

# Über Sinnesorgane des Genus *Cardium*.

Von

**Franz Leo Weber,**

staatl. gepr. Forstwirt, Kapitulär des Stiftes Schlägl.

(Mit 2 Tafeln.)

## Historisches.

Noch ROGET (3) sagt: „Nie hat man bei den kopflosen und zweischaligen Weichtieren ein Organ gesehen, welches zu dem Gesichtssinne die entfernteste Beziehung hätte.“ Zwar fand man bei *Pecten* und *Spondylus* glänzende Gebilde zwischen den Tentakeln, aber man konnte ihren physiologischen Wert nicht deuten.

Dem Arzte POLI (1) gebührt das Verdienst, diese Gebilde richtig als Augen gedeutet zu haben. Im Anschluß an die Fabel, die dem Argus, dem Sohne des Aristor, als Wächter der Juno 100 Augen zuschrieb, nannte er *Pecten* „Argus“.

GARNER (4) erwähnt die Augen von *Pecten*, *Spondylus* und *Ostrea*.

GRUBE (5) bestätigt die Augennatur der betreffenden Organe. Ihre Nerven entspringen nach ihm sämtlich aus einem dem Mantelrande parallelen Pallialnerv. Nur bei *Ostrea* und *Lima* kann man diese nicht finden. Zugleich bemerkte er, daß Augen nur bei jenen Muscheln vorkommen können, welche eine freie Bewegung haben. Für festsitzende Muscheln hätten sie überhaupt keinen Wert.

Auch KROHN (6) sah diese Gebilde, konnte aber nicht zur sicheren Überzeugung kommen, daß es Augen seien. Da nun einmal auf die Funktion dieser Gebilde als Augen hingewiesen worden war, verfiel man in die Sucht, bei jeder Muschel Augen nachzuweisen. Jeder noch so unbedeutende Pigmentfleck wurde als niedrig organisiertes Auge gedeutet.

So stellte WILL (7) Untersuchungen bei den Konchiferen an und fand ihre Augen „hochentwickelt“. Er stellte das Vorkommen derselben bei *Pecten*, *Spondylus*, *Ostrea*, *Pinna*, *Arca*, *Pectunculus*, *Mytilus*, *Cardium*, *Tellina*, *Macra*, *Venus*, *Solen* und *Pholas* fest.

SIEBOLD (8) erwähnt nur vorübergehend der Augen von *Cardium*, von denen er ganz richtig bemerkt, daß sie auf kontraktile Stielen stehen und an den Rändern der beiden Siphonen sich zwischen den beiden Schalen hervorstrecken.

GEORG JOHNSTON (9) bezweifelt den Charakter dieser Gebilde als Augen, indem er überhaupt den Muscheln den Besitz von Augen abspricht. „Jedoch hat man neuerlich mehrere Ausnahmen, man muß gestehen, von etwas zweifelhaftem Charakter nachgewiesen.“ Er referiert kurz über den damaligen Stand der Augenfrage der Bivalven.

FLEMMING (10 und 11) sagt, indem er von den Sinnesorganen spricht: „Ein sehr schönes Objekt, um das Durchdringen der Härchen durch den Kutikularsaum zu konstatieren, bieten die flimmerlosen Siphopapillen der Herzmuschel. Man kann an diesen, wenn sie frisch abgeschnitten betrachtet werden, jedes einzelne der Härchen durch die äußerst klare breite Kutikula und noch zwischen die Epithelzelle hinein verfolgen.“ In einem Briefe an RAWITZ aber sagt er, daß dies nicht vom Haarsinnesorgane gelte.

MEYER und MÖBIUS (12) erwähnen zuerst des Haarsinnesorganes. Die Abbildung betrifft *C. edule* (*varietas rusticum*). „Die tiefer stehenden Zirren haben eine konkave Endfläche, die Haare trägt;“ dasselbe weisen sie von *C. fasciatum* nach. Zugleich gedenken sie auch der „Augen nach WILL“.

Auffallend ist es, daß sowohl CARRIÈRE (18) als auch SHARP (17) das Vorhandensein von Augen bei *Cardium* leugnen. CARRIÈRE (18) behauptet in seinem ersten Werke: „bei dem hüpfenden *Cardium* sind bis jetzt keine Augen nachgewiesen,“ später dürfte er der erste gewesen sein, der die Vermutung aussprach, daß die von WILL für Augen gehaltenen Organe nichts anderes seien als Leuchtorgane. Doch steigen ihm bei der letzten Vermutung selbst Bedenken auf, weil bei Abschluß des Lichtes der eigentümliche edelsteinartige Glanz dieser Organe verschwindet.

Auch P. SHARP (17), dem RAWITZ boshafterweise vorwirft, daß er schon beim Vorhandensein weniger Pigmentflecke primitive Augen sehe, erwähnt nichts von diesen augenartigen Gebilden an den Tentakeln. Seine Untersuchungen erstrecken sich auf *Cardium muricatum*, *C. edule* und *C. magnum*. Ja, er hatte sogar die Pigmentflecke von diesen übersehen.

Nach dem Jahre 1886 kamen mehrere Forscher, die das fragliche Objekt auf Augen- und Sinnesorgane genauer untersuchten, und zwar schon mit den modernen Färbemethoden. Doch kamen sie zu ganz widersprechenden Resultaten.

Im gleichen Jahre, unabhängig voneinander, hatten PATTEN (19) und DROST (20) darüber gearbeitet.

PATTEN erklärt die Gebilde an den Siphonaltentakeln von *Cardium* als Augen. Manche dieser Zirren fand er ypsilonartig gespalten, ebenso entdeckte er an diesen beiden Ästen Pigmentflecke. In dem als Auge gedeuteten Gebilde fand er eine kugelige Masse von Zellen, die im Leben eine rötliche Substanz enthalten und durchsichtig sind, so daß man durch sie das von einer faserigen Masse (von ihm als Tapetum gedeutet) reflektierte Licht sehen kann. Den unteren Teil der kugeligen Masse faßt er als eine einfache Retina auf. Zwischen der Retina und dem oberen Teil der Kugel, die als Glaslinse gedeutet wird, schiebt sich eine zarte Schicht ein, in der stark tingierbare Kerne liegen, die er als Sehganglion deutet. Das dem Pectenauge ähnliche Tapetum hat noch seine Kerne. Auf der Seite der Tentakelspitze und der Tentakelachse ist die Linse von einer hyalinen Membran umgeben, welche von Nervenfasern durchbrochen wird, die die Retina versorgen. Sehstäbchen und zu den Retinazellen gehörige Nervenfibriillen konnte er nicht entdecken, obwohl er in die Retina stäbchenähnliche Figuren einzeichnet. Ebenso sah er das in der Tentakelgrube befindliche Haarsinnesorgan, zu dem er aber keinen Nerv und kein Ganglion fand.

J. BROCK (21) hält die fraglichen Gebilde für Leuchtorgane.

Eine ganz andere Deutung mußte das fragliche Organ sich von DROST gefallen lassen. Dieser nämlich verfolgte den Papillarnerv bis zu dem kugeligen Gebilde (Linse und Retina PATTENS) und sah zwischen den Zellen dieses Gebildes sich den Nerv aufästeln. Ferner glaubt er feine Verbindungen zwischen dem von ihm als Sehganglion gedeuteten Komplex und dem pigmentierten Tentakelepithel gefunden zu haben, wenn auch nicht an Schnitten, so doch bei Maceration, weil Zellen des Epithels an seinem „Ganglion“ hängen blieben. Daher hielt er das pigmentierte Epithel für das lichtempfindliche Organ. Die zwischen Retina und Linse sich einschiebende Membran hatte er zwar gesehen, ihr aber als nach seiner Auffassung zufälligen Bildung keinen Wert beigelegt. Auch sah er das Tapetum PATTENS und erklärt es als Derivat der FLEMMINGSchen Bindegewebszellen. Ferner kennt er auch das an den Tentakelspitzen in einer Grube befindliche Haarsinnesorgan und beschreibt daran indifferente Epithel- und dazwischen gelagerte schmale Sinneszellen mit kleinen Kernen am distalen Ende.

Letzteres Organ erwähnt auch THIELE (23). „Es möge im Anschlusse hieran die Bemerkung Platz finden, daß bei dieser Reihe

der Muscheln Sinnesorgane, welche eine Wasserbewegung wahrnehmen könnten, am Ende des Einströmungssiphos vorhanden sind. Dahin möchte ich das von DROST beschriebene Sinnesorgan von *Cardium edule* rechnen, welches aus Stützzellen und den äußerst langhaarigen Sinneszellen zusammengesetzt und in einer Einsenkung der Zirrenspitze gelegen ist.“

Ganz anders deutet RAWITZ (24) das Organ. Er unterscheidet zwischen Haarsinnesorgan und dem Auge PATTENS, dem er jede nervöse Natur abspricht, und das er als Drüsenorgan auffaßt. Das Haarsinnesorgan wird vom Papillarnerv versorgt, der mit einem unter dem Epithel befindlichen Ganglion in Verbindung steht. Die Verbindung des Ganglion mit dem Papillarnerv konnte er nur aus Schnitten rekonstruieren. Zu dem kugeligen Gebilde (Linse und Retina PATTENS) konnte er keinen Nerven finden. Durch verschiedene Färbemethoden und ihre Reaktionen will er beweisen, daß der rundliche Komplex in der Tentakelspitze eine Drüse sei. Er unterscheidet zwei Teile der kugeligen Drüse: Der distale Teil ist nach ihm der sich stets regenerierende mit zartem granulierten Plasma; die Retina PATTENS sei nichts anderes als die bereits in Zerfall befindlichen Drüsenzellen. Zwischen beiden Teilen fand er ein Septum mit stark tingierbaren Kernen, deren Zweck er nicht erklärt. Das Tapetum PATTENS kann er nicht als solches anerkennen, sondern er erklärt es als Sekret der Drüse, das er direkt zu Giftmassen stempelt, welche fremde Tiere vom Eindringen in die Siphonen abhalten sollen. Bei starker Vergrößerung will er dies unzweifelhaft erkannt haben. Ausführungsgänge dieser Drüsen fand er nicht, vermutet sie aber innerhalb der Pigmentzone. Wie er zu dieser etwas gewagten Deutung kam, erklärt sich aus seinen Worten: „Es ist nicht denkbar, — daß ein wirklich funktionierendes Auge bei den Individuen derselben Art unter normalen Bedingungen auch nur einigermaßen beträchtliche Differenzen in seinem Baue darbieten kann; die Elemente eines Auges müssen nicht bloß bei allen Individuen die gleichen sein, sie müssen auch unbedingt und unter allen Umständen in stets derselben Gruppierung und stets in der bis ins feinste Detail hinein übereinstimmenden Ausbildung vorhanden sein.“ RAWITZ erwähnt auch *Cardium tuberculatum* und sagt vom Pigmente an den Tentakeln: „Nirgends aber hat eine besondere, stets wiederkehrende Gruppierung desselben Platz gegriffen.“ Ein Sinnesorgan fand er also daran nicht, ebensowenig wie an *C. oblongum*, an der er hohe zylindrische Drüsen mit Ausführungsgängen entdeckte.

1896 und 1897 erschienen zwei Arbeiten von NAGEL über den „Lichtsinn der niederen Tiere“ und „Rätselhafte Organe an den Siphopapillen von *Cardium oblongum*“ (26 und 27). Er fand an den Siphonen von *C. oblongum* eigentümliche stumpfe Zapfen ohne jegliche Sinneszellen. Ihre Deutung konnte er nicht finden. Augen aber stellte er bei *C. edule* vollständig in Abrede.

HESSE (28) behandelt in seinem Opus von Muscheln *Arca Noae*, *Lima* und *Pecten* und erwähnt nur vorübergehend *Cardium edule* und *C. muticum*, „die noch einer genauen Untersuchung bedürftig seien“.

JOHNSTON (29) schließt sich fast ganz der Anschauung von DROST an. Auch er sieht das kugelige Gebilde im Tentakel für ein Ganglion an, das von einer faserigen Masse umgeben ist. An einer Seite sei diese offen und von da gehen Nervenfasern aus zu den pigmentierten Stellen und diese seien lichtempfindlich. Die Haarsinnesorgane wären den anderen Sinneszellen an den Cardien gleich und setzen sich direkt in das Ganglion fort. Ein selbständiges Ganglion für das Haarsinnesorgan ist ihm unbekannt. Erwähnenswert ist, daß er bei der ganzen Untersuchung zu keinem sicheren Ergebnis kommt, wie er sich selbst ausdrückt „wegen der Schwierigkeit derselben“. Er erwähnt en passant *Cardium muticum*, an der KISCHINOWE zuerst ein hochentwickeltes Sehorgan fand.

