

# Der Mantelrand der Acephalen.

Erster Teil.

## Ostreacea.

Von

**Dr. Bernhard Rawitz**

in Berlin.

Mit Tafel XIII—XVIII und 1 Abbildung im Text.

Die Untersuchungen, deren Resultate ich in ihrem ersten Teile in Folgendem veröffentliche, wurden im Herbst 1886 begonnen. Zunächst an konserviertem Materiale angestellt, das ich zum größten Teile dem bereitwilligen Entgegenkommen des Herrn Dr. HERMES, des Direktors des Berliner Aquarium, verdanke, wurden dieselben an lebenden und konservierten Individuen in der zoologischen Station des Herrn Professors Dr. DOHRN in Neapel fortgesetzt. Die Muni-  
fizienz der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften hatte es mir durch Gewährung eines Reisestipendium ermöglicht, daß ich den mir vom Königlich Preussischen Unterrichts-Ministerium zur Verfügung gestellten Arbeitstisch daselbst benutzen konnte. Meinen aufrichtigen Dank dafür der Akademie auch bei dieser Gelegenheit abzustatten, will ich nicht unterlassen. Die liebens-  
würdige Unterstützung, die ich von den in jener Station ange-  
gestellten Herren in reichstem Maße erfuhr, sowie die Liberalität, mit der mir zur Vollendung meiner Arbeiten Herr Professor Dr. HERMANN MUNK die Mittel des seiner Leitung unterstellten physiologischen Laboratorium der hiesigen tierärztlichen Hoch-  
schule zur Verfügung stellte, haben mich ebenfalls zu größtem Danke verpflichtet, dem öffentlich Ausdruck zu geben mir eine angenehme Pflicht ist.

Berlin, Februar 1888.

## Historische Übersicht.

Die Grundlage unserer Kenntnisse der Molluskenhistiologie bildet BOLLS (1) bekannte Arbeit im Supplementheft des V. Bandes des Archivs für mikroskopische Anatomie: „Beiträge zur vergleichenden Histiologie des Molluskentypus.“ Wenn auch diese Untersuchungen ausschließlich an Cephalopoden und Cephalophoren angestellt wurden, die Klasse der Acephalen dagegen völlig unberücksichtigt blieb, so ist doch die von jenem Forscher gegebene Einteilung der Cylinderepithelien, welche uns daraus für unsere Zwecke vorwiegend interessiert, maßgebend für Acephalen und von allen späteren Bearbeitern ausdrücklich oder stillschweigend acceptiert.

BOLL unterscheidet vier verschiedene Klassen von Cylinderepithelien, deren Form in Beziehung steht zu der spezifischen physiologischen Funktion. Die erste Klasse bilden „Cylinderepithelien mit kutikularer Ausscheidung.“ Es sind dies die zahlreichsten und indifferentesten dieser Formen, „einfache, durch keine besonderen Eigentümlichkeiten weiter ausgezeichnete Cylinderepithelien, deren äußerste, der freien Fläche zugekehrte Protoplasmaschicht einen gewissen Grad der Erhärtung angenommen hat, so daß nach dieser Seite hin die Zelle durch eine feste, starke Membran gegen die Außenwelt abgegrenzt erscheint“ (l. c. p. 41). Diese Kutikula ist entweder eine ganz homogene Deckschicht, an welcher der Anteil, den die einzelnen Epithelien daran haben, nicht mehr wahrgenommen werden kann, oder aber die jeder Zelle zugehörigen Bestandteile der hautartigen Grenze sind noch mehr oder weniger deutlich zu unterscheiden. Die kutikularen Cylinderepithelien sind stets in einer einfachen Schicht ausgebreitet. An dem proximalen, also dem Bindegewebe zugekehrten Ende zeigen dieselben ausnahmslos eine mitunter sehr mächtig entwickelte „besenartige“ Ausfaserung, die kaum oder gar nicht an frischen, sehr klar aber an mazerierten Hautstücken zu sehen ist. Die zweite Klasse sind Wimperepithelien. Dieselben sollen in den Bedeckungen der Mollusken meist mehrschichtig oder doch nicht so rein einschichtig vorkommen, wie die ersteren. (Wie ich gleich hier bemerken will, um später nicht mehr nötig zu haben, darauf zurückzukommen, trifft dieser Vorbehalt BOLLS für den Mantelrand und den Mantel der Acephalen nicht zu; bei dieser Klasse

sind die Epithelien stets und unter allen Umständen nur in einer Schicht angeordnet.) Die Cilien stehen auf der ganzen Oberfläche der Zellen, sind nie auf den bloßen Umkreis derselben beschränkt. An allen Wimperepithelien ist ebenso, wie bei der ersten Klasse, eine verdickte Grenzschrift vorhanden, die an den verschiedenen Körperstellen und bei verschiedenen Spezies von wechselnder Mächtigkeit ist und von den Cilien durchbohrt wird. Drittens Becherzellen. Dieselben, von enormer Größe bei Landpulmonaten, von geringerem Umfange bei Meeresbewohnern, dienen der Schleimsekretion und ähneln in allen wesentlichen Eigenschaften den gleichen Gebilden der Vertebraten. Endlich viertens Neuroepithelien. Dieselben sind an Zahl viel geringer als die übrigen Klassen und dadurch ausgezeichnet, daß sich Nervenfibrillen mit ihnen in Verbindung setzen. Auf der Kutikula dieser Zellen stehen Borstenhaare mit verbreiteter Basis auf, „ähnlich wie der Dorn auf dem Zweig“, also ein Haar auf einer Zelle. Ferner erwähnt BOLL noch, daß an einzelnen Stellen (Tentakeln, Mantelrand, Umgebung des Mundes, vorderer Rand des Fußes bei Gastropoden) becherförmige Organe vorkommen, die den Schmeckbechern bei Säugern und den ähnlichen Gebilden bei Fischen gleichen sollen.

Während die BOLL'sche Arbeit uns einen Einblick eröffnete in die feinere Organisation der höheren Mollusken, ist die im gleichen Bande derselben Zeitschrift erschienene Abhandlung von W. FLEMMING (14) über „die haaretragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken“ die erste, welche eine genauere histiologische Kenntnis des Mantelrandes der Acephalen ermöglichte. FLEMMING fand in einem lebend abgeschnittenen Stücke des gezackten hinteren Mantelrandes einer *Mytilus* zwischen den lebhaft schlagenden Cilien eine große Zahl starrer Spitzen hervorstehen, welche die Enden der Wimpern um die Hälfte überragten und keine Eigenbewegung besaßen. Durch geeignete Mazeration, durch welche die indifferenten Epithelien gänzlich oder fast gänzlich entfernt worden waren, gelang es ihm, diese fraglichen Gebilde so zu isolieren, daß dieselben einzeln deutlich sichtbar wurden und dennoch mit dem Grundgewebe in Zusammenhang geblieben waren. Hierin beruht ein Hauptunterschied dieser haaretragenden Zellen von den indifferenten. Ihr freies Ende bildet bei den Najaden ein Köpfchen von bald mehr langgestreckter, bald mehr kurzer Spindelgestalt; die Spindel endet am freien Pole glatt und trägt eine wechselnde Zahl glänzender Härchen. Das Köpfchen

sitzt auf einem mehr oder weniger langen Stiel auf, dessen proximales Ende eine zwiebförmige Verdickung zeigt. Jede Zwiebel hat einen deutlichen großen Kern, in welchem meist ein größeres Kernkörperchen vorhanden und an dessen Umfange eine Anzahl kleiner glänzender Körner zu sehen ist. Proximal setzt sich die Zwiebel in einen oft sehr langen Faden fort, der, wie aus seinen Figuren (namentlich Figur 20, Taf. XXV l. c.) hervorgeht, variköse Anschwellungen zeigt. Solche Zellen haben also Ähnlichkeit mit einem am Stielende kolbig verdickten Pinsel und FLEMMING nennt daher diese von ihm aufgefundenen Gebilde „pinselförmige Zellen“, kürzer „Pinselzellen“. Dieselben unterscheiden sich von den indifferenten Epithelien, abgesehen von dem größeren Umfange der letzteren, in ganz charakteristischer Weise dadurch, daß die indifferenten an ihrem proximalen Ende die von BOLL beschriebene besenartige Ausfaserung haben, daher nur locker und in relativ leicht löslicher Weise im subepithelialen Gewebe haften, während diese Ausfaserung den Pinselzellen fehlt. Letztere dagegen haben jene beschriebene kernhaltige, zwiebförmige Anschwellung, deren proximale fadenartige Fortsetzung als Nervenendfaser zu betrachten ist, während dieses Gebilde den indifferenten Zellen abgeht. Es zeigen die Siphopapillen von *Dreissena* überhaupt keine Wimperzellen, nur wimperlose indifferente Epithelien, die haaretragenden sind hier ausschließlich Pinselzellen. Die Pinselzellen bei *Mytilus edulis* sind kleiner als bei den Najaden, das Köpfchen derselben hebt sich meist mit starker Anschwellung hervor und hat mehr kegelförmige Gestalt, die Haare sind länger und feiner als bei den Süßwassermuscheln. Die Pinselzellen der Siphopapillen bei *Mya truncata* zeigten merkwürdigerweise keine Härchen. FLEMMING glaubte diesen Mangel als ein Anpassungsphänomen ansehen zu können. „Da *Mya* . . . ihren Siphon oft förmlich in Schlamm oder Sand hineinsteckt, so würden längere Haarspitzen diesen Insulten leicht zum Opfer fallen“ (pg. 430)<sup>1</sup>). Diese Pinselzellen

1) Ob diese Erklärung zutrifft, möchte ich dahingestellt sein lassen. Meine Erfahrungen sprechen dagegen. Im Sommer 1886 waren im hiesigen Aquarium eine größere Anzahl von *Mya arenaria* angekommen. Diejenigen von den Tieren, welche nicht nach kurzer Zeit die charakteristische Haltung angenommen hatten (d. h. Vorderteil in den Sand gegraben, Siphon grad in die Höhe gestreckt), sondern noch auf dem Boden des Beckens lagen, hielten das Papillenende des Siphons stets leicht aufwärts gekrümmt und es schien mir, daß sie bei den trägen Bewegungen des Siphons es unter allen Umständen vermieden, mit dem freien Ende des-

findet FLEMMING in weitester Verbreitung an den freien Flächen des Acephalenkörpers und in der Haut der verschiedensten Gastropoden. Er faßt sie als Neuroepithelien auf, da eine andere Erklärung für ihre physiologische Funktion bei der tiefgreifenden Differenz, welche zwischen ihnen und den übrigen Epithelien vorwaltet, nicht möglich ist.

Der Beweis, daß „die Haarzellen die Endgebilde der sensiblen Hautnerven, die Gefühlszellen der Mollusken“, und in dem uns vorwiegend hier interessierenden Falle, der Acephalen sind, erbringt FLEMMING in seiner Arbeit: „Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken“ (15). Im dritten Abschnitt l. c., der über die Nerven im Mantel von *Mytilus edulis* und ihr Verhältnis zum Epithel handelt, zeigt er, gestützt auf Präparate, welche teils durch die COHNHEIM'sche Goldmethode, teils durch Härtung in Chromkali oder in sehr starken Osmiumlösungen (2 bis 5 ‰) gewonnen wurden, daß die von den Hauptstämmen abgehenden feinsten Zweige sich zu jenen vorhin beschriebenen Pinselzellen begeben. In den Teilungsstellen der Nervenstämmen und in dem Verlauf der Endfasern finden sich, bei den ersteren sehr zahlreich, Ganglienzellen eingelagert. An der inneren Mantelrandzacke von *Mytilus* — auf diesen Repräsentanten der Acephalen hat sich FLEMMING hier beschränkt — findet sich eine dichte Lage von Hautdrüsenzellen, die an der Spitze und am äußeren Rande fehlen. Diese Drüsen sind einzellig, „und an Schnitten, wo das Epithel noch ansitzt, sieht man aufs deutlichste, daß ihre Ausführungsgänge je in eine Becherzelle übergehen, deren in dieser Gegend immer weit mehr als an der Spitze der Zacken und Außenseite getroffen werden“ (pg. 456 l. c.).

In seiner gegen HUGUENIN gerichteten Polemik erwähnt derselbe Forscher (16) kurz, daß er die Taster des Mantelrandes von *Anomia* mit Papillen besetzt fand, die ähnlich wie bei *Trochus cinerarius* und bei *Haliotis tuberculata*, bei welcher letzterer Schnecke sie BOLL (1) beschrieben hat, auf einem flachen Gewebshügel aufsitzen und aus einem Bündel von langen, haartragenden Epithelzellen bestehen, welche von flachen, langstieligen Zellen bedeckt

selben den Sand zu berühren. Ähnliches habe ich in Neapel gesehen, wo *Tellina planata* und *pulchella*, *Psammobia vespertina*, *Cytherea chione* und andere Siphoniaten gleichfalls einer Berührung der Siphonen mit dem Boden des Wasserbeckens auszuweichen bemüht waren. DROST (9) übrigens hat bei *Mya arenaria* die Sinneszellen mit Haaren besetzt gefunden.

sind. Diese Gebilde sollen der Geschmacksknospe eines Säugtieres ähneln.

In der letzten Arbeit endlich, die FLEMMING über Molluskenhistiologie veröffentlicht hat (17), teilt er mit, daß außer bei *Anomia* auch bei *Pecten* „die massenhaften „Tastfäden“ am Mantelrand reichlich mit Würzchen besetzt sind, die etwa dieselbe Länge, und wie mir einige Isolationsversuche hinreichend zeigten, jedenfalls in der Hauptsache den gleichen Bau haben, wie die beschriebenen“ (pg. 144). D. h. auch bei *Pecten* kommen Organe vom Bau der Schmeckbecher der Vertebraten vor.

In dem Prachtwerke von MEYER & MÖBIUS, „Fauna der Kieler Bucht“ (30), sind auf verschiedenen Tafeln von *Corbula gibba*, *Cardium fasciatum*, *Cardium edule*, *Solen pellucidus* die Mantelrandcirren mit Haarbüscheln abgebildet, bei *Cardium edule* noch die von WILL beschriebenen Augen. Also auch hier sind die zum Tasten dienenden Organe mit Gebilden besetzt, wie sie FLEMMING als Pinselzellen kennen gelehrt hat.

Die nächste Arbeit, deren ich an dieser Stelle zu gedenken habe, ist die von SHARP (43): „On the visual organs in lamelli-branchiata.“ Es ist das eigentlich mehr eine Sammlung verschiedenartigster Tagebuchnotizen, als eine geschlossene Abhandlung. Skizzierend die Ergebnisse seiner an mehreren Muschelarten hinsichtlich des etwaigen Vorkommens von Augen angestellten Untersuchungen, wobei er die Augen von *Pecten* in einer der Bedeutung dieser Gebilde keineswegs entsprechenden Weise behandelt, kommt SHARP schließlich dazu, in fast jeder harmlosen pigmentierten Zelle, deren kutikularer Saum nur einigermaßen stark entwickelt und hell ist, ein augenähnliches Gebilde zu sehen. Der Fehler dieser Skizzen, der ihren wissenschaftlichen Wert völlig illusorisch macht, ist derselbe, den FLEMMING (16) an den Untersuchungen von HUGUENIN mit Recht gerügt hat, nämlich der völlige Verzicht auf Isolationen. Dadurch hat sich SHARP selber eines Hauptkriterium für die Würdigung seiner Schnittbilder beraubt und hat es allen Nachuntersuchern — wenigstens ist es mir so gegangen — fast unmöglich gemacht, zu erkennen, was er eigentlich gesehen hat, und zu begreifen, mit welchem Rechte er Pigmentzellen optische Funktionen zuschreibt bei Tieren und an Stellen, wo gelungene Mazerationen nur indifferente und haaretragende Epithelzellen zeigen. Ein fernerer Fehler dieser Skizzen ist der, daß SHARP immer nur einzelne Stellen des Mantelrandes der betreffenden Tiere untersucht hat, so daß es ihm z. B. bei

Ostrea entgangen ist, daß an der Rücken-, an der Bauchseite und in der Mitte der Mantelrand ein völlig verschiedenartiges morphologisches Verhalten zeigt. Für die Flüchtigkeit der Arbeit spricht dann ferner, daß gerade bei Ostrea SHARP besondere Gebilde, die in sehr großer Zahl sich vorfinden und deren Anwesenheit bei nur einigermaßen sorgsamer Beobachtung sich gar nicht übersehen läßt, weder erwähnt noch zeichnet. Und ähnlichen Wert oder Unwert haben fast alle seine übrigen Beobachtungen und Betrachtungen, so daß ich es mir wohl versagen darf, hier an dieser Stelle noch weiter auf die Skizzen einzugehen.

Einen erfreulichen Gegensatz zu SHARP bildet die Arbeit von DROST „über das Nervensystem und die Sinnesepithelien der Herzmuschel, *Cardium edule* L.“ etc. (9). DROST konstatiert für die von ihm untersuchte Spezies das Vorkommen zweier besonderer Formen von Pinselzellen, von welchen die einen den von FLEMMING beschriebenen Typus haben, während die anderen dadurch ausgezeichnet sind, daß sie ein breites mit langen Haaren besetztes Köpfchen besitzen, dem ein Kutikularwärtchen entspricht. Beide Formen sind über die ganze Körperoberfläche ausgebreitet. Daneben kommen noch zwei lokalisierte Sinnesepithelien vor. Das eine ist pigmentiert und findet sich an der Wölbung unterhalb der Cirrenspitze an der inneren dem Siphon zugekehrten Seite. Das braune Pigment lagert „in der oberen Zellhälfte über dem Kerne und weiter unterhalb nur in der Peripherie“ (p. 178); die Zellen haben eine etwas längere Form als die übrigen Epithelzellen und sollen mit Nervenfasern in Verbindung stehen. Die Kutikula dieser Zellen ist nicht verdickt und nicht hervorgewölbt. Diese, wie gesagt, nur an zirkumskripten Stellen sich findenden und stets zu einem einheitlichen Organ gruppierten Sinnesepithelien sind nach DROST Augen (cfr. MEYER und MÖBIUS 30). Die zweite lokalisierte vorkommende Form von Sinnesepithelien findet sich in einer Einsenkung der Cirrenspitze und besteht aus äußerst langhaarigen Zellen, zwischen denen indifferente, sog. Stützzellen, vorhanden sind. Diese Organe sollen den Seitenorganen gleichen, welche BÉLA HALLER bei marinen Rhipidoglossen beschrieben hat. Beiden Sinnesorganen entsprechen gangliöse Anschwellungen des Cirrennerven. Im Mantelrande von *Cardium* kommen ferner sehr tief ins Gewebe eingelagerte Drüsen vor, welche sich oft durch die ganze Dicke der Siphonwand erstrecken. Sie weichen von den Schleimdrüsen in Bau und Zellinhalt wesentlich ab, insofern der letztere pigmenthaltig ist und der erstere eine leicht acinöse

Anordnung zeigt. Die eigentlichen Schleimdrüsen gleichen den von FLEMMING für *Mytilus* beschriebenen und münden wahrscheinlich in Becherzellen; sie kommen zerstreut überall am Mantelrande vor. Eine dritte Drüsenart endlich liegt am Mantelrande und an den beiden Siphonen an der Außenseite, aber nur in der von der jungen Epikutikula oder der Schale überdeckten Zone. „Sie bilden keine zusammenhängenden Schichten, sind aber stellenweise doch sehr reichlich vorhanden. Ihre Ausführungsgänge sind zarte Schläuche, von denen stets mehrere aneinander liegen und umeinander sich winden und mehrere zugleich durch das Epithel nach außen münden. Der Durchmesser eines einzelnen Schlauches beträgt nur 0,002 mm. Vor der Mündung findet sich oft ein kleiner Kegel angebackener . . . Masse, wohl Sekretmasse. Nach innen enden die Schläuche auf einem feinmaschigen Netz, das ganz den Eindruck von einem durchschnittenen Knäuel dieser Schläuche macht.“ (pg. 187, 188.)

PATTEN (32), auf dessen umfangreiche Arbeit über die Augen der Muscheln ich erst näher eingehen will, wenn ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die betreffenden Organe darzustellen habe<sup>1)</sup>, teilt für die angentragenden Acephalen den Mantelrand in drei Partien ein, in „the shell fold“, „the ophthalmic fold“ und „the velar fold“. Der Schalenteil ist vom Augenteil durch eine tiefe Furche getrennt. Der innere Teil setzt sich in das bei *Pecten* sehr große Volum fort, dessen freies Ende mit feinen Tentakeln besetzt ist.

Im Januar-Februarhefte 1887 des *Journal de l'anatomie et de la physiologie* ist eine Arbeit von L. ROULE enthalten, betitelt: „Recherches histologiques sur les mollusques lamellibranches“ (37). Dieselbe zerfällt inhaltlich in zwei Teile. In dem einen wird der, meines Erachtens, recht unnötige Beweis geführt, daß bei Bivalven keine Wasseraufnahme stattfindet, unnötig darum, weil diese Frage durch die überaus exakten Untersuchungen FLEISCHMANN's definitiv erledigt ist. Im anderen Teile giebt der Verfasser histologische Daten über den Mantelrand verschiedener Muscheln, die wenig Neues enthalten, und von denen nur die Angaben über *lima inflata* interessieren. In den Tentakeln dieser Spezies, von denen mitgeteilt wird, daß die innersten die kleinsten sein sollen, was in direktem Gegensatze zum thatsächlichen Ver-

1) In gleicher Weise werde ich auch die übrige reichhaltige Litteratur über Muschelaugen erst berücksichtigen bei Schilderung des Baues des Mantelrandes der einzelnen sehenden Arten.

halten steht, hat der Verfasser Zellen entdeckt, die „renferment pour la plupart des concrétions volumineuses et sont entièrement environnées, depuis le plateau jusqu'à la basale, par une membrane bien nette, distincte de la membrane cellulaire proprement dite, qui leur constituent à chacune une enveloppe capsulaire“ (p. 62). Diese Konkretionen sind glänzend, meistens homogen, einheitlich, voluminös, sie werden von Osmium braun bis gelb gefärbt und nehmen Anilinfarben begierig auf. Es handelt sich hier nicht um „pélotés des mucus, ni d'amas des substances graisseuses et ni de composés calcaires, puisque les acides sont sans action.“ Um was es sich eigentlich bei diesen „Konkretionen“ handelt, hat ROULE, der sich ein Schema über die allmähliche Entstehung derselben entwirft, nicht ermitteln können. Und doch ist es leicht, wie sich zeigen wird, die histologische und physiologische Bedeutung dieser „concrétions“ zu erkennen.

Endlich sei noch einer Abhandlung von ERNST EGGER (11) gedacht, in welcher bei *Pholas dactylus* das Vorkommen zweier drüsiger Säcke im dorsalen Mantelteile geschildert wird. Dieselben beginnen nahe am vorderen Körperende, parallel der dorsalen Mantelraphe, und verlaufen in einigem Abstände von ihr bis zur Gegend des Herzventrikels. Sie bestehen aus rundlichen Zellen, die zu Haufen zusammengeballt liegen, von gemeinsamer strukturloser Hülle umzogen und an feinen, von der letzteren ausgehenden Fasern an die andern Zellballen und die Wandung des ganzen Sackes aufgehängt sind. An der Hüllmembran findet sich keine Ausführungsöffnung. Im Innern treten braune Konkretionen von starkem Lichtbrechungsvermögen, unregelmäßiger Gestalt, aber konzentrischer Schichtung und starkem Quellungsvermögen bei Säurezusatz auf.

Unsere Kenntnis der Histiologie des Mantelrandes der Acephalen beschränkt sich also, wie aus der vorstehenden gedrängten Litteraturübersicht hervorgeht, auf einzelne, phyletisch ziemlich weit auseinanderstehende Formen. Es fehlt eine vollständige und vergleichende Übersicht über den feineren Bau dieses Organes in der ganzen Klasse, das als hauptsächlichster Vermittler des Verkehrs der Muscheln mit der Umgebung für die Biologie derselben von hervorragender Bedeutung ist. Eine solche vollständige und vergleichende Übersicht soll nun in dieser und den späteren Abhandlungen gegeben werden und ich hoffe dadurch einem meines Bedünkens fühlbaren Mangel abhelfen zu können.

---

## I. Ostreacea.

### A. Allgemeines.

Der Mantelrand der Ostreaceen zeigt bei den fünf Familien, bei denen ich ihn untersucht habe, hinsichtlich seiner grob wahrnehmbaren Gestaltung folgende Verhältnisse:

Bei *Anomia ephippium* bildet er eine Verdickung des Mantels, die in der Mitte am stärksten ist, nach den Rändern sich allmählich zu einer einfachen Leiste verschmälert. Der linke Mantelrand, also der der gewölbten Schalenfläche anliegende, ist schwächer als der rechte; die innere Fläche des linken Mantels ist meistens platt und eben und hat nur selten, dann stets in weiter Entfernung vom Mantelrande, eine längliche, bräunlich aussehende Anschwellung. Die innere Fläche rechts dagegen zeigt stets vor dem Übergang zum eigentlichen Mantelrande eine ähnliche, je nach der Größe des Tieres verschieden dicke und verschieden breite, immer aber mächtiger als links entwickelte, wurstförmige Anschwellung des Gewebes. Beide Ränder, rechter wie linker, welche in ihrer ganzen Ausdehnung von einander getrennt sind, sind mit einer mehrfachen Reihe kegelförmiger Papillen oder Tentakel besetzt, wie ich im Gegensatze zu der Angabe von CARUS (7) in seinem Handbuche, wonach nur eine einzige Reihe von Tentakeln vorhanden sein soll, hervorheben will. Und zwar erhält sich dieser mehrfache Besatz auf der ganzen Zirkumferenz gleichmäßig. Schon mit bloßem Auge ist, namentlich wenn das Tier im Wasser die Schalen ein wenig geöffnet hat, zu erkennen, daß diejenigen von diesen Tentakeln, welche die innerste Reihe bilden, die längsten, diejenigen, welche am meisten nach außen sich finden, d. h. also der Schaleninnenfläche dicht anliegen, die kürzesten sind. Es ist dies Verhältnis nicht bloß giltig und konstant für *Anomia*, sondern auch für *Ostrea*, *Lima*, *Spondylus* und *Pecten*.

Der Mantelrand von *Ostrea edulis* ist in der Mitte seiner Krümmung pigmentiert, nach der Rücken- und Bauchseite des Tieres aber pigmentfrei. An diesen letzteren Orten stellt er eine einfache, mit Tentakeln besetzte Leiste dar; in der Mitte ist er breit und hat hier eine dem Mantelraum zugekehrte kurze Klappe. Dieselbe mißt am Orte ihrer größten Entwicklung ungefähr 3—4 mm und flacht sich nach den Seiten, d. h. nach oben und unten zu allmählich ab. Wie bei *Anomia* sind auch hier die

beiden Hälften des Mantels in ihrer ganzen Ausdehnung getrennt. Rechte und linke Hälfte sind in ihrem makroskopischen Bau einander völlig gleich.

Bei Lima sind die Mantelhälften sowohl an Aussehen wie an Größe miteinander durchaus übereinstimmend. Die Tentakel stehen nur am Rande, die Mantelklappe ist frei von ihnen. Letztere ist außerordentlich lang, wenn das Tier in seinem Neste, das es sich gebaut, sitzt und die Tentakel vollkommen ausgedehnt hat. Die Klappe erreicht dann ungefähr das Maß des Mantels; rechte und linke berühren einander in diesem Falle und lassen nur an der vorderen und hinteren Körperregion einen verschieden breiten Spalt offen. An diesen Stellen ist die Klappe schmal, am Rücken fehlt eine Andeutung derselben vollständig, da hier die Mantelhälften in der Medianlinie miteinander verwachsen sind. Schwimmt das Tier im Wasser umher, so werden bei dem schnellen und rhythmischen Öffnen und Schließen der Schalen, wodurch die Vorwärtsbewegung hervorgebracht wird, die beiden Mantelklappen mitbewegt, und zwar beim Schließen nach innen, dem Mantelraum zu, beim Öffnen nach außen bis zur Berührung, nie aber über diesen Punkt hinaus. Der freie Rand der Mantelklappen ist scharf und glatt.

