

welche bei den Knochenfischen ganze Reihen von Zähnen vereinigt. Der Entwicklungsprozess fängt mit der Ausbildung einer Mesodermpapille an, die ins Epithel hineinragt; zu gleicher Zeit wird die als Basis dienende Knochenplatte des Kiefers resorbiert (Fig. 3). Um die Mesodermpapille bildet die innere Schicht des mehrschichtigen Epithels eine aus prismatischen Zellen zusammengesetzte Kappe. Zwischen dem Epithel und der Papille kommt es zu einer Ablagerung von Zement, dem eine mesodermale Entstehung zuzuschreiben ist. Die ganze so entstandene Bildung wächst nun in die Höhe, die Papille wird größer, die Zementablagerung bedeutender, die Zellen der Kappe verlängern sich und werden endlich fadenförmig (Fig. 4).

Nach den dürftigen Angaben von Salensky über die Zahnentwicklung beim Stör könnte man glauben, dass die Zahnkappe auch bei dieser Form vorkommt. Es geht jedenfalls hervor, dass sie nichts mit der Ablagerung einer Emailschiicht zu tun hat; sie ist vielmehr eine Vorrichtung, welche den jungen Zahn vor einer schädlichen Druckwirkung beim Beißen zu schützen hat.

Nachdem das Zement ausgebildet ist, verwächst es mit der Kimmlade, aber nicht in der ganzen Zirkumferenz des Zahnes: es bleibt eine breite Öffnung bestehen, welche ins Innere des Zahnes führt. Bei den großen Zähnen bleibt der Zahn ganz frei, verwächst niemals mit dem Kieferknochen zusammen. Damit aber die Verbindung der beiden Bildungen eine genügende Festigkeit erhält, entstehen im Innern des Zahnes zwei Ligamente, welche Zahn und Kiefer verbinden (Fig. 5 *Cg.*). Mit der vollständigen Ausbildung des Zahnes wird das obere, den Zahn schützende Ende der Kappe nutzlos. Es wird resorbiert, wodurch die Kappe in zwei Teile zerfällt und der Zahn frei wird (Fig. 5).

Ob der Zahn mit Email bedeckt ist, bleibt sehr fraglich. Jedenfalls wird dasselbe nicht von dem Schutzapparate geliefert, sondern von dem Epithel, nachdem die Kappe verschwunden ist. Einige Schnitte scheinen zu zeigen, dass der ausgebildete Zahn an seiner Basis Überreste des Schutzapparates besitzt; seine Spitze wird aber von saftigen Epithelzellen umgeben, die als Absonderungszellen des Emails betrachtet werden können. [55]

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

I.

Das Ehippium von *Daphnia pulex*.

Von Dr. Max Wolff,

Assistent am Zoologischen Institut zu Jena.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Jena.)

Die Genese der Kutikularbildungen wird allein bei vergleichender Betrachtung verständlich, ganz ebenso, wie der aus ihren Be-

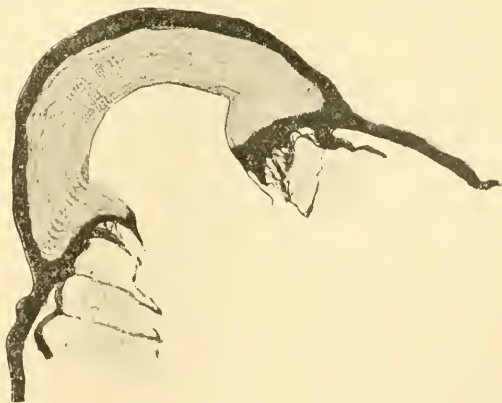
ziehungen zur Matrix sich ergebende physiologische Befund, der, einmal in die Sphäre der selektiven Faktoren gezogen, eine hohe, mancherlei interessante Probleme bietende Differenzierung erreichen kann. Auf Grund dieser gemeinsamen Überzeugung, im übrigen aber völlig unabhängig voneinander, sind von meinem Freunde M. Rauther und mir verschiedene Formen von Kutikularbildungen untersucht worden. Diese Untersuchungen sollen teils direkt, teils indirekt als histologische Vorläufer, ein physiologisches Verständnis dieser „geformten Sekrete“ anbahnen. Im folgenden werden zunächst meine eigenen, in dieser Richtung angestellten Untersuchungen über das Ephippium von *Daphnia pulex* veröffentlicht.

Bekanntlich ist unter den Phyllopoden die Familie der Daphniden durch die Ausbildung merkwürdiger Eibehälter, der sogen. Ephippien, ausgezeichnet, die zum Schutze der Wintereier dienen. Diese, gleichzeitig als Schwimmapparat dienende Einrichtung ist bis jetzt meines Wissens bei den Gattungen *Acautholebris*, *Daphnia*, *Simocephalus*, *Scapholebris*, *Ceriodaphnia* und *Moina* beobachtet und besonders auf ihre biologische Bedeutung hin untersucht worden.