Zuletzt schrieb über die Sinnesorgane bei *Cardium* E. ZUGMAYER (31). Er hatte zur Untersuchung *Cardium edule*, *tuberculatum*, *rusticum*, *paucicostatum* und *oblongum*. Zur Nachprüfung lag ihm auch vor *Cardium muticum*. Um sein Ergebnis kurz zusammenzufassen, so bestand dieses darin, daß er bei *C. rusticum* und *C. tuberculatum* an den Tentakeln überhaupt keine Sinnesorgane wahrnahm. Bei *Cardium edule* hingegen konnte er den PATTENSCHEN Befund von neuem konstatieren und das von DROST und MEYER-MÖBIUS nachgewiesene Haarsinnesorgan finden. Weitere Entdeckungen können ihm bei dieser Art nicht zugeschrieben werden; dafür gelang es ihm bei *Cardium paucicostatum* und *oblongum* ein Haarsinnesorgan, ähnlich dem bei *C. edule*, nachzuweisen. Seine Arbeiten über *C. muticum* will ich bei der Besprechung dieser Art bringen.

Fassen wir den Stand der Forschung nochmals zusammen, so ist das Ergebnis folgendes: *Cardium edule*. Diese Art hat an den Siphonen zweierlei Sinnesorgane: 1. ein Auge, aus Pigment, Linse, Nerv, Retina und Argentea bestehend, eine Verbindung zwischen Nerv und Retinazellen ist unbekannt, ebenso perzipierende Elemente.

2. Das Haarsinnesorgan. Dasselbe besteht aus einem Wimperorgan und darunterliegenden Ganglion; ein Zusammenhang dieser beiden Elemente ist gleichfalls unbekannt. Bei *C. tuberculatum* und *C. rusticum* sind keine Sinnesorgane aufgefunden.

Bei *C. oblongum* und *C. paucicostatum* ist ein Haarsinnesorgan, außerdem sind bei *C. oblongum* noch die von NAGEL gefundenen rätselhaften Organe vorhanden, die aber ZUGMAYER mit seinem Seitenorgan identifiziert. *C. aculeatum* wurde noch nicht genauer auf Sinnesorgane untersucht, ebensowenig *echinatum*.

### Cardium edule L. C. rusticum L.

Wieso kam es, daß ganz bedeutende Forscher bei der Untersuchung dieses Objektes zu so verschiedenen Resultaten gelangen konnten? Zwei Momente treten bei der Untersuchung besonders von *Cardium edule* hindernd entgegen:

1. Die Schwierigkeit der Konservierung, über die sich jeder beschwert, der darüber gearbeitet, und 2. die Verschiedenheit der Bilder, die sich dem Untersucher darbieten und ganz danach angeht, ihn in Verwirrung zu bringen. Betrachtet man das schematische Bild in der Arbeit von ZUGMAYER, so wird man dies bei der anscheinenden Klarheit des Dargestellten nicht zugeben wollen, wenn man hingegen die Zeichnungen von PATTEN, DROST, RAWITZ damit vergleicht, nur mit Mühe erkennen, daß das gleiche Objekt behandelt wird. Bei den verschiedenen Konservierungsmethoden werden die einzelnen Organe verschieden konserviert, so daß man das einmal die Linse, das anderemal die Retina deutlicher sieht. Auch die Sinneshaare leiden unter dem Einflusse der Konservierungsflüssigkeiten. Zudem löst sich das Epithel leicht von den Tentakeln ab, infolgedessen man bei Marktware regelmäßig darauf gefaßt sein muß, kein Epithel vorzufinden. Bei manchen Konservierungen lösen sich die Zellen der sogenannten Retina ganz oder zum Teil auf und bilden dann eine homogene Masse, in welcher noch besser erhaltene Zellen, wie ZUGMAYER sie abbildet, zu liegen scheinen. Sowohl diese Verschiedenheit in der Ausbildung bei einem und demselben Tiere als auch der leichte Zerfall des Tapetums veranlaßte die verschiedene Deutung, welche dieses Organ über sich ergehen lassen mußte. Ich könnte selbst nach meinen Schnitten jede Ansicht der oben genannten Autoren als wahrscheinlich mit einzelnen Schnitten belegen, sowohl die PATTENS und ZUGMAYERS, als auch die von RAWITZ, der die fraglichen Gebilde für Drüsen hält, und eben-

sognt die Anschauung DROSTs, der ein Sehganglion und die in demselben sich aufästelnden Nerven sah, welche faserartig das ganze „Auge“ PATTENS ohne Teilung von Retina und Linse durchziehen. Besonders leicht löst sich das Tapetum bei schlechter Konservierung auf und sieht dann wie ein Gerinnsel aus. Färbt man mit Eisenhämatoxylin-Fuchsin-Orange, so gleicht ein solches Tapetum Fetttropfen. Außerdem kontrahieren sich bei der Konservierung die Tentakeln stark, wodurch eine Formveränderung der Linse bewirkt wird. Mit Betäubung der Tiere vor der Konservierung ist nicht viel gedient: Es werden zwar die starken Kontraktionen vermieden, aber es leiden meist die Epithelien stark.

Bei Betrachtung des Mantelrandes von *Cardium edule* finden wir denselben am hinteren Ende verwachsen und nur zwei Öffnungen bleiben frei, die des Branchial- und die des Abdominal-siphos. Die Siphonen haben eine kegelstumpfähnliche Form und erreichen bei den größten Exemplaren eine Höhe von 4—5 mm. Steckt das Tier im Sande, so ragen die beiden Siphonen bei nicht ganz geschlossener Schale aus derselben hervor. Sowohl an den Siphonen selbst als auch in unmittelbarer Nähe derselben findet man kleine, stark kontrahierbare Tentakel. Am lebenden Tiere sind sie schlank, mehr fadenförmig und haben eine Maximallänge von  $1\frac{1}{2}$  mm. Am getöteten Tiere ziehen sie sich stark zusammen. Die Verteilung der Tentakel an beiden Siphonen ist nur zum Teile regelmäßig, indem die größten an der Basis gelegen sind und die beiden Siphonen in einer Achterschleife umgeben. Die Tentakel der Siphonen selbst sind bedeutend kleiner und je höher hinauf sie stehen, desto mehr nehmen sie an Größe ab. An einer großen Anzahl dieser Tentakel finden sich halbmondförmige Pigmentflecke. Wenn RAWITZ erwähnt, daß die Tentakel auch an der Basis pigmentiert sind, so ist dies nicht ganz richtig, weil dies nicht allgemein vorkommt. Einen edelsteinartigen Glanz konnte ich ebensowenig wie RAWITZ am lebenden Tiere wahrnehmen. Auch der Siphon selbst ist zwischen den Tentakeln oft mit größeren und kleineren Pigmentflecken von brauner Farbe unregelmäßig besetzt. Der Innenrand der Siphonen reflektiert das Licht, so daß er perlmutterglänzend erscheint. Zudem sind hier zahlreiche stark tingierbare Körnchen in unregelmäßigen Fluren eingelagert, die zu dieser Reflexion des Lichtes beitragen mögen. Neben den mit Pigmentflecken versehenen Tentakeln kommen an beiden Siphonen auch Zirren vor, die keine Pigmentierung zeigen. Das Verhältnis der pigmentierten und nicht pigmentierten Tentakel ist sowohl bei

verschiedenen Individuen als auch bei den beiden Siphonen eines Individuums sehr verschieden, nicht, wie ZUGMAYER erwähnt, „so ziemlich gleich“. So mag es kommen, daß ZUGMAYER für „*Rusticum Lam.*“, das doch nur eine Spielart von *Cardium edule Lam.* ist, keine Augen fand“. Hätte er in MEYER und MÖBIUS Einsicht genommen, wäre ihm die geradezu klassische Zeichnung von *Cardium edule* („*varietas rusticum*“) mit zahlreichen Augen und Haarsinnesorganen sofort aufgefallen. Auch ich hatte zuerst von der „*varietas rusticum*“ Material bekommen, an dem nur vereinzelt Augen zu finden waren, obwohl ich die ganzen Siphonen in Serien zerlegte. Später fand ich unter äußerlich ganz gleichen Tieren Exemplare, die eine große Anzahl mit Pigment versehener Tentakel hatten, daher fasse ich *edule* und *rusticum* zusammen, da sie vollständig übereinstimmen. Selbst was das Verhältnis der mit Pigment versehenen Tentakel an beiden Siphonen anbelangt, so variiert dieses bedeutend. So fand ich zum Beispiel am größten Exemplar branchial 96 Tentakel, abdominal 46 und von diesen 46 fehlte keinem einzigen der Pigmentfleck. Bei einem anderen Exemplare fand ich am Abdominal-Sipho 24 Tentakel mit nur 3 Augen und am Branchial-Sipho 36 Tentakel mit 10 Augen. ZUGMAYER gibt 93 Tentakel an, wovon 70—71 diese Pigmentflecke tragen. Aus diesen drei Beispielen kann man deutlich entnehmen, wie variabel die Zahl der mit Augen versehenen Tentakel zu den übrigen ist. Nicht einmal die Lage der Pigmentflecke an ihnen gegenüber den Siphonen ist konstant; zwar liegen die meisten auf der Siphonalseite, doch kommt vereinzelt auch eine andere Lage vor. Während am Abdominalsipho die Augententakel keine bestimmte Lage haben, fand ich am Branchialsipho die oberste Reihe der Tentakel ohne Augen und erst die tiefer stehenden mit solchen. Aber auch zwischen diesen waren welche ohne Augen, einzeln oder in Gruppen. Unter den großen Tentakeln, die am Grunde der Siphonen gleichsam den Abschluß des Tentakelkranzes bilden, findet man sowohl solche mit, als auch solche ohne Pigment. An Größe unterscheiden sich pigmentierte und unpigmentierte Tentakel nicht. Hie und da kommen auch ypsilonförmige Tentakel vor, die dann an beiden Armen Augen tragen. Die beiden Siphonen sind abgesehen von ihrer Größe (der abdominale ist bedeutend kleiner) auch dadurch verschieden, daß der Abdominalsipho an seinem distalen Teile keine Tentakel trägt, sondern mit einer dünnen Hautfalte abschließt, die meist an der Außenseite stark pigmentiert ist; ist diese Hautfalte aufgerichtet, so kann man bei oberflächlicher Betrachtung leicht

glauben, daß die Tentakel nur an der Außenseite pigmentiert sind, was auch tatsächlich von PATTEN angegeben wurde. Erst unter dieser Hautfalte, die sich auch reusenartig in den Abdominalsiphon einsenken kann, beginnen die Tentakel. Am Branchialsiphon bildet ein Tentakelkranz den Abschluß des Siphons. Bei unseren beiden Arten bilden die beiden Siphonen zwei getrennte Erhebungen. Eine regelmäßige Anordnung der Tentakel in Reihen oder Spiralen konnte ich weder an lebenden noch an toten, zuvor betäubten Tieren finden. MEYER und MÖBIUS geben für den Branchialsiphon zwei Reihen, für den Abdominalsiphon eine Reihe an. Die äußere Reihe am Atem- und die Reihe am Kloakensiphon sollen die Augen tragen. Wie schon erwähnt, haben wir zweierlei Tentakel zu unterscheiden, solche mit und solche ohne Pigment am Kopfe. Betrachten wir von außen jene ohne Pigment, so werden wir meist eine gleichförmige konische Gestalt finden, bei wenigen nur eine zentrale Einsenkung an der Spitze, in welcher ein Haarsinnesorgan sich befindet, das sich nur durch seine zentrale Lage von demjenigen der mit Augen versehenen Tentakel unterscheidet.

Betrachten wir nun einen pigmentierten Tentakel von außen, so finden wir ihn meist stark kontrahiert und das Epithel in Falten gelegt. Nur an der pigmentierten Stelle ist es wenig gefaltet und gleichmäßig gerundet (Fig. 1 und 9). Auf dem, dem Pigmente entgegengesetzten zweiten Drittel des distalen Tentakels ist eine Vertiefung, in welcher das Haarsinnesorgan *h* sich befindet. Das dem Pigment entgegengesetzte Ende erhebt sich kammartig über diese Grube (Fig. 1 *k*) und kann durch Muskeln über dieselbe ganz hinweg geschoben werden. In der Spitze des Tentakels unter dem Pigmentfleck finden wir ein kugeliges Gebilde, das „Auge von *Cardium*“. Es besteht aus drei Teilen, die ich mit den bisher gebrauchten Namen belege: dem Tapetum, der Retina und der Linse. Eine faserige Masse, *tapetum* genannt, umgibt als Hülle *t* die Linse und Retina. Am stärksten und dichtesten ist dieses *tapetum* am proximalen Teile, nicht, wie DROST sagt, an der Pigmentseite, und nimmt gegen oben an Dicke ab, bis es oft nur ein hyalines Häutchen über der Linse bildet. Auf der dem Pigmente entgegengesetzten Seite ist das Tapetum halbkreisförmig ausgeschnitten und geht auf dieser Seite nicht bis zum distalen Epithel, sondern gestattet hier dem starken Nerv den Durchtritt. Wie man an vielen Schnitten sehen kann, schiebt sich von der Seite des Pigmentes zwischen Linse und Retina auch ein dem Tape-

tum ähnliches Häutchen ein. Der Nerv durchläuft auf der dem Pigmente entgegengesetzten Seite den Tentakel, biegt, sobald er zum Tapetum kommt, etwas zurück und gibt nun einen zarten Nerv zwischen Retina und Linse ab. Der Hauptteil geht gegen das distale Epithel, wo er eine größere Zellmasse, Ganglion ZUGMAYERS und RAWITZ, innerviert. Dieses „Ganglion“ ist auch zum großen Teil noch vom Tapetum seitlich umhüllt. Dies ist der größere Bau des Tentakels.

