem Wasserspiegel. Die von *Acanthocercus*, welche vom Tier an fremde Gegenstände angeklebt werden, sinken zu Boden, wenn sie von ihrem Anheftungspunkt losgerissen werden.“

Auch von den *Moina*-Eiern gibt Weismann an, dass sie im Wasser untersinken und erst nach gründlichem Austrocknen sich mit Luft füllen. Doch scheinen diese Arten hierin Ausnahmen von der Regel darzustellen, wenigstens sagt Lampert, nachdem er die Weismann'schen Angaben über das *Moina*-Ephippium zitiert hat: „Die Ephippien der anderen Daphniden dagegen schwimmen von Anfang an und wir finden sie oft in größerer Menge, wenn wir mit dem pelagischen Netz fischen.“

Für das Zustandekommen der Gasfüllung mag auch noch folgender Punkt von Bedeutung sein. Würde den Kammern nach

innen jeglicher Abschluss fehlen, so wäre während der Ekdysis ein mindestens beträchtlicher Verlust von Gas und von noch flüssigem Kammerinhalt wohl unvermeidlich. Nun sind ja aber die Kammern durch ein sehr feines Netzwerk nach dem Innenraum des Ephippiums zu abgeschlossen. Dieses scheint mir völlig auszureichen, um das Ausfließen von Kammerinhalt, das Ausströmen von Gas und, indem es als Sicherheitsventil wirkt, ein übermäßiges Anwachsen des Gasdruckes in der Kammer zu verhindern. Denn es ist sehr natürlich, dass sich die den Kammerraum innen begrenzenden Schichten des Netzwerkes dem Durchtritt des flüssigen Inhaltes gleich einem feinen, schwer benetzbaren Haarfilz entgegenstellen und ebenso, dass der Kohäsionsdruck der Flüssigkeitsoberfläche, die außen (d. h. vom Innenraum des Ephippiums her) das Netzwerk begrenzt, dem Gasdruck entgegenwirkt. So würde also das Netzwerk als ein sehr vollkommener Verschluss der gasführenden Kammern funktionieren.

3. Stadium des Auftriebs. Sobald das Ephippium spezifisch leichter als das Wasser wird, ist in seiner Umwandlung zum Schwimmgürtel eine nicht geringe Veränderung der Lebensbedingungen gegeben. Es wird das Tier nämlich stets beim in die Tiefe rudern eines außergewöhnlichen Kraftaufwandes benötigen, — die heftigeren Bewegungen der Extremitäten und die dadurch bedingten heftigeren Erschütterungen des Körpers müssen sich also auch in ungewöhnlicher Stärke auf die Schalenklappen fortpflanzen und in ebenso gesteigertem Maße die Festigkeit ihrer Verbindung mit dem Ephippium beanspruchen.

4. Stadium der Loslösung des Ephippiums. Zu dieser Zeit müssen sich, wahrscheinlich infolge einer irgendwie gearteten Prädisposition dieser Stellen, wie schon oben vermutet wurde, und infolge ihrer außergewöhnlichen Beanspruchung auf Zug, die Basalflächen der Fibrillenendkegel von der inneren Chitinlamelle des äußeren Schalenblattes lösen, so dass das Ephippium nunmehr von den Schalenklappen völlig losgelöst ist und nur den diese sackartig umhüllenden Blättern (inneres und äußeres Blatt) der alten (1. Generation) Schale an drei leistenartigen Bezirken angeheftet ist, nämlich am Rückenband und am rechten und linken ventralen Rand des Ephippiums.