Bei Spondyliden und Pectiniden ist die vom Rande nach innen herabhängende Klappe ebenfalls wie bei Lima sehr lang, zeigt aber insofern eine andere Beschaffenheit, als ihr freier zugespitzter Saum bei einzelnen Spezies eine einfache, bei anderen eine mehrfache Reihe von kurzen Tentakeln besitzt. Am Rande selber steht in mehrfacher Reihe eine große Zahl derselben. Die Klappe des Mantels ist am Rücken völlig geschwunden, da hier, wie bei Lima, in der Medianlinie beide Hälften des Mantels miteinander verwachsen sind. Die Verwachsungsstelle ist frei von Tentakeln, welche nur seitlich derselben vorhanden sind. An der Bauchseite ist die Klappe nur schwach entwickelt. In der Mitte gemessen beträgt ihre Länge im kontrahiertesten Zustande ungefähr den vierten bis sechsten Teil des längsten Durchmesser des Tieres. Bei einem 36 mm langen Exemplare von *Pecten glaber*, das ich aus Triest bezogen, war die Klappe 9 mm, bei einem 29 mm messenden derselben Spezies 6 mm lang, bei einem *Pecten opercularis* von 19 mm maß sie 4 mm, bei einem *Pecten flexuosus* von 24 mm —  $3\frac{1}{2}$  mm und bei einem *Spondylus gaederopus* von 41 mm — 7 mm. In ihrem sonstigen grob wahrnehmbaren Verhalten zeigen rechter und linker Mantelrand noch die Ab-

weichung, daß rechts weniger Tentakel vorhanden sind als links. Ebenso wie bei *Lina* berühren sich die Klappen mit ihren freien, scharfen Rändern, wenn das Tier sich in Ruhe befindet<sup>1)</sup>, und werden nach innen eingezogen und wieder vorgestülpt, wenn dieselben mit ihren schnappenden Bewegungen umherschwimmen.

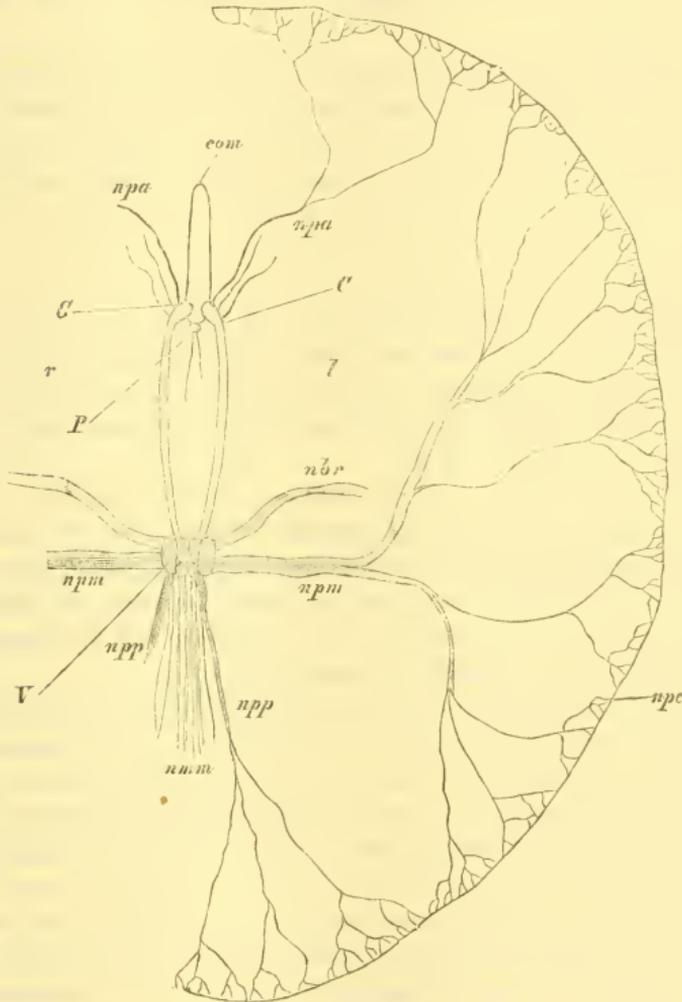
Die Nerven, welche den Mantel und den Mantelrand versorgen, entspringen vom Cerebral- und vom Visceralganglion und zwar ein Nerv vom Cerebral- und zwei Nerven vom Visceralganglion. Eine Differenz zwischen Ostreiden, Raduliden und Pectiniden (*Spondylus* verhält sich in jeder Beziehung wie *Pecten*) findet nur hinsichtlich des Aussehens und des inneren Aufbaues der Visceralganglien statt, wie ich dies bereits des Näheren in meiner monographischen Beschreibung des Zentralnervensystems der Acephalen auseinander gesetzt habe (34). In der Verbreitung der peripherischen Nerven aber besteht zwischen den genannten vier Familien völlige Übereinstimmung, so daß die folgende, von *Pecten Jacobacus* entnommene Schilderung für die ganze Ordnung Giltigkeit hat. Auch für *Anomia*, bei welcher Spezies nur infolge der bekannten Verschiebung der Cerebralganglien eine Ungleichheit in der Länge der von diesen entspringenden Nerven und demgemäß eine Verschiedenheit in der Größe des bezüglichen peripherischen Verbreitungsbezirkes sich ausgebildet hat.

Jedes Cerebralganglion (*C*, *C*) also entsendet einen Nerven, den vorderen Mantelnerven, *nervus pallialis anterior* (*npa*). Derselbe entspringt nach außen von der Cerebralkommissur (*com*), als der innerste der drei von diesem Ganglion abgehenden Nerven, liegt auf der Mitteldarmdrüse auf und teilt sich dichotomisch in zwei Äste, die divergierend zum Mantelrande sich begeben, um beim Eintritt in die Substanz desselben, unter weiterer gabelförmiger Teilung, sich in zahlreiche feinste Zweige aufzulösen. Sein Verbreitungsbezirk ist der größere Teil des vorderen Viertels des Mantelrandes.

Der mittlere Mantelnerv, *nervus pallialis medius* (*npm*) entspringt als starker Stamm nach hinten vom Kiemenerven aus dem Visceralganglion. Er verläuft zunächst senkrecht zur Längsaxe des Tieres auf der unteren Fläche des Schließmuskels und parallel mit dessen Fasern. Am Rande des Muskels teilt er sich

1) Lebend habe ich nur die Pectiniden beobachten können; die wenigen Exemplare von *Spondylus*, die mir zur Verfügung standen, erhielt ich konserviert aus Triest durch das hiesige Aquarium.

in zwei gleich starke Äste, die divergierend sich zu den beiden mittleren Vierteln des Mantelrandes begeben und von denen der vordere einen etwas größeren Bezirk versorgt als der hintere. Der vordere Ast teilt sich in drei Zweige (cfr. Figur), von denen der



Schematische Darstellung des Nervensystems von *Pecten Jacobaeus* L.

*C* Cerebralganglion; *P* Pedalganglion; *V* Visceralganglion; *nra* vorderer Mantelnerv; *npm* mittlerer Mantelnerv; *npp* hinterer Mantelnerv; *npc* Ringnerv; *com* Kommissur; *nbr* Branchialnerv; *nmm* Muskelnerven; *r*, *l* rechte, linke Seite.

am meisten nach hinten gelegene der schwächste ist und bis zu seinem Eintritt in den Mantelrand ungeteilt bleibt, während die beiden anderen mehr nach vorn sich wendenden und stärkeren,

als der vorige, eine kurze Strecke noch zusammen bleiben, um dann in sekundäre Zweige zu zerfallen (cfr. Figur). Und zwar zerfällt der mittlere Hauptzweig in zwei, der vordere in drei sekundäre Zweige. Die grob wahrnehmbare Endigung findet durch feinste Reiserchen im Mantelrande statt. Der hintere Ast teilt sich nur in zwei Zweige, die, in gleicher Weise endend, sich zum dritten Viertel begeben.

Der hintere Mantelnerv, *nervus pallialis posterior* (*npp*), endlich ist ein relativ zarter Strang, der vom hinteren äußeren Winkel des Visceralganglions entspringt, vermischt mit den außerordentlich zahlreichen Muskelnerve (*nmm*). Dicht hinter dem Muskel zerfällt er in drei feine Zweige, welche, den größeren Teil des hintersten Viertels des Mantelrandes versorgend, in derselben Art makroskopisch sichtbar enden, wie die anderen beiden Nerven.

Während bei *Ostrea* und *Lima* die Nerven der rechten und linken Seite an Umfang einander völlig gleich sind, sind bei *Pecten*, entsprechend der stärkeren Entwicklung des linken *corpus semilunare* des Visceralganglions (34), auch die Mantelnerven links um ein kleines stärker als rechts.

Die feinsten Reiserchen, in welche die Mantelnerven im Mantelrand zerfallen, gehen in einen Nerven über, der von höchstens 0,2 mm Durchmesser den Mantelrand ringförmig durchzieht, *nervus pallialis circularis* (*npc*), in der konvexen Mitte am stärksten ist und nach den Rändern, d. h. der Rücken- und der Bauchseite des Tieres zu sich allmählich verschmälert.

Der erste, welcher dieses Ringnerven (*nerf circumpalléal* DUVERNOY) Erwähnung thut, ist GRUBE (20). Er beschreibt ihn von *Pecten opercularis* als in einem Kanale liegend und mit dem *ganglion principale*, wie er das Visceralganglion nennt, durch feine Zweige zusammenhängend. Dieser GRUBE'sche Kanal ist in Wahrheit, wie ich zeigen werde, ein in Begleitung des Nerven den Mantelrand ringförmig durchziehendes Gefäß, die Verwechslung ist auf die Präparationsweise zurückzuführen, indem GRUBE von der Schalenfläche, also von außen her, den Nerven aufsuchte und so zunächst auf das bei den *Pectiniden* nach außen vom Nerven verlaufende Ringgefäß stieß. Sonst stimmt meine Beschreibung mit der GRUBE'schen und mit der von DUVERNOY (10) von *Anomia*, *Ostrea* und *Pecten maximus* gegebenen in den wesentlichsten Punkten überein. Von DUVERNOY unterscheide ich mich in folgendem: Eine so hochgradige Differenz in der Nervenverteilung der rechten und linken Mantelhälfte, wie er sie für *Pecten* und *Ostrea*

edulis schildert und abbildet, habe ich an meinen Exemplaren nie beobachten können, und ebensowenig sah ich je mehr als einen mittleren Mantelnerven vom Visceralganglion entspringen. Denn die Abweichung von rechts und links stellte sich mir immer nur in dem verschiedenen Durchmesser der beiden Nerven dar, nie aber in deren Zahl. Den mittleren Mantelnerven nennt DUVERNOY „nerf palléal latéral“, ein Unterschied in der Bezeichnung, der wohl kaum eine Verwirrung hervorrufen wird, den ich aber aufrecht erhalte, weil die beiden Hauptäste dieses Nerven zum Teil das vordere, zum Teil das hintere Mantelrandviertel mit versorgen helfen, und nicht bloß im Seitenteil enden.

## II. Spezielle Beschreibung.

Die feinere Struktur des Mantels und Mantelrandes zeigt bei den fünf untersuchten Familien der Ostreaceen so tiefgreifende Verschiedenheiten nach jeder Richtung hin, daß ich die einzelnen gesonderten schildern will.

### Anomiiden. (*Anomia ephippium* L.) (Fig. 1—7.)

Die Epithelien, welche die in mehrfacher Reihe angeordneten Mantelrandtentakel bedecken, zerfallen in differente oder Sinnesepithelien und in indifferente. Die letzteren sind entweder pigmentiert oder unpigmentiert. Im ersteren Falle ist das Pigment in der distalen, also freien Hälfte der Zelle angehäuft (Fig. 2 *d*) und besteht aus dichtgedrängten, bräunlich-schwarzen, manchmal violett erscheinenden Körnern. Der proximale Teil der Zelle, welcher stets den Kern führt, ist pigmentlos. Zwischen den Epithelien des rechten und linken Mantelrandes bestehen bemerkenswerte Differenzen.

Die indifferenten Zellen der Tentakel des rechten Mantelrandes, seien sie pigmenthaltig oder pigmentfrei, zeichnen sich durch ihre auffallend bedeutende Länge aus (Fig. 1 a); ihr Durchmesser schwankt zwischen 36—54  $\mu$ , bei einer Breite von 3,6—7,2  $\mu$ . Die „besenartige“ oder richtiger wurzelförmige Ausfaserung des basalen Endes der Zelle ist stark ausgeprägt (Fig. 1 a); ihr freier Kontur trägt zahlreiche lange Cilien. Die von BOLL (1) aufgestellte erste Klasse der Epithelien, diejenige „mit einfacher kutikularer Ausscheidung“, die SHARP (43) als mit „characteristic refracting cuticle“ versehen beschreibt, ist hier nicht vorhanden,

der Saum der Zellen, pigmentierter oder nichtpigmentierter, vielmehr stets einfach, wie auch die pigmentführenden Zellen hier stets Wimperzellen sind. Der Kern der beiden Arten hat genau die Breite der schmalen Zelle, ist ovoïd, liegt in der Mitte und hat einen eigentümlichen fettigen Glanz, der sich in allen Mazerationsflüssigkeiten, deren ich die allerverschiedensten mit wechselndem Erfolge anwandte, erhält. Er besitzt ein deutliches, zentral gelegenes, punktförmiges Kernkörperchen.

Die Sinneszellen (Pinselzellen FLEMMING) sind sehr schmal (Fig. 1 b), ungefähr halb so breit und höchstens halb so lang, wie die indifferenten und von fast homogen erscheinendem Plasma. Ein sichtbar abgesetztes Köpfchen ist nicht vorhanden, vielmehr gleichen die Zellen einem schmalen Kegel mit scharf abgeschnittenem freiem Rande. Derselbe ist einfach konturiert und trägt vier stets gleich lange und  $5,4-7,2 \mu$  messende starre und etwas glänzende Borsten, die in der Mazerationsflüssigkeit häufig einen Körnchenzerfall erkennen lassen. Ungefähr in ihrer Mitte, manchmal auch ein wenig der Basis zu enthalten diese Zellen einen kleinen glänzenden Kern (Fig. 1 b) von eiförmiger Gestalt mit deutlichem Nucleolus, der höchst selten eine wahrnehmbare Spindelanschwellung bedingt. Proximal zeigt die Zelle dann zwei Fortsätze, von denen der eine als direkte,  $0,9 \mu$  breite Verlängerung das zugespitzte Ende derselben darstellt, welcher sie in der Substanz des Tentakels fixiert, während der andere, auf eine weit größere Strecke isolierbar als jener, seitlich an den Kern herantritt und stets zahlreiche punktförmige Varikositäten besitzt (Fig. 1 b). Wie in den Untersuchungsobjekten von FLEMMING (14) und DROST (9) ist dieser Fortsatz auch hier als die hinzutretende Nervenendfaser zu betrachten.

Am linken Mantelrande haben die nicht pigmentierten indifferenten Zellen meistens zylindrische Gestalt. Sie sind bedeutend breiter als die gleichen Gebilde rechts, aber auch beträchtlich kürzer (Fig. 2 c). Ihre wurzelförmige Ausfaserung ist sehr deutlich ausgeprägt. Das Plasma dieser Zellen ist meist eigentümlich blaß und mit verstreuten dunklen, aber nicht als Pigment aufzufassenden Körnungen versehen. Der Kern ist sehr klein, kreisrund, liegt stets in der Mitte der Zelle und hat ein kaum wahrnehmbares Kernkörperchen (Fig. 2 c). Der freie Saum der Zelle ist doppelt konturiert und die langen, weichen und massenhaft vorhandenen Cilien sitzen auf dem äußeren Kontur auf. An frischen Präparaten sieht man sehr häufig diesen Saum aufgelöst in eine doppelte Reihe dunkler Knöpfchen, in deren

äußerer dann die Wimpern wurzeln. Die pigmentführenden Zellen, die teils mit Cilien besetzt, teils wimperlos sind (Fig. 2 *d*), entbehren eines solchen kutikularen Besatzes vollständig und unter allen Umständen, also auch für diese Seite erweisen sich die Beobachtungen von SHARP (43) als unrichtig. Daß diese Pigmentzellen früher häufig als Augen betrachtet wurden, weil sie an einzelnen Stellen in scheinbar besonderer Weise gruppiert sich finden, hat gegenwärtig wohl kaum noch historisches Interesse. Wimpertragende und wimperlose Pigmentepithelien unterscheiden sich von den pigmentfreien ferner durch ihre keulenförmige Gestalt (Fig. 2 *d*). Der Stiel der Keule hat circa 2,7—3,9  $\mu$ , der Kopf etwa 9,0—11,4  $\mu$  Breite. Beide Teile sind voneinander scharf geschieden; der letztere nämlich allein enthält das Pigment (Fig. 2 *d*), welches sich in einem proximalwärts konkaven Bogen gegen den nicht pigmentierten Stiel abgrenzt. Dieser besitzt den kleinen kreisrunden Kern. Die wurzelförmige Ausfaserung ist hier sehr grob, die Wurzeln sind wenig zahlreich.

Zweierlei Arten von Sinneszellen kommen in diesem Mantelrande vor, welche sich nicht auf bestimmte Tentakel oder besondere Regionen des Mantelrandes beschränken, sondern allenthalben, wo überhaupt Sinneszellen sich finden, promiscue zu treffen sind. Die eine Art gleicht dem Schema der Pinselzellen (Fig. 2 *a*), wie es von FLEMMING (14) entworfen ist. Also: Köpfchen, das sich indessen nur sehr selten deutlich absetzt, mit starren Haaren bedeckt, langer Hals mit basaler spindelförmiger Anschwellung, welche den Kern enthält. Entgegen dem Verhältnis rechts ist an diesen Pinselzellen nur ein im Bindegewebe liegender Ausläufer vorhanden, der sehr häufig auf lange Strecken isoliert getroffen wird und stets mit zahlreichen, punktförmigen Varikositäten besetzt ist. Er ist also die in der Zelle endende Nervenfasern, welche mit dem Kern nicht in direkte Berührung tritt. Die zweite Art der Sinneszellen (Fig. 2 *b*) wird durch schmale Gebilde repräsentiert, deren Form ungefähr die eines gleichschenkeligen Dreiecks ist, wobei die Basis die Härchen trägt, die Spitze sich in die zutretende variköse Nervenendfaser verlängert. Der kleine, kreisrunde Kern (Fig. 2 *b*), welcher keine Spindelanschwellung bedingt, liegt meist in der Mitte des Gebildes. Dasselbe ist nicht als eine der vorhin beschriebenen Sinneszellen zu betrachten, die von der Seite gesehen wird, sondern es ist, wie ich mich in geeigneter Weise — durch Rollen desselben in einem sanften Flüssig-

keitsströme unter dem Deckglase — überzeugt habe, ein Gebilde *sui generis*.

FLEMMING (16) erwähnt, wie oben hervorgehoben, daß er bei *Anomia* Gebilde von schmeckbecherartiger Struktur gefunden habe. Es ist mir leider nicht möglich gewesen, diese Beobachtung zu bestätigen, denn in Isolationspräparaten habe ich nur die beschriebenen Sinneszellen getroffen und auch in Schnittpräparaten becherförmige Gebilde stets vermißt.

Wir haben gesehen, daß die hier beschriebenen Pinselzellen meistens kleiner sind, als die indifferenten; sie weichen darin also von den von FLEMMING (14), wie von den von DROST (9) geschilderten und abgebildeten Zellen ab. Ihr Kern liegt auch nicht, wie dies FLEMMING namentlich für *Najaden* betont, tief im Bindegewebe, sondern meist in gleicher Höhe mit den Kernen des indifferenten Epithels oder sogar höher als diese. Man kann daher, wie ich an dieser Stelle vorweg bemerken will, an Schnitten, sofern sie nur eine distinkte Färbung und genügende Feinheit besitzen, sehr gut Sinneszelle von indifferenter unterscheiden sowohl durch das geringere Volumen, als auch durch den meist eiförmigen oder stäbchenartigen Kern der ersteren.

An frisch in Seewasser untersuchten Tentakeln von beiden Rändern findet man namentlich die größeren unter ihnen mit einer eigentümlichen Substanz dicht erfüllt, die anscheinend nicht an bestimmte histiologische Elemente gebunden ist. Sie ist entweder ganz unregelmäßig verteilt oder hat sich in Reihen angeordnet, die quer zur Längsaxe des Tentakels verlaufen, durch schmale Spalten voneinander getrennt sind und so ein ganz eigenartiges Bild bedingen, das sich am besten mit den gefüllten Drüsen eines Wirbeltiermagens vergleichen läßt. Welcher Art diese Substanz ist, konnte ich an dieser Stelle ihres Vorkommens nicht eruieren, da mich mikrochemische Reaktionen, soweit ich dieselben auszuführen im Stande war, im Stich ließen und am konservierten Material nichts mehr davon gesehen werden konnte.

Wir haben nun die durch Isolation darstellbaren, wichtigeren Bestandteile der Tentakel kennen gelernt; über die Struktur des Mantelrandes und über das Verhältnis der einzelnen Fühler zu einander, kann selbstverständlich nur die Untersuchung von Schnittpräparaten Aufschluß geben, deren Ergebnisse jetzt mitgeteilt werden sollen. Ich will bemerken, daß ich fast ausschließlich Längsschnitte angefertigt habe, d. h. Schnitte, welche parallel zur Längsaxe der Tentakel gelegt waren.

Der linke Mantelrand ist mit einer fünffachen Reihe von Tentakeln besetzt (cfr. Fig. 3), von denen die der innersten die längsten, die der äußersten, dem Schalenrande anliegenden die kürzesten sind. Die Fühler der ersten, zweiten, dritten und fünften Reihe sind einfach (Fig. 3 I, II, III, V), die der vierten sind verzweigt, und zwar sitzt nach innen vom eigentlichen vierten demselben ein sekundärer Tentakel auf (Fig. 3 IV, Fig. 6). Sie divergieren in ihren verschieden gestalteten Spitzen nach oben, d. h. der freien Seite zu, konvergieren aber nach dem Mantel hin, so daß die Differenz zwischen dem Punkte größter Divergenz und Konvergenz ungefähr eine Mantelrandbreite beträgt. Sämtliche Fühler führen Pigment, das sich in unregelmäßigster Weise verteilt findet, indem es bald an der Außen-, bald an der Innenseite vorkommt, bald an beiden zugleich. Dabei wechseln pigmentierte und nicht pigmentierte Stellen derselben Seite desselben Fühlers ohne erkennbares Prinzip ab. Insofern nur findet sich in der Verteilung des Pigmentes eine bestimmte Anordnung, als die Spitzen der inneren Tentakel und die des sekundären vierten ausnahmslos davon frei sind. Der innerste Tentakel entspringt höher, der äußerste tiefer vom Mantelrande als die übrigen, d. h. zwischen Tentakel I und V dacht sich der Mantelrand in sanfter Wölbung nach außen ab. Auf Schnitten durch den Mantelrand trifft man nicht jedesmal alle fünf Tentakelreihen an, sondern in wechselnder Weise fehlen bald die einen, bald die anderen. Die Tentakel der einzelnen Reihen stehen also nicht direkt hintereinander, sondern die hinteren passen gewissermaßen in die Lücken, welche zwischen den benachbarten der jeweilig vorderen vorhanden sind, so daß ein Flüssigkeitsstrom, welcher den Mantelrand passiert, mit einem Tentakel einer Reihe in Berührung gekommen sein muß: ein physiologisch wichtiges Moment.

Betrachten wir die einzelnen Fühler genauer. Der Kürze wegen spreche ich in folgenden Zeilen immer vom I., II. etc. Tentakel und nicht von den Tentakeln der ersten, zweiten etc. Reihe.

Tentakel I (Fig. 4) besitzt im kontrahiertesten Zustande, wie man ihn im konservierten Material vorfindet, eine ungefähre Länge von 0,7 mm und hat fast drehrunde Gestalt mit stark ausgebildeter Spitze. Innere und äußere Seite zeigen wesentliche Differenzen. Die Epithelien der Innenseite enthalten sehr reichlich Pigment (Fig. 4 c), das, wie dies schon an Isolationspräparaten sichtbar ward, den distalen Teil dicht erfüllt, den proximalen kernführenden frei läßt. Die Epithelien der Außenseite sind bis

auf eine kleine Stelle (Fig. 4 *pi*) pigmentfrei. An der Innenseite haben sie sich zu außerordentlich zahlreichen, 24—32  $\mu$  hohen und 20—70  $\mu$  breiten Zotten gruppiert, welche als direkte Fortsetzung des Epithelbelages des distalen Teiles der inneren Mantelfläche erscheinen. Die äußere Seite des Fühlers zeigt eine derartige Anordnung der Epithelzellen nur angedeutet, indem hier bloß gegen die Spitze zu eine ähnliche Gruppierung sich findet. Diese Differenz beider Seiten zeigt sich in der Figur 4 mit voller Klarheit. Sehr viel Einfluß hat die noch später zu erwähnende Anordnung der Muskeln und die durch die Konservierung bedingte Schrumpfung auf das Eintreten dieser Zottenbildung; trotz ihrer artefiziellen Natur aber kann man dieselbe als wichtiges diagnostisches Hilfsmittel benutzen, wenn es sich darum handelt, die physiologische Dignität eines Teiles nach der Richtung hin festzustellen, ob derselbe Sinnesfunktionen besitzt oder indifferent ist. Es geht das aus folgendem hervor: An der Innenfläche des Mantels zeigt das bis in die Nähe des Randes kubische Epithel eine solche Gruppierung nicht, vielmehr findet sie sich erst, wenn reichlich mit Sinneszellen gemischtes Epithel auftritt. Ferner besitzt auch die Außenseite des Fühlers in nur geringer Entwicklung Zotten, jene Seite, die, wie Isolationen lehren, an Sinneszellen wesentlich ärmer ist, als die innere. An der inneren Seite finden sich die Grenzen zwischen den Epithelzellen nach der Konservierung fast völlig verwischt, was wohl wesentlich auf Rechnung des Pigmentes zu setzen ist, indem dieses eine wahrnehmbare Abgrenzung verhindert; an der äußeren pigmentarmen sieht man die Konturen sehr gut. Ganz eigenartigen Bau zeigt die Spitze des Fühlers. Die einzelnen Epithelzellen sind sehr schmal, höher als die der Seiten und ihre Gestalt — in Figur 4 sind diese Details wegen der zu geringen Vergrößerung nicht zu erkennen —, soweit dieselben auf Schnitten erkennbar ist, gleicht einem Kegel, dessen Spitze nach der Tentakelsubstanz, dessen breite Grundfläche nach der freien Seite sieht. Ihre Länge beträgt 23,8  $\mu$ , ihre Breite am basal gelegenen Kerne 0,9  $\mu$ , an der freien Fläche 1,8 bis 3,6  $\mu$ . Sie nehmen die Spitze in einer linearen Ausdehnung von 39  $\mu$  ausschließlich ein; anders geartete Epithelien kommen zwischen ihnen nicht vor, die Spitze des Tentakels ist also, da diese Zellen Sinneszellen sind, rein sensibel. Das freie Ende derselben hat meist doppelten Saum, welcher in einigen Fällen noch Borsten trägt, in anderen mit einem feinkörnigen Brei, dem Rest der durch die Reagentien zerstörten Borsten, in verschiedener Aus-

breitung bedeckt ist. Die Neigung derartiger Gebilde zum Zerfall in einen solchen Brei bei Anwendung von Reagentien hat EISEG (13) bekanntlich zuerst nachgewiesen.