Das Epithel ist nach den verschiedenen Tentakelregionen verschieden. Wir unterscheiden die Region des Stieles, die der Pigmentzone, die der sogenannten Kornea und die der Haarsinneszellen. Während sonst das Epithel sehr reich an, meist acetophilen, Drüsenzellen ist, sehen wir in den Tentakeln nur wenige auftreten, die zum Teile selbst in der Pigmentschicht liegen. Ihr Inhalt färbt sich, sofern er nicht entleert ist, mit Säurefuchsin rot. Es sind typische Becherzellen mit basal gelegenen Kern in wenig Protoplasma. In einem Tentakel fand ich drei solcher Becherzellen im Pigmente, andere anstoßend an dasselbe. Bis jetzt wurde immer dieses Vorkommen geleugnet; so sagt RAWITZ: „Becherzellen kommen überhaupt im Siphon dieser Art nirgends vor.“ Ebenso glaubt er, Hohlräume entstünden dadurch im Epithel, daß FLEMMINGSche Bindegewebszellen degenerierten und durch dasselbe durchtreten und daß sich das Epithel wieder schließt. Auf dem Bilde 9 dg erscheinen tatsächlich stark tingierbare Zellen, sowohl im Bindegewebe als auch im Epithel und man sieht auch öfters kernlose Hohlräume in letzterem, so zwar, daß neben den Sekretmassen der Drüsenzellen auch diese degenerierten Bindegewebszellen durch das Epithel ausgestoßen werden können. Die Kutikula ist nicht gleichmäßig tingierbar, sondern der äußere Rand färbt sich dunkler. Als besonders scharfe Linie hebt sich auch der innere Saum der Kutikula ab. Bei den gewöhnlichen Tentakel Epithelzellen verlaufen die Fibrillen des Spongoplasma untereinander parallel und senkrecht auf die Oberfläche. Die Kerne sind groß, basal gelegen, rund oder durch Kontraktion oval, mit großem Nukleolus und vielen Chromatinkörnern. Nach innen ist zwar keine Limitans vorhanden, doch ist das Epithel gegen das Bindegewebe deutlich abgeschlossen. Auch die Grenzen der einzelnen Zellen sind sehr deutlich. In den äußersten Randzellen der Pigmentzone 1p sind die Pigmentkörner meist spärlich vertreten und liegen in dem distalen Teile der Zelle. Gegen die Mitte der Pigmentzone hin nimmt die Zahl der Pigmentkörner zu

und erfüllt fast das ganze Innere der Zelle. Oft sind auch die Kerne vom Pigmente gedeckt. Die Pigmentzellen sind meist etwas höher als die benachbarten. Das Pigment besteht aus braunen oder dunkelbraunen Körnern, deren Farbstoff dem Alkohol nicht lange standhält. Anstoßend an die Pigmentzone sind die Zellen der sogenannten Cornea 1 c. Sie sind etwas niedriger, frei von jeder Pigmentierung.

Es folgen nun die Zellen des Haarsinnesorgans 1 h<sub>s</sub> und 9 h<sub>s</sub>. Bis jetzt bemerkten alle Forscher, daß dieses als Kreisfläche die Tentakelgrube bedecke. Dem ist aber nicht so, sondern geradeso wie bei den übrigen Arten, *C. muticum*, *C. paucicostatum* etc., ist es ein Kreisring, innerhalb dessen sich das Epithel linsenartig erhebt, was die Folge des Ansatzes der Muskeln an dieser Stelle und deren Kontraktion ist. Ebenso oft sieht man dieses Epithel gleichmäßig dick verlaufen (Fig. 9). Ich möchte auch auf die verschiedene Höhe der Epithelbekleidung sowie auf die Lage der Kerne kein so großes Gewicht legen, wie es sonst meist geschah, da dies alles eine Folge der verschiedenen Kontraktion ist. Kleine Zellen mit dem Kerne im distalen Ende, wie DROST sie angibt, kann man im Epithel nicht finden.

Anstoßend an das Epithel ist das Bindegewebe, das direkt unter demselben meist eine dichte, faserige, gleichmäßige Lage mit nur wenigen Kernen bildet. Im Innern des Tentakels ist das Bindegewebe locker und bildet so ein feines Netzwerk von Fasern, in deren Kreuzungspunkten die kleinen Kerne liegen. Die Zwischenräume des Bindegewebes können von einer Schwellflüssigkeit erfüllt werden. Neben den kleinen Bindegewebskernen und den Fasern findet man hie und da auch auffallend große Zellen mit relativ kleinen Kernen, die sogenannten FLEMMINGSchen Bindegewebszellen 1 f<sub>b</sub>. Außerdem sind zahlreiche Lakunen im Bindegewebe, in denen sich kleine Zellen mit amöboid formveränderlichem Sark und dunklen Kerne, Lymphzellen, befinden.

Die Muskulatur ist glatt, die Kerne liegen in wenig Sarkoplasma in einer Höhlung der Muskelfibrillen, so daß man bei flüchtiger Betrachtung glaubt, den Hirudineenmuskeltypus vor sich zu haben. Die Muskeln treten hier in den Tentakeln nicht ins Epithel ein, sondern legen sich teils pinselartig an dasselbe an, teils verlieren sie sich spitz zulaufend im Bindegewebe. Man kann hier drei Muskelbündel unterscheiden. Anliegend an das seitliche Epithel der Tentakel ist eine Schichte von zerstreuten schwachen Muskeln zu finden, die die Aufgabe haben, einzelne Teile des Epithels zu

falten. Sie werden von einzelnen Nerven innerviert, welche vom Hauptnerv abzweigen und sich mit kleinen Endknöpfchen an der Muskulatur festsetzen. Diese verläuft im distalen Teile der Tentakel auch quer, so daß wir eine wenn auch lockere äußere Muskelhülle vor uns haben. Ein zweiter Strang von Muskeln geht zum Auge. Er setzt sich an das Tapetum fest, dringt sogar zwischen die Zellen desselben ein (Fig. 2 am). Kontrahiert sich dieses Muskelbündel, so wird das Auge samt der Linse zurückgezogen und die Linse nimmt ihre runde Form an, in dem an Flüssigkeit reichen, an festen Zellen aber armen Bindegewebe. Anders verhält es sich, wenn sich dieser Muskel streckt. Das Auge wird an das Epithel angeedrückt, dadurch wird die Linsenmasse abgeplattet. Das ist die denkbar einfachste Art eines Akkommodationsapparates eines Auges. Die Veränderlichkeit der Linse und der Lage des Auges dürfte mit ein Grund für die verschiedene Deutung dieses Organkomplexes gewesen sein. Ein dritter Muskelkomplex umgibt röhrenartig den Nerv, und zwar in folgender Weise: Bis in die Höhe des Auges ist der Nerv von einer dichten Lage von Muskeln umgeben, die auch oft untereinander verfilzt sind. Nur von Zeit zu Zeit lassen sie feine Nervenstränge durch, die im Bindegewebe sich verlieren oder, wie oben bemerkt, die Muskulatur innervieren. In der Höhe des Auges lockern sich die Muskeln, so daß der Nerv frei zum Auge und zum Haarsinnesorgan durchtreten kann, und nur ein kleiner Teil erreicht das distale Epithel, wo er sich teils zwischen, teils neben den Zellen des Haarsinnesorgans ansetzt, nicht wie ZUGMAYER behauptet, „nur neben“. Durch Kontraktion dieser Muskeln kann die kammartige Erhöhung *lk* ganz über das Haarsinnesorgan gezogen werden, so daß dieses außer Funktion gesetzt wird.

Wie erwähnt, durchzieht ein starker Nerv den ganzen Tentakel (Fig. 1 n). Er entspringt nach DROST von dem aus dem Viszeralganglion abgehenden Pallialnerven und bildet in dem Siphon ein akzessorisches Ganglion, welches alle Tentakel versorgt. Der Nerv ist reich an Ganglienzellen und läßt schon bei gewöhnlicher Färbung seinen fibrillösen Charakter erkennen. In der Höhe des Auges teilt er sich und es begibt sich, wie erwähnt, der größere Teil desselben zu einem Komplex großer bläschenartiger Zellen (*9hsz*). Bei Färbung mit Eisenalaun, Hämatoxylin sind nur die Fibrillen und die Kerne dieser Zellen deutlich gefärbt. Sie umgeben in Form eines Bechers das Haarsinnesorgan, welches ich später gemeinsam mit dem der übrigen Arten bespreche, weil es nur in ganz unwesentlichen Dingen abweicht.

Wir kommen zum Auge, diesem vielumstrittenen Objekte, dessen einzelne Bestandteile wir nun betrachten. Eine faserige, besser gesagt lamellöse Hülle, schließt den Organkomplex gegen das untere Bindegewebe ab. Zwischen diesem „Tapetum PATTENS“ und der Pigmentzone des Tentakels finden sich feine Bindegewebsfasern, die von JOHNSTON und DROST für Nerven gehalten wurden. Jede Lamelle des sog. Tapetums hat ihren stark tingierbaren Kern. Bei gut erhaltenen Schnitten liegen die Lamellen sehr enge aufeinander, so daß wir eine deutliche Augenkapsel vor uns haben, die freilich nebenbei auch die Funktion eines Tapetums, wie PATTEN annimmt, haben mag. Die lamellöse Masse umgibt nicht das ganze Auge, sondern läßt auf der einen Seite dem Nerv freien Zutritt zur Retina. Die Retina besteht aus einer doppelten Zellschicht. Die eine untere, sehr hinfällig und nur auf sehr gut erhaltenen Schnitten sichtbar, hat ihre Kerne proximal und ist auf der Augenkapsel mit ihrer breiten Basis aufsitzend, während das distale Ende dieser Zellen sich etwas zwischen die distalen Zellschichten einschleibt (Fig. 2 *stz*). Man sieht auch die Basis sich lamellös ausbreiten und auf vielen Präparaten die Kerne teilweise oder ganz zerfallen. Die von ZUGMAYER erwähnte hyaline Masse, in der die Retinazellen liegen sollen, entspricht zum Teile dem Plasma dieser Zellschicht. Letztere bildet zugleich den zweiten Teil der Augenblase und übernimmt auch die Funktion von Stützzellen. Die distale Zellschicht setzt sich aus zylindrischen Zellen zusammen, an denen man unten oft eine undeutliche Faserung wahrnimmt, wie Fig. 1 *r* zeigt. Nur in wenigen Exemplaren sind diese Zellen deutlich erhalten. Nach einem solchen Schnitte ist Fig. 3 gezeichnet. Innerviert werden diese Retinazellen von einem schwachen vom Hauptaste abgehenden Nerven (Fig. 1 *an*). Ihr Zusammenhang mit dem Hauptkomplexe des Retinanerven ist auf Fig. 2 dargestellt. Die Nervenfibrille dringt in der Retinazelle bis zum Kerne vor, was man öfter deutlich sehen kann und scheint sich dort in parallele, die ganze Zelle durchziehende Fasern aufzulösen, was aber bei der Kleinheit des Objektes nicht mit absoluter Sicherheit nachzuweisen ist. Der Retinanerv selbst hat in seinem mittleren Verlaufe mehrere Ganglienzellen, die aber keine bestimmte fixierte Lage gegenüber den Retinazellen haben. Wo der Nerv an die Retinazelle herantritt, dort ist der Basalteil derselben. Wir finden an diesem Ende den großen Kern mit deutlichen Nukleolus. Das Plasma der Zelle ist parallel der Längsachse der Retinazelle gestreift, und wir sehen am distalen Ende einen Bürstenbesatz

(Fig. 3 bb) mit deutlichen Basalkörnern (*bk*), ähnlich an der Zellreihe bei Pecten am distalen Sinnesepithel. Dieser Besatz liegt wahrscheinlich in einer homogenen Masse, einer Abscheidung der Retinazelle, und erst bei Auflösung dieser Masse sind diese Fortsätze deutlich sichtbar. Es wäre dies der erste Anfang einer Stäbchenbildung. Die Anzahl der Retinazellen ist, wie ZUGMAYER ganz richtig angibt, bei 30. Doch ist es noch nicht bei allen zur Differenzierung des perzipierenden Organes gekommen.

Wie einem Napfe liegt der Retina die Linse auf (Fig. 1 l), die von ihr durch eine bindegewebige Lamelle getrennt ist. Die Linse besteht aus einer geringen Anzahl großer Zellen, die ihre Kerne ziemlich zentral haben. Ihre Form erinnert deutlich an die der FLEMMINGschen Bindegewebszellen, woraus viele Forscher schlossen, daß die Linse aus dem Zusammentreten solcher entstanden sei. Sowohl zwischen den einzelnen Zellen als auch in ihrem Umkreise findet man zarte Bindegewebsfibrillen mit wenigen eingelagerten kleinen Zellkernen. An manchen Tentakeln, die gradeso wie die augentragenden Zirren Pigment, aber keine Augen hatten, fand ich sowohl eine engere Anordnung des Bindegewebes, als auch ein Zusammenrücken der großen Bindegewebszellen, woraus sich der sichere Schluß ziehen ließe, daß sowohl Tapetum als auch Linse mesenchymatischen Ursprunges wären.