Fig. 1.



Fig. 2.



Einer Aufforderung von Herrn Prof. Dr. Ziegler folgend, der es für sehr wünschenswert erachtete, einen Querschnitt des Ehippiums abzubilden, weil aus den Lehrbüchern die Lage des Sattels — ob auf der Schale oder innerhalb des Brutraumes —, nicht klar zu ersehen sei, fertigte ich in der üblichen Weise eine Querschnittserie an. In Fig. 1 habe ich einen Schnitt abgebildet, der zeigt, dass das Ehippium eine Verdickung des äußeren Schalenblattes darstellt, dass also sein Verhalten ganz der Auffassung der alten Beobachter entspricht.

Ich studierte dann später zuerst an der hierzu hergestellten Schnittserie, dann an zwei weiteren, feineren (Schnittdicke = $2\frac{1}{2}$ und $1\ \mu$; für die liebenswürdige Überlassung seines Schaukelmikrotoms bin ich meinem verehrten Freunde, Herrn Dr. Schulze, zu besonderem Dank verpflichtet) auch das mikroskopische Detail. Dass ich nun hierüber in folgendem einiges mitzuteilen unternehme, bedarf der Rechtfertigung. Wir besitzen in den bekannten Untersuchungen Leydig's über die genannte Familie und nächst ihnen in den Arbeiten Weismann's so erschöpfende Darstellungen der feineren anatomischen Verhältnisse, dass prinzipiell neue Befunde nach dieser Richtung hin nur insoweit zu erwarten waren, als Strukturen in Frage kamen, die sich notwendigerweise auch der raffiniertesten Beobachtungstechnik am lebenden und zerpupften Objekt entziehen mussten. Ich hebe deshalb hervor, dass meine histologischen Befunde an jeder guten Schnittserie leicht wahrzunehmen sind, die genügend fein und vor allem nach zweckmäßiger Färbung (Hämatoxylin-Eisenaalaun Heidenhain mit nachfolgender Rubin-Orange G.-Plasmafärbung) mit stärkster Vergrößerung zu betrachten ist. Nur das Fehlen von unter solchen Bedingungen vorgenommenen Beobachtungen mag daher erklären, dass das, was ich als neu beschreiben kann, so lange unermant geblieben ist. Denn bei mittlerer Vergrößerung ist von diesen Dingen wenig oder nichts zu sehen, und darum ist auch in den neuesten, mit Hilfe von Schnittserien angestellten Untersuchungen von Samassa und Cunningham darüber nichts zu finden.

Ferner musste ich leider wegen Mangel an geeignetem Material vorläufig darauf verzichten, das Detail der histogenetischen Vorgänge an der Hand beweisender Präparate in allen Einzelheiten so zu verfolgen, wie es mir wünschenswert erschien. Immerhin glaube ich auch da, wo mich die Beobachtung in Stich ließ und ich zur Reflexion meine Zuflucht nehmen musste, aus der vergleichenden Betrachtungsweise genügendes Beweismaterial beigebracht zu haben.

Ich werde zunächst das eigentliche Ehippium behandeln und darauf noch einiges wenige über die Daphnidenschale, speziell über ihre Matrix mitteilen.

Das Ehippium sitzt als ein schwarzbrauner Körper (vgl. Fig. 6) von sattelförmiger Gestalt der Schalenklappenmatrix auf (vgl. Fig. 1), liegt also zwischen dieser und der äußeren Chitinlamelle der alten Schale (vgl. Fig. 1, 4 u. 5). Wie Leydig in seiner bekannten

Fig. 3

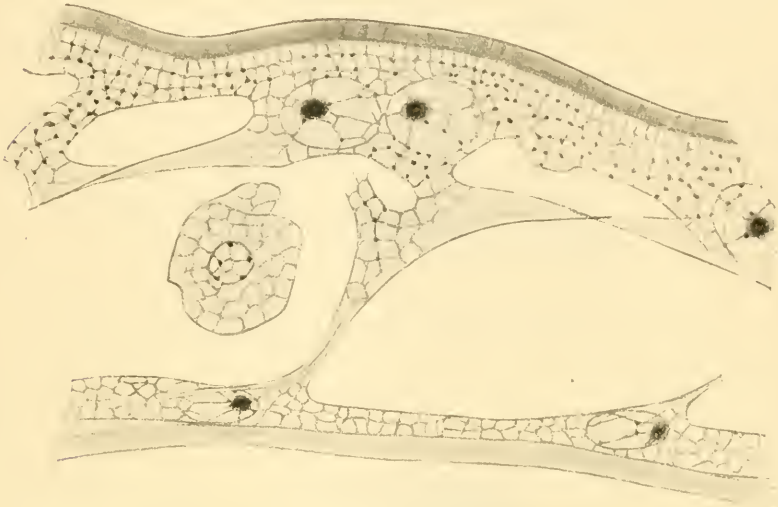


Fig. 4.