Der zweite Fühler ist an seiner inneren Seite 0,4 mm, an seiner äußeren 0,5 mm lang (Fig. 5), die Abdachung des Mantelrandes beträgt also 0,1 mm. Abweichend vom ersten zeigt hier der Epithelbelag sowohl der inneren, wie der äußeren Seite eine Gruppierung zu verschieden breiten, aber im allgemeinen gleich hohen Zotten. Diese Anordnung fehlt am proximalen Teile des Tentakels (Fig. 5 *bas*), und zwar an der Innenseite in einer Ausdehnung von 40  $\mu$ , an der Außenseite in einer solchen von 160  $\mu$  (Fig. 5). An den letzteren Stellen besteht das Epithel aus fast gleich großen, mit basalem, kreisrundem Kern versehenen Cylinderzellen von homogenem Plasma. Dieselben grenzen sich im Schnittpräparate durch eine zarte, aber deutliche kontinuierliche Linie (Fig. 5 *bas*) von der Tentakelsubstanz ab, eine Erscheinung, die, wenn sie auch nicht dem natürlichen Verhalten entspricht, sie doch von den Epithelzellen der Zotten auf das schärfste unterscheidet. In diesen zeigen die Epithelien, die, nebenbei bemerkt, im ganzen zweiten Tentakel völlig pigmentfrei sind, sich radiär angeordnet zu dem Teil der subepithelialen Schicht, welcher kegelförmig in die Zotte hineinragt und derselben als Axe dient. Die Kerne, rund oder länglich, in ersterem Falle zu indifferenten, in letzterem zu differenten Zellen gehörig (es ließ sich dies in Fig. 5 nicht deutlich wiedergeben), liegen stets im basalen Teile, dicht der subepithelialen Schicht auf. Die Spitze des Fühlers ist ganz gleich gebaut, wie die des ersten, sie besteht also aus Sinneszellen. Es ist dieses Verhalten, d. h. das Vorkommen von Sinneszellen ohne dazwischen liegende, stützende indifferente meines Wissens bisher bei Mollusken nie beobachtet worden, aber dennoch thatsächlich vorhanden und eine, wie sich noch zeigen wird, ziemlich häufige Anordnung in den Mantelrandtentakeln der Ostreaceen. Das freie Ende der Spitze hat stets einen sehr starken Belag breiig zerfallener Sinneshaare (Fig. 5), ein Belag, der sich ebenfalls, nur weniger reichlich, aber in vielen Präparaten deutlich über den Zotten findet.

Der dritte Tentakel gleicht in allen wesentlichen Punkten dem zweiten: also auch hier Zottengruppierung am distalen, sensiblen Teile des Fühlers, glatter Epithelüberzug am indifferenten proximalen Fuße und ausschließliches Vorkommen von Sinneszellen

in der Spitze. Der einzige Unterschied besteht darin, daß die dritten Tentakel kürzer sind als die zweiten.

Der vierte Fühler ist, wie schon hervorgehoben, verzweigt (Fig. 6). Dem im kontrahiertesten Zustande etwa 0,44 mm hohen Tentakel (Fig. 6 *b*) sitzt auf der Innenfläche unter einem nach der freien Seite zu spitzen, nach dem Mantelrand stumpfen Winkel ein kurzer, sekundärer Tentakel von 0,19 mm Länge auf (Fig. 6 *a*). Derselbe zeigt ebenfalls Gruppierung seiner völlig pigmentfreien Epithelzellen zu Zotten und in allen sonstigen Eigenschaften den gleichen Habitus wie der zweite und dritte.

Wesentlich davon verschieden in seinem Bau ist der eigentliche vierte Tentakel (Fig. 6 *b*), mit welchem der äußerste, fünfte, völlig übereinstimmt. Von letzterem ist er durch eine tiefe Abdachung des Mantelrandes getrennt (Fig. 3). Beider Gestalt ist ungefähr lanzenspitzenförmig; ihr Epithel, das in unregelmäßiger Weise zerstreute Pigmentzellen, auch in der Spitze (Fig. 6 *b* bei *pi*) enthält, ist, wie Isolationen lehren, vorwiegend indifferenten Natur. Pinselzellen sind nur spärlich vorhanden. Die äußere Seite des äußersten Fühlers, des kürzesten von allen, geht in den Epithelbelag des Mantels kontinuierlich über, indem seine Cylinderzellen sich allmählich zu den kubischen des Mantels abflachen.

Genau in der Mitte zwischen äußerstem und innerstem Epithelsaum findet sich der leicht linsenförmige Querschnitt der Ringnerven des Mantels (Fig. 3 *n*). Sein größerer Durchmesser beträgt 0,06 mm, ist parallel mit dem Querdurchmesser des Mantels, der kleinere liegt in der Längsaxe und mißt 0,04 mm. Er besteht aus einer nur multipolare Ganglienzellen enthaltenden Rinde von etwa 7,5  $\mu$  Mächtigkeit und einem Kern von Nervenfasern, der auf Querschnitten eine netzförmige Anordnung zeigt. Der Nerv liegt in einer zarten, bindegewebigen Hülle. In direkter Linie hinter ihm, also zum eigentlichen Mantel zu, in einer Distanz von 0,05 mm findet sich der Querschnitt eines Gefäßes, das etwa 0,08 mm Durchmesser besitzt (Fig. 3 *a*). Man trifft es in allen Präparaten einer kontinuierlichen Reihe; es ist also hier ein Blutgefäß vorhanden, das ringförmig wie der Nerv und in seiner Begleitung den Mantel durchzieht und, da es unter allen gleichen Gebilden das einzige konstante ist, welches seinen Platz nie wechselt, als Hauptader desselben betrachtet werden muß. Von ihm aus gehen zu den einzelnen Fühlern die zahlreichen Gefäße, deren wechselnder Füllungszustand die wechselnde Turgescenz jener bewirkt.

Der rechte Mantelrand hat weniger Tentakelreihen als der linke, nämlich nur vier. Die einzelnen Fühler sind entweder einfach, oder aber der vorletzte, dritte, hat wie der vierte auf der linken Seite nach innen, d. h. dem Mantelraume zu, einen sekundären Fühler aufsitzen. Auf dem Längsschnitt zeigen sich die Tentakel, die übrigens, ganz wie links, nicht direkt einer hinter dem anderen stehen, in etwas anderer Weise angeordnet, als dies vorhin vom linken Rande dargestellt wurde. Tentakel I und II stehen eng bei einander, nur durch eine am konservierten Präparate etwa  $30 \mu$  breite Bucht getrennt. Auf den zweiten Tentakel (ich zähle stets von innen nach außen) folgt eine freie Fläche von verschiedener Ausdehnung, die aber diesen Mantelrand in charakteristischen Weise von dem der Gegenseite unterscheidet. Es ist dies Verhältnis auch am lebenden Tiere mit Leichtigkeit zu beobachten, beruht also nicht, wie man vielleicht vermuten könnte, auf einer ungleichen Schrumpfung bei der Konservierung. Auf die freie Fläche folgt Tentakel III und, von diesem durch eine tief sich proximalwärts einsenkende Bucht getrennt, der äußerste vierte Tentakel, dessen äußerer Rand kontinuierlich in die äußere Fläche des Mantels übergeht. Der innerste Tentakel, von einer ungefähren Länge von  $0,9$  mm im kontrahiertesten Zustande, hat kegelförmige Gestalt; seine Basis ist fünfmal so breit wie die Spitze. Der zweite Tentakel dagegen, von  $0,75$  mm Länge, ist von seinem Ursprunge aus dem Mantelrande bis zu seiner Spitze überall gleich breit, hat also mehr cylindrische Form. Die Übereinstimmung im feineren Bau der Tentakel dieser Seite mit denen der rechten ist für I, II und IV eine vollkommene, so daß das dort Gesagte auch hier in jeder Beziehung Anwendung findet. Abweichend verhält sich nur der vorletzte oder dritte Tentakel, und zwar hinsichtlich des epithelialen Belages seiner inneren und äußeren Seite (Fig. 7). Seine innere Seite ist bedeckt mit  $18 \mu$  hohen, ausschließlich indifferenten Zellen, welche stark granuliert sind, die Farbstoffe so intensiv aufnehmen, daß die zwischen ihnen vorhandenen Grenzen nicht mehr zu erkennen sind. Ihre Kerne sind rund und liegen in der Basis der Zellen, deren freie Konturen scharf ausgeprägt sind (Fig. 7 *i*). Die äußere Epithelbekleidung (Fig. 7 *e*) besteht aus ebenso hohen,  $12,6 \mu$  breiten indifferenten Zellen, welche die Farbstoffe weniger intensiv aufnehmen; ihre Kerne liegen ebenfalls basal. Meistens zwischen je zweien von ihnen, die Ausnahmen sind selten, findet sich nun immer eine schmale, nur  $3,6 \mu$  breite, aber jenen an Höhe gleiche Cylinder-

zelle, welche ganz blaß, fast hyalin ist mit einem in der Mitte gelegenen länglichen oder stäbchenförmigen Kern (Fig. 7 p). Nur der letztere, nicht aber auch das Plasma, hat sich gefärbt. Am freien Saume tragen diese Zellen deutlich erhaltene, kurze Borstenhaare (Fig. 7 p). Durch dieses Verhalten kennzeichnen sich diese Zellen als Sinneszellen; die innere Seite ist hier also die indifferente; die äußere die sensible.

Proximalwärts vom äußeren Ursprunge des vorletzten Tentakels, in einer Entfernung von 0,45 mm, findet sich der auf Längsschnitten quergetroffene Ringnerv des rechten Mantels. Derselbe hat 0,1 im Durchmesser und ist 0,08 mm von der Innenfläche des Mantels entfernt. Er liegt in einer zarten Hülle und zeigt, wie der linke Nerv, gangliöse Rinde und Nervenfaserkern. Dicht hinter ihm, also proximalwärts, findet sich der Querschnitt des ringförmigen Blutgefäßes, das denselben Durchmesser besitzt wie das linke.

Vom Ringnerven des Mantels gehen soviel Aste ab, als Tentakel vorhanden sind. Sie sind von einer Fortsetzung der äußeren bindegewebigen Hülle des Nerven umgeben, welche sie in die Substanz des Tentakels begleitet. Innerhalb dieser Hülle, die Nervenäste begleitend, finden sich zahlreiche Kerne, die relativ groß sind. Ganglienzellen kommen in den Tentakelnerven nicht vor, weder in deren Stamm, noch in den Abgangsstellen der einzelnen Fibrillen. Die Nerven liegen in der Axe der Tentakel (in den Figuren 4, 5 und 6 ist das nicht wiedergegeben); sie enden derart, daß einzelne Fibrillen zu den Muskelfasern der Tentakel sich begeben, daß ferner zu je einer Pinselzelle immer eine Fibrille tritt; eine Ramifikation der einzelnen Nervenfibrillen findet nicht statt. Ich will bezüglich der Methode, welche diese Art der Innervierung sichtbar macht, hervorheben, daß sowohl die COHNHEIM'sche wie die HÉNOUCQUE'sche Goldmethode und auch die FLEMMING'sche Modifikation der ersteren mich bei diesem Objekte vollständig im Stiche gelassen haben. Eine derartige Präparation des Materials ist aber auch nicht notwendig, da die Situation, sofern man nur Serienschnitte angefertigt hat, bei aufmerksamer Betrachtung auch auf gewöhnlichem Wege klar wird.

Die Tentakel besitzen drei Arten von Muskeln: Längs-, Quer- und Ringmuskeln. Die ersteren erscheinen auf den Längsschnitten meistens als zwei nicht allzu starke Bündel, die dicht unter der Epithelschicht verlaufen. Der Tentakel besitzt also unmittelbar unter der Oberfläche einen kontraktilen Schlauch.

Nur im ersten, innersten Fühler ist an der Außenseite die Muskellage wenig oder gar nicht deutlich ausgeprägt; man findet dort an der Innenseite nur verstreut liegende, aber zahlreiche kurze Muskelbündel, die sehr schmal sind. Die Quermuskeln sind viel zahlreicher und massiger. Auch sie sind in der ganzen Ausdehnung der Tentakel, namentlich der beiden inneren vorhanden. Sie liegen im zweiten Fühler (Fig. 5 *qmm*) ein wenig nach innen von der Axe, am ersten noch weit mehr der Innenfläche zu und sind gerade hier sehr mächtig entwickelt (Fig. 4 *qmm*). Die Ringmuskeln sind sehr spärlich vorhanden und nie durch die ganze Breite des Tentakels zu verfolgen. Von den Bindesubstanzfibrillen unterscheiden sie sich durch den etwas größeren Durchmesser, durch ihr härteres Aussehen und ihren mehr gestreckten Verlauf. Sie sind Äste sowohl der Längs- als der Quermuskeln und gehen zu den Stellen, wo die Sinneszellen liegen, fehlen aber an den rein indifferenten Partien. Ihre Kontraktion ist ein Hauptmoment bei der Bildung der Zotten. Alle drei Arten der Muskeln besitzen zahlreiche kleine, sich stets intensiv färbende Kerne, die namentlich an den Quermuskeln sehr reichlich sind und hier sich vorwiegend am äußeren Kontur, also in der Medianlinie des Tentakels (Fig. 5 *qmm*) angehäuft finden.

Diese Quer- und Längsmuskeln sind, wie ich meine, Retraktoren der Tentakel; als Extensoren eine Gruppe derselben aufzufassen, wie dies SHARP (43) für die Quermuskulatur von *Ostrea* thut, finde ich keinen stichhaltigen Grund. Diesen Streckern würde die erste Bedingung für die Ausübung ihrer Funktion fehlen: der fixe Punkt, an dem sie angreifen. Ferner, welche der beiden Hauptgruppen man auch unter diesem Gesichtspunkte betrachten wollte: eine aktive Bewegung durch Muskeln kann nur vermittelt deren Verkürzung stattfinden, niemals aber durch ihre Dehnung. Die Ausdehnung der Tentakel ist daher rein passiver Natur, bedingt durch Erschlaffung der Retraktoren und vermehrtes Zuströmen von Blutflüssigkeit in die betreffenden Teile.

Die Muskulatur des eigentlichen Mantels ist ausschließlich Längsmuskulatur und findet sich hauptsächlich, wenn auch nicht ausschließlich, unter dem Epithelbelag der inneren Fläche.

Die Bindesubstanz des Mantels und der Tentakel besteht aus zahlreichen, in den verschiedensten Ebenen verlaufenden feinsten Strängen. Dieselben sind stets geschlängelt und mit einander verflochten, so daß sie ein Netzwerk mit ungleich großen und ungleich weiten Maschen bilden. In diesen Strängen finden sich

zahlreiche kleine, nicht weiter differenzierte Kerne. In den Maschen sieht man, namentlich in den äußeren Tentakeln und im Mantel selber, seltener in den inneren Tentakeln, zahlreiche Zellen von meist eirunder oder kreisförmiger Gestalt (Fig. 6 und 7 *sz*). Dieselben sind relativ groß, haben ein zart granuliertes Plasma, das sich in Eosin-Hämatoxylin tief rot färbt. Ihr Kern, kreisrund und zentral gelegen, ist groß und läßt bei starker Vergrößerung ein zartes Gefüge erkennen. Die Blutkörperchen, die man im Ringgefäß trifft und mit welchen diese Zellen verwechselt werden könnten, unterscheiden sich von ihnen durch ihre geringere Größe. Es sind diese Zellen identisch mit den FLEMMING'schen Schleimzellen.

Einen ganz eigentümlichen Bau zeigt die Bindesubstanz derjenigen Teile der beiden Mantelhälften, welche die oben erwähnten Anschwellungen besitzen. In den Maschen der Bindesubstanz nämlich tritt eine Masse auf, die mit jener vollständig identisch zu sein scheint, welche den frischuntersuchten Tentakeln ihr eigentümliches Aussehen verleiht. Hier ist sie aber insofern noch besonders bemerkenswert, weil sie sich auch im konservierten Materiale erhalten hat. Sie ist an einzelnen Stellen so reichlich entwickelt, daß sie die anderen Bestandteile der Mantelsubstanz völlig verdeckt, an anderen wiederum so spärlich vorhanden, daß sie nur an der eigentümlichen Granulierung der Bindesubstanzmaschen erkannt werden kann. An Punkten, die zwischen beiden Extremen die Mitte halten, sieht man in der amorphen Masse jene vorhin beschriebenen Schleimzellen liegen und aus dem verschiedenen Aussehen, das letztere darbieten, glaube ich einen Rückschluß auf die Natur jener Masse ziehen zu können. Vielfach nämlich ist nur noch der Kern der Schleimzellen vorhanden, ihr Plasma aber nicht mehr erkennbar, weil anscheinend in die amorphe Masse aufgegangen. Andere haben noch einen Rest davon, wiederum andere sind etwa halb so groß wie die gewöhnlichen, und endlich eine vierte Form zeigt normale Verhältnisse. Es scheint mir daraus hervorzugehen, daß die amorphe Masse ein Absonderungsprodukt jener Schleimzellen ist; ihre granuliert Beschaffenheit dürfte wohl auf die Einwirkung der zur Fixierung und Konservierung verwandten Reagentien zurückzuführen sein. Diese Schleimmasse, wie ich sie nun nennen will, wird durchsetzt von zahlreichen, verschieden starken Bindegewebssträngen, welche ein fast an eine traubige Drüse erinnerndes Bild hervorrufen.

Ostreiden. (*Ostrea edulis* L. Fig. 8—14.)

Die indifferenten Epithelzellen sind pigmentiert oder pigmentfrei. Ihr gemeinschaftliches Charakteristikum ist die wurzelförmige Ausfaserung ihres proximalen Endes, die bei den pigmentlosen (Fig. 8 *a*) ziemlich stark entwickelt ist, bei den pigmenthaltigen (Fig. 8 *b*) weit weniger ausgeprägt sich zeigt. Diese letzteren, die Pigmentzellen, finden sich hauptsächlich in der inneren Portion des Mantelrandes, nur wenig und verstreut an der äußeren. Sie sind größtenteils Wimperzellen, nur sehr spärlich findet man wimperlose. Bei diesen aber ist die Wimperlosigkeit nicht auf einen Verlust der Cilien durch die Mazeration zurückzuführen, denn sie kommen mit Wimperzellen gemischt in allen Isolationspräparaten vor und nichts in ihrem Aussehen deutet darauf hin, daß das angewandte Reagens zerstörend auf sie eingewirkt hat. Überhaupt findet man nach guten Mazerationen, deren Erzielung sich in keiner Weise beherrschen und erzwingen läßt, daß die Wimpern wie die Borstenhaare meistens erhalten sind, daß letztere nur selten ein perlschnurartiges Aussehen darbieten, welches dann stets als Beginn des Körnchenzerfalls zu deuten ist. Das braune körnige Pigment erfüllt die Zellen entweder vollständig, und dann ist weiter nichts zu erkennen. Oder aber es nimmt nur die distale Hälfte ein (Fig. 8 *b*); dann grenzt es sich halbkreisförmig mit der nach unten gerichteten Konkavität ab und in der Mitte der Zelle wird ein kleiner, gewöhnlich kreisrunder Kern mit punktförmigem Kernkörperchen sichtbar. Die Zellen sind von sehr verschiedener Länge in derselben Region, selten aber sind so kurze keulenförmige und geschwänzte Gebilde, wie ich eines in Fig. 8 *b* bei *x* wiedergegeben habe. Die Cilien, die sehr lang und weich sind, sitzen entweder auf sehr schmalen doppeltem Saume auf, von dessen äußerem Kontur sie entspringen, oder ein ausgeprägter Saum ist überhaupt nicht vorhanden, sondern die Wimpern entstehen mit meistens deutlich erkennbaren Verdickungen von der Substanz der Zelle am freien Rande (Fig. 8 *b*). Eine besonders starke, transparente und dadurch auffallende Kutikula haben aber weder die wimpertragenden noch die wimperlosen Pigmentzellen; niemals auch findet man in Mazerationspräparaten dieselben mit Nervenfasern in irgend welcher Verbindung, vielmehr ist ihr basales Ende stets und ausnahmslos wurzelförmig ausgefasernt, gleich dem aller anderen indifferenten Zellen. Gebilde also, von denen man auch nur im entferntesten den Verdacht hegen

könnte, daß sie zu einer wenn auch noch so geringen Lichtempfindung geeignet seien, fehlen vollständig.

Die pigmentlosen, indifferenten Zellen (Fig. 8 a), welche die zahlreichsten sind, sind entweder keulenförmig oder cylindrisch. Die keulenförmigen haben eine nur wenig ausgeprägte wurzelförmige Ausfaserung ihres proximalen Endes, die cylindrischen zeigen diese Struktureigentümlichkeit weit deutlicher (Fig. 8 a). Einmal sah ich eine Zelle (Fig. 8 a bei x), deren freies Ende durch eine besondere Lagerung nicht unter dem Bilde einer Linie erschien, sondern eine elliptische Fläche zeigte. Von dieser entsprangen mit punktförmigen Zwiebeln die Cilien.

Wenn man einen Tentakel der Mitte des Mantelrandes frisch und unzerzupft in Seewasser untersucht, so sieht man zwischen den schnell schlagenden Cilien hohe Borstenhaare hervorstehen, welche jene ungefähr um das Dreifache an Länge übertreffen und nur träge in der Flüssigkeit hin und her schwanken. Es sitzen diese Borstenhaare in deutlich sichtbaren, oft sehr breiten napfförmigen Vertiefungen. An Tentakeln, die dem Rande von der Rücken- oder Bauchseite des Tieres entnommen sind, fehlen diese großen Gebilde, ebenso in den Thälern zwischen den Fühlerreihen. Aber während letztere nur indifferente Zellen haben, sind an den Tentakeln von der Rücken- und Bauchseite auch borstentragende Gebilde sichtbar, nur daß diese hier das Niveau der Wimpern nicht überragen, in keiner napfförmigen Vertiefung sitzen und viel schmaler erscheinen. Die Pinselzellen, welche an den letzteren Stellen sich finden, sind, wie gelungene Mazerationen lehren, feine, schmale Gebilde von oft bedeutender Länge (Fig. 9 a). Sie haben ein kleines, nur undeutlich abgesetztes Köpfchen, welches auf seinem freien Rande, der bald einfach, bald doppelt konturiert erscheint, drei bis fünf starre Borstenhaare trägt (Fig. 9 a). Letztere zerfallen häufig in Körnchenreihen. Dann folgt ein langer, schmaler Hals von fast gleichem Durchmesser wie das Köpfchen, und am proximalen Ende die kleine, den ovalen Kern enthaltende zwiebelförmige Anschwellung. Die Befestigungsweise dieser Pinselzellen im Gewebe der Tentakel stellte sich mir in doppelter Weise dar (Fig. 9 a). Die einen hängen nur an der feinen, varikösen Nervenfasern, die anderen besitzen einen kurzen Fortsatz, welcher im subepithelialen Gewebe steckt. Der Nerv, ebenfalls varikös und auf weite Strecken isolierbar, tritt bei den letzteren ausnahmslos seitlich zum Kern. Beide Formen sind nicht identisch, insofern die erstere nicht dadurch hervorgerufen

wird, daß sich die Nervenfasern über den proximalen Stiel der Zelle gelagert hat, sondern es findet in der That hier, wie auch bei den später zu beschreibenden Pinselzellen, eine doppelte Endigungsweise der Nerven sich vor, wovon man sich sehr leicht durch Rollen des Präparates überzeugen kann.

Die zweite Form der Pinselzellen, die, wie gesagt, nur an den Tentakeln der Mantelrandmitte vorkommt, ist kürzer und voluminöser (Fig. 9 *b*). Das Köpfchen ist bauchig gewölbt, etwa wie ein Rheinweintrömer, hat stets oder fast stets einen doppelten Saum, durch den hindurch man die Borstenhaare, deren mindestens drei bis vier vorhanden sind, eine kurze Strecke weit in das fast hyaline Plasma des Köpfchens verfolgen kann. In der gewählten Abbildung (Fig. 9 *b*) ist dies Verhältnis nicht wiedergegeben. Hier war die Mazeration weiter vorgeschritten, wie man aus dem Körnchenzerfall der Borsten erkennen kann; das proximale Ende der Zellen ist aber in solchen Präparaten besser isoliert, als in denen, wo die innere Fortsetzung der Borsten sichtbar ist. Der Hals ist breit und kurz und deutlich vom Köpfchen abgesetzt. Er geht proximal in eine große zwiebelartige Anschwellung über, deren Kern fast kreisrund ist und ein zentral gelegenes Kernkörperchen besitzt. Auch hier, wie bei den vorhin beschriebenen Pinselzellen ist die Endigungsweise eine doppelte; das eine Mal bildet der Nerv den einzigen Halt im subepithelialen Gewebe, das andere Mal findet sich ein kurzer Fortsatz der Zelle und der Nerv endet, seitlich hinzutretend, im Kern oder, wie in Fig. 9 *b*, im Kernkörperchen.

Schon bei Gelegenheit des Referates über die SHARP'sche Arbeit habe ich hervorgehoben, daß der Mantelrand an der Rücken- oder oberen, an der Bauch- oder unteren Seite und in der Mitte eine verschiedenartige Struktur zeigt, während rechte und linke Mantelhälfte einander vollkommen gleich sind. Die Beschreibung dieser Strukturunterschiede soll jetzt erfolgen.

Der obere Mantelrand, d. h. der Mantelrand an der Rückenseite, ist rechts wie links von einer dreifachen Tentakelreihe bestanden, von denen die der innersten die kürzesten, die der äußersten die längsten sind; die mittelsten Tentakel sind die schmalsten (Fig. 10). Es bildet somit dieser Teil des Mantelrandes von *Ostrea* eine Ausnahme, sowohl den anderen Mantelrandteilen derselben Spezies, als auch denen aller übrigen Monomyarier gegenüber. Die Breite des Randes beträgt im konservierten Objekte ungefähr 0,25 mm, die des Mantels 0,12 mm.

Der äußere, letzte Tentakel (Fig. 10 III) besitzt im kontrahiertesten Zustande eine ungefähre Länge von 0,46 mm und an seiner Basis eine Breite von 0,09 mm. Er ist von kegelförmiger Gestalt und hat eine scharfe Spitze. Das Epithel zeigt sowohl an der Außen- wie Innenseite, auch bei den übrigen Tentakeln dieser Region, nur ganz geringe Andeutung von einer Gruppierung in Zotten, weil an dieser Körperstelle die indifferenten Epithelien überwiegen. Es ist das eine physiologisch leicht verständliche Erscheinung, wenn man bedenkt, daß das Wasser nur in geringer Menge an den Seiten des mit der linken, gewölbten Schale aufliegenden Tieres in den Mantelraum eindringen kann, der Hauptstrom desselben vielmehr in der Mitte sich findet. Die Epithelien haben einen doppelt konturirten zarten Saum, auf dem meistens noch in reichlicher Menge sich die gut erhaltenen Wimpern, beziehentlich die Borsten sich finden. Pigment kommt in den Epithelien des letzten Tentakels und auch in den übrigen aus dieser Gegend nicht vor. Es scheint hier also eine Differenz zwischen *Ostrea edulis*, die ich untersucht habe, und *Ostrea virginica*, die SHARP beschreibt (43), zu bestehen. Die SHARP'sche Figur 1 auf Tafel 26 l. c. nämlich, die offenbar einer gleichen Stelle entnommen ist, wie meine Fig. 10, enthält verstreute Pigmentzellen, während bei *Ostrea edulis* Pigment nur in der Mitte des Mantelrandes vorkommt. An der Innenseite des Tentakels bis zu seinem Ursprunge vom Mantelrande, aber auch nur bis hierher, einer- und bis zur Spitze andererseits finden sich zwischen den Epithelzellen in keiner bestimmten Weise angeordnet Becherzellen (Fig. 10 *be*). Dieselben stecken mit ihren Enden zuweilen etwas tiefer in der subepithelialen Schicht als die Epithelien und hier und da überragt ein Sekretpfropf das Niveau der letzteren. Es zeigen diese Becherzellen verschiedene mikroskopische Bilder, auf die ich später näher eingehen werde; zunächst soll nur ihre Gruppierung beschrieben werden. An der Außenseite des Fühlers, genau von der Mitte der Spitze bis proximalwärts zu der Stelle des Mantels, welche dem Ringnerven gegenüber liegt, fehlen die Becherzellen (cfr. Fig. 10 III). Sie treten erst wieder abwärts von dem bezeichneten Punkte im Epithel der Außenfläche des Mantels auf und finden sich hier zahlreich in wechselnden Abständen. Die äußere Seite des Tentakels hat also nur eine Funktion, während die innere außer dem Gefühl noch der Sekretion dient.