### Cardium muticum Reeve.

Anschließend an *C. edule* soll *C. muticum* behandelt werden.

Über diese Art hat zuerst KISCHINOUBE gearbeitet und seiner Güte verdanke ich auch die drei Siphonen, die mir als Substrat meiner Arbeit vorlagen. Am besten war das in Eisessigsublimat konservierte Material. Ein Siphon war in MÜLLERScher Flüssigkeit und einer in Perényi konserviert. Durch das lange Liegen in den beiden Konservierungsflüssigkeiten hatten letztere beiden Siphonen gelitten und gerade die Retinazellen waren vollständig maceriert, welchem Umstande ich eine genauere Kenntnis der Zellenverhältnisse zu verdanken hatte, ohne auf mühevoller Weise selbst macerieren zu müssen. Die Arbeit von KISCHINOUBE zeichnet sich durch Klarheit und Einfachheit der Beschreibung aus, und wenn ZUGMAYER glaubt, ihn, wie er selbst sagt, in mancher Beziehung berichtigt oder ergänzt zu haben, so ist er dabei, abgesehen von dem zweiten Nerv, der zum Haarsinnesorgane geht, im Irrtum. Was ZUGMAYER Wesentliches berichtet oder neu bringt,

ist so ziemlich alles unrichtig. KISCHINOUBE hebt nach REEVE das Klaffen der Schalen dieser Muschel hervor.

Den Siphonen nach gehört diese Art zu den größten Cardien, denn der größere Branchialsiphon hat einen Durchmesser von 1 cm. Die beiden Siphonen erheben sich getrennt und sind mit zahlreichen Tentakeln besetzt, die gegen die Spitze der Siphonen an Länge und Stärke abnehmen, bis sie am Branchialsiphon nur mehr Fransen bilden, während am Abdominalsiphon eine pigmentierte Hautfalte, die sich bei konservierten Tieren reusenartig in die Siphonalöffnung zurückstülpt, den Abschluß bildet. Im ganzen sind bei 200 Tentakeln vorhanden, von denen 100 Augen tragen. Doch variiert auch hier die Zahl der Tentakel und das Verhältnis der mit Augen bewaffneten zu den nicht mit solchen versehenen. Geradeso wie bei *C. edule* finden wir dreierlei Tentakel: solche mit durchscheinendem Pigmente, Tentakel mit zentraler Einstülpung und Haarsinnesorgan und endlich Tentakel ohne dergleichen.

Die Tentakel erreichen eine Maximallänge von beiläufig 10 mm und eine Dicke von 2 mm. Auf der Seite der Siphonalöffnungen sieht man bei vielen Pigment durchschimmern. Was die äußere Form der Tentakel betrifft, so ist diese ähnlich jener von *C. edule*; denn auch hier finden wir vom Siphon abgewandt, die Vertiefung mit dem Haarsinnesorgan (Fig. 4 *hs*) und der kammartigen Erhebung (*k*), welche ganz über das Auge gezogen werden kann und so nicht allein einen Schutz für das Haarsinnesorgan, sondern auch für das Auge bildet. Auf Bild 4 ist diese Erhebung in vollständigem Gleichgewichte. Die Größe der Augen ist sehr variabel. ZUGMAYER gibt sie mit 150—300  $\mu$ . an. Bei der histologischen Untersuchung unterscheidet sich diese Art wohltuend von *C. edule*, denn hier ist alles gut ausgebildet, konsistent, man braucht nicht die Befunde aus einer großen Anzahl verschieden konservierter Schnitte zusammensuchen, weil bei einer Konservierungsart alle Bestandteile so ziemlich gut erhalten bleiben.

Gehen wir vom gröberen Bau der mit Augen versehenen Tentakel aus, so finden wir an denselben zwei Sinnesorgane. Erstens das Haarsinnesorgan, bestehend aus den Haarsinneszellen (Fig. 4 *hsz*) und ihren Fortsätzen (*hs*) und dem sie versorgenden Nerv (*hsn*), das zweite Sinnesorgan ist das Auge, das in seinem gröberen Bau mit dem von *C. edule* übereinstimmt, wenn auch alles hier im Detail weit höher differenziert ist. Wir finden zwar im Epithel keine Pigmentzone, dafür umgibt das eigentliche Auge ein Pigmentkrug (*ps*), welcher oben offen dem Lichte den Zutritt zur

Linse *l* gestattet. Diese krugartige Kapsel ist nach allen Seiten durch Bindegewebe vom Epithel getrennt. Der Nerv *n* verläuft im Tentakel etwas auf der Seite des Haarsinnesorganes und teilt sich vor der Pigmentschicht in zwei Teile, wovon einer (*hsn*) das Haarsinnesorgan innerviert, wie im Gegensatze zu KISCHINOUBE ZUGMAYER nachwies, während der zweite Ast *an* den Pigmentbecher durchbricht und das Auge mit Nerven versorgt. Die Muskulatur, die ähnlich der von *C. edule* ist, umgibt auch hier den Hauptnerv und gelangt auch hier auf der Seite des Haarsinnesorganes zum Epithel, wo sie sich, wie ZUGMAYER es bei dieser Art richtig angibt, sowohl zwischen, als auch neben dem Haarsinnesorgane an das Epithel ansetzt. Außer den bei *C. edule* angeführten Muskeln finden wir hier noch eine Lage derselben um den Pigmentbecher. Das Epithel bedeckt in nicht ganz gleichmäßiger Lage den Tentakel. Es ist hie und da von Drüsenzellen durchbrochen, von welchen ZUGMAYER zwei Arten unterscheidet: erstens solche, welche die gleiche Höhe mit dem Epithel haben, mit kleinem blassen Kern und Nukleolus, und zweitens größere, die über die gewöhnliche basale Lage herausreichen, mit größerem Kerne. Außerdem fand ich viele Drüsen (Fig. 4 *id*) in das Innere der Tentakel hineinreichen. Sie sind auf keine Tentakelstelle beschränkt, sondern bald fand ich sie beim Haarsinnesorgan, bald beim Pigmentkrug fast im axialen Teile, bald fast ganz dem Nerven anliegend. Alle diese Drüsen färben sich mit Säurefuchsin intensiv rot und ihr Inhalt hat ein schwach granuliertes Aussehen. Aber auch die Höhe des Epithels wechselt. Meist ist sie auf der Seite des Haarsinnesorganes in der Höhe des Auges etwas ansehnlicher. Zudem erhebt sich das Epithel zwischen den Sinneshaaren. Über der Linse wird es flacher, die Kerne dementsprechend meist länglich (Fig. 4 *c*). Sobald das Epithel die Aufgabe der Kornea verliert, nimmt es wiederum an Dicke rasch zu. Die einzelne Epithelzelle gleicht so ziemlich der von *C. edule*, nur ist die Basalmembran etwas deutlicher ausgebildet. Pigmentkörner kommen darinnen nur ganz vereinzelt vor. Anstoßend an das Epithel ist auch hier das Bindegewebe feinfaserig und erst im Innern locker; sehr zart wird es zwischen Kornea und Linse. Wenn ZUGMAYER eigens bemerkt, daß hier keine FLEMMINGSchen Bindegewebszellen vorkommen, so ist dies nicht richtig, im Gegenteil kommen sie hier sogar häufiger vor als bei *C. edule* (vide Fig. 4 *fb*).

Der Nerv durchläuft den Tentakel auf der Seite des Haarsinnesorganes. Derselbe hat fibrillösen Charakter. Die Ansicht, daß im Verlaufe desselben keine Ganglienzellen vorkommen, ist unrichtig.

Es finden sich welche vor, doch viel seltener als bei *C. edule*. Verfolgen wir den Nervenast, der das Auge versorgt, so sehen wir, daß derselbe die Pigmentschichte samt der sie nach innen abschließenden Lamelle durchbricht. Schon bei diesem Durchbruche spaltet er sich in mehrere Teile (Fig. 5), die sich dann als Augennerv wieder vereinigen. Hier werden Ganglienzellen (*gz*) viel häufiger. ZUGMAYER gibt an, daß dieser Nerv die Retina becherartig umgreife, sowie der proximale Nerv bei *Pecten*. Bei *Pecten* ist die Verteilung des Nervs eine gleichmäßige über die ganze innere Augenkapsel. Hier aber verläuft der Nerv in einzelnen starken Strängen an der Außenwand der Retina hinauf (Fig. 6 *an*), oben ästelt er sich auf und bildet zwischen Retina und Linse (Fig. 4 *gs*) eine Nervenlage, in welcher zahlreiche Ganglienzellen eingelagert sind. KISCHINOUBE läßt den 2. Ast des Hauptnervs auf der Seite der Einsenkung das Pigment durchbrechen und ähnlich wie den distalen Nerven von *Pecten* sich auf die distale Wand der Retina auflegen. ZUGMAYER wies nach, daß dieser Nerv das Haarsinnesorgan versorgt und mit der Retina überhaupt nichts zu tun hat (Fig. 4 *hsn*).

Betrachten wir nun das Auge selbst, so finden wir an demselben eine Pigmentkapsel, die krugförmig Linse + Glaskörper und Retina umgibt. Die Pigmentkapsel ist nach außen hin von einer dünnen Muskelschichte (Fig. 4 und 6 *am*) umgeben, die das ganze Gebilde umschließt. Etwas stärker ist diese Muskellage auf der dem Haarsinnesorgane entgegengesetzten Seite. Die Pigmentschichte wird nach außen und innen von einer faserigen Lamelle bedeckt (Fig. 4 *al* und *il*), die im distalen Teile stärker wird, proximalwärts aber abnimmt. Besonders rasche Abnahme findet in der Außenlamelle statt, während die Innenlamelle bis zur Retina an allen Schnitten deutlich zu verfolgen ist. Diese Lamelle scheint nach den verschiedenen Befunden stark elastisch zu sein und bildet an der oberen Umschlagstelle eine Pupille, die sich bei verschiedener Kontraktion der Augenkapsel erweitern oder verengern kann, sich auf manchen Schnitten als dünne Lamelle enge an die Linse anlegt und nur wenig Licht den Durchtritt gestattet. Der Innenlamelle liegen am proximalen Teile die wenigen kleinen Kerne flach an.

Die Pigmentschichte besteht aus großen pigmentführenden Zellen, deren Kerne meist durch das dunkelbraune Pigment gedeckt sind. Die Pigmentschicht ist im oberen Teile bedeutend stärker, meist aus zwei Zellagen bestehend, während sie in der mittleren Region aus einer Reihe von Zellen besteht, die sich meist schuppenartig überdecken; im unteren Teile werden die Zellen meist länger

und sind oft zweireihig aufeinander gelagert. Beim Zerfalle nehmen die Pigmentzellen einen faserigen Charakter an. Die Pigmentkörner scheinen dann an zarten Fibrillen zu hängen. Zudem ist auf den meisten Schnitten die Pigmentschichte auf der Seite des Haarsinnesorganes fast um die Hälfte schwächer.

ZUGMAYER führt nach KISCHINOUBE ein Tapetum (Fig. 4*t*) an, das er oberhalb der Pigmentschichte zeichnet. Es schließt sich tatsächlich dies Tapetum an die Pigmentzone an, und zwar noch unterhalb der Innenlamelle (*il*). Diese Schichte war bei manchen Exemplaren gut erhalten und zeigte einen blätterigen oder faserigen Bau. Eine scharfe Trennung von der Pigmentschichte ist aber nicht möglich, da diese Faserschichte oft tief in die Pigmentschichte eingreift, oft auch wieder Pigmentzellen in der Faserschichte liegen. Dieses sogenannte Tapetum bedeckt nur das untere Drittel des Pigmentbeckers und hat im übrigen eine sehr variable Lage zum Nerv. ZUGMAYER führt an, daß der Nerv oberhalb dieses Tapetums, ihm aber direkt anliegend, verlaufe. Auf mehreren Schnitten fand ich es auch so, wenn man von der Innenlamelle absieht, welche ZUGMAYER überhaupt übersehen hat; doch auf noch zahlreicheren Schnitten verläuft der Nerv direkt der Pigmentschichte anliegend oder besser gesagt, oberhalb der sie bedeckenden Innenlamelle. Es fehlt nämlich an dieser Stelle das Tapetum. KISCHINOUBE konnte im Tapetum keine Kerne finden, ZUGMAYER wies sie zuerst nach. Sie sind sehr spärlich, ziemlich groß, zerfallen aber leicht.