5. Stadium der Abwerfung der alten Schale mitsamt dem ihr angehefteten Ephippium. Wirklich beobachtet hat den Häutungsprozess vor Cunningham meines Wissens nur Leydig. Leydig's Angaben beschränken sich aber auf die Beschreibung der betreffenden Vorgänge, wie sie sich an den Borsten abspielen. Dagegen hat Cunningham den ganzen Häutungsvorgang unter dem Mikroskop beobachten können. Wie schon oben angedeutet wurde, vollzieht sich der Häutungsprozess sehr rasch, nämlich nach Cunningham's Angabe in weniger als einer Minute. So hebt dann

auch Cunnington hervor, „dass man den Vorgang nur in seinen Hauptzügen, jedoch nichts von der Art der Loslösung der Haut wahrnehmen kann“. Immerhin sind folgende Angaben Cunnington's für uns von Interesse. Er hat erstens direkt beobachten können, „wie ein Ephippium bei der Häutung abgestoßen wurde und mit der abgeworfenen Haut in Verbindung blieb“. Das stimmt also ganz zu meinen Angaben über den Zusammenhang zwischen dem Ephippium und der Chitinlamelle der alten Haut. Dagegen muss sich in einem wesentlichen Punkte die Abwerfung des Ephippiums von einer gewöhnlichen Häutung unterscheiden. Cunnington schreibt: „Die beiden Schalenklappen scheinen auch in der Medianlinie oben auseinander zu springen, was auch das Freiwerden des hinteren Teiles erleichtern dürfte.“ Das findet bei der ephippialen Häutung nicht statt (wohl infolge der beträchtlichen Stärke des Rückenbandes), vielmehr kann ich Weismann's Angaben durchaus bestätigen, der über die Einordnung der Wintereier in die Logen von *Moina paradoxa* folgendes sagt: „Bei Weibchen, welche das Ephippium noch mit sich herumtragen, hat es häufig den Anschein, als ob die beiden Wintereier innerhalb desselben nebeneinander, nicht voreinander lägen. Dies ist auch der Fall; dauert aber nur so lange, bis das Ephippium völlig ausgebildet und zum Abstreifen reif ist. Dann federn die beiden Hälften zusammen und drängen die Eier in die beiden voreinander liegenden Logenräume, während sie vorher überhaupt nicht in den Logen lagen, sondern in dem noch geräumigen, noch nicht seitlich komprimierten Brutraum, und zwar jedes Ei in der Hälfte desselben, auf der es aus dem Ovarium ausgetreten war. Dieselbe Erscheinung des ursprünglichen Nebeneinanderliegens der Eier kann man auch bei Daphniden beobachten, doch dauert sie dort nicht so lange, vermutlich, weil die Tiere schmaler sind als *Moina paradoxa*.“ Auch ich finde bei den abgeworfenen Ephippien von *Daphnia pulex* die beiden Klappen durch die Federkraft des Rückenbandes fest zusammengedrückt. Aus alledem folgt, dass bei der ephippialen Häutung das Tier sich mit seinen Schalenklappen aus ihrer in sich intakt gebliebenen Umhüllung (bestehend aus der Chitinlamelle der alten Schale und dem angehefteten ephippialen Kammerwerk) herauszieht. Ich glaube diesen Vorgang am besten so klar machen zu können. Man denke sich seine beiden behandschuhten Hände mit den Hohlseiten aneinandergelegt. Die fingerlosen Handschuhe seien sehr weit, innen sei an ihrer Rückenseite ein Stückchen Fell angenäht. Die Handschuhe selbst seien mit dem nach oben (entsprechend dem Rückenbande des Ephippiums) zu haltenden radialen Rande zusammengenäht¹⁾.

1) Das auf diese Weise von den beiden radialen Rändern gebildete Septum muss man sich natürlich wegdenken, wenn man ein Modell erhalten will, das die Verhältnisse der Schalenklappen wiedergibt.

In dem Hohlraum, den man mit den so behandschulhten Händen umschließt, befinde sich eine Kugel. Sie wird vor dem Herausfallen dadurch bewahrt, dass die ulnaren, also in diesem Falle unteren Ränder der Hände andauernd eng einander genähert bleiben. An diesem primitiven Modell sollen, wie der Leser nach dem bisher erörterten leicht verstehen wird, die Matrixduplikatur der beiden Schalenklappen mitsamt der von ihr abgeschiedenen äußeren und inneren Chitinlamelle der jungen Schale von den beiden Händen mit ihrer Haut versimbildlicht werden, die man sich aber mit ihren radialen Rändern verwachsen denken muss. Das Kammerwerk des Ephippiums vertreten die beiden eingenähten Fellstückchen, die rechte und linke äußere Chitinlamelle der alten Schale die beiden Rückenteile, die innere Chitinlamelle der alten Schale in entsprechender Weise die beiden Hohlhandteile der Handschuhe, die Nahtstelle (vgl. nochmals Anmkg. 1!) stellt das Rückenband, die Kugel das Winterei, die beiden plantaren Aushöhlungen die Logen dar.