Monographie schon angegeben hat, ist das Pigment in der Chitin-
substanz des Ehippiums diffus verteilt¹⁾. Die dunkle Färbung

1) Pigmentiert ist auch die äußere Chitinlamelle der alten Schale, soweit sie das Ehippium überlagert und teilweise, aber viel schwächer, das entsprechende Stück der inneren Chitinlamelle der alten Schale. Die erstgenannte Lamelle ist auch ein wenig verdickt. Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir bei den meisten Lynceiden und bei einigen Daphnidengattungen (*Alona*, *Makrothrix*, *Pasithea*, *Bosmina*), wo es nicht zur Ausbildung eines besonderen Ehippiums kommt, das

wird wesentlich dadurch verstärkt, dass sich nach dem Eintrocknen das Kammerwerk des Ehippiums mit Luft füllt und infolge der

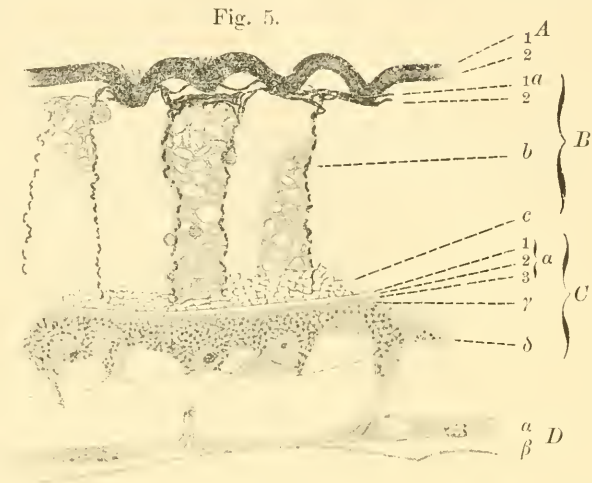


Fig. 6.



eintretenden totalen Reflexion völlig undurchsichtig wird. An den Stellen, wo diese Kammerung fehlt, den Logenwänden, fällt dieser

Winterei vielmehr einfach mit der Schalenhaut abgelegt wird. Hier, bei *Daphnia pulex*, wo das Winterei nicht mit der bloßen Schalenhaut, sondern noch mit einem besonderen „unpaaren“, dieser eingelagerten, von dem äußeren Matrixblatte als eine Lamellengeneration „sui generis“ produzierten „Ehippium“ zusammen abgelagert wird, das der wesentliche Träger der Pigmentierung ist, scheint es sich also um einen Befund zu handeln, der als Reminiszenz an jene phylogenetisch weiter zurückliegenden Vorstadien der ehippialen Entwicklungsgeschichte gedeutet werden muss.

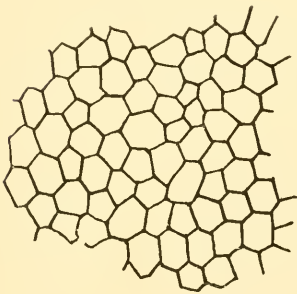
Schutz natürlich fort (vgl. Fig. 6) und seine Stelle vertritt hier allein jenes Pigment, das im durchfallenden Lichte ockergelb erscheint. Weismann sieht zweifellos mit vollem Rechte in dieser Pigmentierung eine Schutzvorrichtung, die sich sogar noch bedeutend wirksamer bei den Lynceinen, die eines echten Ephippiums entbehren, entwickelt findet. So ist bei *Cumtrocercus Macrurus* die Innenfläche der Schale da, wo die Eier liegen, tiefschwarz gefärbt.

Leydig hat zuerst in der „scharfrautigen“ Zeichnung des Ephippiums den Ausdruck eines Wabenwerkes erkannt. Nur nahm er bei *Daphnia magna* wahr, dass die Rauten des Sattels durchweg stark punktiert, d. h. siebartig nach außen durchbrochen sind, während ich bei der von mir untersuchten Art, *Daphnia pulex*, solche Durchbrechungen nur an den Wänden habe beobachten können, die die einzelnen Kammern untereinander abtrennen, wie ich weiter unten des genaueren beschreiben werde.