Betrachten wir nun die Retinaschicht. Diese besteht aus zwei Zellagen, den eigentlichen Retinazellen (Fig. 7 *rz*) und der Choroida (*ch*) KISCHINOUBES. Beide Gebilde stellen einen doppelwandigen Becher dar, dessen Innenseiten miteinander verwachsen sind. So gehen auch die Zellen beider Lagen ineinander über. Der distale Teil dieses Bechers wird vom Augennerven innerviert. Somit entspricht der distale Teil der Retina dem basalen Teil der Zelle. Was den genaueren Bau der Retinazellen anbelangt, so finden wir gegenüber jenen von *C. edule* bereits eine deutliche Differenzierung in die eigentliche Zelle und in die perzipierenden Elemente (Fig. 7 *sst*); der basale Teil, in dem der Kern liegt, ist kurz, färbt sich nicht so intensiv und hat kein granuliertes Plasma. Der Kern hat deutlichen Nukleolus und Chromatin. Von dieser Schichte, durch eine Art Limitans (*li*) getrennt, ist der 2. Teil, den ich mit dem Stäbchen von *Pecten* vergleichen möchte (*sst*). KISCHINOUBE kennt noch keine weiteren Differenzierungen in den Sehzellen. Nach ZUGMAYER setzt sich jede Retinazelle als ein langes feines Stäbchen fort und ist von einer

äußerst zarten feinkörnigen dunkleren Hülle umgeben, die er als Pigment deutet. Jedes solche Stäbchen hat nach ihm einen helleren Stäbchenmantel, der auf Längsschnitten ebenso wie die Stäbchen selbst eine feine, horizontale Querstreifung zeigt. Eine Fibrille im Innern des Stäbchens konnte er an Längsschnitten nie finden, vermutet sie aber. Im Gegensatze zu KISCHINOUBE glaubt ZUGMAYER zwischen den einzelnen Retinazellen Stützzellen mit Kernen im distalen Teile gefunden zu haben. Ganz anders fand ich die Verhältnisse bei den Sehstäbchen. Eine Fibrille (Fig. 7 *nf*) durchläuft drahtartig geschlängelt die ganze Retinazelle und läßt sich am Kerne vorbei bis in die Nervenschichte verfolgen. Sie ist sehr schwierig darzustellen, weil sie fast immer im proximalen Verlaufe von einem tingierbaren Mantel umgeben ist. Diesen Mantel (Fig 7 *im*) möchte ich für einen Lichtisoliermantel halten, der zwar nicht aus Pigment, aber aus wesentlich anderem Protoplasma besteht als die anstoßende Region. In der ganzen Retina gibt es nur eine Art von Zellen, nur Sehzellen und keine dazwischen gelagerten Stützzellen. Bei dickeren Schnitten und an den Rändern der Retina möchte man fast annehmen, daß zwei Arten Zellen vorhanden seien. Man glaubt eine Reihe Kerne zu sehen, die zu den Retinazellen, und eine, die zu Stützzellen gehört. Hebt und senkt man aber den Tubus, so sieht man sofort, daß wir nur eine Zellart vor uns haben. Noch deutlicher wird dies, wenn wir maceriertes Material untersuchen. Da hängt jede Zelle einzeln an ihrer Nervenfibrille und wir sehen nirgends eine zweite Art. Das gleiche Ergebnis erhalten wir auch bei sehr dünnen Schnitten, die 2—3  $\mu$  dick sind. Mit diesem Ergebnisse stimmen auch die Querschnitte genau überein (Fig. 8). Schwierig ist es auch, die Zellgrenzen der Retinazellen, wie wir sie in Fig. 7 sehen, darzustellen. Ich überfärbte die Schnitte stark und zog sie dann kräftig aus, so erhielt ich die Grenzen etwas dunkler als das anschließende Plasma. Gelingt es nicht, die Zellgrenzen darzustellen, so scheint es, als lägen die Fibrillen mit ihrem Mantel in einer homogenen Masse. Das Plasma der Sehstäbchen ist radiär von feinsten Fasern durchzogen (Fig. 8).

Färberisch etwas von den Sehzellen verschieden sind die Zellen der *Chorioidea* (*ch*), die hier auch die Aufgabe der Stützzellen übernehmen. Sie sind nicht faserig, wie ZUGMAYER angibt, und lagern nicht in verschiedenen Lagen übereinander. Es ist nur eine Reihe von kubischen Zellen, die ihre Fortsätze etwas zwischen die Enden der Sehstäbchen hinsenden und sie dann und wann etwas überdecken. Ihre Kerne liegen proximal und ihr Plasma ist stark granuliert.

Nun bleibt noch der letzte Teil des Auges zu besprechen, die Linse (Fig. 47). ZUGMAYER macht KISCHINOUBE den Vorwurf, daß er nicht Linse und Glaskörper unterschieden hat. Doch ist ein solcher Vorwurf unberechtigt, da ja ein scharfer Gegensatz zwischen beiden Teilen nicht besteht. Man findet zwischen ihnen alle Übergänge. Wenn man wie ZUGMAYER einen seitlichen Anschnitt zeichnet, so erhält man freilich eine deutliche Trennung. Stellen wir uns ein zwischen Linse und Glaskörper durch die Innenlamelle tief eingeschnürtes Auge vor, bei dem noch der untere Teil stark gegen die Linse gepreßt ist, und legen wir einen nicht medianen Schnitt so durch, daß derselbe noch das durch die Einschnürung entstandene Diaphragma trifft, so haben wir genau die Zeichnung ZUGMAYERS vor uns. Wir sehen dann eine scharfe Trennung von Linse und Glaskörper. Wir sehen ferner die Innenlamelle die Linse von allen Seiten bedecken und sich zwischen diese und den Glaskörper einschieben. Wir sehen auch, wie sich diese Lamelle, gegen die Retina an Dicke abnehmend, fortsetzt. Freilich kannte ZUGMAYER nicht ihren weiteren Verlauf. Da diese Membran nicht zur Linse und zum Glaskörper gehört, sondern zur Pigmentschichte, so erklären sich auch die Zwischenräume zwischen der Linse und der von ZUGMAYER als „Augenkapsel“ bezeichneten Lamelle. Die Linse erfüllt in Wirklichkeit aber den distalen Teil des Pigmentkruges und ragt distal noch etwas daraus hervor. ZUGMAYER gibt an, daß die Zellen der Linse wie Kreissektoren angeordnet sind, doch lagern auch einzelne Zellen im Inneren der Linse, ohne bis an die Oberfläche zu reichen. Die obersten Lamellen sind kompakt und färben sich intensiv. Auf gut erhaltenen Schnitten liegen die Zellen direkt einander an. Ihre Kerne sind meist gegen die Außenseite hin und nur bei sich einschiebenden Mittellamellen in der Mitte gelegen. Je mehr wir in der Linse proximalwärts kommen, desto schwammiger wird das Gewebe und desto mehr Flüssigkeit ist in ihm. Zwar sind noch einige Lamellen von der Beschaffenheit des distalen Teiles zu finden, aber zwischen ihnen sind schon lockere Zellen. Eine Hülle von der Art, wie sie ZUGMAYER angibt und zeichnet, fehlt der Linse und dem Glaskörper, dafür umgibt eine Scheide aus bindegewebigen Fasern (Fig. 4 *bg*) das ganze Gebilde. Den proximalen Teil dieser Scheide, der die Linse gegen die Retina zu umgibt, kann man nur auf einzelnen Schnitten erkennen. Die Linse liegt mit ihrem proximalen Teile, der spongiös ist (Glaskörper ZUGMAYERS), direkt der Retina auf. Überhaupt grenzen alle Zellschichten enge aneinander, so daß es total unrichtig ist, wenn

ZUGMAYER zwischen Retinazellen und Chorioidea ein Septum zeichnet. Eher reißen Chorioideazellen mitten durch, bevor sie sich von den Sehzellen lösen, zwischen welche sie etwas eingreifen. Die Form des Glaskörpers, weniger die der Linse, erscheint auf verschiedenen Schnitten sehr verschieden, besonders oft sieht man die Übergangsstelle zwischen Linse und Glaskörper stark eingeschnürt. Diese Tatsache läßt sich durch die Annahme erklären, daß die Linse als kompakterer Teil dem Drucke einen größeren Widerstand entgegengesetzt als der Glaskörper und daß die Innenlamelle stark elastisch sein muß.

ZUGMAYER konnte keinen Akkommodationsapparat für das Auge entdecken. Die Muskelschicht, welche den Pigmentkrug umgibt, genügt vollkommen, um bei gleichzeitigem Drucke des sich basal ansetzenden Muskelbündels und bei der Elastizität der Innenlamelle jede beliebige Formveränderung der Linse herbeizuführen.

KISCHINOUBE beschreibt die ontogenetische Entstehung des Auges von *C. muticum*. Nach ihm schnürt sich die Linse vom Ektoderm ab. Aus dieser Anlage entstehe die Retina durch weitere Abspaltung. Die Linse selbst differenziere sich in Linse und Glaskörper, während die Retina sich in eigentliche Retina und Chorioidea teile. Erst am Schlusse differenziere die Retina ihre Sehestäbchen. Der Pigmentkrug und das Tapetum entstünden aus dem Bindegewebe.

Besonders gegen die Differenzierung des Ektoderms zu Linse und Glaskörper wendet sich ZUGMAYER und will nachweisen, daß der Glaskörper mesodermalen Ursprunges sei. Als Grund dafür führt er an, daß sich der „Glaskörper“ anders wie die Linse färbe und daß zwischen Linse und Glaskörper sich eine trennende Schicht einschlebe. Nach obigem besteht aber diese Schicht nicht. Aber auch in betreff der verschiedenen Färbbarkeit dürfte ZUGMAYER bekannt sein, daß aus einer Zellart entstandene Gebilde sich später verschieden färben können. Aus der Reaktion gegen verschiedene Färbemethoden auf die Abstammung gewisser Zellen vom Ektoderm oder Mesoderm zu schließen, dürfte unter solchen Umständen doch etwas zu gewagt sein.

Vergleichen wir das Auge von *C. muticum* mit anderen Augen von Lamellibranchiaten oder Kardien, so müssen wir gestehen, daß dieses Auge hoch entwickelt ist. Es ist nach dem Typus des Wirbeltierauges gebaut, ein inverses Blasenauge. Vom Auge von *Oncidium* (16) unterscheidet es sich dadurch, daß kein „blinder Fleck“ vorhanden ist. Es durchbricht nämlich bei *C. muticum* der Nerv nicht die Retinaschicht zentral, sondern versorgt vom oberen Rande her

diese mit Nerven. Noch größer ist die Ähnlichkeit mit dem Auge von Pecten, wenn wir vom distalen Nervenaste und dem von ihm versorgten Sinnesepithel absehen. Bewahrheitet sich die Beobachtung, die ich an in Platinsublimat konservierten Augen von Pecten gemacht zu haben glaube, so ist diese Ähnlichkeit noch größer. Auf einer Reihe von Schnitten sah ich nämlich in der „Zwischensubstanz Schneiders“ zwischen den Sehstäbchen eine regelmäßige Lage von Kernen. Dann würde Retina + Saum von Pecten genau der Retina + Choירוidea von *Cardium* entsprechen. Das Tapetum von Pecten = Innenlamelle, Pigmentschichte ist bei beiden vorhanden und die Außenlamelle entspräche der Augenkapsel bei Pecten. Nur die Eintrittsstelle des Nervs wäre verschieden, der bei Pecten am distalen Rande der Augenkapsel eintritt, während er hier am proximalen Teile die Augenkapsel durchbricht. Was KISCHENOUYE Tapetum nennt, deckt sich nicht mit dem Tapetum von Pecten, sondern ist ein unwesentliches Derivat der Pigmentschichte.

***Cardium tuberculatum* L., *C. paucicostatum* Sow., *C. oblongum* Chemn.,  
*C. echinatum* L., *C. aculeatum* L.**

Alle diese angeführten Arten unterscheiden sich von den drei vorhin behandelten dadurch, daß sie keine Augen haben. Dafür ist ihnen das Vorhandensein eines Haarsinnesorgans mit diesen gemeinsam. Auch stimmt der Bau der Siphonen so ziemlich überein. Der Abdominalsiphon endet immer mit einer Hautfalte und es erheben sich, *C. aculeatum* ausgenommen, beide Siphonen getrennt. *C. tuberculatum* Fig. 10. Am lebenden Material fiel mir vor allem die starke Pigmentierung einzelner Tentakel auf. Betrachtet man einen Siphon, so erscheinen zwischen den längeren Zirren einige pigmentiert. Am getöteten Tiere aber findet man das Pigment meist nur auf der Siphonalseite. Die Zellen der Pigmentschichte sind 3—4 mal so hoch, als die nicht pigmentierten Zellen. Jene sind prall mit dunkelbraunen Pigmentkörnern gefüllt. Zwischengelagerte Sinneszellen konnte ich nicht finden. RAWITZ führt an, daß fast alle Papillen pigmentiert sind, daß aber das Pigment unregelmäßig verteilt ist. Auch er konnte zwischen den pigmentierten Stellen keine Sinneszellen finden, wohl aber erwähnt er, daß im nichtpigmentierten Epithel zwischen indifferenten Zellen zahlreiche Sinneszellen eingelagert sind, die er als sehr schmal, meist nur 1  $\mu$  dick angibt. Ihre Kerne sollen sehr lang, stäbchenförmig und intensiv gefärbt sein. Wenn das Tier offen im Sande steckt, sind die Ten-

takel in steter Bewegung und scheinen so die Aufgabe zu haben, einen steten Wasserstrom zu erzeugen, der die Nahrung durch den Branchialsipho befördert. Im Tentakel und im Sipho sind zahlreiche Drüsen. Bei der Untersuchung fand ich, daß mittels einer Pipette auf die Tentakeln und Siphonen gebrachte Krustazeen sofort betäubt wurden und eine Zeit am Boden des Gefäßes liegen blieben. Dies war ein-, höchstens zweimal nacheinander der Fall, dann konnten sie ganz ruhig ohne jeden Schaden auf den Tentakeln herumkriechen. Weder RAWITZ noch ZUGMAYER konnten bei dieser Art ein Haarsinnesorgan finden, sondern nur eine einstülpbare Grube an der Tentakelspitze. Auch mir ging es anfänglich nicht besser. Durch Körnchen in der Tentakelgrube aufmerksam gemacht untersuchte ich um so genauer und fand auf einer großen Anzahl von Papillen, die von den verschiedensten Siphostellen stammten, ein Haarsinnesorgan, das sich nur durch die Kürze der Sinneshaare von dem anderer Formen unterscheidet. Die Kleinheit des Organs macht es auch erklärlich, daß es bis jetzt immer übersehen wurde. Auffallend in vielen Tentakeln ist die große Anzahl von FLEMMING'schen Bindegewebszellen, die wie eine Hülse den Nerv umgeben. Ihnen hat PATTEN Lichtempfindlichkeit zugesprochen.