Das erste, von Cunnington beschriebene Häutungsstadium, das Platzen der Schale zwischen Kopfschild und Schalenklappen, muss man sich nun als schon abgelaufen vorstellen: „Mit einem Schlage platzt die Schale und trennt sich oben der Kopfschild von den beiden Schalenklappen ab, bleibt aber am unteren Ende noch mit den ersten Antennen und den übrigen Schalenteilen in Zusammenhang. Der Kopf wird hierdurch schon beinahe frei, und durch die so entstandene Öffnung werden zuerst der Kopf, danach die Schale und dann die hinteren Teile des Körpers herausgezogen.“ Alles das, mit Ausnahme der Schalen, müssen wir uns also am offenen Ende der Handschuhe hängend denken. Wollen wir jetzt ein Bild der ephippialen Häutung erhalten, so hat folgendes zu geschehen. Ein Gehilfe hält die Handschuhspitzen fest und wir ziehen die Hände vorsichtig heraus. Das Zusammenschlagen der Klappen durch die Federkraft des ephippialen Rückenbandes muss dadurch ersetzt werden, dass wir beim Herausziehen der Hände mit einiger Vorsicht verfahren und dass der Gehilfe währenddem die ulnaren (also hier unteren) Ränder der leerwerdenden Handschuhe mit der Hand zusammenhält, damit die Kugel nicht herausfallen kann. — Ich denke, dass die etwas ausführliche Wiedergabe dieses einfachen Versuches nicht unerwünscht sein wird, da dieser doch wohl das Verständnis des nicht so ohne weiteres zu überblickenden und merkwürdigerweise bisher niemals genauer explizierten Vorganges der Abstoßung des Ephippiums mit seinem Winterei recht erleichtern dürfte. Es erhellt daraus vor allem, wie es kommt, dass das Winterei während des Prozesses nicht herausfällt und wie ferner das Ei eine dreifache Schutzhülle umgibt: zunächst die innere Chitinlamelle der alten Schale, darauf

das ephippiale Kammerwerk und endlich zu äußerst die äußere Chitinlamelle der alten Schale.

Was das Tier schließlich in letzter Linie veranlassen mag, die alte Schale zu sprengen, das lässt sich vorderhand kaum mit Sicherheit sagen. Naheliegend ist es jedoch wohl, anzunehmen, dass die infolge der Doppelschaligkeit verschlechterten Atmungsbedingungen in diesem Punkte von Bedeutung sein könnten¹⁾.