Der zweite, mittlere Tentakel hat etwa handschuhfingerförmige Gestalt, eine Länge im kontrahiertesten Zustande

von 0,36 mm bei einer Basisbreite von etwa 0,06 mm (Fig. 10 II). Er besteht aus zwei Abschnitten, die offenbar eine verschiedene physiologische Dignität besitzen. Der größere basale Abschnitt hat 0,26 mm Länge. Sein epithelialer Belag sowohl der Außen- wie der Innenseite ist rein indifferenten Natur; die Zellen sind im Schnittpräparate breit, mit zentralem Kern und relativ niedrig. Der kleinere distale Teil hat 0,1 mm Länge, ist ein wenig schmaler, als der vorige, und besitzt Epithelzellen, welche bedeutend höher als die des basalen Abschnittes sind. Sie sind schmal, haben kegelförmige Gestalt, einen spindelförmigen Kern und tragen deutlich sichtbare Borstenhaare. Indifferente Zellen kommen in diesem Teile nur relativ spärlich vor. Der Übergang von dem einen zum anderen Abschnitte ist ein plötzlicher; das indifferente niedrige Epithel des basalen Teiles grenzt sich in scharfer Linie gegen das gemischte des distalen ab. Die ganze äußere Seite des Tentakels, bis zu seinem Ursprunge aus dem Mantelrande, und die innere, soweit sie dem distalen sensiblen Abschnitte angehört, entbehren der Becherzellen; erst der proximale Teil an der Innenseite zeigt wieder diese Gebilde (Fig. 10 II).

Der erste Tentakel gleicht mehr einer kurzen, warzenförmigen Erhebung (Fig. 10 I); er ist im kontrahiertesten Zustande ungefähr 0,09 mm lang und an der Basis 0,08 mm breit. Er unterscheidet sich von den beiden anderen dadurch, daß auf seiner Außenseite sich Becherzellen finden, aber auf der Innenseite fehlen. Sie treten hier erst wieder an einer Stelle auf, welche in ungefähr gerader Linie mit der Stelle des Wiederauftretens an der Außenfläche des Mantels liegt (Fig. 10). Abwärts davon sind sie reichlich vorhanden. Hier hat also die innere Seite Sinnesfunktion und die äußere leistet doppelte Dienste.

Proximalwärts vom zweiten Tentakel, von dessen äußerem Ursprunge etwa 0,02 mm entfernt, findet sich der auf Längsschnitten quergetroffene Ringnerv des Mantels (Fig. 10 n). Er ist queroval, sein längster Durchmesser, der in einer von der Außen- nach der Innenfläche des Mantels gehenden Linie liegt, mißt 0,08 mm, der senkrecht darauf stehende größte 0,045 mm. Er ist von der äußeren Seite 0,13 mm, von der inneren 0,04 mm entfernt. Eine zarte Bindegewebsmembran umgiebt ihn und die von ihm zu jedem Tentakel abgehenden schmalen Nerven, welche in deren Axe verlaufen und zu den Muskeln und den Sinneszellen treten. Dicht über dem Nerven, dem ersten Tentakel zu, findet

sich der Querschnitt des Ringgefäßes (Fig. 10 a), das sehr klein ist.

Der Mantelrand an der unteren oder Bauchseite des Tieres besitzt ebenfalls drei Reihen von Tentakeln, deren Gruppierung aber wesentlich von der an der oberen Seite verschieden ist. Wie stets, mit Ausnahme der Rückenseite, ist der innerste Tentakel der längste, der äußerste der kürzeste (Fig. 11). Der mittlere ist verzweigt (Fig. 11 II), indem auf seiner Innenfläche ein sehr schmaler sekundärer Tentakel in einem nach der freien Seite zu spitzen Winkel aufsitzt. Die Eigentümlichkeit der Anordnung zeigt sich nun darin, daß der erste und zweite Fühler, welche dicht bei einander entspringen, senkrecht auf der Längsaxe des Mantels stehen, wie man dies schon bei Betrachtung des lebenden Tieres mit der Lupe erkennen kann. Nach der freien Seite, also nach unten zu, ist der Mantelrand tentakellos (Fig. 11) und zeigt eine leicht hügelige Oberfläche. Dann folgt nach außen der kurze, warzenförmige dritte Tentakel, dessen Längsaxe in der des Mantels liegt. Während also I und II mehr nach dem Mantelraume zugekehrt sind, erstreckt sich III direkt nach unten.

Die äußere Seite des ersten, innersten Tentakels (Fig. 11 I) hat einen Epithelbelag, der aus breiten Zellen besteht, die mit großen, kreisrunden und meistens zentral gelegenen Kernen versehen sind. Zwischen ihnen finden sich, ganz wie an der Rückenseite, Becherzellen zerstreut vor. Von der Mitte der Spitze des ungefähr 0,43 mm langen Tentakels ab nach innen zu fehlen die Becherzellen und treten erst wieder an seiner Ursprungsstelle vom Mantelrande auf, um dann an der ganzen Innenfläche des Mantels sich zu verbreiten. Die epitheliale Decke der inneren Seite des Fühlers besteht aus weit niedrigeren und schmaleren Zellen, die fast ausnahmslos Borstenhaare auf dem freien Rande besitzen, also Pinselzellen sind. Darnach hat also die äußere Seite sekretorische, die innere taktile Funktion.

Der zweite verästigte Fühler (Fig. 11 II) entbehrt der Becherzellen vollständig in seiner ganzen Ausdehnung. Er besitzt ein zierliches, niedriges Epithel; doch ist die Verteilung von Pinselzellen und indifferenten am gehärteten Objekt nicht mehr wahrnehmbar.

Die freie Fläche des Mantelrandes enthält wieder Becherzellen, die in einem rein indifferenten Epithel liegen.

Der äußerste, kleinste Tentakel (Fig. 11 III), der in dem Schnitte, nach welchem die Fig. 11 gezeichnet worden ist,

nicht in seiner vollen Länge getroffen wurde, ist, abweichend von dem gleichzähligen Gebilde an der oberen Seite, vollständig frei von Becherzellen; er ist also, wie der zweite Tentakel, rein sensibler Natur.

Erst im eigentlichen Mantel, nicht aber im Mantelrande, also ungefähr gegenüber dem proximalen Kontur des Ringgefäßes (Fig. 11), treten an der Außenseite von neuem die Becherzellen auf und finden sich dann hier in der ganzen Ausdehnung zerstreut zwischen den im Schnitt kubisch erscheinenden Epithelzellen. Wie an der Rückenseite ist auch hier die Gruppierung des Epithels zu Zotten nur angedeutet.

Der Ringnerv (Fig. 11 *n*) des Mantels liegt näher dessen äußerer Fläche als der inneren; er hat, wie auch an der oberen Seite, gangliöse Rinde und Nervenfaserkern. Eine zarte bindegewebige Hülle umgibt ihn, welche die von ihm in die Tentakel abgehenden und in der Axe derselben verlaufenden Äste begleitet. Proximalwärts von ihm, dem Mantel zu, liegt das Ringgefäß (Fig. 11 *a*), das also eine Verlagerung erfahren hat; denn oben befindet es sich bekanntlich distalwärts vom Nerven. Auch sein Durchmesser ist beträchtlicher geworden, da derselbe hier den des Ringnerven übertrifft.

Die Mitte des Mantelrandes trägt ebenfalls drei Reihen von Tentakeln, deren Anordnung aber durch das Auftreten der Mantelklappe eine andere geworden ist, als wie sie sich an den Stellen zeigte, die bisher beschrieben wurden. Die, wie schon erwähnt, 3—4 mm lange Klappe (Fig. 12 *k*) hat sich nämlich zwischen den ersten und zweiten Tentakel geschoben, derart, daß der erste an ihrem freien, scharfen Rande auf der dem Mantelraum abgekehrten Fläche sitzt. Dieses Verhältnis zeigt sich auf Längsschnitten (Fig. 12 I) so, daß der Tentakel als eine Verlängerung der Klappe erscheint, resp. als deren direkte Fortsetzung und dann häufig sich so gelagert hat, daß seine Innenfläche nach dem Mantelraum sieht. In Präparaten, wo er nicht getroffen ist, endet die Klappe mit scharfem, glattem Kontur. Der zweite Tentakel, der die Höhe des Mantelrandes einnimmt, besteht aus vier sekundären Tentakeln (Fig. 12 II *a, b, c, d*, Fig. 13) und von ihm nach außen, in starkem Abfall der Wölbung des Randes, findet sich der dritte Tentakel.

Der innerste erste Tentakel (Fig. 12 I) besitzt eine ungefähre Länge von 0,6 mm, ist an seiner breitesten Stelle, an der Basis, 0,18 mm, an der Spitze 0,05 mm breit, hat also kegel-

förmige Gestalt. Seine epitheliale Bekleidung gleicht im wesentlichen der der inneren Tentakel von der Ober- und Unterseite; es sind hohe Cylinderzellen, deren differente und indifferente Natur auf dem Schnitt sich nicht mehr dokumentiert. Zwischen diesen Zellen finden sich Becherzellen, die, wie ich hervorheben will, in der ganzen Mitte bedeutend zahlreicher sind, als an den vorher beschriebenen Stellen, unregelmäßig verstreut vor, hier aber, abweichend von den ersten Tentakeln oben und unten, auf beiden Seiten, innerer und äußerer. Außer diesen Becherzellen sind noch mehrzellige, meist flaschenförmig aussehende Drüsen in diesem Fühler vorhanden. Dieselben, deren feinere Struktur noch später beschrieben werden soll, finden sich tief im Bindegewebe des Tentakels eingebettet und münden mit schmalem Ausführungsgange zwischen den Epithelzellen (Fig. 13 *dr*). Sie kommen an seiner Außenseite, nicht aber an der Innenseite vor und fehlen von da ab abwärts auch an der Innenfläche der Mantelklappe und des Mantels.

Die Komponenten des zweiten verästigten Tentakels sitzen auf einem etwa 0,1 mm breiten und innen 0,5 mm hohen, gemeinsamen Fuße auf (Fig. 12 II, Fig. 13). Der innerste dieser sekundären Fühler (Fig. 12 II *a*), der in dem Schnitte, nach welchem Fig. 13 gezeichnet ist (Fig. 13 *a*), nicht mehr getroffen war, was bei der verschiedenen Dicke und verschiedenen Stellung der einzelnen Fühler erklärlich ist, hat ungefähr 0,46 mm Länge im kontrahiertesten Zustande und 0,2 mm Breite. Er hat am lebenden Tiere meist eine derartige Lagerung, daß seine Längsaxe senkrecht auf der des Mantels steht. Der zweite sekundäre Fühler (Fig. 12 II *b*, 13 *b*), welcher dicht neben dem vorigen sich findet, ist kürzer als dieser, 0,39 mm, aber breiter 0,3—0,4 mm. Er steht senkrecht auf dem Mantelrande, seine Längsaxe ist also die Fortsetzung der des Mantels. Dieselbe Stellung besitzt der dritte Ast (Fig. 12 II *c*, Fig. 13 *c*) von 0,18 mm Höhe, welcher von dem zweiten durch ein breites, flaches, oder leicht gewölbtes Thal getrennt ist. Der vierte, äußerste Ast (Fig. 12 II *d*, 13 *d*) ist direkt nach außen gerichtet und ist 0,16 mm hoch. Die beiden letzten sekundären Fühler haben etwa warzenförmige Gestalt, während die beiden anderen mehr kegelförmig aussehen. Die Epithelzellen dieser Tentakel, welche hohe cylindrische Gebilde sind, deren physiologisch differente Bedeutung sich im Schnitt nicht mehr erkennen läßt, zeigen allenthalben eine Neigung zur Gruppierung in Zotten, die namentlich am zweiten ganz besonders deutlich ausgeprägt ist (Fig. 13 *b*). Es finden sich hier, wie die Mazerationen

lehren, die Pinselzellen in sehr reichlicher Menge vor. Zwischen den Epithelien sind ebenfalls, wie am ersten Tentakel, Becherzellen vorhanden (Fig. 13 *bc*), die sich in folgender Weise auf die verschiedenen Regionen verteilt finden. Sowohl in der Mantelklappe, deren Epithel nur aus indifferenten Zellen besteht, wie Isolationen lehren, wie auf beiden Seiten der drei inneren Äste des zweiten Tentakels kommen sie überall zerstreut vor zwischen den Epithelien. Am äußersten vierten Ast finden sie sich nur an der Innenseite bis zur Medianlinie, während sie von da ab an der Außenseite fehlen (Fig. 13). Die vorhin schon erwähnte zweite Drüsenart, welche hier ebenfalls mehrzellig ist, tief im Bindegewebe liegt, Flaschen- oder Retortenform hat und zwischen den Epithelzellen, wahrscheinlich in Intercellularlücken mündet, fehlt im Ast *d* (Fig. 13) des zweiten Tentakels vollständig, im Ast *c* auf der Außenseite, kommt dagegen an dessen Innenseite, im Thal zwischen *c* und *b*, auf beiden Seiten von *b* und *a* und an der Oberfläche der Mantelklappe vor. Sie ist weit weniger zahlreich, als die erste Drüsenart, die Becherzellen.

Der dritte äußerste Tentakel endlich (Fig. 12 III) ist von dem äußeren Ast von II durch eine tiefe Bucht getrennt, welche durch seinen inneren Rand und durch den äußeren Kontur von II *d* gebildet wird. Von konischer Gestalt, wobei die äußere Seite fast flach ist, besitzt er eine Länge von 0,7 mm und eine Basisbreite von 0,17 mm. Innere wie äußere Epithelbekleidung enthält differente und indifferente Sinneszellen, deren zarter, doppelt konturierter Saum in fast allen Fällen gut erhaltene Wimpern, beziehungsweise Borsten trägt. Die Differenz zwischen beiden Zellarten kann man am Schnitte daran erkennen, daß die indifferenten (Fig. 14 *in*, es sind nur einige durch diese Bezeichnung kenntlich gemacht) einen kreisrunden, die indifferenten (Fig. 14 *p*) einen stäbchenförmigen oder ovalen Kern haben. Er entbehrt der zweiten Drüsenart vollständig und enthält Becherzellen nur an der Innenseite von der Basis bis zur Medianlinie der Spitze (Fig. 14); von da ab abwärts bis zum Beginn des eigentlichen Mantels (Fig. 12 *m—m*) fehlen auch diese.

Die innere Fläche der Mantelklappe und beide Seiten des Mantels haben indifferente, kubische Epithelzellen und zwischen ihnen zerstreut in ziemlich großer Zahl Becherzellen, aber keine Drüsen der zweiten Art.

Mantelrand und Tentakel enthalten Pigmentzellen. Dieselben finden sich teils unregelmäßig zerstreut vor, teils an einzelnen

Stellen mehr gedrängt. Im letzteren Falle aber deutet nicht das Geringste darauf hin, daß sie als besonderes Organ zu betrachten sind, und man hat daher nicht das Recht, hier von „pigmented areas“ (PATTEN 32) als von augenähnlichen Gebilden zu sprechen.

Der Ringnerv des Mantels, der in dieser Region ungewöhnlich hoch liegt, d. h. tief im eigentlichen Mantelrande, und nicht im Mantel (Fig. 12 n) hat ungefähr 0,14—0,18 mm Durchmesser und findet sich 0,1 mm von der inneren Epithelfläche entfernt. Er besitzt, wie überall, eine aus multipolaren Ganglienzellen zusammengesetzte Rinde und einen Nervenfaserkern, in welchem letzterem hier und da auch eine Ganglienzelle vorkommen kann. Diese Rinde ist an der proximalen Seite des Nerven mehrschichtig, an der distalen einschichtig. Er ist von einer zarten Bindegewebshülle umgeben, welche die zu den Tentakeln abgehenden Äste begleitet, deren Verlauf und Endigung vollständig dieselben sind, wie bei den Tentakeln der Ober- und Unterseite.

Die Muskulatur der Tentakel in der ganzen Zirkumferenz des Mantelrandes besteht, wie bei den gleichen Gebilden von *Anomia*, aus Längs-, Quer- und Ringmuskeln, von welchen letztere, deren Kontraktion die Zottenbildung des Epithels bewirkt, an der Rücken- und der Bauchseite nur spärlich, in der Mitte reichlicher entwickelt sind und als Äste der beiden anderen Gruppen betrachtet werden müssen. Die Längsmuskeln (Fig. 10, 11, 13 *lmm*) bilden einen dicht unter dem Epithel befindlichen kontraktilem Schlauch, der an der Außenfläche geringeres Volumen besitzt, als an der Innenfläche. Die Quermuskeln verlaufen etwas nach innen von der Axe der Tentakel und sind stärker und massiger als jene. Beide Formen besitzen zahlreiche Kerne und erscheinen stellenweise als platte Bänder, die aus zarten Fibrillen bestehen. Die Muskeln des Mantelrandes und des Mantels sind vorwiegend, wenn nicht ausschließlich Längsmuskeln und setzen sich in die Tentakel fort. Sie verlaufen stark und massig angehäuft dicht unter dem Epithel der Innenfläche, sind dagegen an der Außenseite nur schwach entwickelt; nur der Mantel am Rücken des Tieres zeigt das gerade entgegengesetzte Verhalten.

Die Bindesubstanz im Mantel, Mantelrand und Tentakeln gleicht fast völlig der von *Anomia*. Die Bindegewebselemente (Fig. 10, 11, 13, 14), von zarter Beschaffenheit und geschlängelt verlaufend, haben zahlreiche spindelförmige Kerne, welche sich stets intensiv färben. Sie bilden ein ungleichmäßiges, aber zierliches Maschenwerk, das von Nerven und Muskeln durchsetzt wird und in großer Zahl FLEMMING'sche Schleimzellen enthält (Fig. 10,

11, 13, 14 *sz*). Dieselben sind, ganz wie bei *Anomia*, meist von kreisrunder Form und besitzen ein Plasma, das sich in Eosin-Hämatoxylin tiefrot färbt. Der kreisrunde, ziemlich große Kern liegt im Zentrum dieser Zellen. Sie unterscheiden sich von den gleichen Gebilden bei *Anomia* dadurch, daß sie hier keine Schleimmassen, weder in den Tentakeln noch im Mantel, absondern.

Wir kennen nunmehr den Bau des Mantelrandes und seiner Teile; es erübrigt nur noch die Beschreibung der histologischen Eigentümlichkeiten der bereits erwähnten beiden Drüsenarten, der Becherzellen und der flaschenförmigen Drüsen, über deren Verteilung das Nötige schon gesagt ist. Es sind das diejenigen Gebilde, deren Existenz SHARP (43), wie oben angedeutet, vollständig übersehen hat, obgleich der flüchtigste Blick durch das Mikroskop ihre Anwesenheit mit Deutlichkeit zeigt.

An die histologische Beschreibung will ich dann einige Bemerkungen über die wahrscheinliche Bedeutung des Sekrets dieser Gebilde für die Biologie von *Ostrea* knüpfen.

Die Becherzellen treten in zwei Modifikationen auf, welche sich in Präparaten, die mit Eosin-Hämatoxylin gefärbt sind, dadurch kundgeben, daß die einen wie ein Konglomerat sehr kleiner, dunkelrot gefärbter Tröpfchen aussehen (Fig. 14 *be*), während die anderen nur blaßrot erscheinen. Die ersteren sind die bei weitem zahlreichsten. Sie haben eiförmige und nur wenn sie tiefer mit ihrer Basis in der Bindesubstanz liegen, als die übrigen Epithelzellen, oblonge Gestalt; ihr Längsdurchmesser schwankt zwischen 5—8  $\mu$ . Sie besitzen eine zarte Membran, welche den Inhalt eng umgibt und am freien Pole eine Öffnung zum Durchtritt des Sekrets enthält. Die kleinen Tröpfchen in der Theca (F. E. SCHULZE), von höchstens 0,3  $\mu$  Durchmesser, liegen eng aneinander und haben Kern und Plasmarest in den basalen Teil und dicht an die Membran gedrängt. Der Kern ist in Eosin-Hämatoxylin dunkelblau tingiert, hat meistens ovale oder leicht zackige Gestalt; er ist bedeutend kleiner als der Kern der gleich zu erwähnenden anderen Erscheinungsform der Becherzellen. Das Plasma ist nur noch ganz spärlich vorhanden und umgibt in schmaler Zone den Kern.

Diejenigen Becherzellen, welche sich blaßrot in Eosin-Hämatoxylin färben, haben ein mehr kompaktes Aussehen; das Plasma derselben, das eine sogenannte Granulierung erkennen läßt, ist bald reichlicher, bald weniger reichlich vorhanden und grenzt sich gegen den homogenen Teil, die Theca, mit distal konvexem Kontur ab. Die Theca erscheint nicht überall gleichmäßig; vielmehr trifft

man zuweilen Zellen, bei denen in ihr ein beginnender Tropfenzerfall sich zeigt, der in den einen stärker, in den anderen schwächer ausgeprägt ist. Wo derselbe deutlicher ist, ist das Protoplasma an Masse geringer, wo er schwächer ist, ist es beträchtlicher als die Theca. Mit dem Beginn des Tropfenzerfalls geht dann ferner einher eine Veränderung der tinktorialen Eigenschaften, die Tropfen sind nach Eosin-Hämatoxylinbehandlung intensiv rot, die Theca sonst blaßrot, das Plasma der Zelle ist im allgemeinen wenig färbbar. Der hier stets rundliche, sich intensiv färbende Kern liegt dort, wo reichliches Plasma vorhanden ist, fast zentral in der Zelle; er rückt mit dem Fortschreiten des Tropfenzerfalls und der Verminderung des Plasma immer mehr basalwärts, wobei er gleichzeitig seine Form ändert und kleiner wird.

Wir haben es hier also offenbar mit zwei verschiedenen Stadien in der Thätigkeit der Becherzellen zu thun. Im ersten Falle, wo der Inhalt derselben aus Tröpfchen besteht, sehen wir den Zustand, welcher der Ausstoßung des Sekrets unmittelbar vorhergeht. Im zweiten Falle treffen wir den Prozeß der Umwandlung des zart granulierten Plasma in Schleim in seinen einzelnen Phasen an. Zunächst nimmt der am meisten peripher gelegene Teil eine andere Beschaffenheit an, indem er homogen wird; diese Veränderung schreitet allmählich basalwärts vor und gleichzeitig zerfällt das, was sich verändert hat, in derselben Reihenfolge in kleine Schleintropfen. Nach Ausstoßung des Sekrets wird die Becherzelle fast leer erscheinen; indessen habe ich solche Gebilde nie mit Sicherheit gesehen, offenbar deshalb, weil die benachbarten Cylinderepithelien in diesem Falle nahe aneinander gerückt waren. Es war mir daher auch nicht möglich festzustellen, in welcher Weise die Restitution des Zellplasma sich vollzieht und welche Rolle dabei dem Kern zufällt, dessen Veränderungen während der Sekretion augenfällige sind. Nur das konnte ich sicher erkennen, daß eine Umwandlung der Zellen der Bindesubstanz zu Becherzellen nicht statt hat, da nichts darauf hindeutete, was in diesem Sinne zu erklären war. Die Becherzellen scheinen daher keineswegs vergängliche Gebilde, sondern offenbar von langer Lebensdauer zu sein.

Die zweite Drüsenart im Mantelrande von *Ostrea* besteht aus, wie bereits erwähnt, mehrzelligen und meist flaschenförmigen Gebilden (Fig. 13 *dr*). Diese sind stets tief in die Bindesubstanz eingebettet und senden ihren meist sehr feinen Ausführgang zwischen die Epithelzellen hinein. Ihre Länge schwankt

zwischen  $48 \mu$  und  $16 \mu$ , ihre bezügliche Breite zwischen  $12 \mu$  und  $8 \mu$ . Die Ausführungsgänge sind nicht überall zu sehen, weil sie nicht immer in derselben Ebene mit dem Drüsenkörper liegen, sondern in verschiedenlichster Weise sich im Bindegewebe schlängeln, um zum Eintritt zwischen das Epithel zu gelangen. Mit den Becherzellen treten sie niemals in Kommunikation, unterscheiden sich dadurch also von ähnlichen Gebilden, wie sie FLEMMING von *Mytilus* (5) und DROST von *Cardium* (9) beschrieben haben, ganz wesentlich, gleichen vielmehr jenen mehrzelligen solitären Drüsen, die ich im Fuße von *Pleurobranchaea* gefunden (36). Die Zahl der sie zusammensetzenden Zellen schwankt zwischen 5 und 7; dieselben sind rund, besitzen, wie man an ungefärbten Präparaten erkennt, einen kleinen, kreisrunden und zentral gelegenen Kern und sind, selber membranlos, durch eine überaus zarte gemeinsame Tunica zusammengehalten. An tingierten Präparaten läßt sich dieses Detail nicht gut sehen, da diese Drüsen sich sehr stark färben und namentlich nach Eosin-Hämatoxylin-Behandlung, im Gegensatz zu den Becherzellen, tief schwarzblau erscheinen. Es läßt sich daher auch nicht entscheiden, ob und wie der physiologische Vorgang der Sekretion verändernd auf das Plasma und den Kern der Drüsenzelle einwirkt; nur das kann man mit einiger Sicherheit annehmen, vorausgesetzt, daß den tinktorialen Eigentümlichkeiten überhaupt eine Bedeutung beizumessen ist, daß das Sekret der mehrzelligen Drüsen und das der Becherzellen von verschiedenartiger chemischer Natur sein wird.

Es entsteht nun natürlich die Frage, welches ist der Zweck dieser zahlreichen drüsigen Gebilde, welche Dienste hat das von ihnen gelieferte Sekret dem betreffenden Tiere zu leisten? Versuche anzustellen, welche mich zu einer bestimmten positiven Beantwortung befähigten, war ich nicht in der Lage; indessen glaube ich, daß der Ort des Vorkommens und die Art und Weise der Verteilung der Drüsen auf die einzelnen Mantelregionen genügend Anhaltspunkte gewährt, um wenigstens einen Wahrscheinlichkeitsschluß zu gestatten.