Aus Fig. 1 ist die Anordnung der mit ihrer Längsachse senkrecht zur Oberfläche des Ephippiums stehenden Luftkammern leicht zu ersehen. Die „scharfrautige“ Zeichnung, die aus größtenteils sehr unregelmäßig gestellten Sechsecken besteht, kommt übrigens allem Anschein nach nicht so sehr durch die Stellung der Längsseiten der einzelnen Kammern, als vielmehr durch den kuppelförmigen Abschluss zustande, den diese nach außen hin, dicht unter der dicken Chitinlamelle des äußeren alten Schalenblattes finden (vgl. Fig. 7 u. 4). Dass diese schon allein die Rautenzeichnung hervorrufen, geht vor allem daraus hervor, dass Weismann bei *Moina paradoxa* auch die Logenwände solcher Art gezeichnet findet (bei *Moina rectirostris* sind sie dagegen glatt). Den gleichen Befund bieten mir die Logenwände von *Daphnia pulex*. Auf dem etwas schräg liegenden Querschnitt, der in Fig. 1 abgebildet ist, haben wir auf der linken Seite eine Logenwand getroffen. Hier fehlen die Kammern vollständig, obgleich, wie gesagt, die „scharfrautige“ Zeichnung sich ohne jede Unterbrechung über den Logenwandteil des Ephippiums hinwegzieht. Fig. 8 gibt die eben angedeutete Erklärung dafür. Hier sieht man deutlich die äußere Chitinlamelle der alten Schale in mächtigem Bogen drei Kammerkuppeln überspannen. Diese erscheinen hier kleiner als auf den anderen bei gleicher Vergrößerung gezeichneten Figuren, weil sie mehr seitlich getroffen sind. Mehr medial ist die ganz links in der Zeichnung noch sichtbare Kammerkuppel getroffen. Das mit der Kuppelwandung verschmelzende Gerüstwerk werde ich weiter unten besprechen. Die Masse der Kammern scheinen bei den verschiedenen Daphnidenarten nicht unbeträchtlich zu differieren. Wenigstens kann ich dies mit Bestimmtheit vom Querdurchmesser der Kammern angeben. Was die Länge oder besser

gesagt die Höhe der Kammern anlangt, so sind meine Abbildungen anscheinend die ersten, die hierüber veröffentlicht werden. Ich denke wenigstens, dass mir die einschlägige Litteratur vollständig vorgelegen hat. Und in dieser war über den genannten Punkt keine einzige Angabe zu finden, so dass mir in dieser Hinsicht jedes Vergleichsmaterial fehlt. Sehr wahrscheinlich wird aber auch die durchschnittliche Kammerhöhe in ähnlicher Weise variabel sein, wie ihr Querdurchmesser. Ich habe in Fig. 7 ein kleines Stück der Rautenzeichnung des Ephippiums von *Daphnia pulex* abgebildet, und zwar bei 180facher Vergrößerung. Genau dieselbe durchschnittliche Maschenweite weisen nun die Zeichnungen Weismann's auf, der bei 100facher Vergrößerung das Ephippium von *Moina paradoxa* und *rectirostris* abbildet. Der Querdurchmesser

Fig. 7.



der Kammern muss also bei diesen beiden Arten nahezu doppelt so groß als bei *Daphnia pulex* sein. Dagegen gleicht die Breite der Kammer bei *Scapholebris mucronata*, nach der Zeichnung Vosseler's in dem bekannten Lampert'schen Werke zu urteilen, fast ganz der der beiden *Moina*-Arten.

Das variable Verhalten des Kammerdurchmessers ist nun aus folgendem Grunde nicht ohne Interesse. Wie ich später noch genauer nachweisen werde, ist jede Kammer das Produkt einer einzigen Matrixzelle. Obwohl diese Matrixzellen nun bei der von mir untersuchten *Daphnia pulex* durch keinerlei sichtbare Grenze voneinander geschieden sind, die ganze Matrix daher eher als ein Syncytium zu bezeichnen wäre¹⁾, scheint eben durch den Abstand der Kammerwände eine energetische Abgrenzung zum Ausdruck zu kommen (im Sinne der bekannten Sachs'schen Theorie). Aus den dargestellten Befunden würde also abzuleiten sein, dass bei verschiedenen Daphnidenarten die Größe der Matrixzellen — wenn wir im Sinne der Energidentheorie in solcher Weise den Zellbegriff erweitern und rein dynamisch fassen — beträchtlichen Schwankungen unterliegt. Meines Wissens sind solche Differenzen in der Größe homologer Gewebelemente bisher nur bei den Amphibien bekannt.

(Fortsetzung folgt.)

1) Leydig sagt einmal, wo, weiß ich augenblicklich nicht, dass jedes Epithelium mindestens in irgend einem Stadium seiner Entwicklung ein Syncytium darstellt. Auch mir scheint dies außer allem Zweifel zu stehen. Der Befund bei *Daphnia pulex* liefert einen weiteren Beweis dafür.

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. 644-650](#)