Den eben in extenso geschilderten Entwicklungsprozess zurückverfolgend wird der Leser zweifellos auf eine unverkennbare Ähnlichkeit der ephippialen sowie der uns durch Leydig wenigstens in einigen Zügen bekannten gewöhnlichen Häutung mit den analogen, zum Teil sogar wohl homologen Verhältnissen bei *Astacus* und bei den Reptilien aufmerksam geworden sein. Bei *Astacus* wie bei den Reptilien sind es interzellulare, oder richtiger gesagt intrazellulare²⁾, zu feinen Härchen sich entwickelnde Bildungen, „deren Funktion“ — ich zitiere aus Braun's bekannter grundlegender Arbeit — „wohl in der mechanischen Ablösung der abzuwerfenden Teile von den darunter liegenden zu suchen ist; durch die Ablösung wird auch die Ernährung gestört, was sich durch Verlust der normalen Farbe, Elastizität, etc. (also ganz wie bei der Ephippiumbildung!) kenntlich macht“. Diesen Häutungshärchen entspricht nun bei *Daphnia pulex* ein gleichfalls die Ernährung „der abzuwerfenden Teile“ störendes, gleichfalls sich, streng genommen, intrazellular anlegendes Gebilde: die äußere Chitinlamelle der jungen Schale. Das Dickwachstum dieses Schalenblattes hemmt schließlich die Ernährung des Kammerinhaltes und leitet, wie oben ausgeführt wurde, damit die Ekdysis ein. Und auch der Entstehungsort von Häutungshärchen und Schalenblatt weist, wie gesagt, eine sehr auffallende Übereinstimmung auf, wenn es sich allerdings auch bei den Reptilien wohl kaum um etwas anderes, als das Analogon des bei den Krustaceen sich abspielenden Vorganges handeln kann, während wir es bei *Astacus* und bei den Daphniden wohl zweifellos mit homologen Verhältnissen zu tun haben. Denn hier entwickeln sich die trennenden Strukturen beide intrazellulär, nämlich innerhalb der primären Ausscheidung (Panzer, resp. Kammer samt Inhalt oder, bei der gewöhnlichen Häutung, Chitinlamelle der alten Schale) und des eigentlichen Matrixplasmas.

Es erübrigt noch, einiges über die Matrix selbst zu bemerken. Ich habe zunächst über einen eigentümlichen Befund zu berichten, der auf Schnitten ohne Schwierigkeit sich demonstrieren lässt, auf Totalpräparaten und am Lebenden überhaupt sicher nicht

1) Über die Anschauungen Lereboullet's, Leydig's und Weismann's in betreff einer Darmatmung vgl. Cunningham, l. c. p. 56.

2) Sehr schön ist dieser Nachweis meinem Freunde H. Schmidt bei *Platy-dactylus* gelungen, wie er in einer demnächst erscheinenden Arbeit zeigen wird.

wahrgenommen werden kann und auch auf Schnitten erst bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen die Aufmerksamkeit auf sich zieht, weshalb er bisher völlig übersehen wurde. Es handelt sich um eine außerordentlich feine Scheide- oder Zwischenwand, die das gesamte Lakunensystem der Matrixduplikatur parallel zu deren Oberfläche durchsetzt und so zwei, innerhalb der Schale allem Anschein nach nirgends miteinander kommunizierende, übereinander liegende Lakunensysteme abgrenzt.

Das, was wir bisher vom Matrixbau wussten, verdanken wir fast ausschließlich Leydig. Er gibt in seiner berühmten Daphnidenmonographie folgende Beschreibung davon: „Außer der Kutikula besteht die Haut wieder aus der Matrix der ersteren, einer weichen Lage, in der Kerne immer deutlich sind; und an manchen Orten, vorzüglich nach Einwirkung von Reagentien, erscheint die Lage so schönzellig wie ein Epithel. Auch ohne solche künstliche Einflüsse tritt die Zellschicht, welche zunächst unterhalb der Kutikula liegt, klar hervor, wenn sie pigmenthaltig wird. Wie nämlich schon verschiedene Beobachter aussagen, so bedeckt sich gern bei vorgerücktem Alter die Schale unseres Tieres mit dunklen Pigmentflecken, so besonders auf dem mittleren Seitenteil der Schalen; treten da auch wohl häufig zu Bändern zusammen, ja ich habe gesehen, dass sie manchmal die ganze Schale gleichmäßig besetzen; der Kopf indessen blieb von dieser Pigmentierung immer frei. Dergleichen Pigmentflecken bei starker Vergrößerung angesehen, geben das Bild eines pigmenthaltigen Epithels. Überall sieht man auch deutlich die Stütz- oder Verbindungsbalken zwischen der Hautduplikatur der Schalen, am Kopf und anderwärts. Die „in den Interstitien“ der Schale stehenden „zerstreuten hellen Punkte,“ von denen Fischer bei *D. Brandtii* spricht, und welche nach diesem Autor „von Vertiefungen in der Schale“ herzurühren scheinen, sind die Ansatzstellen der Stützfasern . . . Dass die feineren Stützfasern, wie z. B. jene, welche die Blätter der Schalen zusammenhalten, wenigstens zum Teil hohl sind, geht daraus hervor, dass man öfter Individuen antrifft, bei denen gelbliche, wie Fettkügelchen aussehende Körnchen innerhalb der Stützbalken gerade da liegen, wo sich dieselben unter garbenartiger Entfaltung ihres Endes mit der Kutikularschicht verbinden.“ Diese Strukturverhältnisse der Schale hat Leydig bei *Sida crystallina*, *Daphnia sima* (Querschnittsbilder davon hat Cunington gegeben), *D. brachiata*, *Moina rectirostris*, *Daphnia quadrangula*, *Bosmina luevis*, *Lycopus lamellatus* und bei *Polyphemus oculus* beschrieben.