Was den ersten Punkt anlangt, den Ort ihres Vorkommens, so erhellt, daß sich das Sekret in das das Tier umgebende Medium ergießen muß. Nun ist es von den Grastropoden, namentlich den schalenlosen, bekannt, daß die in ihrer Haut sich findenden Drüsen eine schützende, weil für das Wasser impermeable Decke von Schleim um den Körper hervorbringen. Hier bei *Ostrea* ist aber ein solcher Zweck des sezernierten Schleimes höchst unwahr-

scheinlich. Denn einmal würde dadurch der Eintritt des zur Atmung und Ernährung dienenden Wassers in den Mantelraum verhindert werden, das Individuum hätte von einer derartigen Einrichtung also Schaden, aber keinen Nutzen. Dann müßte eine solche Schleimschicht der Bewegung der Tentakel hinderlich sein und würde, weil sie für Wasser, also auch für die in demselben suspendierten Objekte undurchdringlich wäre, ein Infunktionsretten der Tentakel, eine Gefühlsempfindung völlig unmöglich machen. Um zu einer positiven Erkenntnis der Bedeutung dieser Gebilde zu gelangen, müssen wir nun den zweiten Punkt in Erwägung ziehen. Betrachten wir daher noch einmal kurz die Verteilung der Drüsen in den Tentakeln und im Mantelrande. In der Mitte finden sich im ersten Tentakel (Fig. 12), in II *a*, *b*, *c* auf beiden Seiten, in II *d* und in III nur auf der Innenseite Becherzellen; auf der Außenseite von I, auf beiden Seiten von II *a* und *b* (Fig. 13) und auf der Innenseite von II *c* noch außerdem die anders gearteten und gestalteten mehrzelligen Drüsen. In adäquater Weise ist die Anordnung im Mantelrande, d. h. in den Thälern zwischen den Tentakeln. An der Rückenseite fehlt die zweite Drüsenart vollständig, die Becherzellen fehlen an der Innenseite von I und der Außenseite von II, an der Innenseite des distalen Abschnittes von II und an der Außenseite von III (Fig. 10), kommen aber an den entgegengesetzten Stellen vor. Und ähnlich, mit nur nebensächlicher Abänderung, ist die Situation auf der Bauchseite (Fig. 11). Wenn nun in dem eintretenden Seewasser, das mindestens eine Reihe von Tentakeln passieren muß, weil diese so angeordnet sind, daß die hinteren zum großen Teil die Lücken zwischen den jedesmalig vorderen ausfüllen, irgend welche Objekte organischer oder anorganischer Natur suspendiert sind, deren Berührung von dem Tiere empfunden und vielleicht unangenehm empfunden wird, so werden dieselben eine Reaktion dagegen hervorrufen, welche sich in einer starken Zusammenziehung der Tentakel und in einer Kräuselung der Mantelrandoberfläche äußern wird. Durch diese Kontraktion muß dann gleichzeitig das in den beiden Drüsenarten vorhandene schleimige Sekret ausgepreßt werden, das nunmehr den als feindlich wahrgenommenen Gegenstand umhüllen wird. Sollten aber doch einzelne suspendierte Teilchen die Innenfläche des I. Tentakels passiert haben, so werden die auf der Innenfläche des Mantels vorhandenen Drüsen ihre Unschädlichmachung besorgen.

Wir müssen also, so meine ich, die Gesamtheit dieser Drüsen

als ein Verteidigungsorgan, als eine Art Waffe betrachten. Aus dieser Auffassung heraus wird erstens klar, warum die Tentakel der äußersten Reihe nur an ihrer inneren Fläche mit Becherzellen versehen sind, an der äußeren dieselben entbehren. Da der Mantelrand relativ fest der Schalenfläche anliegt, so wird das Seewasser nicht zwischen Schale und Mantel dringen können, wenigstens nicht unter normalen Verhältnissen; Becherzellen sind hier also vom Überfluß. Durch die Kontraktion der äußeren Tentakel aber wird das Wasser in größerer Menge gegen ihre eigene Innenfläche anprallen und darum sind hier Drüsen vorhanden. Die Differenz in dem morphologischen Verhalten des Mantelrandes zwischen Ober- und Unterseite und Mitte ist, wie ich wohl nicht näher auseinander zu setzen brauche, dabei von physiologisch untergeordneter Bedeutung.

Es wird zweitens klar, warum in der Mitte des Mantelrandes einmal die Becherzellen häufiger sind, als oben und unten, und dann, warum sich hier noch eine zweite Drüsenart findet. Der Strom des eindringenden Wassers ist gerade hier am stärksten, wie das schon weiter oben erwähnt wurde, hier wird also auch am reichlichsten Gelegenheit gegeben sein für den Eintritt schädlicher Gegenstände. Wenn nun auch das Sekret der mehrzelligen Drüsen chemisch wahrscheinlich von dem der Becherzellen verschieden ist: der durch die Thätigkeit der beiden Drüsenarten hervorgebrachte Effekt wird offenbar der gleiche sein, beider Sekret wird in ähnlicher Weise wirken. Die in größerer Masse eindringenden feindlichen Objekte finden eine größere Masse zur Verteidigung geeigneter schleimiger Flüssigkeit vor und damit ist dem physiologischen Bedürfnisse hinreichend Genüge gethan.

Unberücksichtigt geblieben sind bei dem bisherigen Erklärungsversuch diejenigen Becherzellen, welche sich in ebenfalls nicht unbeträchtlicher Anzahl im Epithel der Außenfläche des Mantels finden. Daß diese keinen Verteidigungszweck haben, ist klar, denn ein Eindringen von Wasser zwischen Mantel und Schale ist nicht möglich, wenigstens unter normalen Bedingungen nicht wahrscheinlich. Ich kann ihre Bedeutung nur darin sehen, daß sie bestimmt sind, durch ihr Sekret den Zwischenraum zwischen Mantel und Schale schlüpfrig zu erhalten, damit bei den leichten Kräuselungen, welche der Mantel durch seine Kontraktionen und die dadurch bedingte Verschiebung erfährt, die Reibung möglichst oder vollständig aufgehoben wird. Daß zwei vollständig gleiche physiologische Produkte nach dieser Auffassung zwei verschiedenen Funk-

tionen dienen, hat wohl wenig Auffallendes, denn nicht die Art des Produktes ist in diesem Falle die Hauptsache, sondern der Ort des Vorkommens der produzierenden, d. h. sezernierenden Organe.

Die Ostreiden hatten das Schicksal zu wiederholten Malen als für verschiedene Lichtintensitäten empfängliche und zu diesem Zwecke mit besonderen Organen ausgestattete Tiere angesehen zu werden. WILL (49) beschrieb hier sehr komplizierte Augen; indessen haben selbständige Nachuntersucher seine Beobachtungen niemals zu bestätigen vermocht. In neuerer Zeit, wo man hinsichtlich des Baues der optischen Apparate wirbelloser Tiere weniger anspruchsvoll ist und Pigmentzellen, falls sie nur einen einigermaßen breiten kutikularen Saum haben, Sehfunktion zuschreibt, wobei der zu einer solchen Funktion unbedingt notwendige Zusammenhang mit Nervenfasern aber nie, wenigstens in den aller-seltensten Fällen nachgewiesen ist: in neuerer Zeit, sage ich, sind durch SHARP, PATTEN und RYDER die Austeren wieder sehend gemacht worden. SHARP (49) ist der einzige, der die vermeintlichen Sehorgane abbildet, und zwar in Fig. 2 der seinen Skizzen beigegebenen Tafel. Ich bekenne, daß es mir unverständlich, ja völlig unbegreiflich ist, wie man aus solch einem nichtssagenden Bilde so ohne jeglichen positiven Beweis und thatsächlichen Anhalt eine so weitgehende physiologische Folgerung ziehen kann. Nur die Beschränkung auf Schnittpräparate und der Verzicht auf Mazerationen ermöglicht derartige kritiklose Angaben und Behauptungen. Noch unverständlicher ist es mir, wie PATTEN (32), dessen Untersuchungen, namentlich bezüglich des Pecten-Auges, von weit größerer Sorgfalt sind, sich der SHARP'schen Deutung anschließen konnte. Er sagt, ohne selber genauere Beobachtungen bei *Ostrea* gemacht zu haben: „in the pigmented areas (die, wie ich oben hervorgehoben, nicht existieren) the same colorless cells, as in *Arca*, are seen surrounded by pigmented ones and undoubtedly represent scattered ommatidia. I can confirm the statement of SHARP, that *Ostrea* is sensitive to changes in the intensity of light“ (pg. 605 l. c.). Nun hat aber SHARP (43) nichts selbständig festgestellt, wie aus dem hierher gehörigen Satze hervorgeht: „that these animals possess a limited power of vision, there is no doubt, as it has been asserted by my friend Mr. I. A. RYDER, a most careful observer, that when a shadow passes over the extended edge of the mantle, it is instantly retracted“ (pg. 452 l. c.). Der „most careful observer“ RYDER schildert nun sein Experiment mit folgen-

den Worten (38) (seine Angaben beziehen sich auf *Ostrea* und *Serpula*): „when the former (*ostrea*) has its purplish tentacles extended from between its valves, and the latter its crown of cirri extended from its tube, if the hand is made to move rapidly over the water in the aquarium in a strong light, both these animals appear to be sensitive to the movement and independent of any jars or vibrations. The oyster under these circumstances at once retracts its sensitive mantle border, the worms their cirri.“

Meiner Meinung nach ist die Konstatierung dieser Thatsache für den Nachweis der Lichtempfindlichkeit der Auster völlig wertlos. Man beobachte nur einmal das Stilleben in einem Aquarium, in welchem sich Austern und andere Muschelarten befinden. Man wird konstatieren können, daß eine Auster sehr häufig die vorgestreckten Tentakel einzieht und die Schalen schnell schließt, ohne daß auch nur die geringste Veränderung in der Intensität der Beleuchtung vorgenommen wurde. Es sind das Bewegungen, die das Tier sehr oft ausführt, und die offenbar auf rein taktile, nur für unsere Augen in ihrer Ursache nicht erkennbare Reize erfolgen. Denn ebenso oft, wie die vorbeigeführte Hand einen Schalenschluß bewirkt, mindestens ebenso oft, meist viel häufiger bleibt das stets in der gleichen Weise ausgeführte Experiment wirkungslos; der Schalenschluß ist also etwas rein zufälliges und in keiner Weise auf Lichtempfindlichkeit zurückzuführen. Das zeigt sich noch deutlicher, wenn man die Austern dauernd beschattet. Dann schließen sie ihre Schalen und öffnen sie wieder oder halten sie offen, ohne sie zu schließen, je nach ihrem Belieben, unbekümmert um Schatten oder Licht. Eine sorgfältige Abstufung des Experiments und eine wiederholte und genauere Beobachtung lehrt die ganze Regellosigkeit dieses angeblich beweisenden Vorganges und seine Unabhängigkeit von verschiedenen Lichteindrücken zur Evidenz. Ist somit die experimentelle Basis falsch, auf welche sich jene drei Beobachter stützten, so sind es auch die Schlußfolgerungen, und das um so mehr, als eine anatomische Grundlage für die Deutung des Vorganges nach der von jenen Autoren gewollten Richtung hin nicht existiert. Die Austern sind eben blind und ihre Pigmentzellen sind ganz harmlose, indifferente Gebilde.

Raduliden (*Lima hians* Chemn. und *Lima inflata* Chem.)

(Fig. 15—24).

In einer kurzen, an anderer Stelle gegebenen Notiz (35) habe ich erwähnt, daß im Mantelrande der Raduliden zwei Formen von

Tentakeln vorkommen, die als „Sinnesfäden“ und als „Drüsenfäden“ zu unterscheiden sind, von welchen die ersteren am Schalenrande anliegen und kurz sind, während die letzteren mehr nach innen zu sich finden und jene bedeutend an Länge übertreffen. Diese aus dem mikroskopischen Schnittbilde erschlossene funktionelle Differenz erhält eine Bekräftigung, wenn man das lebende Tier untersucht. Berührt man mit dem Finger, einer Nadelspitze, einem Holzstäbchen oder irgend einem anderen ähnlichen Werkzeuge einen oder mehrere lange Fäden, so erfolgt gar keine Reaktion oder nur eine ganz geringe, die sich dann stets in einer mäßigen Zusammenziehung des insultierten Teiles, nicht aber des ganzen Fadens äußert. Es ist dabei völlig gleichgiltig, ob diese Berührung heftig war, oder ob man nur leise den Faden gestreift hat. Berührt man dagegen, wenn auch noch so sanft, einen der kurzen am Schalenrande gelegenen Tentakel, so erfolgt eine augenblickliche energische Kontraktion des durch Berührung gereizten Teiles und der nächsten Umgebung desselben. Ist der Reiz intensiver gewesen oder wird er längere Zeit fortgesetzt, so werden sämtliche Fäden des Mantelrandes eingezogen und die Muschel schließt sich, um erst nach verschieden langer Zeit, worauf die Intensität und die Dauer des Reizes einen Einfluß zu haben scheinen, sich wieder zu öffnen. Es ist dabei durchaus nebensächlich, ob man in der Mitte, vorn, hinten, oder am Rücken reizt, und ebenso, ob man *Lima hians* oder *inflata* nimmt: der Effekt ist stets und unter allen Umständen der nämliche. Es erhellt also aus dieser Beobachtung, daß die Gefühlswahrnehmung der Raduliden nur in den zu äußerst gelegenen Tentakeln zustande kommt und sich von hier aus, und zwar von jedem einzelnen Punkte aus, sofort und anscheinend gleichmäßig dem ganzen Körper mitteilt auf anatomischen Bahnen, die ich an anderem Orte beschrieben habe (34).

Entsprechend der differenten Funktion ist auch der Bau der Tentakel ein verschiedener.

Die Sinnesfäden besitzen auf ihrer ganzen Oberfläche ein pigmentloses Flimmerepithel, welches in allen wesentlichen und auch unwesentlichen Eigenschaften dem pigmentlosen Flimmerepithel von *Ostrea* und *Anomia* gleicht und auf dessen Beschreibung und Abbildung ich daher Verzicht leisten kann. Die Pinselzellen entsprechen im allgemeinen dem FLEMMING'schen Schema (Fig. 15 a), nur daß hier ein deutlich abgesetzter Kopf fehlt, der oberhalb des Kernes gelegene Teil der Zellen vielmehr

fast cylindrisch ist. An der freien Fläche glatt abgeschnitten tragen diese Gebilde auf doppeltem oder nur einfach erscheinendem Saume 4—6 starre, borstenförmige und in frischem Zustande leicht glänzende Haare, die sich proximalwärts oft bis in die Mitte des cylindrischen Leibes verfolgen lassen (Fig. 15 a). Der Kern ist oval oder rund und hat ein dunkel aussehendes, zentral gelegenes Kernkörperchen. Er bewirkt eine deutliche, zwiebel förmige Anschwellung, die er nicht völlig ausfüllt. Proximal geht letzterer in einen feinen, fadenförmigen Ausläufer über (Fig. 15 a), durch welchen die Sinneszelle im subepithelialen Gewebe befestigt ist. Die Nervenendfibrille, auf weit längere Strecken isolierbar, als das Fadenende, ist stets varikös und endet meistens im Kern, zuweilen im Kernkörperchen (Fig. 15 a). Die Länge dieser Pinselzellen, mit Ausschluß des fadenförmigen Fortsatzes, beträgt 25,2—30,6  $\mu$  bei einer bezüglichen Breite von 5,4—7,2  $\mu$ . Die zwiebel förmige Anschwellung nimmt von der Länge  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  für sich in Anspruch, das übrige entfällt auf den distal davon gelegenen Abschnitt.

Die Zahl derjenigen Fäden, deren epithelialer Belag eine solche Zusammensetzung zeigt, beträgt meistens drei, seltener mehr. Sie haben eine kegel- oder warzenförmige Gestalt, unterscheiden sich aber in ihrem Bau nicht unwesentlich. Die Außenfläche des äußersten Fühlers ist mit außerordentlich dicht stehenden Epithelzellen bekleidet (Fig. 16 II e), welche fast durchgängig lange spindel- oder stäbchenförmige Kerne besitzen und in ihren Maßen nur wenig von den vorhin beschriebenen Pinselzellen differieren. Die innere Fläche desselben Fühlers hat einen Epithelbelag, der von Zellen gebildet wird, welche mindestens um die Hälfte niedriger, aber um das doppelte breiter sind als jene und deren Kern stets kreisrund ist und zentral liegt. Die Innenseite hat also ausschließlich indifferente, die Außenseite dagegen reichlich mit denselben vermischte Sinneszellen. Die Fühler der nächsten beiden nach innen gelegenen Reihen zeigen hinsichtlich ihres Epithelbelages die gerade entgegengesetzte Anordnung (Fig. 16 I). Hier sind die Zellen der Außenfläche (Fig. 16 I e) niedrige und relativ breite Gebilde mit zentral gelegenem Kerne, der aber eine ovale Form hat; die der Innenfläche (Fig. 16 I i) und der Spitze sind hohe Zellen mit basalem Kern. Sie stehen nicht so dicht und eng, wie an der Außenfläche des äußeren Fühlers, gleichen denselben aber in allen sonstigen Eigenschaften vollständig. Hier hat also die innere Fläche Sinnesfunktion, während die äußere in-

different ist. Das in den Buchten zwischen den Tentakeln vorhandene Mantelrandepithel ist kubisch.

Die Tentakel der äußersten Reihe (Fig. 16 II) sind um wenig länger und fast noch einmal so dick, wie die Sinnestentakel der nächst inneren Reihen (Fig. 16 I). Die Muskulatur, die bei allen wesentlich Längsmuskulatur ist (Fig. 16 *lmm*) und nur wenige Ring- und Querfasern enthält (daher hier auch kaum eine Andeutung von Zottenbildung), ist in den äußeren stärker und massiger entwickelt als in den inneren Sinnesfäden; jene sitzen mit breiter, diese mit schmaler Basis dem Mantelrande auf.

Die Außenfläche der äußeren Tentakel geht kontinuierlich in die Außenfläche des Mantels über, wobei die hohen Cylinderzellen der ersteren allmählich breiter und niedriger werden, um im eigentlichen Mantel durch kubische ersetzt zu sein.

Wir kommen nunmehr zur Beschreibung der Drüsenfäden, welche ebenso wie die Mantelklappe bei *Lima hians* ein orange-farbenes oder ziegelrotes Kolorit, bei *Lima inflata* ein wundervoll zartes karmoisinrotes Pigment besitzen, das den Fäden am Rücken, welche sonst einen mit den übrigen Drüsenfäden durchaus übereinstimmenden feineren Bau haben, vollständig und allen anderen an ihrem Ursprunge aus dem Mantelrande fehlt.

Nimmt man eine lebende *Lima hians* aus dem Wasser oder stellt man jenen oben beschriebenen Versuch an, so bleiben am berührenden Finger oder am Instrumente Teile der inneren Fäden in großer Masse kleben, die sich nur unter vollständiger Zerstörung der Form wieder entfernen lassen. Bei *inflata* findet das nicht, oder doch wenigstens nicht in dem Grade statt. Dabei ist bemerkenswert, daß eine solche Verletzung, die unvermeidlich ist, ganz wie bei jenem oben beschriebenen Versuche eine kaum wahrnehmbare Reaktion hervorruft, welche sich nur in einer geringen und kurz dauernden Kontraktion der Fäden äußert, deren Spitze übrigens das nicht im Neste sitzende Tier fast stets leicht eingerollt trägt. Schneidet man einen der inneren Fäden, gleichgiltig von welcher Spezies, vom lebenden Tier ab und bringt ihn in einen Tropfen Seewasser, so kontrahiert er sich infolge der durch den Schnitt verursachten mechanischen Reizung der in ihm enthaltenen Muskeln und Nerven und der chemisch differenten Wirkung des an der Schnittstelle eindringenden Seewassers auf das Lebhafteste und führt schnelle, schlagende Bewegungen aus, die denen eines sich heftig krümmenden Wurmes gleichen und sehr lange

Zeit anhalten: eine Thatsache, deren in BRONN's Klassen und Ordnungen (4 pg. 398) mit fast den gleichen Worten gedacht ist.

Diese Fäden entbehren vollständig des Flimmerepithels und unterscheiden sich dadurch schon auf das schärfste von den Sinnesfäden. In der Axe der Fäden sieht man einen feinen, bei durchfallendem Lichte weiß erscheinenden Strang ununterbrochen von der Spitze bis zur Wurzel ziehen, welcher im proximalen Teile sehr breit ist, sich distalwärts in gleicher Weise wie der Faden verschmälert und in der Spitze fein endet. Es ist dies, wie genauere Untersuchung lehrt, der Hauptmuskel des Drüsensfadens, der *retractor fili*. Der Faden selber besteht aus ofenröhrenartig ineinander geschobenen Segmenten, welche am Ursprung desselben am breitesten sind, nach der Spitze zu sich allmählich verschmälern, aber gleichzeitig an Längenausdehnung zunehmen. Jedes Segment besteht aus zwei Abschnitten, die von ungefähr gleicher Länge sind. Manchmal ist der proximale Teil länger, manchmal der distale, was von den verschiedenen Kontraktionszuständen abhängt. Der proximale Abschnitt ist ein cylindrischer Strang (Fig. 17 *cy*), welcher bei der *hians* ein orangefarbenes Aussehen besitzt, bei der *inflata* dagegen fast hyalin erscheint mit leicht karmoisinfarbenem Anflug in seinem basalen Teile. Der distale Abschnitt ist bei beiden Spezies ein milchweißer Ring (Fig. 17 *dr*), der seitlich beiderseits über den proximalen um wenig hervorragt. Man erkennt eine solche Zusammensetzung auch schon mit bloßem Auge, indem die einzelnen Drüsensfäden, aber nur diese, quergestreift aussehen, dadurch, daß dunkle undurchsichtige Ringe mit hellen durchsichtigen regelmäßig abwechseln. Die äußeren Konturen dieses milchweißen Ringes sind konvex (Fig. 17 *dr*), der vordere und hintere Rand sind nach der Basis des Fadens zu leicht gewölbt. Am äußeren Rande des Ringes, aber auch nur hier, da wo derselbe nach hinten umbiegt, finden sich, das Niveau desselben überragend, Gebilde, die bei schwacher Vergrößerung wie Dornen aussehen (Fig. 17 *p*), während sie sich bei stärkerer in ein Bündel von 5—8 Borstenhaaren auflösen. Dieselben sind nur sehr spärlich bei *Lima hians*, zahlreicher bei *Lima inflata* vorhanden, hier aber an Zahl auch nur höchstens bis zu 6 an jeder Ringseite (Fig. 17 *p*). Diese Borstenhaare gehören zu Pinselzellen, welche vollständig denen in den Sinnesfäden gleichen und sich von ihnen bloß durch ihre größere Länge unterscheiden, welche circa  $66,6 \mu$  beträgt (Fig. 15 *b*). Sie vermitteln nur eine lokalisierte, eine auf den betreffenden Faden resp.

die betreffende Stelle des Fadens beschränkte Empfindung; niemals aber ruft ihre Reizung eine generelle Reaktion hervor.

Die cylindrischen proximalen Abschnitte der Segmente (Fig. 17 *cy*) besitzen bei *Lima hians*, wie schon bemerkt, ein orange-farbenes oder ziegelrotes Aussehen. Diese Färbung wird dadurch hervorgebracht, daß in dem Gewebe ein ganz unregelmäßig gestalteter körniger Farbstoff sich vorfindet, welcher nicht an Epithelzellen gebunden ist, sondern massenhaft in den Maschen der Binde substanz liegt und infolge der netzförmigen Struktur der letzteren eine netzförmige Zeichnung hervorruft. Im Gegensatze zu dem sehr widerstandskräftigen Pigmente bei *Anomia* und *Ostrea* und, wie ich hier vorwegnehmen will, bei den *Pectiniden* und *Spondyliden*, wird dieser Farbstoff durch Alkohol völlig ausgezogen. Seine mikrochemischen Reaktionen sind folgende: Durch konzentrierte  $H_2SO_4$  nimmt er ganz allmählich einen tiefblauen Farbenton an, nach Ersatz der Säure durch Wasser und Verdrängen des letzteren wiederum durch die Säure wird das Blau in ein schmutziges Gelb verwandelt. Verdünnte  $H_2SO_4$  greift ihn nicht an, ebenso wenig konzentrierte  $HCl$ , während Zusatz von verdünnter Salzsäure ein Gelbwerden hervorruft. Konzentrierte  $HNO_3$  bewirkt zunächst eine so heftige Kontraktion des Fadens, daß die einzelnen Segmente auseinander reißen, dann wird das Pigment grünlich, um bald vollständig zu verblassen. Ähnlich, nur weniger stürmisch wirkt die dünne Säure. Essigsäure und kaustische Alkalien greifen das Pigment nicht an. Bei *Lima inflata* ist der, wie bereits bemerkt, karmoisinrote Farbstoff fast ausschließlich in den Nischen vorhanden, welche zwischen cylindrischem Abschnitt des einen und ringförmigem des nächst vorhergehenden Segments bestehen, wobei er zuweilen auf letzteres übergehen kann. Er ist von körniger Beschaffenheit und so unregelmäßig verstreut und spärlich vorhanden, daß er eine irgendwie ausgesprochene Zeichnung nicht hervorbringt. Er erhält durch konzentrierte  $H_2SO_4$  ein gesättigteres Kolorit, wird durch alle übrigen Säuren, die ich, wie bei *Lima hians*, anwandte, zerstört und durch Alkohol ausgezogen.

Die cylindrischen Abschnitte (Fig. 17 *cy*) sind bei beiden Spezies mit einem hohen Cylinderepithel bedeckt, wie ich im Gegensatze zu *ROULE* (37) besonders betonen will, das an seiner freien Fläche eine dicke, homogene und nirgends unterbrochene Kutikula besitzt; letztere mißt bei *Lima inflata* 6  $\mu$ , bei *Lima hians* 4  $\mu$ . Die sonstigen Bestandteile der Cylinder sind Binde-

substanz, Nerven und Muskeln, welche letztere eine deutliche Längsstreifung hervorrufen (Fig. 17 *cy*); ihre Verteilung soll später besprochen werden.

Das milchweiße Aussehen der ringförmigen Abschnitte der Segmente wird bedingt durch die Anwesenheit kugelrunder Elemente (Fig. 17 *dr*), die mit kleinen Tröpfchen prall erfüllt sind und namentlich reichlich in der äußersten Schicht sich finden, nach innen zu aber durch, wie es zunächst erscheint, andersartige ersetzt werden. Durch die lebhaften Kontraktionen, welche ein lebend abgeschnittener Faden im Seewasser ausführt, werden diese Tröpfchen aus ihren Behältnissen herausgepreßt, wobei sie durch Stomata hindurchzutreten scheinen, welche in der Kutikula, einer direkten Fortsetzung der undurchbohrten Kutikula am Cylinder, vorhanden sein müssen. Die herausgepreßten Tröpfchen kleben aneinander und bilden so Kugeln, welche zunächst dem Faden, resp. der Kutikula anliegen. Durch den fortwährenden Nachschub von innen werden die ersten Tropfenkugeln weiter abgedrängt, die einzelnen Tröpfchen separieren sich und verschwinden schliesslich als gestaltlich wahrnehmbare Objecte vollständig. An ihrer Stelle findet man den Faden von einer homogenen, stark lichtbrechenden Masse umgeben, die sich mit der Nadel in lange Fäden ausziehen lässt und offenbar schleimiger Natur ist. Diese Tropfenkugeln, welche aus Zellen entstammen, wie man nach Isolationen und an Schnitten sieht, sind jene „concrétions“, deren Bedeutung ROULE (37) völlig unverständlich geblieben ist. Betrachtet man nicht die Umgebung des untersuchten Fadens und nicht die Oberfläche des ringförmigen Abschnittes, sondern stellt man das Mikroskop auf die tieferen Partien ein, so sieht man, wie nach dem Auspressen der Tropfenkugeln die bezüglich leer gewordenen und zusammengefallenen Behälter bei Seite gedrängt werden durch jene Gebilde, die anscheinend anders geartet waren, insofern sie homogen erschienen, die aber jetzt allmählich dieselbe Beschaffenheit annehmen wie die ersten und dabei immer mehr nach der Peripherie zu sich vorschieben, um schliesslich dasselbe Schicksal zu erfahren. Wir haben es hier offenbar also mit einem Sekretionsvorgange zu thun, der an jene kugelförmigen Gebilde geknüpft erscheint; dieselben sind also Drüsen, und da sie die einzigen epithelialen Bestandteile in den ringförmigen Abschnitten der inneren Mantelrandfäden darstellen, denn gewöhnliche Epithelzellen kommen hier nicht vor, und da ferner diese ringförmigen Abschnitte der physiologisch wichtigste Teil der inneren Fäden sind, so ist

die Bezeichnung der letzteren als „Drüsenfäden“ gerechtfertigt. Die klebrige Beschaffenheit des fortwährend produzierten Sekretes, sowie die in nur geringem Maße vorhandene Sensibilität erklärt nun auch die oben mitgeteilte Thatsache, daß diese Fäden bei einem auch nur mäßigen Insulte abreißen und daß diese Verletzung fast spurlos an dem Tiere vorübergeht. Daß bei *Lima inflata* dieses Abbrechen sich in bedeutend geringerem Grade zeigt, rührt davon her, daß bei dieser Muschelart die Sekretion eine bei weitem schwächere, ich möchte sagen, trägere ist, als bei *Lima hians*.