*C. oblongum*, Fig. 11. An dieser Art sind die dunkeln Tentakeln auffallend, die nicht allein die Siphonen umgeben, sondern auch bis zum Schalenschluß reichen und auch vorne etwas weiter gehen als der Mantel verwachsen ist. Die Spitze dieser Tentakel ist licht. Im Leben sollen sie eine prachtvolle Rubinfarbe haben. An den Siphonen selbst sind die Tentakel nicht pigmentiert. An einem Tiere fand ich 40 pigmentierte und bei 100 lichte Tentakel. An ihnen fand RAWITZ zahlreiche umfangreiche azetophile Drüsen mit Ausführungsgängen. Willibald NAGEL (27) fand auch an den Siphonen eigentümliche Bildungen mit zwischen einem Randwulste sich erhebenden Kegeln ohne jegliche Sinneszellen. Diese Organe fehlen nach ihm bei *C. tuberculatum* und *C. aculeatum*. ZUGMAYER erklärte sie mit den sein Haarsinnesorgan tragenden Tentakeln identisch. Hätte ZUGMAYER nur die Zeichnungen von NAGEL genau angesehen, oder noch mehr, sich die Mühe genommen, ganze Siphonen in Serien zu zerlegen, so wäre er auf solche Organe gekommen und hätte dann gewiß nicht beide Organe für identisch erklärt. Eine große Anzahl der Tentakel trägt ein Haarsinnesorgan und ZUGMAYER gibt das Zahlenverhältnis der mit diesem Organe versehenen Tentakel zu den übrigen wie 1:3 an. Ich fand bei meinen Untersuchungen an drei Tieren dieses Verhältnis sehr variabel.

*C. paucicostatum*, Fig. 12. Viel zarter, aber dementsprechend länger sind die Tentakel dieser Art. Der Abdominalsiphorand ist pigmentiert. Auch bei dieser Art fand ZUGMAYER ein Haarsinnesorgan und gibt das Verhältnis der dies Organ tragenden Tentakel zu den übrigen mit 1:2 an. Diese umgeben unregelmäßig die Siphonen. Bei 40 Stück zeichnen sich durch größere Länge aus, während die höheren fransenartig sind. Das Haarsinnesorgan ist nicht auf die größeren Zirren beschränkt.

*C. aculeatum*, Fig. 13. Hier erheben sich beide Siphonen gemeinsam und erst an der Spitze trennen sie sich etwas. Die Höhe betrug bei einem größeren Exemplar 1 cm. Sowohl am gemeinsamen Teile als auch am Branchialsiphon sind einzelne spärliche Tentakel. An einem Tiere fand ich 28 große und nebenbei oben einen Kranz mittlerer und kleinerer Zirren. Sowohl das Verhältnis der großen zu den kleinen Tentakeln als auch ihre Anzahl ist variabel. An der größeren Anzahl derselben findet sich ein Haarsinnesorgan.

*C. echinatum*. Durch die Güte des Herrn Dr. PIETSCHMANN hatte ich auch Material von *C. echinatum* bekommen. Zwar waren die Tiere schon mehrere Jahre in Formol gelegen, ungeachtet dessen waren die Sinneshaare des Haarsinnesorgans gut erhalten. Schon WILL hatte an der Zirrenspitze dieser Art glänzende Gebilde gefunden. CARRIÈRE wies nach, daß das Rot derselben von violett gefärbten großen Zellen herrühre, die nichts weniger als Augen, sondern modifizierte FLEMMINGSche Schleimzellen seien.

### Haarsinnesorgan.

Allen bisher beschriebenen Arten gemeinsam ist das Haarsinnesorgan. Sein Bau unterscheidet sich, abgesehen von der exzentrischen Lage bei *C. edule*, *C. rusticum* und *C. muticum*, sehr wenig, wie die Zeichnungen zeigen, die nach Schnitten mit größter Genauigkeit gemacht wurden. Der Nerv verläuft bei *C. tuberculatum*, *aculeatum*, *oblongum*, *echinatum* zentral, umgeben von Muskeln. ZUGMAYER gibt an, daß sich diese überkreuzen, was aber nicht richtig ist, vielmehr stellt die ZUGMAYERSche Zeichnung einen seitlichen Anschnitt dar, in welchem sich die Muskeln verflechten. Der Nerv teilt sich trichterartig und die Fasern gehen bis zu den Kernen keulenförmiger Zellen (*hsz*), die in einem Kreisringe angeordnet sind. Auf mehreren Schnitten sieht man dies deutlich. Die Klarheit der Bilder wird dadurch unterstützt, daß sich bei Eisenalaun-Häma-

toxylin das Plasma nicht färbt. Die erwähnten keulenförmigen Zellen verjüngen sich plötzlich und dringen mit ihrem distalen Teile zwischen die Epithelzellen ein. In ihrem Aussehen haben sie die größte Ähnlichkeit mit den Sinnesnervenzellen der Geruchsorgane des Frosches. Jede dieser Zellen trägt ein Sinneshaar. Wo die Sinneshaare die Kutikula durchdringen, ist dieselbe meist dünner und kraterförmig eingezogen. Die Sinneshaare dringen tief in die Zelle ein und erfüllen den sich verjüngenden distalen Hals der Zelle vollständig. Auf günstigen Schnitten kann man diese Haare bis zu den Kernen verfolgen und sehen, wie sie in der Zelle in die Nerven-fibrillen übergehen. Meist sind aber diese Haare nicht steif, sondern haben sich in Fibrillen aufgelöst, aus welchen sie zusammengesetzt sind (Fig. 14).

ZUGMAYER faßte die keulenförmigen Zellen, die mit dem Nerv in Verbindung stehen, als ein Ganglion auf, das er ein ringförmiges nennt. Oberhalb desselben nimmt er im Epithel einen doppelten Ring von Sinneszellen an, die dicker, aber nicht so hoch wie die nächstgelegenen Zellen des Epithels sein sollen. Ihre Kerne schildert er bedeutend größer und das Plasma soll sich dunkler färben. In dem Zwischenraume zwischen den beiden Sinneszellen konnte er nie Zellkerne finden und erklärt daher diese Stelle als Stützzelle, als ein Derivat der Sinneszellen. Er sagt von den Sinneszellen: „Der distale Teil der Zellen zeigt einen feingestreiften Saum, ein Zeichen, daß auch hier die Differenzierung in die einzelnen Sinneshaare bereits im Innern der Zelle beginnt. An der der Stützlammelle zugekehrten Seite enthalten die Sinneszellen ein trompetenartiges Gebilde, das wie eine Fortsetzung der Sinneshaare in das Innere der Zelle erscheint.“ Dieses Gebilde durchdringt nach ihm das Epithel und verliert sich zwischen den Zellen seines Ganglions, ohne daß er eine Verbindung mit irgend welchen Nerven finden konnte. Anders lautet seine Angabe für *C. edule*. Hier redet er von Sinneszellen, die etwas schmaler als die Zellen des allgemeinen Epithels sein sollen. Die Sinneshaare sind nach ihm bereits im distalen Teile der Zelle differenziert. Einen Zusammenhang dieser „Sinneszelle“ mit dem Ganglion konnte er nicht finden.

Fassen wir kurz das Resultat zusammen, so finden wir bei allen untersuchten Arten kein ringförmiges Ganglion, sondern epitheloide Sinnesnervenzellen, die mit ihren Sinneshaaren mit der Außenwelt in Verbindung stehen. Wie diese epitheloiden Sinneszellen in die Tiefe gesunken, läßt sich leicht vorstellen.

### Physiologisches.

Fragen wir uns nun um den physiologischen Wert der jetzt beschriebenen Organe, so müssen wir zwischen Auge und dem Haarsinnesorgan unterscheiden. Wer nur das Auge von *C. edule* gesehen, der könnte es gleich RAWITZ (eventuell) für eine Drüse halten, welche Ansicht aber mit der Nichthaltbarkeit der Prämissen, auf welche sie RAWITZ aufbaut, fällt: „Die Ausbildung spezifischer Sinnesorgane steht im deutlichen Gegensatze zur Ausbildung sekretorisch tätiger Organe“, und des zweiten Satzes: „Weder sieht man einen Nerven an das Gebilde herantreten, noch ist dasselbe durch bindegewebige Scheiden besonders abgegrenzt.“ Ebenso unhaltbar ist auch die Ansicht DROSTS, der die pigmentierten Zellen für ein Sinnesepithel hält. Weder ihm noch einem anderen Forscher gelang es bis jetzt, die Verbindung zwischen seinem Ganglion und der Pigmentschichte nachzuweisen. Bloße Vermutungen genügen aber nicht. Vergleicht man das Auge von *C. edule* mit *C. muticum*, so fallen alle Bedenken wegen der vielen vorhandenen Homologien. Daß es ein nervöses Organ sei, darüber kann nach allen jetzigen Befunden nicht gezweifelt werden.

Die von CARRIÈRE zuerst aufgestellte Vermutung, es sei das Auge von Cardium ein Leuchtapparat, hatte für mich anfänglich viel Bestechendes. Es war auch die Deutung leicht gegeben, der Retina als lichterzeugende Zellen, des Tapetums als Reflektor und der Linse als Kondensator. Auch BROCK hatte eine ähnliche Meinung. Die gleiche Ansicht sprach SHARP für die Augen von Pecten aus. Er glaubt, diese seien Leuchtorgane und dienen zum Erwerb der Nahrung. Er findet es natürlich, daß Organe, welche zum Ausstrahlen von Licht dienen, ebenso gebaut sind wie die Sehorgane, welche zum Auffangen des Lichtes bestimmt sind. Dieser Ansicht kann ich mich nicht anschließen, da die Augen von Cardium kein eigenes Leuchtvermögen haben. Ein Leuchtvermögen hat für die Tiere einen großen Wert als Anlockungsmittel bei der Fortpflanzung, insofern Augen vorhanden sind, und zum Nahrungserwerbe. Daraus schließen zu wollen, daß keine solchen Leuchtorgane vorhanden, weil wir mit unseren Augen nichts sehen, geht nicht an, weil unsere Augen nur für bestimmte Strahlen eingerichtet sind, während die der niederen Tiere für ganz andere abgestimmt sein können.

Daß die Kardien kein eigenes Leuchtvermögen haben, kann man daraus schließen, daß Kardien, die lange im Dunkeln waren, auf die

photographische Platte nicht mehr wirken, wohl aber können sie eine große Menge Lichtes aufspeichern, das dann bei Dunkelheit langsam ausstrahlt. Ich machte in dieser Beziehung Versuche an lebendem Material. In einem Glasgefäße wurden auf einen Glasrost mehrere Kardien gelegt. Auf die äußere Glashülle kam bald ein gelochtes schwarzes Papier, bald wurde nur ein solches Papierkreuz darauf befestigt und über dieses eine lichtempfindliche photographische Platte gelegt. Nach vollständiger Abschließung mit lichtundurchlässiger Hülle erfolgte eine 12- bis 24stündige Exposition. Sobald die Tiere ihre Schalen geöffnet hatten, zeigte sich auf der Schichtseite der photographischen Platte eine geschwärzte Stelle dort, wo der Papieröffnung ein Siphon zunächst lag; hingegen trat diese Reaktion nicht ein, wenn die Tiere zu dicht lagen und infolgedessen ihre Schalen nicht öffnen konnten, ein Beweis zugleich, daß die Reaktion nicht durch Leuchtbakterien hervorgerufen wurde. Diese Reflexion des Lichtes nach Aufhören der Lichtquelle könnte allerdings als Anlockungsmittel für die Kleintierwelt aufgefaßt werden.