Die morphologische Bedeutung der Stützbalken hat Brauu bei *Astacus* und ein Jahr darauf Weismann bei den Daphniden selbst genauer untersucht. Brauu findet in den Panzerduplikaturen von *Astacus* „zwischen den beiden Blättern des Panzers ein System

von querdurchsetzenden Bindegewebsbalken ausgespannt, welches allgemein in den Duplikaturen der Krustaceen vorzukommen scheint. Kossmann beschreibt solche von den Duplikaturen der schmarotzenden Rankenfüßer und von *Conchoderma virgatum*“. Die Untersuchung des feineren Baues der Bindegewebsbalken lässt nun nach Braun erkennen, dass sie aus mehreren Fasern zusammengesetzt sind, „die meistens Kerne zwischen sich erkennen lassen und eine unmittelbare Fortsetzung der Chitinogenzellen zu sein scheinen¹⁾ . . . Jede solche Zelle zeigt an ihrer Endfläche eine sehr deutliche Längsstreifung, die sich bis fast an den elliptischen Kern erstreckt, ganz so wie an den Zellen der Muskelfasern. Wo die Grenze zwischen Bindegewebe und Epithel zu ziehen ist, muss für den Flusskrebs die Entwicklungsgeschichte zeigen; bei *Conchoderma virgatum* war es Kossmann wegen natürlicher Pigmentierung der Zellen möglich, diese Grenze zu sehen, bei den schmarotzenden Rankenfüßern vermutet er sie nur“.

Und ebenso, als „Fortsätze der beiden Hypodermisanlagen“, fasst Weismann diese Gebilde bei den Daphniden auf. Ferner gibt er an, dass „in einem engen, kanalartigen Sinus in der Mittellinie des Rückens“ die „Stützfasern“ fehlen.

Ich beschreibe zunächst die von mir entdeckte Zwischenwand²⁾, deren schon oben kurz gedacht wurde und werde dann noch einige weitere Angaben über die feineren Strukturverhältnisse der übrigen Matrixelemente machen.

Die Zwischenwand lässt sich schon bei schwächerer Vergrößerung hie und da wahrnehmen, wie dies in Fig. 1 angedeutet ist. Sie hält sich jedoch nicht immer genau in der Mitte zwischen den beiden Blättern der Matrix (vgl. Fig. 5 und 11) und kann deshalb erst bei stärkerer Vergrößerung mit befriedigender Deutlichkeit in ihrer ganzen Ausdehnung verfolgt werden. (Schluss folgt.)

Geschmacksorgane und andere nervöse Endapparate im Schnabel der Vögel.

(Vorläufige Mitteilung aus dem zoolog. Inst. d. Univ. Czernowitz.)

Von Dr. Eugen Botezat.

Die als Endknospen bekannten Becherorgane, welche namentlich bei den Säugetieren auch die Bezeichnung Geschmacksorgane oder Geschmacksknospen führen, kommen bei den Fischen in den

1) Im Original nicht gesperrt.

2) Ihre Existenz scheint mir nicht ohne Bedeutung für die von Leydig behauptete Schalenatmung der Daphniden zu sein. Vgl. hierüber auch die Arbeit von Cunningham.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Wolff Max

Artikel/Article: [Studien u^uber Kutikulargenese und -Struktur und ihre Beziehungen zur Physiologie der Matrix. 697-722](#)