Ein weiterer Einblick in die Organisation dieser Drüsenfäden und ein tieferes Verständnis des Sekretionsvorganges kann selbstverständlich nur durch Mazerationen und durch Schnittpräparate gewonnen werden. Die durch diese Methoden erzielten Resultate sollen jetzt mitgeteilt werden.

Isolationen gelingen an diesen Fäden sehr leicht; am besten haben sich mir von allen Reagentien die Osmiumsäure (0,1 % Lösung) bei 6—10stündiger und ein Gemisch von 30 gr. Kali bichromicum (1 % in Seewasser) mit 30 gutt. Eisessig und 30 gutt. 1 % Osmiumsäure bei circa viertägiger Einwirkung bewährt. Färbt man nach Mazeration in letzterer Flüssigkeit mit Boraxkarmin nach, so kann man gute und instruktive Dauerpräparate herstellen.

Es zeigt sich nun, daß die Drüsen, um die es sich hier handelt, einzellige Schleimdrüsen sind. Dieselben erscheinen in drei Hauptformen, die, durch zahlreiche Übergänge zu einer kontinuierlichen Reihe verbunden, als drei Hauptstadien der Drüsen-thätigkeit zu betrachten sind.

Die zahlreichsten sind jene einzelligen Schleimdrüsen, deren Inhalt, wie oben erwähnt, in einzelne kleine Tröpfchen zerfallen ist. Letztere sind meistens von kugelförmiger Gestalt, die durch gegenseitigen Druck hie und da einer polyedrischen gewichen ist (Fig. 18 *a*). Ihre Grösse schwankt zwischen 1,8—5,4  $\mu$ ; doch sind die in einer Zelle enthaltenen gleich groß. Die Gestalt der Zellen ist eiförmig; der spitze Pol ist der freien Seite zugekehrt, der runde basalwärts gerichtet (Fig. 18 *a*, *dr*). Ihre Länge, d. h. die Länge der Drüse schwankt zwischen 27,0—43,2  $\mu$  bei einem bezüglichen Breitendurchmesser von 19,8—23,4  $\mu$ . Außer den Schleimtröpfchen, welche stets scharf konturiert sind, sieht man ferner in einer solchen Zelle basalwärts, d. h. im runden Eipole, einen kleinen, kreisrunden oder ovalen Kern liegen (Fig. 18 *a*, *drk*), welcher sich intensiv färbt und weitere Differenzierungen nicht zeigt. Er ist von einem schmalen Hofe von ganz blassem Protoplasma umgeben,

welches sich gegen den später noch zu erwähnenden Stiel der Drüsenzelle konvex abgrenzt (Fig. 18 a). Eine Sonderung in Filar- und Interfilarsubstanz (FLEMMING) ist in ihm nicht wahrzunehmen; sein Färbevermögen hat es völlig eingebüßt und erscheint eigentümlich verzerrt. Die Tropfen selber nehmen bei der oben an zweiter Stelle erwähnten Methode und nach Färbung in Boraxkarmin einen rötlichgelben, in reiner Osmiumsäure einen strohgelben Farbenton an und bleiben in Saffranin, Bismarckbraun und anderen Anilinfarben ungefärbt.

Die zweite Haupterscheinungsform (Fig. 18 c) zeigt uns die Drüsen zunächst bedeutend kleiner als die vorigen; die kleinsten der letzteren übertreffen die grössten von diesen noch um ein bedeutendes an Länge; ihre Maße schwanken zwischen 12,6—23,4  $\mu$ . Die Gestalt dieser Drüsen ist keulenförmig (Fig. 18 c), der breite Teil der Keule ist nach der freien Seite, der schmale nach dem Stiele der Drüsenzelle gerichtet. Ihr Inhalt sondert sich scharf in zwei Substanzen, welche sich durch einen distal konvexen Bogen gegeneinander abgrenzen (Fig. 18 c, *dr* und *pl*). Beide Substanzen sind nicht immer in gleicher Masse vorhanden; in den einen überwiegt die proximal, in den andern die distal gelegene. Dabei ist zu beachten, daß die kleinen Drüsen überwiegend die erstere Substanz, die größeren überwiegend die letztere besitzen. Die proximale Substanz ist das Protoplasma der Zelle (Fig. 18 c, *pl*). Dasselbe ist „zart granuliert“ (auch hier ist eine Sonderung in die beiden Bestandteile der Filar- und Interfilarsubstanz (FLEMMING) in meinen Präparaten nicht erkennbar gewesen) und färbt sich nur schwach. Es enthält den meist kreisrunden Kern, in dem ein Kernkörperchen zuweilen wahrgenommen werden konnte. Je nachdem das Protoplasma in reichlicher oder geringer Menge vorhanden ist, wechselt die Lage des Kernes in ihm. Bei reichlichem Plasma liegt er fast zentral in der Zelle, bei spärlichem findet er sich mehr proximalwärts (Fig. 18 c, *drk*); sein Durchmesser beträgt ungefähr 5  $\mu$  und ist von dem der Kerne in der ersten Drüsenform nicht verschieden. Die im distalen Teil der Drüse gelegene Masse (Fig. 18 c, *dr*), die offenbar auf Kosten des Protoplasma sich vermehrt, erscheint in den meisten Fällen homogen. Sie färbt sich in Osmium intensiv schwarz, in Karmin tief rot und nimmt begierig Anilinfarben auf, wie dies schon ROULE (37) für seine „concrétions“ angegeben hat. Je reichlicher sie sich aber entwickelt, je größer ihre Masse wird, desto mehr legt sie die geschilderten Eigenschaften ab. Zunächst schwindet die Homogenität. Anfangs

ganz vereinzelt, dann immer reichlicher, sieht man in ihr helle, kreisrunde Stellen auftreten, die vorerst noch nicht nebeneinander liegen, sondern sich zersteut, aber vorwiegend in der Peripherie finden und sich als Tropfen in der homogenen Masse dokumentieren. Je weiter dieser Tropfenzerfall fortschreitet, desto mehr verändern sich die tinktorialen Charaktere; nur noch wenige Stellen sind intensiv gefärbt und bilden in dem vorgeschrittensten Stadium einzelne farbige Inseln in dem blassen Tropfenmeere, die dann als Kerne imponieren können und so den Eindruck einer Vielkernigkeit der Drüsenzellen hervorzurufen vermögen. Es ist das aber nicht richtig, diese Gebilde sind einkernig und meine an anderer Stelle gemachte gegenteilige Angabe (35) daher zu rektifizieren. Schließlich, während das Protoplasma mit seinem Kerne immer mehr proximalwärts gedrängt wurde, ist der ganze übrige Inhalt in Tropfen zerfallen und wir haben nun wiederum die erste Drüsenform vor uns (Fig. 18 a).

Die einzelnen Phasen des Prozesses, wie sie hier geschildert wurden, dokumentieren sich selbstverständlich in den Präparaten als ebenso viele Zustände der einzelnen Zellen, welche durch das zur Verwendung gelangte Reagens fixiert worden sind. Daraus aber, daß sich diese Zustände stets gleichzeitig und an gleichen Gebilden vorfinden, erhellt die Berechtigung, sie zu einem Vorgange zu kombinieren.

Die dritte Form, in welcher die einzelligen Drüsen erscheinen, ist von den beiden vorigen sehr verschieden. Zunächst sind diese Drüsen sehr klein, ihre Maße schwanken zwischen 9,0—12,6  $\mu$ . Sie erscheinen im optischen Querschnitt als fast kreisrunde Gebilde, und so trifft man sie am zahlreichsten an (Fig. 18 d). Im optischen Längsschnitt sind es schmale Cylinder, deren periphere Hälfte einen plasmatischen Inhalt besitzt. Letzterer erscheint gewöhnlich zart granuliert, nur selten kann man eine Anordnung in FLEMING'sche Filar- und Interfilarsubstanz erkennen. Er färbt sich in allen Farbstoffen nur mäßig stark. Der Kern ist kreisrund und liegt gewöhnlich zentral. Diejenigen Zellen, in denen man ihn im optischen Querschnitt an die Seite gerückt findet (Fig. 18 d), machen von den anderen einen insofern verschiedenen Eindruck, als ihr Protoplasma sich kaum färbt und viel weniger granuliert erscheint. Indessen, ob wir es hier mit zwei verschiedenen Zuständen zu thun haben, oder ob die Differenz auf eine ungleiche Einwirkung des Reagens zurückgeführt werden muß, vermochte ich nicht klar zu stellen. In einzelnen dieser Formen zeigte sich,

wenn auch nur angedeutet, eine Veränderung des Inhaltes, indem ein kleiner Teil desselben, und zwar der am meisten peripher gelegene, eine weit größere Färbbarkeit besaß, als das übrige Plasma, und durchaus homogen erschien.

Gemeinschaftlich allen drei Drüsenformen ist der Mangel einer eigentlichen Zellmembran und die Lagerung in einer Kapsel. Letztere ist sehr zart und reißt daher manchmal ein (Fig. 18 *a* bei *x*). Nach außen, d. h. noch der freien Seite zu, ist sie außerordentlich verdickt (Fig. 18 *b*, 22 *cu*) (nur in Sublimatpräparaten erschien sie gleichmäßig; Fig. 20 und 21) und bildet so eine Kutikula, die als direkte Fortsetzung der des cylindrischen Segmentabschnittes erscheint. Sie färbt sich in Osmium tief schwarz und ist am freien Pole der Drüsenzelle zum Durchtritt des Sekretes durchbohrt (Fig. 22 bei *x*). Wirft man eine Lima in ein Gemisch von 0,5 gr. Osmium (1  $\frac{0}{0}$ ), 3,0 gr. Eisessig, Glycerin 20,0 gr. und Aq. dest. 30 gr, so ist nach einer Stunde das ganze Gewebe leer und nichts mehr erhalten, als die Kapseln der Drüsen (Fig. 19). Dieselben bilden ein häutiges Gerüst mit scharfen Konturen, welche genau die Konturen der Drüsen wiedergeben. In ihnen allen erkennt man die ovalen oder kreisrunden Stomata (Fig. 19 *sto*) in der Kutikula, welche in der freien, spitzen Wölbung derselben sich finden, deren Vorhandensein aus dem am lebenden Tiere beobachteten Auspressen des Sekretes erschlossen wurde und die somit sich nicht erst kurz vor der Ausstoßung des Sekretes bilden <sup>1)</sup>.

1) Ich will hier beiläufig eine interessante Differenz erwähnen, die zwischen *Lima hians* und *inflata* sich zeigt, wenn man die lebenden Tiere in das oben erwähnte Gemisch wirft. Bei der ersten Spezies brechen sofort in stürmischer Weise sämtliche sekretorischen Fäden bis zur Wurzel ab, so daß es fast wie eine Selbstverstümmelung des Tieres aussieht, während bei der letzteren ein solcher Vorgang nicht statt hat. Es scheint das zusammenzuhängen mit der größeren Lebendigkeit, der energischeren Äußerung der Lebensthätigkeit, mit dem lebhafteren Naturell der *hians*. Ganz abgesehen von der viel reichlicheren Schleimsekretion, deren schon gedacht wurde, bewegt sich die *hians*, sofern sie sich kein Nest gebaut hat, viel öfter und schneller als die *inflata*. Während letztere meist träge auf dem Boden ruht und langsam und langweilig die Fäden hin und her schwingt, und, wenn sie, was sehr selten vorkommt, schwimmt, sich nur auf kurze Strecken fortbewegt, ist die *hians* eigentlich stets in actione. Liegt sie auf dem Boden, so bewegen sich die Fäden in schnellem Tempo nach allen Seiten, bald sich ausstreckend, bald sich zusammenziehend. Aber sie scheint es nie lange auf einem Fleck aushalten zu können. Bald erhebt sie sich, wobei mir der

Die Kapsel setzt sich proximalwärts fort in einen schmalen Stiel (Fig. 18 *a* und *c* bei *st*), mit welchem sie in mir unbekannt gebliebener Weise im subepithelialen Gewebe wurzelt. Derselbe ist von verschiedener Länge; manchmal ist er kleiner als die eigentliche Drüse, manchmal hat er die gleiche Ausdehnung; am häufigsten trifft man Zellen, deren Stiel länger ist, als der drüsige Teil. Die Drüsen brechen meistens, namentlich nach Mazerationen in Osmiumsäure, von den Stielen ab, die dann als starke Stümpfe (Fig. 18 *a*, *st*) aus der subepithelialen Schicht hervorragen. Das Protoplasma der Drüsenzelle grenzt sich in basalwärts konvexem (Fig. 18 *a* und *c*), scharfem Kontur gegen den Stiel ab, der ganz homogen erscheint.

Mechanismus dieses Erhebens vollständig rätselhaft blieb, und schwimmt mit schnellen, fast hastigen Bewegungen oft durch das ganze See-wasserbecken, die Drüsenfäden nach hinten, d. h. der Schwimm-richtung entgegengesetzt, dicht aneinander gelegt, so daß sie wie ein Schopf nachziehen, der durch das Wasser leicht bewegt wird. Hat sie sich niedergelassen, so beginnt das lebhaftes Fadenspiel von neuem, um nach nicht allzu langer Zeit durch eine Ortsbewegung wieder unterbrochen zu werden. Eine Lima hians gewährt der Betrachtung einen hohen Genuß durch ihre Lebendigkeit, eine inflata durch die Zartheit des Kolorits.

Aus der freien Beweglichkeit der Raduliden schloß GRUBE (20), daß dieselben ein Sehvermögen wahrscheinlich besäßen. Er bewies diesen Schluß allerdings nicht, wie er denn in dem zitierten Aufsätze sich mit Lima nicht weiter beschäftigte. Daß auch bei Lima, ebenso wenig wie bei Anomia und Ostrea, lichtempfindliche Zellen vorhanden sind, geht aus meiner Schilderung hervor; auch SHARP hat bei Lima squamosa keine sehenden Pigmentzellen gefunden. Trotz des Mangels an optischen Apparaten also findet sich hier eine gut entwickelte Fähigkeit schneller und plötzlicher Ortsveränderung. Man wird daher den von GEGENBAUR (19) in der zweiten Auflage seines Grundrisses in § 272 aufgestellten Satz: „Sehorgane kommen allen, freierer Bewegung sich erfreuenden Abteilungen der Mollusken zu“ in dieser allgemeinen Fassung fürder nicht mehr gelten lassen können. GRUBE (20) meinte, daß diejenigen niederen Tiere, welche mit freier Ortsbewegung ausgestattet sind, das Vermögen besitzen müssen, sich über ihre Umgebung zu orientieren und daß dieses von der Natur durch zwei Mittel erreicht wird, durch Einrichtung von Fühlfäden und von Augen. Auch dieser Satz ist in seiner Allgemeinheit unrichtig. Die Fühlfäden der von mir untersuchten Raduliden sind vermöge ihrer Kürze und infolge des Ortes ihrer Existenz schlechterdings absolut außer Stande, den Tieren beim Schwimmen die Orientierung zu ermöglichen. Wir stehen hier vielmehr vor einem noch ungelösten, interessanten biologischen Problem.

In seiner Wurzel, dicht über der subepithelialen Schicht, wo er etwas verbreitert ist, enthält er einen großen, sich intensiv färbenden Kern von kreisrunder Gestalt (Fig. 19 *a* und *c*, *stk*), um welchen herum ich niemals, ebensowenig wie im übrigen Stiel, auch nur andeutungsweise protoplasmatische Substanz wahrgenommen habe. Letztere ist ausschließlich im eigentlichen Drüsenkörper der becherförmig aussehenden Drüsenzelle vorhanden und vermischt sich, trotzdem sie von keiner besonderen Membran umhüllt ist, — denn die Kapsel ist davon ein dem Wesen nach offenbar völlig verschiedenes Gebilde — nie mit dem eventuellen Inhalte des Stieles und rückt niemals in denselben hinein. Drüsenkörper und Stiel, obwohl von gemeinsamer Kapsel umhüllt, sind streng geschiedene Bestandteile der Drüse, wie ein Blick auf die Figuren 18 *a* und *c* lehrt; der Übergang von dem fast hyalinen Stiel zur eigentlichen Drüse ist stets ein plötzlicher.

Auf Längsschnitten durch den Mantelrand und die Fäden, die in 6–8 Reihen angeordnet sind, erkennt man zunächst, daß das kubische Epithel des ersteren beim Übergang in letztere cylindrisch wird und gleichzeitig an Höhe zunimmt (Fig. 20 *f*). Die Cylinderzellen des Fadenußes sind eng aneinander gedrängt, haben einen zart granulierten Inhalt und einen central gelegenen Kern. Ihr freier Kontur trägt keine Wimpern, nur eine zarte Kutikula. Sie nehmen, je weiter man sich vom Ursprung des Fadens entfernt, an Höhe immer mehr zu und gruppieren sich zu Zotten, in deren Axe die subepitheliale Schicht sich konisch hineinerstreckt (Fig. 22). Hier haben, wie die Betrachtung der lebenden Fäden gelehrt hat, die Zotten, die deutlich nur an Längsschnitten durch die Mitte des Fadens zu erkennen sind, eine andere Bedeutung, als in den Tentakeln von *Anomia* und *Ostrea*; sie sind nichts anderes als die durchschnittenen, seitlich überstehenden, ringförmigen Teile der Fadensegmente. Der cylindrische Abschnitt der letzteren schrumpft bei der Konservierung derartig, daß er als gesondertes Gebilde nicht mehr erkannt werden kann (Fig. 20). Mit dem Auftreten der Zottengruppierung, d. h. der Ringbildung, geht eine Veränderung der Epithelzellen einher, die außer in der Höhenzunahme sich noch dadurch kenntlich macht, daß der Inhalt ein hyaliner wird, wenigstens niemals mehr eine Granulierung erkennen läßt, der Kern basalwärts rückt und der kutikulare Saum an Breite zunimmt. Anfänglich sind die Zotten niedrig (Fig. 20 *x*) und schmal und enthalten keine Drüsen. Sie nehmen aber schnell an Umfang und Höhe zu und

gleichzeitig treten dann die Drüsen auf, und zwar an der Innenfläche des Fadens (Fig. 20 *i*) um 6 Zotten früher, als an der Außenfläche (Fig. 20 *e*). Die Drüsenringe der sekretorischen Fäden sind also bei ihrem ersten Erscheinen nicht geschlossen, sondern nur Drüsenhalbringe, während die Außenhälfte noch indifferent ist. Die Drüsen sind in den ersten Ringen, in welchen sie sich finden (Fig. 20), nur spärlich vorhanden, mehr nach der Spitze zu werden sie immer reichlicher und in dieser selber überwiegen sie die übrigen Bestandteile des Fadens so sehr, daß namentlich auf Schrägschnitten (Fig. 24) man nur Drüsen, resp. das von deren Kapseln gebildete Gerüst findet, von Muskeln aber fast nichts erblickt. Die drei vorhin genauer beschriebenen und als ebenso-viele Hauptstadien der Thätigkeit erkannten Formen der Drüsen findet man auch an Schnitten wieder (Fig. 21, 22, 24). Es überwiegen auch hier diejenigen an Zahl, welche unmittelbar vor der Ausstoßung des Sekretes stehen, während die zweite Form weniger reichlich ist und stets nach innen von der ersten, der Fadenaxe zu liegt. Man sieht dies namentlich deutlich an Querschnitten (Fig. 21), wo die dunkel gefärbten homogenen Drüsen im zweiten Gliede sich finden, die schwach gefärbten mit Tropfeninhalte im ersten. Dabei ist zu beachten, daß an der Innenfläche immer mehr von ihnen vorhanden sind (Fig. 21 *i*), als an der Außenfläche des Fadens (Fig. 21 *e*), daß also die Drüsenringe in sich von ungleicher Dicke sind. An verschiedenen Stellen findet man das Sekret in Gestalt kurzer, buckelförmiger Erhebungen der freien Fläche der namentlich nach Fixierung in FLEMMING'scher Lösung sehr breit und dunkel erscheinenden Kutikula aufsitzen (Fig. 22 *x*). Die dritte Form ist im konservierten Material überaus schwer zu erkennen, weil die Kapseln der Drüsen nach Entleerung des Sekrets zusammenfallen und von den beiden anderen Hauptformen in den Hintergrund gedrängt werden. Man kann auf ihre Anwesenheit nur daraus schließen, daß an einzelnen Stellen, die dicht über dem subepithelialen Gewebe liegen, eine netzförmige Zeichnung zu sehen ist (Fig. 21 *y*, 22 *y*). In den Maschen des Netzes findet man bei sehr starken Vergrößerungen eine leicht granulierte, protoplasmatische Substanz und hie und da, wenn auch sehr selten, in der letzteren einen kleinen Kern. Die netzförmige Zeichnung, die man besonders häufig bei *Lima hians* trifft, muß dann als durch die Drüsenkapseln hervorgebracht betrachtet werden. An Schnitten läßt sich die Zugehörigkeit der einzelnen Drüsen zu ihren bezüglichen Stielen nicht mehr feststellen, die basal ge-

legenen Kerne der letzteren bilden eine dichte Reihe über der subepithelialen Schicht (Fig. 21 *k*, 22 *k*).

Die Drüsenfäden besitzen Längs- und Quermuskeln. Der große in der Axe des Fadens verlaufende und dessen massigsten Bestandteil bildende *retraktor* (Fig. 20 *lmm*, 23 *lmm*), dessen einzelne Bündel auf Querschnitten ein an quergeschnittene markhaltige Nerven erinnerndes Bild darbieten (Fig. 21 *lmm*), ist der stärkste; er verleiht dem frischen Faden ein längsstreifiges Aussehen, das sich namentlich an Tangentialschnitten durch den Muskel (Fig. 23 *lmm*) deutlich wiederholt. Die mehr unter der Epithelschicht in der Bindesubstanz verlaufenden Längsfasern und die sehr starken Quermuskeln (Fig. 21 *qmm*) sind sämtlich als seine Äste zu betrachten. Zwischen seinen Bündeln finden sich keine deutlich differenzierten Gefäße, sondern zahlreiche lakunäre Bluträume, die in mannigfachster Kommunikation miteinander stehen und deren wechselnder Füllungsgrad die mit den verschiedenen Kontraktionszuständen einhergehende wechselnde Turgescenz der Drüsenfäden bedingt.

Die einzelligen Drüsen, welche in den Drüsenfäden der Raduliden sich finden, weichen, wie dies aus obiger Schilderung hervorgeht, von den Becherzellen der Ostreiden und Vertebraten, mit welchen sie füglich verglichen werden können, wenn auch andere Epithelzellen zwischen ihnen fehlen, nur in einem Punkte ab; und zwar bildet den Unterschied der Stiel. Allerdings sind gestielte Becherzellen schon seit langem bekannt; indessen haben dieselben im Gegensatz zu den hier vorkommenden, einen kernlosen schmalen Stiel, der als schwanzförmiger Fortsatz im Gewebe wurzelt, während hier im basalsten Teile des Stieles ein deutlicher, relativ großer Kern vorhanden ist (Fig. 18 *a* und *c*, *stlc*). Ich halte indessen diese Differenz für nicht wesentlich; auf dieselbe ausdrücklich hinzuweisen, wollte ich nicht unterlassen.

Von Wichtigkeit für die Theorie der Sekretion aber scheinen mir die Vorgänge zu sein, wie sie an diesen Gebilden sich abspielen und deren Aufeinanderfolge man teils direkt sehen, teils mit größter Wahrscheinlichkeit erschließen kann.

Zunächst geht aus dem, was ich geschildert, mit aller wünschenswerten Deutlichkeit hervor, daß der von STÖHR (46) für Vertebraten aufgestellte Satz: „Die meisten Drüsenzellen gehen beim Sekretionsakte nicht zu Grunde, sondern sind im stande, denselben Prozeß mehrfach zu wiederholen“ (pg. 33), auch hier zu Recht besteht. In der That sind die einzelligen Drüsen, um welche es sich hier

handelt, sehr beständige Gebilde, „der Sekretionsakt“, um mit STÖHR zu sprechen, „endigt nicht mit dem Untergange der sezernierenden Zelle“. Die totale Ausstoßung, die LIST (29) bei *Tethys fimbriata* an ähnlichen drüsigen Gebilden gesehen haben will, kommt hier nicht vor.

Wie aber geht die Erneuerung des erschöpften Plasma dieser Drüsen vor sich?

Daß der Rest von Zellsubstanz mit Kern, welcher nach Entleerung des Sekretes übrig bleibt und allerdings in jeder Beziehung stark verändert ist, durch Aufnahme hämatolymphatischer Flüssigkeit eine *restitutio in integrum* erfährt, läßt sich freilich nicht sehen. Aber noch weniger kann das Gegenteil wahrscheinlich gemacht werden, daß er degeneriert, der Resorption anheimfällt. Denn für den Ersatz der verschwindenden histologischen Elemente ist gar keine Vorsorge getroffen. Es sind hier keine Plasmazellen vorhanden, die sich zu Becherzellen umwandeln könnten. FLEMMING (15) kommt in seiner zweiten Abhandlung über Molluskenhistologie (pg. 464) zu dem Schlusse: „Die Schleimdrüsenzellen sind . . . vollständige Äquivalente der Zellen, welche die Maschenräume der Binde substanz erfüllen; öfter sieht man auch deutlich mehrere der letzteren mit einer ausmündenden Drüsenzelle zusammenhängen.“ Er sagt weiter auf derselben Seite: „Es ist also, wenn nicht allein, so doch vorwiegend, die Zelle des Bindegewebes, die durch Metamorphose ihres Leibes die Massen von Schleim produziert, mit welchen die Haut der Landschnecken sich zu decken vermag; ja da die Maschen der Binde substanz mit den ausmündenden Zellen kommunizieren, so kann man sagen, daß das ganze subepitheliale Bindegewebe an dieser Art der Schleimsekretion beteiligt ist.“ Er vindiziert diesen Sätzen eine allgemeine Giltigkeit für Mollusken. SIMROTH (44) schließt sich der FLEMMING'schen Anschauung durchaus an und glaubt in einem Präparate, das er von *Helix pomatia* gefertigt (l. c. Taf. XXI, Fig. 36), deutlich die Übergänge von FLEMMING'schen Zellen zu Drüsenzellen sehen zu können. Er glaubt ferner, daß die Schleimdrüsen, um die es sich da handelt, mehrzellig seien, worauf ich an dieser Stelle nicht weiter eingehen kann. Was zunächst die von SIMROTH abgebildete Figur anlangt, welche die thatsächliche Unterlage für seinen Anschluß an FLEMMING bildet, so muß ich bekennen, daß ich aus solch einem Bilde überhaupt niemals einen Schluß ziehen würde, und zwar nach keiner Richtung hin; denn das, was SIMROTH zeichnet, kann ebensogut auf irgend eine andere Theorie angewandt und bezogen werden. Die Zeichnung

und, wenn dieselbe eine getreue Wiedergabe ist, das Präparat besitzen keineswegs die notwendige Klarheit und zwingende Beweiskraft, wie SIMROTH meint. Zufolge seiner l. c. pg. 325 gegebenen Erklärung stellt die Zelle *c* ein weiter entwickeltes Stadium von *b* dar, *e* die weitere Entwicklung von *d*, *g* von *f*: daß aber dies alles kontinuierliche Übergänge identischer Gebilde sind, ist aus der Figur in keiner Weise zu erkennen.