Es drängt sich uns nun die scheinbar überflüssige Frage auf: Sehen die Kardien, in welchem Grade, oder sind sie bloß lichtempfindlich? Bei meinem Aufenthalte in Triest konnte ich in dieser Beziehung Versuche anstellen, die sich vollständig mit denen NAGELS decken. Ich fand, daß von einem Sehen keine Rede sein kann und daß die Kardien mit und die ohne Augen gleich reagieren. Als Versuchstiere hatte ich *C. edule* und in Wien *C. tuberculatum*. DROST irrt sich, wenn er den Muscheln jede Lichtempfindlichkeit abspricht. Ihr Vorhandensein läßt sich nicht bestreiten, wohl ist sie aber gering. Verdeckt man ein Gefäß mit schwarzem Papier, in welches einige Öffnungen geschnitten sind, und gibt ein Versuchstier vor diese, so wird es bei greller Beleuchtung bald den Ort verlassen. In einer grell beleuchteten Schale schlagen die Tiere wild herum. Nähert man *C. edule* einen Stab, gleichgültig von welcher Farbe, ohne das Wasser zu erschüttern, so erfolgt kein Einziehen der Tentakel oder Schließen der Schalen.

Ganz anders verhält es sich mit dem Schatten. Schon DROST wies auf diese Empfindlichkeit hin. NAGEL, der genauere Versuche darüber angestellt, teilt die Muscheln nach ihrer Empfindlichkeit in lichtempfindliche mit dünner Schale und schattenempfindliche mit dicker Schale. Er selbst machte Versuche mit *C. oblongum*, *C. aculeatum* und *C. tuberculatum*, also auch Arten, die keine Augen hatten. Er fand bei diesen eine ungemeine Empfindlichkeit gegen das Eintreten eines Schattens, und zwar erfolgte die Reaktion allsogleich,

während bei Lichteinfall die Latenz 3—4 Sekunden beträgt und die Reaktion oft gar nicht erfolgt. Bei der Besprechung von *C. edule* und ihres Verhältnisses zum Lichte bemerkt NAGEL, daß sich zugleich noch die zahlreichen Tentakel, welche die Siphonen umgeben und die vermeintlichen Augen früherer Autoren tragen sollten, unruhig hin und her krümmen. Daß Lichtempfindlichkeit nicht vom Vorhandensein der Augen abhängt, sieht man auch bei Landschnecken, die auch dann noch lichtempfindlich sind, wenn ihnen die Augen abgeschitten wurden. NAGEL glaubt, die große Zahl der in den Zirren verteilten Nervenorgane (FLEMMINGSsche Zellen) sei licht-, eventuell schattenempfindlich. Wie weit diese Empfindlichkeit gehen kann, zeigte derselbe Forscher, indem er nachwies, daß schon ein Wölkchen die Kardien zum Einziehen der Tentakel bringen könne. Schattenempfindlichkeit hat für die Tiere großen Wert, denn sie werden dadurch auf das Nahen größerer Feinde aufmerksam gemacht. Nebenbei mag auch diese den Zweck haben, ihnen die für ihr Fortkommen geeignetste Tiefe anzuzeigen.

Das Tastgefühl ist bei den Kardien sehr schwach entwickelt. Legt man kleine Krustazeen auf die Siphonen, so reagieren sie wenig, solange die Tierchen an den unteren Tentakeln herumkriechen. Kommen sie aber dem Rande des Branchialsiphos zu nahe, so schließt sich derselbe.

Wozu dient nun das Haarsinnesorgan? Daß es ein Sinnesorgan und keine bloße Bewimperung ist, geht schon daraus hervor, daß es mir gelang, die Haare direkt bis zum Kern zu verfolgen und an vielen Schnitten auch den Zusammenhang der dazugehörigen Zellen mit dem Nerv darzustellen. Zudem wäre schon die Anordnung der Sinneshaare gegenüber dem „Ganglion ZUGMAYERS“ recht auffallend. Trifft man das Haarsinnesorgan seitlich, so daß die Haare in einer Reihe stehen, so stehen auch die dazugehörigen Zellen in einer Reihe, wie Zeichnung Fig. 9 zeigt, während, wenn die Haare nur an zwei Stellen getroffen werden, dementsprechend die Sinneszellen in zwei Bündel angeordnet erscheinen. Außerdem sind diese Haare an gut erhaltenen Objekten nicht flimmerartig, sondern steif, besonders bei *C. edule*, und lösen sich erst durch den Einfluß des Fixierungsmittels in flimmerhaarähnliche Gebilde auf. Über ihre Deutung sind die Anschauungen verschieden. Die einen halten sie für Tastorgane, was sie aber nicht sind, weil sie in Gruben liegend nicht berührt werden können. Andere, wie RAWITZ, halten sie für Organe, die starke Wassererschütterungen übertragen sollten. Auch dieser Ansicht kann ich mich nicht recht anschließen, da ohnedies die Ten-

takeln so zart gebaut sind, daß jede Bewegung genügt, um sie aneinander zu schlagen und so durch das bloße Tastgefühl einen Schutz zu bewirken.

Am wahrscheinlichsten kommt mir die Deutung als chemischer Sinn vor. Schon CUVIER (2) vermutet, bei den Acephalen trügen die Tentakeln an den Öffnungen, wo das Wasser als Träger ihrer Nahrung eintritt, die Sinnesorgane für Geschmack, und SIMROTH (13) schließt aus dem leichten Zerfall der Sinneshaare der Muscheln, daß sie die Träger eines chemischen Sinnes seien. SOCHACZEWER (15) wies für Landpulmonaten ähnliche haarartige Riechorgane nach. FLEMMING hält auch die bei Mollusken vorkommenden Härchen für sensibel. „Bei den luftlebigen Landmollusken dringen die Haarspitzen der Zellen an den meisten Orten nicht über die Kutikula hervor. Bei den Wasserweichtieren, von welchen es a priori wahrscheinlich ist, daß ihnen Wahrnehmung der Bewegung des Wassers und dessen, was darinnen suspendiert ist, von Wert sein muß, ragen sie über dieselben hinaus, und zwar konstant und am weitesten bei den eingeschalteten Acephalen, welchen nur auf letzterem Wege „Gefühlseindrücke“ zukommen können.“ Da die Strömung bei den Muscheln vom Branchialsiphon beginnt, so muß alles Wasser diese Flimmerhaare bestreichen. Gegen die Ansicht, daß es Geruchsorgane seien, spricht keineswegs, daß auch am Abdominalsiphon derartige Organe sind, sondern im Gegenteil reichen, wie ich schon früher Gelegenheit hatte zu zeigen, am Abdominalsiphon die Tentakeln nicht bis in die Höhe des Siphons, sondern sind ziemlich stark von einer pigmentierten Hautfalte überragt. Exakte Versuche anzustellen, fällt schwer, weil die Thiere in den Aquarien leicht zugrunde gehen, selbst bei den kleinsten Verletzungen, die ihnen beigebracht werden. Für diese obige Ansicht wäre noch anzuführen, daß den siphoniaten Muscheln die abdominalen Sinnesorgane, die von THIELE als Geruchsorgane gedeutet werden, fehlen, obwohl THIELE selbst bei den Kardien die Haare nicht für Geruchsorgane hält.

### Anhang.

Betrachten wir die Sinnesorgane der Kardien nebeneinander, so fällt uns die große Verschiedenheit der Organentwicklungshöhe sofort auf und wir müssen uns fragen, sind die Augen von *C. edule* älter oder die von *C. muticum* oder fehlte den ursprünglichen Kardien jedes Auge. ZUGMAYER schließt sich der Meinung an, daß die Augen von *C. edule* rückgebildet sind, und er gebraucht,

um dies erklärlich zu machen, einen nach meiner Ansicht sehr gewagten Vergleich. Er schreibt: „Wenn zum Beispiel alle Angehörigen des Genus *Felis* blind wären, das heißt überhaupt keine Augen hätten, und man dann beim Jaguar ein sehr einfaches und beim Tiger ein davon recht verschiedenes und dazu höher entwickeltes Auge entdeckte, so würde dieser Fall entschieden in den weitesten Kreisen großes Aufsehen erregen. Die Annahme wäre naheliegend, daß ursprünglich alle Katzen Augen gehabt und daß diese nur beim Tiger sich erhalten hätten, dagegen beim Jaguar sehr und bei allen übrigen ganz rückgebildet worden wären.“ Hingegen ist zu bedenken, daß sich die einzelnen Säugetiere viel näher stehen als die Mollusken und ZUGMAYER darauf vergißt, daß Rückbildungen der Augen bei Säugetieren nur dann stattfinden oder die Augen nur dann außer Funktion gesetzt werden, wenn es mit der Lebensweise der Tiere zusammenhängt. Bei den Säugetieren kann man freilich schließen, daß, wenn bei einer Art die Augen funktionslos werden, dies eine Rückbildung und sekundäre Anpassung sei. Anders verhält es sich bei den Kardiern. Wir finden bei den Mollusken die verschiedensten Abstufungen im Bau der Augen, so bei Chiton Augenflecke, die später vergehen, bei *Arca Noae* (16) zwischen Pigment gelagerte Sinneszellen, bei *Patella* schon einen Hilfsapparat. So finden wir bei den tetrabranchiaten Kephelopoden ein einfaches Kammerauge, bei den Dibranchiaten ein dem Wirbeltierauge analog gebautes Gebilde, das sich aber dadurch von demselben unterscheidet, daß es kein inverses Blasenauge ist. Innerhalb eines Unterkreises des Tierreiches finden wir die verschiedensten Augenformen und es wird niemandem einfallen, alle einfacheren Augen durch Rückbildung aus höher entwickelten erklären zu wollen. Alle diese verschiedenen Augen können sich unabhängig voneinander entwickelt haben und sie sind infolge ihrer Anpassung oder durch Variation oder Mutation zu verschiedener Organisationshöhe gelangt. Manche derselben sind freilich wieder rückgebildet worden, wenn sie für die Art nicht mehr nötig waren. Hätte ZUGMAYER recht, so müßte auch das Auge der tetrabranchiaten Kephelopoden rückgebildet sein, während es doch nach Ontogenie und Phylogenie das ursprüngliche ist. Wollte man sich schon der Ansicht ZUGMAYERS anschließen, so müßte man nach anderen Gründen dafür suchen. Fragen wir uns, welche Art älter ist, augentragende oder solche ohne Augen? Mit großer Wahrscheinlichkeit können wir schließen, daß die ältere Form auch die ursprünglichere in bezug auf die Augen gewesen. Gerade

bei Kardien ist es aber sehr schwer, sicher das genaue Alter der verschiedenen versteinerten Formen anzugeben. Zu den ältesten gehört schon *C. edule*. Vielleicht ist *C. hians* ohne Augen älter. Von besonderer Wichtigkeit für diese Frage ist das Verhalten unter ungünstigen Verhältnissen. Gehen Eigenschaften verloren, so sind die Rückschläge nach der bereits durchgemachten Entwicklung hin immer häufiger und ausgiebiger als nach vorwärts zum Neuen. Die Kardien in den Salztümpeln von Pirano haben unter diesen ungünstigen Verhältnissen nicht allein an Größe verloren, sondern meist auch die Augen eingebüßt. Ein strikter Beweis aber dafür, daß der augenlose Typus der ursprüngliche ist und sich daraus die übrigen Arten mit ihren mehr oder weniger vollkommenen Augen entwickelt haben, läßt sich nicht erbringen.

### Technisches.

Das zur Untersuchung dienende Material bekam ich zum Teil von Triest lebendig, zum Teil von Neapel im konservierten Zustande, ebenso *C. muticum* aus Japan. Bei *C. edule*, *C. rusticum* und *C. tuberculatum* versuchte ich die Fixierung auf die verschiedenste Weise. So gebrauchte ich Formol in diverser Konzentration, Sublimatessig, CARNOY, PERÉNYI, MÜLLERSCHES Gemisch etc. Die besten Resultate erhielt ich, wenn ich nach PERÉNYI die Objekte nicht mit Alaunlösung auswusch, sondern dazu gleich Alkohol mit steigendem Prozentsatze verwendete. Von den verschiedenen Färbemethoden konnte ich die von BIELSCHOFSKY und RAMON Y CAJAL nicht gebrauchen, da durch diese Methoden die Epithelien litten. Mit Methylenblau-Vitalfärbung gelang es mir nur, den Verlauf der Muskelbündel darzustellen. Thionin gab ganz hübsche Präparate. Für Übersichtsschnitte, die ich bis 20  $\mu$  Dicke anfertigte, gebrauchte ich entweder Van Gieson, bei welcher Färbung man ganz deutlich die Nerven verfolgen konnte, oder die Färbung mit Eisenhämatoxylin nach DELAFIELD, Säurefuchsin, Orange. Zieht man das Eisenhämatoxylin nicht bis zur bloßen Kernfärbung aus, so nimmt die Retina ein von der Linse scharf abgegrenztes Kolorit an. Die besten Resultate erzielte ich mit der HEIDENHAINschen Eisenalaun-Hämatoxylinfärbung. Die Schnitte waren für diese Methode 4  $\mu$ , manchmal nur 2  $\mu$  dick. Die Bilder wurden am besten und erhielten keinen gelben Stich, wenn ich nur 3—4 Stunden in Eisenalaun beizte und dann zwei ganze Tage Hämatoxylin einwirken ließ; es färbten sich die Fibrillen und Kerne intensiv. Weil besonders bei

*C. edule* die Augen ungemein klein sind, so konnte fast nur mit Immersion gearbeitet werden. Ich benützte hierzu LEITZ' homogene Immersion  $\frac{1}{12}$  und Kompensationsokular 8.