FLEMMING'S Ansicht scheint die zu sein, daß die Drüsenzelle und die Schleimzelle identisch sind. Es ist mir aber aus seiner Auseinandersetzung nicht klar geworden, ob er glaubt, daß erstere bei dem Sekretionsakte zu Grunde geht und durch umgewandelte Gebilde der letzteren ersetzt wird, oder ob der Schleim, der von den in den Maschen des Bindegewebes sich findenden Zellen stammt, durch Vermittelung jener Drüsen nach außen befördert wird. Im ersteren Falle hätten wir es mit einer ähnlichen Theorie zu thun, wie sie BROCK für die Fußdrüse der stylommatophoren Pulmonaten neuerdings aufgestellt hat (3), und meinen an anderem Orte (36) dagegen geltend gemachten Bedenken würde dann auch hier Raum zu geben sein. In letzterem Falle müßte die FLEMMING'sche Anschauung eine Einschränkung erfahren, da sie in dem von ihm aufgestellten generellen Umfange bei den bisher hier beschriebenen Acephalen keine thatsächliche Unterlage hat. Schleimzellen kommen bei Anomia vor, wo Drüsen fehlen, bei Ostrea stehen sie mit den Becherzellen und der zweiten Drüsenart in keiner Verbindung, wenigstens habe ich nie auch nur das geringste davon wahrgenommen; sie fehlen bei Lima hians und inflata in den Maschen der Bindesubstanz vollständig. Ein Ersatz der einzelligen Schleimdrüsen durch FLEMMING'sche Zellen oder ein Zusammenhang beider miteinander ist also hier nicht möglich. Auch andere Epithelzellen, welche sich zu Drüsenzellen verwandeln könnten, fehlen, wie schon bemerkt, vollständig, denn die einzigen epithelialen Elemente der Drüsenfäden sind, abgesehen von den paar Pinselzellen, eben nur die einzelligen Schleimdrüsen. Den Kern des Stieles und des letzteren eventuellen Inhalt in Anspruch zu nehmen, liegt ebenfalls keine Berechtigung vor, da rein gar nichts im Aussehen derselben, namentlich in dem des Kernes, auch nur entfernt auf einen solchen Vorgang deutet. Es fehlt somit die Möglichkeit, andere histiologische Elemente (FLEMMING'sche Zellen), als die einzelligen Gebilde, für die Schleimsekretion verantwortlich zu machen, und es fehlt auch jegliches Moment, das für eine Neubildung von Drüsenzellen in den Drüsenfäden der

Raduliden unter normalen Verhältnissen verwertet werden könnte. Man muß daher per exclusionem dazu kommen, die unbedingt notwendige Restitution des durch den Absonderungsprozeß veränderten Plasma der Drüsenzelle in diesen Plasmarest selber zu verlegen. In welcher Weise aber der Ersatz, oder vielmehr die Neubelebung erfolgt, ob da gleiche oder ähnliche Vorgänge statthaben, wie ich sie an den Zellen der Fußdrüse der Opisthobranchier (36) beobachten konnte, im speziellen, ob dem Kern eine besondere und dann aktive Rolle dabei zuerteilt ist, das kann ich nicht sagen. Die Möglichkeit, namentlich des letzteren Umstandes, ist nicht auszuschließen; es wird späteren, vorzüglich auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen vorbehalten bleiben müssen, den notwendigen Aufschluß zu liefern.

Zuerst durch SCHIEFFERDECKER (39), dann besonders durch LIST in dessen überaus zahlreichen Arbeiten über Becherzellen der Vertebraten haben wir kennen gelernt, daß das nach der FLEMING'schen Terminologie aus Filar- und Interfilarsubstanz bestehende Plasma der Drüsenzellen in der Thätigkeit eine Umwandlung dahin gehend erfährt, daß das Sekret in fixierten Objekten in Form von Strängen erscheint. LIST hat dabei, wie dies STÖHR (47) nachgewiesen, eine Verwirrung in der Nomenklatur hervorgerufen, indem er die Sekretstränge im fixierten Präparate mit den Netzsträngen des Plasma verwechselte. Aber abgesehen davon: die von SCHIEFFERDECKER und LIST geschilderten That-sachen habe ich hier nicht wiederzufinden vermocht, obgleich ich im wesentlichen mit denselben Methoden arbeitete, wie jene Forscher. Wenn jene Sekretstränge in Wirklichkeit vorhanden sind, wenn sie nicht, wie ich fast vermuten möchte, als durch die Fixierung und Konservierung hervorgerufene Artefakte zu betrachten sind (auch STÖHR (47) scheint dieselben als Kunstprodukte anzusehen), in welchem Falle die Erkenntnis ihrer Anwesenheit und die Besonderheiten in ihrer Anordnung, auf die namentlich LIST ein sehr bedeutendes Gewicht legt, für das Verständnis des Sekretionsprozesses völlig wertlos wären, dann läge hier eine tiefgreifende Differenz zwischen Vertebraten und Muscheln vor bei einem Vorgange, der gebunden an ähnliche histologische Substrate den gleichen physiologischen Effekt hat. Hier geht die Umwandlung des Drüsenplasma in Sekret so vor sich, daß des ersteren peripherer Abschnitt zu einer homogenen, keinerlei Struktureigentümlichkeiten zeigenden und durch ihre anilinophile Eigenschaft ausgezeichneten Substanz wird, die basalwärts fortschreitend

auf Kosten der Zellsubstanz wächst. Unter Verlust der tinktorialen Besonderheit zerfällt sie in Farbstoff scheuende (sit venia verbo) Tröpfchen (bei *Ostrea* in eosinophile Tröpfchen), die als definitives Sekret die Zelle verlassen. Die Schilderung, welche F. E. SCHULZE auf pg. 152 seiner berühmten Arbeit „Epithel- und Drüsenzellen“ (41) vom Sekretionsvorgange giebt, reiht sich viel eher den von mir geschilderten Thatsachen an, als den LIST'schen Angaben. Das Gleiche ist der Fall mit den Auseinandersetzungen von STÖHR (46), in dessen Histologie pg. 32/33, dessen Darstellung und Abbildung des Sekretionsvorganges in den Becherzellen der Wirbeltiere mit meiner Beschreibung völlig übereinstimmt. Beide Forscher aber erwähnen eines Zerfalls der Sekretmassen in kleine Tropfen nicht und gerade dieser Tropfenzerfall scheint es zu sein, welcher den charakteristischen Unterschied bildet zwischen den Becherzellen, beziehentlich den einzelligen Drüsen der Ostreaceen und Vertebraten. BÉLA HALLER (21 pg. 89) teilt mit, daß an den Stellen der Mundhöhle von Rhipidoglossen, wo Becherzellen liegen, außer diesen und offenbar indifferenten noch eine dritte Zellart sich findet, deren Körper auffallend granuliert ist und einen „im Gegensatze zu jenem der indifferenten Zellen runden Kern, ähnlich jenem der Becherzellen“ enthält. „Die Lagerung dieser Zellen ist dabei eine solche, daß je eine solche Zelle stets von zwei indifferenten Zellen begrenzt wird. An Stellen, wo die Becherzellen fehlen, kommt diese Zellart nicht vor“. Während HALLER glaubt, hier Jugendformen von Becherzellen vor sich zu haben, ist es mir nicht einen Augenblick zweifelhaft, daß diese Gebilde ruhende, oder, wie SCHIEFFERDECKER richtiger sagt, „sekretleere“ Becherzellen sind, die eben infolge ihres sekretleeren Zustandes nicht die gewöhnliche Gestalt besitzen, sondern mehr zusammengefallen sind und daher cylindrisch erscheinen. Der Sekretionsvorgang bei Cephalophoren scheint dann ähnlich wie bei den Ostreaceen in den Becherzellen zu verlaufen, nur daß, wie man aus dem Still-schweigen HALLER's über diesen Punkt schließen muß, ein Tropfenzerfall des Sekretes nicht statthat.

Welches ist nun der Zweck des von den Drüsenfäden der Raduliden gelieferten Sekretes?

Das Nest, welches eine Lima baut, besteht aus den verschiedensten anorganischen Partikeln oder Resten organischer Gebilde, welche durch zarteste Fäden, die sehr dicht gewebt sind (wenn man letzteren Ausdruck hier anwenden darf), zusammengehalten werden. Daß zu dem Neste das Sekret der Drüsen-

zellen der sekretorischen Fäden mitverwendet wird, davon habe ich mich an den zahlreichen Exemplaren, welche ich in den mir überwiesenen Aquarien in der zoologischen Station zu Neapel beobachten konnte, auf das deutlichste überzeugt. Den Mechanismus der Nestbildung konnte ich allerdings nicht erkennen.

Aber das dürfte wohl nicht der einzige Zweck sein. Das Sekret ist in solch überreichlicher Menge vorhanden, wird fortwährend auch in den Fäden im Neste sitzender Tiere produziert, daß es entschieden noch eine andere Bestimmung hat. Man findet den Drüsenfäden selten oder gar nicht anorganische Substanzen anhaften, etwas häufiger trifft man niederste Organismen, namentlich Infusorien an ihnen. Eine Weiterbeförderung der letzteren nach dem Munde behufs Verspeisung erscheint nicht wahrscheinlich; der Weg dahin ist oft sehr weit und die Mittel zum Transport, Wimperzellen, fehlen vollständig. Als Nahrungsfänger können daher die Drüsenfäden schwerlich betrachtet werden. Ich vermute, daß dieselben eine ähnliche Funktion haben, wie die Schleimdrüsen der Ostreiden, daß sie also als ein Schutzapparat, als eine Art Waffe zu betrachten sind. In den die Fädenreihen passierenden Wassermassen schwimmen zahlreiche Organismen, deren Berührung mit den Fäden durch die spärlich in denselben vorhandenen Sinneszellen zur lokalisierten Perzeption gelangt. Durch den sofort ausgepreßten Schleim werden dieselben unschädlich gemacht und dann durch den weiterrückenden Wasserstrom fortgetrieben.

So erkläre ich mir die Bedeutung der Drüsenfäden, gebe aber zu, daß es immerhin zweifelhaft bleibt, ob diese Erklärung völlig zutrifft und vor allem, ob sie erschöpfend ist.

Es erübrigt noch die Beschreibung der Muskulatur, der Binde substanz und der Innervierung, soweit diese Punkte nicht bereits in der vorhergehenden Schilderung ihre Erledigung gefunden haben.

Die Muskulatur des Mantels und der Mantelklappe, die der Fäden ist bereits besprochen, stellt ein ungemein verschiedenartig geformtes Netzwerk sich kreuzender Quer-, Längs- und ringförmig verlaufender Bündel dar. Namentlich ist dies im Mantel ausgesprochen, wo es schlechterdings unmöglich ist, eine dieser Gruppen als die besonders vorherrschende zu erkennen, etwa wie bei den Ostreiden und Anomiiden. In der Mantelklappe, deren dem Mantelraum zugekehrte Fläche flimmerndes Cyliinderepithel trägt, überwiegen in der Mitte die auf Längsschnitten quergetroffenen Bündel, also diejenigen Muskeln, welche ringförmig durch die ganze Klappe ziehen. An den Seiten sind Längsmuskeln vor-

handen, und zwar sind dieselben an der Innenseite schmaler als an der Außenseite, d. h. der freien Seite der Klappe. Durch schmale Bindegewebszüge sind die Muskeln in der Mantelklappe in oblonge Kästchen geteilt, deren Längsdurchmesser quer zur Längsaxe der Klappe steht. Die einzelnen Muskeln bestehen aus zahlreichen zu Bündeln vereinten Fibrillen und besitzen in wechselnden Abständen kreisrunde, relativ große Kerne.

Die Bindesubstanz bildet, wie oben bei Besprechung des Pigmentes schon erwähnt wurde, Maschen, die ungleich groß sind und durch verschiedenartigste Kreuzung ungleich starker Fibrillen oder Fibrillenbündel entstehen. Im Verlaufe dieser Fibrillen finden sich zahlreiche Kerne, die teils spindelförmig und klein sind, teils kreisrunde Gestalt haben und dann den Muskelkernen an Größe gleich kommen. FLEMMING'sche Schleinzellen, wie ich sie bei *Anomia* und *Ostrea* gefunden, kommen, es sei dies hier noch einmal bemerkt, in den Maschen des Bindegewebes der Raduliden nicht vor.

Der Ringnerv des Mantels ist ein drehrunder Strang von 0,17 mm Durchmesser. Zieht man von der zwischen einem Faden der innersten Reihe und der Mantelklappe existierenden Bucht eine gerade, die Längsaxe senkrecht schneidende Linie zur äußeren Fläche, so trifft man von der Umbiegungsstelle des Mantels 1,15 mm entfernt den Nerven. Derselbe besitzt auch hier, wie bei *Anomia* und *Ostrea*, eine aus ausschließlich multipolaren Zellen bestehende gangliöse Rinde und einen Nervenfaserkern, der einige wenige Ganglienzellen enthält und eine leicht netzartige Durchflechtung seiner Fasern erkennen läßt. Er liegt in einer bindegewebigen Hülle, die sich auf die von ihm zu den Mantelrandfäden abgehenden Äste fortsetzt. Letztere verlaufen in jenen axial, zwischen den Bündeln des großen retractor fili, wie man dies namentlich an Osmiummazerationen erkennen kann. Sie bestehen aus einfachen Fibrillenbündeln ohne interpolierte Zellen; die einzelnen Fibrillen gehen zu den Muskeln und Pinselzellen, in welchen letzteren sie in der bekannten und beschriebenen Weise enden. Ob auch Nerven zu den Drüsenzellen gehen, und wenn dies der Fall, wie sie da enden, habe ich nie, auch nicht nach Anwendung der Goldmethode, die hier ebenfalls, wie bei den beiden anderen Familien, mir stets ganz ungenügende Präparate geliefert, sehen können; eine Abhängigkeit des sekretorischen Vorganges von Nervenregung ist allerdings a priori anzunehmen.

Was endlich den steten Begleiter des Ringnerven, das Ring-

gefäß anlangt, so erscheint dasselbe hier als ein Blutsinus von 0,57 mm Länge und 0,013 mm Breite; es ist vom freien Mantelrande 0,5 mm entfernt. Es gleicht also einem Spalte, dessen Breitendurchmesser vom Schalenrande zur Mantelrandfläche geht, dessen Höhendurchmesser im Breitendurchmesser des Mantels liegt. Von ihm ab gehen die einzelnen Gefäße zu den Fäden, die sich dort in die schon erwähnten lakunären Bluträume fortsetzen.

#### Pectiniden und Spondyliden. (Fig. 25—36.)

Von letzterer Familie habe ich nur *Spondylus gaederopus* L. untersucht und zwar ausschließlichs konservierte Exemplare, die ich der Liebenswürdigkeit des Direktors des Berliner Aquarium, des Herrn Dr. O. HERMES, verdanke. Von den Pectiniden standen mir folgende Arten frisch und konserviert zur Verfügung: *Pecten flexuosus* Poli, *P. glaber* L. (konserviert aus Triest), *P. hyalinus* Poli, *P. Jacobaeus* L., *P. opercularis* L., *P. pusio* L. und *P. varius* L.

Der Mantelrand besitzt bei diesen Familien eine außerordentliche Menge von Tentakeln, die in mehreren Reihen, welche an Zahl bei den verschiedenen Spezies verschieden sind, angeordnet, den Mantelrand gleichmäßig besetzen bis zu der Stelle, wo die Schale in scharfer Kante einwärts biegt. Von hier ab sind sie wenig oder gar nicht entwickelt (es scheinen hier individuelle Differenzen vorzuliegen), und erst mehr den sogenannten Ohren der Schale zu, wo eine Mantelklappe nicht vorhanden ist, treten sie wieder auf, nun aber sehr wenig zahlreich und von geringer Länge. Die Tentakel der Mitte des Mantelrandes sind von sehr verschiedener Länge untereinander; es findet sich aber auch hier die für die bisher betrachteten Familien der Ostreaceen giltige Weise der Gruppierung vor, daß die innersten, d. h. diejenigen, welche dicht an der Umbiegungsstelle der Mantelklappe liegen, die längsten, die äußersten, der Schalenfläche angrenzenden, die kürzesten sind. Letztere sind zahlreicher, aber von geringerem Durchmesser als die, welche die nächst innere Reihe bilden, und mit dem nach innen zunehmenden Umfange vermindert sich *pari passu* die Zahl. Die allerinnersten sind demnach auch die seltensten. Zwischen rechter und linker Mantelhälfte findet sich ein Unterschied, indem letztere mehr und größere Tentakel besitzt als jene, jedoch nur so, daß bei gleicher Zahl der Reihen, zu denen die Tentakel gruppiert sind, die einzelnen Reihen rechts weniger Fäden besitzen als links; der feinere Bau ist aber beider-

seits ein übereinstimmender. Die feinen Spitzen der einzelnen Tentakel, namentlich die der zu innerst stehenden, werden bei der Kontraktion leicht eingerollt und zwar stets nach der Seite, welche der Mantelklappe abgewendet ist, also bei normaler Haltung der betreffenden Individuen die der linken Hälfte nach oben, die der rechten nach unten. Die beiden Mantelklappen berühren einander in der Ruhelage des Tieres vollständig oder lassen doch nur einen ganz geringen Spalt zum Eintritte des Wassers zwischen sich frei. Ihr scharfer Rand trägt kurze, kegelförmige Tentakel in kleiner Zahl, die bei *Pecten flexuosus*, *opercularis* und *pusio* in mehreren Reihen angeordnet sind, bei den übrigen Spezies der Pectiniden und bei *Spondylus* nur eine Reihe bilden. Die Richtung, welche die Fäden haben, ist nun die, daß der gesamte Wasserstrom mit einer Tentakelreihe in Berührung kommen muß, ehe er in die Mantelhöhle eintreten kann.

Die Mantelrandtentakel und die Mantelklappe enthalten an indifferente Epithelzellen gebundenes Pigment. Dasselbe ist bei *Spondylus* so intensiv entwickelt, namentlich in der Mantelklappe, daß es die Erkennung des feineren Baues außerordentlich erschwert. Bei den Pectiniden hat es alle Nüancen vom schwarzbraun bis zu einem goldigen Gelb, und zwar sind diese Farbtöne bei jedem einzelnen Individuum vorhanden; ob hierin eine bestimmte Anordnung vorherrscht, habe ich nicht ermitteln können. Die Mantelklappe bei *P. Jacobaeus* zeigt ein braungelbes Pigment, das in feinen Strichen angeordnet ist und eine überaus zierliche Zeichnung dieses Teiles bedingt. Die Tentakel derselben Spezies sind ebenfalls pigmentiert, doch in einer ganz eigentümlichen Weise. Das Pigment nämlich bildet zarte dreieckige Streifen, die von halber Tentakelbreite sind, am zweiten proximalen Viertel breit beginnen und bis in die Spitze hineinreichen. Sie finden sich hier nur in der Mitte der oberen, resp. unteren, d. h. der dem Mantelraum zu- bzw. abgewendeten Fläche, fehlen aber in den Seitenflächen der Tentakel vollständig; sie sind am selben Tentakel von verschiedener Farbe, braun bis gelb; die Intensität der letzteren wechselt aber bei jedem einzelnen Tentakel und bald ist die in normaler Lage obere Fläche dunkler, bald die untere.

Mit Ausnahme der beiden äußersten Reihen haben die Fühler der untersuchten Arten einen völlig übereinstimmenden epithelialen Belag, über welchen ich folgendes auszusagen habe.

An einem vom lebenden Tier, z. B. von *P. Jacobaeus*, ab-

geschnittenen Tentakel — man wählt am besten, der Deutlichkeit wegen, die langen innersten, — den man unzerzupft in Seewasser beobachtet, sieht man zwischen den sehr schnell schlagenden Cilien einzelne Gebilde hervorragen, die wie kleine Würzchen erscheinen, in deren Mitte ein relativ dicker, dunkler Strang liegt, der in die umgebende Flüssigkeit oft weit hineinragt (Fig. 25). Im Aufblick erscheinen sie als kleine Kreise mit einem dunklen, zentral gelegenen Punkte. Diese Gebilde sind im Fußteile der Tentakel nur selten, hier herrschen die gewöhnlichen Wimperzellen vor. Mehr nach der Spitze zu aber werden sie immer zahlreicher und in dieser selber oder richtiger, im distalen Viertel des Fühlers sind sie allein vorhanden, während die Wimperzellen vollständig geschwunden sind (Fig. 25). Der in jedem dieser Gebilde verlaufende axiale Strang, der bei der geringen Vergrößerung, welche bei dieser Betrachtung allein anwendbar ist, stets als ein einheitliches Gebilde erscheint, hat gar keine Eigenbewegungen und wird auch durch das Spiel der Wimpern im Fußteile des Tentakels, welche er überragt, nur sehr selten aus seiner Ruhelage herausgebracht. Dagegen habe ich hier eine Erscheinung beobachtet, welche mir sehr auffällig erschien, und für die bei den bisher beschriebenen Familien etwas ähnliches sich nicht findet. Der abgeschnittene Tentakel macht in der Beobachtungsflüssigkeit infolge der durch den Schnitt bewirkten mechanischen und durch das ins Gewebe eindringende Seewasser verursachten chemischen Reizung außerordentlich lebhafte, fast krampfhaftige Zuckungen. Bei solchen Kontraktionen, bei denen die fraglichen Gebilde einander genähert werden, sieht man nun, wie der axiale Strang mehr in das Innere derselben hineingezogen wird, und wie er nach Ausdehnung des Tentakels sich wieder vorstreckt, dabei, soweit dies erkennbar, keine Alteration in seinem Habitus erfahrend.

Zerzupft man einen Teil eines Tentakels frisch in Seewasser, so erhält man Bruchstücke der fraglichen Gebilde, die als abgestumpfte Kegel erscheinen (Fig. 26 a). Der freie Rand derselben wird von einem Saume gebildet, der aus zwei Reihen dunkler Knöpfchen besteht, die in geringer Distanz voneinander parallel sich angeordnet finden. Die entsprechenden Knöpfchen der oberen und unteren Reihe sind durch überaus zarte parallele Fäden verbunden. In der äußeren Reihe wurzelt eine wechselnde Zahl feiner, leicht konvergierender Borstenhaare von mäßigem Glanze (Fig. 26 a).

Die weitere Zusammensetzung dieser Gebilde, welche die Ana-

loga der FLEMMING'schen Pinselzellen sind, erkennt man an geeigneten Mazerationen, zu denen ich 0,1 % Osmiumsäure bei 6- bis 24stündiger und 5 % Kalibichromicumlösung bei 4—5 wöchentlicher Einwirkung als am besten geeignet empfehlen kann, obgleich sich, wie immer bei marinen Acephalen, ein sicherer Erfolg nicht verbürgen läßt.

Zunächst, und zwar an Präparaten, welche eine vollkommene Isolation noch nicht gestatten, erscheinen unsere Gebilde von pokalähnlicher Gestalt (Fig. 26*b*). An ihrer freien Fläche besitzen sie eine mehr oder weniger tiefe Delle, in der, nach innen von dem scharfen und etwas harten äußeren Kontur, die Borstenhaare mit einfacher Knöpfchenreihe entspringen (Fig. 26*b*). Dieselben lassen sich hie und da in die Substanz des Pokales eine Strecke weit hinein verfolgen (Fig. 26*b*, sichtbar bei dem mittleren der Gebilde), um dann fein zugespitzt aufzuhören. Der scharfe Kontur, den man zunächst sieht, ist eine das ganze Gebilde umhüllende Membran; der Inhalt des Pokales hat sich von derselben ein wenig zurückgezogen und ist durch eine zarte Linie begrenzt (Fig. 26*b*). Bei weiter vorgeschrittenen Mazerationen zeigt sich nun, daß diese pokalähnlichen Gebilde aus drei Zellen bestehen, die von einer gemeinsamen Membran umhüllt sind (Fig. 26*d, e*), und von denen die eine eine Sinneszelle ist, ganz nach dem Typus gebaut wie die FLEMMING'schen Pinselzellen überhaupt, während die anderen beiden indifferent sind. Jene liegt im Zentrum des von der Membran umschlossenen Raumes (Fig. 26*d, e, pi*), diese zu beiden Seiten und dienen jener als Stütze (Fig. 26*d* und *e, stez*). Was nun den Bau der ersteren, der Sinneszelle, anlangt, so kann man auch hier, wie an den Pinselzellen der anderen Ostreaceen-Familien, die drei Bestandteile wiedererkennen (Fig. 26*d* und *e, pi*): nämlich das Borsten tragende Köpfchen, den Hals und die kernhaltige Zwiebel mit der Nervenendfibrille. Das Köpfchen ist klein, niemals deutlich abgesetzt, von hyaliner Beschaffenheit, liegt entweder nach innen von der Membran und dann hat es einen breiten, hyalinen und leicht glänzenden Saum. In diesem Falle sieht man die in ihm entspringenden Borsten die Membran durchsetzen (Fig. 26*d, pi*). Oder es hat die Membran (Fig. 26*e, m*) leicht knopfförmig vorgetrieben, dann erscheint es elliptisch begrenzt und die Borsten, die ich in solchen Präparaten nie in das Innere hinein verfolgen konnte, entspringen von der Fläche dieser Ellipse (Fig. 26*e, pi*). Der Hals ist lang und schmal, er reicht bis ans subepitheliale Gewebe, ist von hyaliner Beschaffenheit und

erscheint an guten Präparaten stets homogen (Fig. 26 *d* und *e*, *pi*). Im subepithelialen Gewebe liegt die zwiebelförmige Anschwellung. Dieselbe ist sehr groß, enthält einen leicht granulierten Kern von eiförmiger Gestalt, der ein deutliches, punktförmiges Kernkörperchen besitzt (Fig. 26 *e*). Proximalwärts geht die Zwiebel in die Nervenendfibrille über, welche ich nur in der in Fig. 26 *e* wiedergegebenen Art und Weise an die Pinselzelle habe herantreten sehen. Daß diese Fibrille wirklich nervöser Natur ist, geht aus Goldpräparaten hervor. Übrigens sind die Nerven die einzigen Bestandteile der Tentakel, welche Varikositäten besitzen und aus der Anwesenheit der letzteren schon allein kann man ihren physiologischen Charakter erkennen und sie von Bindegewebsfibrillen unterscheiden.

Die Stützzellen (Fig. 26 *d* und *e*, *stz*) sind dadurch ausgezeichnet, daß sie, im Gegensatze zu dem hyalinen Aussehen der Pinselzellen, eine dichte Granulierung zeigen, die in Osmiumsäure einen leicht bräunlichen Farbenton erhält. Es sind das keulenförmige, indifferente, cilienlose Zellen, deren Endigung im subepithelialen Gewebe ähnlich der Endigung der gewöhnlichen indifferenten Zellen ist, nur daß ihre wurzelförmige Ausfaserung eine sehr schwache Ausprägung besitzt (Fig. 26 *d* und *e*, *stz*). Der oblonge, in Osmium heller als das Plasma erscheinende Kern, der stets ein punktförmiges, zentral gelegenes Kernkörperchen enthält, hat eine unbestimmte Lage; in einigen Stützzellen findet er sich zentral, in anderen basal. Die Stützzellen haben zuweilen ein spärliches, orangefarbenes Pigment, das niemals auf die Pinselzelle übergeht.