### Literaturverzeichnis.

1. 1795. J. H. POLI, Testacea utriusque Siciliae eorumque historia et anatome tabulis aeneis illustrata. Parmae, Vol. II, pag. 107.
2. 1808—1810. G. L. CUVIER, Leçons d'anatomie comparée par Dumeril et Duvernoy. Deutsche Übersetzung, 4. Bd., Leipzig.
3. 1837. BRIDGEWATER, Treatise, vol. II. ROGET, Physiologie-Übersetzung unter dem Titel „Die Natur, ihre Wunder und Geheimnisse“ von Dr. Hermann HAUFF, bei Neff in Stuttgart (ROGETS Physiologie).
4. 1838. R. GARNER, Transactions of the Linnean Society of London, besprochen im Archiv für Naturgeschichte. Herausgegeben von Dr. Aug. WIEGMANN, II. Bd., 266.
5. 1840. W. GRUBE, Über Augen bei Muscheln. MÜLLERS Archiv für Anatomie und Physiologie, S. 25—35.
6. 1840. A. KROHN, Über Augen ähnliche Organe bei Pecten und Spondylus. MÜLLERS Archiv, S. 381.
7. 1844 J. G. F. WILL, Über Augen der Bivalven und Ascidien, besprochen in FRORIERS neue Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde, Bd. 29, Weimar.
8. 1848. C. T. v. SIEBOLD, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. Berlin.
9. 1853. GEORG JOHNSTON, Einleitung in die Conchyliologie. Herausgegeben von Dr. H. BRONN.
10. 1869. W. FLEMING, Die haartragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. 5, S. 443—444.
11. 1870. Derselbe, Untersuchungen über die Sinnesepithelien der Mollusken. Archiv für mikr. Anatomie, Bd. 6.
12. 1872. H. A. MEYER und K. MÖBIUS, Fauna der Kieler Bucht, Bd. 2.
13. 1876. H. SIMROTH, Über die Sinneswerkzeuge unserer einheimischen Weichtiere. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., Bd. 26, pag. 227—349.
14. 1877. C. SEMPER, Über Sehorgane vom Typus der Wirbeltieraugen. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 14.
15. 1880. D. SOCHACZEWER, Das Riechorgan der Landpulmonaten. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. 35.
16. 1881. P. FRAISSE, Über Molluskenaugen mit embryonalem Typus. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. 35.
17. 1884. B. SHARP, On the visual organs in Lamellibranchiata. Mitteilungen der zool. Station Neapel, Bd. 5, S. 447—470.
18. 1885. J. CARRIÈRE, Die Sehorgane der Tiere, vergleichend-anatomisch dargestellt. München-Leipzig, S. 107.
19. 1886. W. PATTEN, Eyes of Molluscs and Arthropods. Mitteilungen der zool. Station Neapel. Bd. 5, S. 542—756.

20. 1886. K. DROST, Über das Nervensystem und die Sinnesepithelien der Herzmuschel. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 12, S. 163—201.
21. 1888. J. BROCK, Über die sogenannten Augen von *Tridacna* und das Vorkommen von Pseudochlorophyllkörpern im Gefäßsystem der Muscheln. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., Bd. 47, S. 270—288.
22. 1889. J. CARRIÈRE, Über Molluskenaugen. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 33.
23. 1889. THIELE, Die abdominalen Sinnesorgane der Lamellibranchiaten. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. 48, S. 47—66.
24. 1892. B. RAWITZ, Der Mantelrand der Acephalen. Jenaische Zeitschr. f. Medizin und Naturwissenschaften, Bd. 27.
25. 1894. K. KISCHINOUBE, Note on the eyes of *Cardium muticum* Reeve. The Journal of the college of science Imperial University Tokyo, Bd. 6, S. 279—285.
26. 1896. W. NAGEL, Der Lichtsinn augenloser Tiere. Jena.
27. 1897. W. NAGEL, Über rätselhafte Organe an den Siphopapillen von *Cardium oblongum*. Zoolog. Anzeiger, Bd. 20, S. 406 u. f.
28. 1900. Dr. R. HESSE, Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. 68, S. 379—477.
29. 1900. J. JOHNSTON, On the Structure and Life-History of the Common Cockle with an Appendix on the Lancashire Cockle Fisheries. Biological Society, Liverpool, S. 230—238.
30. 1902. K. C. SCHNEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena.
31. 1904. E. ZUGMAYER, Über Sinnesorgane an den Tentakeln des *Genus cardium*. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. 76.

### Erklärung der Abbildungen.

Die Abbildungen sind von Herrn Universitätszeichenlehrer Ad. KASPER mittels Zeichenapparat nach vorgelegten Präparaten gezeichnet.

Gemeinsame Bezeichnungen: *n* = Nerv, *e* = Epithel. *fb* FLEMMINGSche Bindegewebszelle, *hs* = Sinneshaar, *hsz* = Haarsinneszelle, *m* = Muskel, *cu* = Cuticula, *bg* = Bindegewebe.

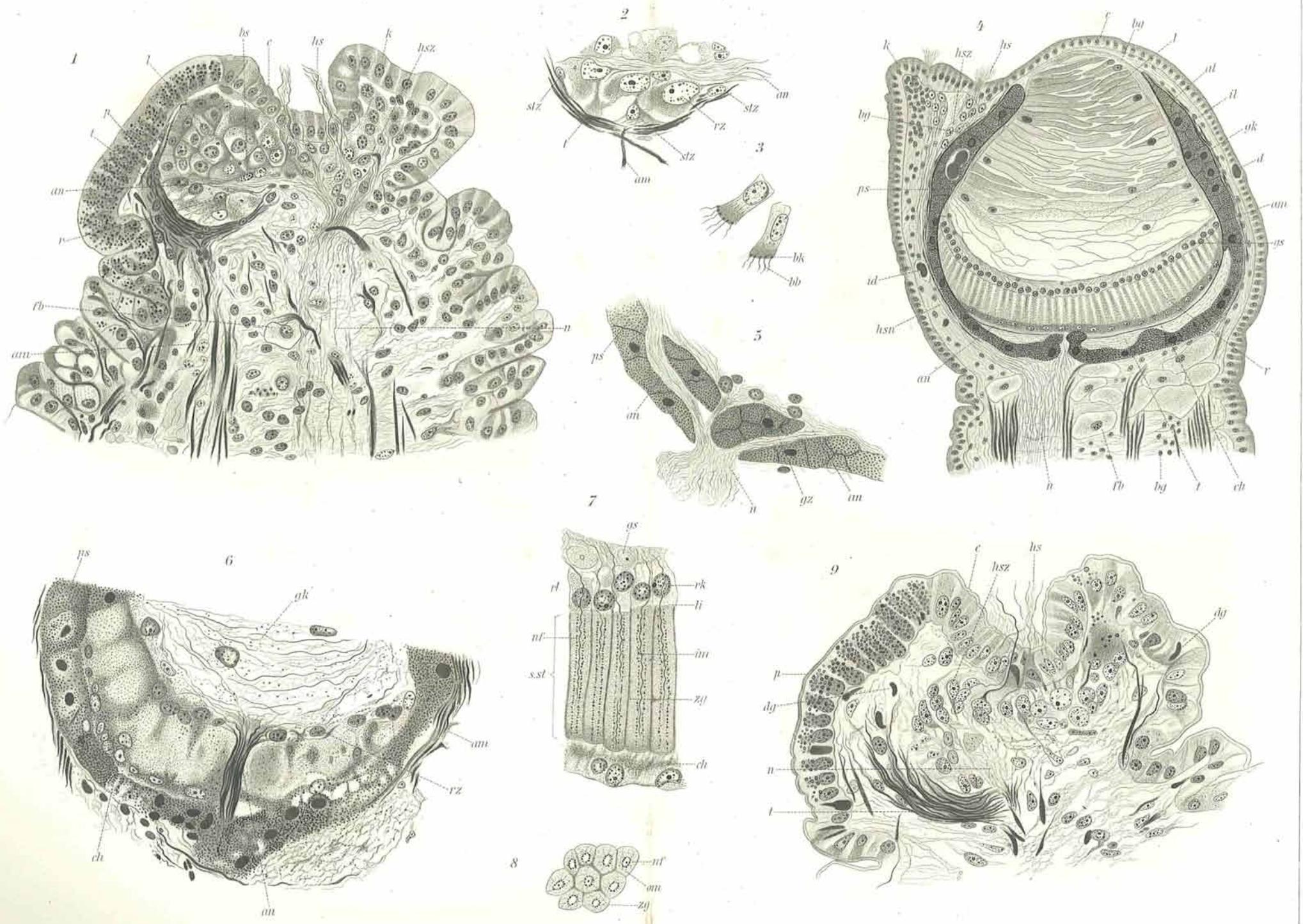
Fig. 1. Längsschnitt durch das Auge von *C. edule*. LEITZ Obj. VII, Ok. 4, 4  $\mu$ . *p* = Pigmentschichte, *t* = Tapetum, *r* = Retina, *an* = Augennerv, *bs* = Bindegewebschichte, *c* = Cornea, *k* = kammartige Erhöhung, die sich über das Haarsinnesorgan legt, *l* = Linse.

Fig. 2. Verbindung der Retinazellen mit dem Augennerven von *C. edule*. Imm.  $\frac{1}{12}$  Ok. 4, 4  $\mu$ . *an* = Augennerv, *rz* = Retinazelle, *stz* = Stützzelle (Zelle der 2. Zellreihe, *t* = Tapetum, *am* = Akkommodationsmuskel.

Fig. 3. Sehelemente der Retina von *C. edule*. Imm.  $\frac{1}{12}$  Ok. 8, 4  $\mu$ . *bk* Basalkörper, *bb* = Bürstenbesatz.

Fig. 4. Sagittalschnitt durch das Auge von *C. muticum* 20  $\mu$ , Obj. 5, Ok. 3. *c* = Cornea, *l* = Linse, *gk* = Glaskörper, *al* = Außenlamelle, *il* = Innenlamelle, *d* = Drüse, *id* = im Inneren gelegene Drüse, *am* = Akkommodationsmuskulatur, *gs* = Ganglienschichte, *ps* = Pigmentschichte, *k* = kammartige Erhöhung (legt sich über Auge und Sinnesorgan), *an* = Augennerv, *c* = Chorioidea Kischinoyes recte Lamina pigmenti, *r* = Retina, *t* = Tapetum.

- Fig. 5. Eintrittsstelle des Nerven unter die Pigmentschichte bei *C. muticum*. Imm.  $\frac{1}{12}$  Ok. 4, 4  $\mu$ . *an* = Augennerv, *gz* = Ganglienzelle, *ps* = Pigmentschichte.
- Fig. 6. Innervation der Retina bei *C. muticum*, seitlicher Anschnitt der Pigmentkapsel Obj. 7, Ok. 4. *gl* = Glaskörper, *am* = Akkommodationsmuskel, *rz* = Retinazellkerne, *an* = Augennervast, *ch* = Chorioidea, *ps* = Pigmentschichte.
- Fig. 7. Retinaelemente von *C. muticum*. Imm.  $\frac{1}{12}$  Ok. 8, 4  $\mu$ . *gs* = Ganglienschichte, *rz* = Retinazelle, *rk* = Retinazellkern, *im* = Isoliermantel, *zg* = Zellgrenze, *nf* = Nervenfibrille, *ch* = Chorioidea, *li* = Limitans, *sst* = Sehstäbchen.
- Fig. 8. Retinaelemente (Querschnitt) von *C. muticum* Imm.  $\frac{1}{12}$  8. *nf* = Nervenfibrille, *im* = Isoliermantel, *zg* = Zellgrenze.
- Fig. 9. Haarsinnesorgan von *C. edule* Imm.  $\frac{1}{12}$ , Ok. 4, 4  $\mu$ . *dg* = nach RAWITZ degenerierte FLEMMINGSche Bindegewebszellen.
- Fig. 10. Sagittalschnitt durch das Haarsinnesorgan von *C. tuberculatum*. Obj. 7, Ok. 4, 4  $\mu$ .
- Fig. 11. Sagittalschnitt durch das Haarsinnesorgan von *C. oblongum*. Imm.  $\frac{1}{12}$ , Ok. 4, 4  $\mu$ .
- Fig. 12. Sagittalschnitt durch das Haarsinnesorgan von *C. paucicostatum*. Imm.  $\frac{1}{12}$ , Ok. 4, 4  $\mu$ .
- Fig. 13. Sagittalschnitt durch das Haarsinnesorgan von *C. aculeatum*. Imm.  $\frac{1}{12}$ , Ok. 4, 4  $\mu$ .
- Fig. 14. Teil eines Haarsinnesorganes von *C. aculeatum*. Imm.  $\frac{1}{12}$ , Ok. 4. Die Sinneshaare lösen sich innerhalb des Kutikulatrichters ? auf.





# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Weber Leo Franz

Artikel/Article: [Die Sinnesorgane des Genus Cardium. 187-220](#)