In einzelnen Präparaten, die durch verschiedene Methoden erhalten wurden, habe ich über den drei Zellen dieses Sinnesorganes, denn als solches muß das uns jetzt beschäftigende Gebilde betrachtet werden, in der Membran eine eigentümliche Zeichnung wahrgenommen (Fig. 26 *c* und *f*, *end*). Dieselbe bestand aus zarten Linien, welche bald mehr longitudinal, bald mehr transversal verliefen, sich untereinander kreuzten und so eine viel-eckige Felderung der Membran bedingten, die lebhaft an die Zeichnungen erinnerte, welche mit Silberlösung imprägnierte Endothelien darbieten (Fig. 26 *b*, *c* und namentlich *f*). Eine gleiche Zeichnung giebt BOLL (1) in Fig. 21 von *Haliotis tuberculata*, wo die Felderung sehr deutlich ist, und FLEMMING (17) nach Versilberung von den Fühlern von *Trochus cinerarius* (l. c. Fig. 3, Taf. VIII), nur daß an letzterem Objekte die endothelialen Elemente be-

deutend größer sind als hier. In einzelnen dieser Felder sieht man, namentlich nach Färbung mit Karninlösung, sehr kleine, blasse, runde Kerne liegen (in Fig. 26 *f*, *end* gehören die gezeichneten Kerne ausschließlich diesen Feldern an), die eine weitere Struktur nicht zu haben scheinen. Sie waren hauptsächlich in der proximalen Hälfte des Organes, nur sehr selten in der distalen vorhanden. An Schnitten durch gehärtetes Material ist die Felderung nicht erhalten, dagegen haben sich die Kerne, und zwar die am meisten basal gelegenen, mit dem gerade angewandten Farbstoff tingiert, und es entsteht so der Eindruck, als ob die Sinnesorgane mehr als drei Kerne hätten (Fig. 33), ein Eindruck, der, wie wir gesehen haben, dem Thatbestand nicht entspricht. Aus dieser Felderung der Membran aber kann man, glaube ich, den Schluß ziehen, daß die das Sinnesorgan umhüllende Membran (Fig. 26 *e*, *m*) aus einer Anzahl von Zellen besteht, die vielleicht endothelialer Natur sind.

Die indifferenten Zellen der Pectiniden (Fig. 26 *d*, *i*) sind teils pigmentierte, teils pigmentfreie, keulenförmig gestaltete Wimperzellen. Die breite Seite der Keule ist die freie, der schmale Stiel haftet im subepithelialen Gewebe mit nur wenig ausgebildeter wurzelförmiger Ausfaserung. Die Cilien sind lang und weich und sitzen auf dem freien Rande mittelst einer doppelten Reihe von Knöpfchen auf. Der Zelleib ist fast homogen bei den pigmentlosen; der körnige Farbstoff der pigmentierten liegt im breiten Teile (ausgenommen sind hier die Pigmentepithelien des Augententakels) und ist bei den verschiedenen Spezies in verschiedener Mächtigkeit entwickelt. Der Kern findet sich im stets farblosen, basalen Abschnitte an der Grenze zwischen proximaler breiter und distaler schmaler Hälfte; er ist klein, kreisrund oder eiförmig und enthält zentral ein punktförmiges Kernkörperchen. Die Wimperzellen der am freien Rande der Mantelklappe stehenden Tentakel sind um 1—2  $\mu$  länger, als die der übrigen. Die wurzelförmige Ausfaserung des proximalen Endes ist in nur geringem Grade entwickelt.

Ich wende mich jetzt zur Beschreibung des Baues des Mantelrandes bei den einzelnen Arten.

*P. Jacobaeus*. In der Mitte des Mantelrandes stehen rechts wie links fünf Reihen von Tentakeln; dieselben sind links dichter als rechts. An der Rücken- wie an der Bauchseite der Tiere ist die Reihenzahl geringer, und zwar sind an ersterer nur vier, an letzterer nur drei Reihen vorhanden. Die Tentakel der

einzelnen Reihen sind einfache, ungleich lange und ungleich zahlreiche kegelförmige Gebilde; nur die der vierten, also vorletzten Reihe sind verzweigt. Ein jeder von ihnen besteht aus zwei handschuhfingerförmigen, kleinen Fäden, die auf einem gemeinsamen Stiele aufsitzen. Der Mantelrand, auf dem die Tentakelreihen stehen, ist im konservierten Präparate durch seichte Einschnürungen außen wie innen vom eigentlichen Mantel geschieden und erhält dadurch ein mauerzinnenartiges Aussehen. Auf Längsschnitten gewinnt man daher den Eindruck, als ob sämtliche Tentakel von einem gemeinsamen Stiele entspringen. Von Interesse ist das Verhalten des zweiten Tentakels zum Auge. Ist jener auf dem Schnitte im Schwinden, so tritt etwa 0,15 mm unterhalb von ihm, d. h. näher der Mantelklappe zu, zuerst eine knopfförmige Anschwellung auf, die, je kleiner jener wird, an Größe und Breite zunimmt und sich nach der freien Seite zu verlängert. Ist der zweite Tentakel gänzlich geschwunden, so ist an seine Stelle ein cylindrischer Strang getreten, der auf seinem freien Ende das Auge trägt. Schwindet auf Schnitten das Auge, so tritt oberhalb, also mehr nach außen und dem Schalenrande zu, in ähnlicher Weise zunächst als knopfförmige Erhebung der zweite Tentakel wieder auf, der sich in voller Länge zeigt, wenn der Augententakel nicht mehr vorhanden ist. Da also, wo ein Auge im Mantelrande steht, ist nur dieses und die drei äußeren Tentakel vorhanden, da der erste ebenfalls niemals an derselben Stelle, also nie gleichzeitig mit diesem Organ vorkommt. Und sind alle fünf Tentakel vorhanden, so fehlt das Auge. An der Rückenseite, wo nur vier Reihen stehen, da hier die seltenen, sehr langen ersten Tentakel der Mitte gänzlich fehlen, findet das Alternieren zwischen Augententakel und ebenfalls zweitem statt, also dem dem dritten der Mitte entsprechenden; und an der Bauchseite, bei nur drei Reihen, wechseln Auge und der Tentakel ab, der dem vierten der Mittelreihe entspricht.

Dieses alternierende Vorkommen von Tentakeln der beiden innersten Reihen und Augententakel findet sich in ganz gleicher Weise bei allen übrigen Spezies der Pectiniden und bei Spondylus, so daß ich später auf dieses Verhältnis nach dem hier Auseinandergesetzten nicht mehr eingehen werde.

Zwischen den Tentakeln der beiden äußersten Reihen sieht man auf Schnitten eine kolbige Erhebung (Fig. 30), die, abgerundet und auf kurzem Halse aufsitzend, sich anscheinend in der ganzen Zirkumferenz des Mantelrandes auf rechter wie auf

linker Seite zeigt und so eine wulstige Erhebung der Oberfläche des Randes darstellt. Nach innen von ihr, von der äußeren Fläche des Fußteiles des vierten Tentakels ausgehend, findet sich die junge Epikutikula, die bei den Ostreaceen überhaupt sehr schwach entwickelt ist und stellenweise ganz fehlen kann; so habe ich sie, ich will das hier nachtragen, bei *Anomia* und *Lima* gar nicht getroffen, bei *Ostrea* nur selten und dann nie da, wo sie SHARP (13) gezeichnet, und ebenfalls selten bei den Pectiniden. Findet sie sich, so zeigt sie ein sehr zartes Aussehen, und erinnert vielfach an das von EHRENBAUM (12) beschriebene Verhalten.

PATTEN (32) teilt, wie das in der historischen Übersicht schon angegeben ist, den Mantelrand in drei Regionen ein, die er als „shell fold“, „ophthalmic fold“ und „velar fold“ bezeichnet. Ganz abgesehen davon, daß diese Einteilung für diejenigen Muscheln, die keine Augen besitzen und auch keine Mantelklappe haben, nicht durchführbar ist, scheint sie mir auch für die Ostreaceen nicht richtig zu sein. Es wird dadurch eine künstliche, durch nichts begründete Trennung geschaffen zwischen Regionen, die histiologisch und physiologisch gleichwertig sind, wie sein „velar fold“ und die innere Fläche des „shell fold“. PATTEN hat dann ferner die zwischen den beiden äußersten Tentakelreihen sich findende wulstige Erhebung, deren feineren Bau wir nachher kennen lernen werden, vollständig mißverstanden, wenn er von ihr die Epikutikula sezerniert werden läßt (cfr. seine Figuren 2, 3 und besonders 10 *cu*). Letztere entsteht stets von der äußeren Fläche der Tentakel der vorletzten Reihe, niemals aber von der wulstigen Erhebung. Seine Bemerkung „only the ophthalmic fold is ciliated, the remaining portions are, however, studied with sense hair papillae“ ist mir unverständlich. Meint er, daß im „ophthalmic fold“ keine Sinneszellen vorkommen, oder daß in den anderen Regionen sich keine Cilienzellen finden? Indessen ob das eine oder das andere mit dem Satze gesagt sein soll, ist gleichgiltig, da er so wie so falsch ist; denn die Tentakeln im „ophthalmic fold“ enthalten Sinneszellen so gut, wie die anderen Partien Wimperzellen.

Den feineren Bau der einzelnen Tentakel anlangend, so ist darüber folgendes auszusagen:

Die Tentakel I, II und III sind miteinander in völliger Übereinstimmung, ebenso die Tentakel, welche am freien Rande der Mantelklappe sich finden. Das Epithel des Mantelrandes, aus kubischen Zellen bestehend, geht ununterbrochen in das des Fußes

eines jeden Tentakels über, hier cylindrische Gestalt annehmend. In welcher Weise die Verteilung dieser indifferenten Zellen zwischen den Sinnesorganen statthat, läßt sich leider nur noch undeutlich und an sehr wenigen Stellen erkennen, da die durch die Konservierung verursachte, wenn auch nur geringe Schrumpfung in fast allen meinen Präparaten von dieser Spezies ein fast völlig gleichmäßiges Aussehen der einzelnen Epithelzellen bewirkt hatte, und zwar gerade und nur an diesen Tentakeln, während an IV und V und an der wulstförmigen Erhebung eine Unterscheidung differenter und indifferenten Epithelzellen auch am Schnitte sich wohl durchführen läßt. Man findet daher in der weitaus größten Mehrzahl der Präparate, sowohl an Längs- wie an Querschnitten (Fig. 27) in allen Regionen der Tentakel nur gleich hohe Cylinderzellen mit basal gelegenen, kreisrundem oder ovalem Kerne. An der Ober- und Unterseite, und zwar genau in der Mittellinie, sind die Zellen, wie das weiter oben schon erwähnt wurde, pigmentiert; das Pigment war in dem zur Abbildung gewählten Präparate (Fig. 27 *pig*) oben goldgelb, unten dunkelbraun, ließ aber an beiden Stellen den Kern erkennen, an der ersteren deutlicher als an der letzteren.

Tentakel IV besteht, wie bereits gesagt, aus zwei auf gemeinsamem Stiele aufsitzenden, handschuhfingerförmigen Teilen, welche gegen die freie Seite zu divergieren und von denen der innere beträchtlich, fast um das doppelte länger ist, als der äußere. Die äußere Seite des äußeren Teiles geht kontinuierlich in die äußere, die innere des inneren Teiles in die innere des gemeinsamen Stieles über. Die Breite des letzteren beträgt  $88 \mu$ , die ganze innere Seite hat ungefähr eine Länge von  $0,4 \text{ mm}$ , die äußere eine solche von  $0,7 \text{ mm}$ ; letztere reicht also bedeutend tiefer hinab, als erstere. Beide Teile des Tentakels haben einen übereinstimmenden Epithelbelag, und zwar ist die äußere Seite rein indifferent (Fig. 28 *e*), während die innere Zellen trägt, die, namentlich wenn man sie mit den Zellen der entsprechenden Tentakel der anderen Spezies vergleicht, als Sinneszellen zu betrachten sind, die nicht taktile Funktion haben (Fig. 28 *i*). Die Epithelzellen der äußeren Seite, die vielfach zerstreut Pigment enthalten (Fig. 28 *pig*), sind cylindrische Gebilde von  $9 \mu$  Höhe. Sie haben einen kreisrunden  $1,8\text{--}3,0 \mu$  breiten, meist zentral, zuweilen basal gelegenen Kern und besitzen, abgesehen vom Pigment, hellen Inhalt (Fig. 28 *e*). Die Epithelzellen der inneren Seite sind in meinen Präparaten stets pigmentfrei (Fig. 28 *i*), haben  $23,4 \mu$  Höhe und

einen stets basal gelegenen ovalen oder stäbchenförmigen Kern von 3,6—5,4  $\mu$  Längsdurchmesser. Sie haben ein dunkles und sich intensiver tingierendes Plasma als jene. Auf dem freien Rande der Außenseite sitzen häufig noch gut erhaltene Cilien, auf dem freien Rande der Innenseite sieht man in den weitaus meisten Fällen nur einen körnigen Brei und nur selten ganz kurze, starre Borsten.

Der V., äußerste Tentakel, der niemals Pigment enthält, hat lanzenspitzenartige Gestalt (Fig. 29). Er besitzt im kontrahiertesten Zustande, also im konservierten Präparate, eine ungefähre Länge von 0,7 mm, sein innerer Ursprung vom Mantelrande steht etwa um 70  $\mu$  höher als der äußere, welcher letzterer sich durch eine leichte Einsenkung, welche in Fig. 29 nicht mehr mitgezeichnet wurde, vom eigentlichen Mantel abhebt. Auch hier zeigen innere und äußere Epithelbekleidung eine deutliche Differenz. An der äußeren Fläche (Fig. 29 b), ungefähr bis zu einer Stelle, welche mit dem inneren Ursprung des Tentakels correspondiert (Fig. 29\*), besteht das Epithel aus 18  $\mu$  langen, sehr schmalen und dicht aneinander gedrängt liegenden Zellen, welche einen basal gelegenen stäbchenförmigen Kern von 7,2  $\mu$  Länge besitzen, der den ganzen Zelleib ausfüllt. Weiter abwärts von jener Stelle, dem Mantelrande zu, verliert das Epithel zunächst an Höhe, 12,6  $\mu$ , wird breiter, und während es bisher sich ziemlich intensiv färbte, nimmt es von da ab den Farbstoff kaum noch an. Gleichzeitig wird der Kern kleiner, rückt mehr zentral und bekommt runde Gestalt. Allmählig geht dieses Epithel in das gewöhnliche des Mantels über. Das Epithel der Innenseite (Fig. 29 i) besteht bis fast zum Uebergange in den Mantelrand aus Zellen von etwa 20  $\mu$  Höhe. Es sind die einzelnen Zellen hier nicht so schmal und sie erscheinen daher nicht so dicht gedrängt wie außen, sondern sind breiter, und hie und da, zwar nicht so deutlich und nicht so konstant wie bei anderen Spezies, immerhin aber besser als am Tentakel I, II und III, kann man bei starker Vergrößerung jene dreiteiligen Sinnesorgane sehen, die durch die Mazerationen erkannt wurden. Die Kerne liegen mehr zentral, als in den Zellen der Außenseite und haben rundliche Gestalt. In dem zur Abbildung gewählten Schnitte (Fig. 29) waren diese letzteren Andeutungen nicht zu sehen, namentlich nicht bei der verwendeten Vergrößerung.

Gleichwie bei Tentakel IV hat also die Innenseite Sinnesfunktion, die Außenseite ist indifferent. Daß man bei IV jene

dreiteiligen Sinnesorgane niemals erkennt, das möchte ich hier noch besonders hervorgehoben haben.

Die wulstige Erhebung (Fig. 30) steht in der Bucht zwischen den Tentakeln der vierten und fünften Reihe. Die Epithelien dieser Bucht sind gewöhnliche indifferente Zellen von fast hyalinem, schwach gefärbtem Plasma,  $9 \mu$  Höhe, mit zentral gelegenen kreisrundem Kern (Fig. 30 *in*). Auf dem freien Rande sitzen fast stets gut erhaltene Cilien auf. Die wulstige Erhebung selber hat eine Höhe von  $50 \mu$  und ist an der Basis  $20 \mu$ , an der freien Fläche  $40 \mu$  breit. Ihre äußere Seite wird von den sich an ihr hinaufziehenden indifferenten Zellen des Mantelrandes bedeckt (Fig. 30 *e*). Sie besteht aus einer wechselnden Zahl von eigentümlichen Epithelzellen (Fig. 30 *sz*), welche genau die Höhe der Erhebung, also  $50 \mu$  Längsdurchmesser besitzen. Diese Zellen sind zart granuliert und färben sich daher ziemlich intensiv in allen Farbstoffen, so daß sie sich von den indifferenten auf das schärfste unterscheiden (Fig. 30). Sie sind von keulenförmiger Gestalt, der breite Teil der Keule ist das freie Ende der Zelle, das schmale wurzelt in mir unbekannt gebliebener Weise im Bindegewebe. Auf dem freien Saume sieht man in den einen Präparaten einen Körnchenbrei liegen, in den anderen noch wohl erhaltene kurze Borsten. Der große oblonge Kern liegt bei einzelnen dieser Epithelzellen (Fig. 30 *sz*) im breiten Teile, in anderen ist er mehr in den schmalen gerückt; manchmal findet man Schnitte durch die Erhebung, wo die einen Zellen die erstere Lage des Kernes zeigen, die andern die letztere. Dann aber stehen dieselben nicht alternierend, sondern unregelmäßig durcheinander, sodaß ich nicht geneigt bin, dieser differenten Kernlage irgend welche Bedeutung beizulegen. Vielmehr besteht diese wulstförmige Erhebung ausschließlich aus histologisch wie physiologisch durchweg gleichwertigen Zellen, deren ganzer Habitus darauf hinweist, daß wir es hier mit eigenartigen Sinneszellen zu thun haben. Darauf deutet ferner hin, daß man in Schnitten einen zarten Nervenast nach der Gegend dieser wulstigen Erhebung ziehen sieht, dessen endliches Schicksal in der Nähe der Erhebung, also seine Verbindung mit den Sinneszellen, sich allerdings der Beobachtung entzog. Die Erhebung findet sich, wie schon hervorgehoben, anscheinend ununterbrochen in der ganzen Zirkumferenz des Mantels, rechts wie links, in stets gleicher Ausbildung vor, ist also ein sehr langgestreckter Sinneshügel, stellt eine Art Seitenorgan dar, dadurch ausgezeichnet, daß zwischen den Sinneszellen keine Stütz-

zellen vorhanden sind. Die äußere Seite ist von mehreren übereinander gestellten indifferenten Epithelzellen bedeckt (Fig. 30 e), an der inneren ist diese Bedeckung nur schwach entwickelt (Fig. 30 i). Wir können aber diesen indifferenten Belag als Stütze, gewissermaßen als „Strebpfeiler“ betrachten. Dieses bisher noch nicht bekannte Sinnesorgan will ich als Seitenwulst bezeichnen, um es von anderen Seitenorganen zu unterscheiden.

Über die Epithelien der Mantelklappe und des Mantels habe ich folgendes zu bemerken: Auf der dem Mantelraum abgekehrten Fläche der Mantelklappe sind die Epithelzellen pigmentiert und haben in den verschiedenen Regionen verschiedenes Aussehen. Im oberen Drittel, d. h. also vom Mantelrande ab, sind sie cylindrisch, von 24  $\mu$  Höhe; der Kern liegt basal im pigmentfreien Drittel. Die peripheren beiden Drittel der Zelle enthalten ein gelbes, feinkörniges Pigment, das in nur geringer Masse in den einzelnen Zellen vorhanden ist. Im mittleren Drittel der Mantelklappe hat das Epithel eine Höhe von nur 14  $\mu$ . Das Pigment ist braun und im distalen Teile der Zellen sehr stark angesammelt. Im letzten Drittel endlich ist das Epithel nur noch 6  $\mu$  hoch, die Zellen sind bald sehr intensiv, bald nur wenig pigmentiert. Die Epithelien sind ausschließlich indifferent. Auf der Innenfläche der Klappe, die dem Mantelraume zugekehrt ist, ist das Epithel kubisch; es besitzt in der ganzen Längenausdehnung nur 8  $\mu$  Höhe und hat einen zentral gelegenen kreisrunden Kern.

Die Epithelzellen des Mantels zeigen genau dieselben Verhältnisse auf beiden Seiten, wie die Mantelklappe auf der inneren.

Der Ringnerv des Mantels findet sich 0,12 mm von der äußeren, der Schaleninnenfläche anliegenden Seite entfernt. Er ist ein Strang von elliptischem Querschnitt, 0,17 mm längstem, in der Längsaxe des Tieres liegendem Durchmesser und 0,12 mm Breitendurchmesser. Er besitzt, wie bei allen Ostreaceen, eine ausschließlich multipolare Ganglienzellen enthaltende Rinde und einen Kern von Nervenfasern, die auf dem Querschnitt eine leichte, netzförmige Durchflechtung zeigen. Er giebt für jeden Tentakel einen Nerven ab, der zentral im Tentakel verläuft und zu den Muskeln und den Sinnesorganen tritt. Der Nerv, der in den Augententakel tritt, wird später besprochen werden. Der Ringnerv und seine Äste sind von zarter, bindegewebiger Hülle umgeben, die zahlreiche, alternierend angeordnete kleine Kerne von spindelförmiger Gestalt enthält. Es sei noch erwähnt, daß in den Ramifikationen

des Ringnerven und in dem weiteren Verlauf der Fibrillen seiner Äste sich niemals eingeschaltete Ganglienzellen finden.

Eine 20  $\mu$  breite Substanzbrücke trennt den Ringnerven von dem nach außen von ihm, also der Schaleninnenfläche zu liegenden Ringgefäß des Mantels, das hier in Gestalt eines auf Längsschnitten mondsichelförmig gebogenen Blutsinus erscheint, dessen konvexe Seite nach außen gerichtet ist. Dieser Sinus hat in verschiedenen Schnitten eine verschiedene Ausdehnung, jenachdem die zahlreich zu ihm tretenden, beziehungsweise von ihm abgehenden Gefäße mitgetroffen sind. Letztere treten in großer Zahl namentlich in die Tentakel der drei innersten Reihen und kommunizieren hier so vielfach miteinander, daß stellenweise ihre Lumina die eigentliche Substanz fast ganz bei Seite gedrängt haben. Daß wir hier wirklich Gefäße und nicht etwa bloß Lücken im Gewebe vor uns haben, zeigt sich klar an ihrem durch seine kleinen Kerne, welche leicht knopfförmig in das Lumen vorspringen (Fig. 29bl) und nie mit Blutkörperchen verwechselt werden können, kenntlichen endothelialen inneren Überzuge.

Die Muskeln im Mantel sind in wenig übersichtlicher Weise durcheinander geflochten; Längsmuskeln scheinen vorzuherrschen. Diese sind in den Tentakeln am massigsten entwickelt, während Quermuskeln, welche als Äste der Längsmuskeln zu betrachten sind, in nur geringer Zahl sich zeigen. Ringmuskeln sind nur ganz spärlich vorhanden. Die Mantelklappe enthält vorwiegend Muskeln, welche durch die ganze Ausdehnung derselben, parallel zum Schalenrande ziehen, und daher auf Längsschnitten quergetroffen sind. Durch schmale Bindegewebszüge sind dieselben in polyedrische Gruppen geteilt, deren Anordnung ganz an die erinnert, die in der Mantelklappe der Raduliden sich zeigt.

Die Binde substanz ist von gleichem Bau, wie bei Lima, bildet also ein ungleichmaschiges Netzwerk sich kreuzender, verschieden starker Fibrillen, resp. Fibrillenbündel, in deren Verlauf kleine spindelförmige oder kreisrunde Kerne eingeschaltet sind. FLEMMING'sche Zellen kommen hier nicht vor.

P. glaber. Auf dem Mantelrande dieser Spezies stehen 6 Reihen von Tentakeln, von denen die inneren fünf pigmentierte Epithelien besitzen, während die äußersten Tentakel kein Pigment führen. Diese Differenz ist übrigens konstant für alle von mir untersuchten Pectiniden. Tentakel IV und V stehen auf kurzem, gemeinsamem Stiele auf. VI ist schmal und lang, peitschenschnurförmig. V zeigt eine Dreiteilung; die Teile divergieren nach der

freien Seite zu. Der innerste Teil von V ist am meisten pigmentiert, der mittlere ist pigmentlos und am längsten von ihnen, der äußerste hält in Hinsicht auf beide Momente die Mitte ein. Der Bau resp. der epitheliale Belag von IV stimmt mit V überein und beide zeigen, ganz besonders der mittlere von V, dieselben Verhältnisse, wie die Tentakel der IV. Reihe von *Pecten Jacobaeus* (cfr. Fig. 28). Der äußerste Tentakel gleicht ebenfalls dem äußersten von *Pecten Jacobaeus* vollkommen (Fig. 29), und ebenso sind der zwischen der fünften und sechsten Reihe sich findende Seitenwulst, die Tentakel I, II, III und die am freien Rande der Mantelklappe sitzenden, sowie letztere selber und der Mantel in jeder Beziehung in Übereinstimmung mit den gleichen Teilen von *P. Jacobaeus*. Aus diesem Grunde glaube ich auf eine detaillierte Beschreibung verzichten zu können. Hervorheben nur möchte ich, daß ganz besonders bei dieser Spezies der Gefäßreichtum der Tentakel ein sehr großer ist und daß man daher auf Querschnitten mehr Lumen als Substanz trifft (Fig. 31).

*P. pusio*. Hier hat der Mantelrand 5 Tentakelreihen. Die Tentakel I—IV stehen höher auf dem Rande als der V., indem sich nach außen zu der äußere Rand von IV tief hinabsenkt (Fig. 32). Zwischen IV und V findet sich der Seitenwulst (Fig. 32 *sw*). Tentakel I, II und III und die mehrreihig angeordneten Tentakel der Mantelklappe stimmen in ihrem Bau untereinander und mit den gleichzählenden Tentakeln von *Pecten Jacobaeus* überein. Auch hier wie bei jener Art ist im Schnitt die Erkennung der den epithelialen Belag bildenden Sinnesorgane schwierig und nur an einzelnen Stellen möglich; meistens vielmehr bieten die Zellen ein gleichmäßig cylindrisches Aussehen dar. Sie sind vielfach in ihrem peripheren Teile mit dunkelbraunem Pigment erfüllt, das bis zum Kern reicht und den proximal davon gelegenen Teil frei läßt. III ist ein äußerst dünner und schmaler Tentakel, an dessen Stelle der Augententakel tritt, bei gleichzeitigem Fehlen von I und II; nach innen vom Auge steht also kein Tentakel, nach außen IV und V.

Der IV. Tentakel (Fig. 32 IV) ist  $45 \mu$  breit und an seinem inneren Ursprung gemessen niedrig. Seine Innenfläche ist leicht bauchig gewölbt und geht mit sanfter Rundung in die platte Außenfläche über. Er zeigt die Verhältnisse, welche der gleichzählige Tentakel von *P. Jacobaeus* darbietet, in erhöhtem Maße. Das Epithel seiner Innenfläche entwickelt sich aus dem kubischen, fast platten Epithel der zwischen ihm und Tentakel III sich findenden

schmalen Bucht (Fig. 32 IV). Während jener nur  $5,4 \mu$  Höhendurchmesser besitzt, hat dieses einen solchen von  $18 \mu$ , der nach der bauchigen Wölbung hin noch um wenig z zunimmt. Die einzelnen Zellen sind hoch cylindrisch und besitzen ein Plasma, das sich namentlich in Eosin - Hämatoxylin intensiver färbt, als das der übrigen Epithelzellen. Ihr Kern ist groß, oval und liegt basal (Fig. 32 IV). Auf ihrer freien Fläche findet man stets einen reichlichen Belag breiig zerfallener Borsten (Fig. 32 *h*). Von der Mitte der Außenseite ab, mantelrandwärts, macht dieses Epithel dem gewöhnlichen,  $5,4 \mu$  hohen, indifferenten Platz, das dann weiter abwärts durch so intensiv pigmentierte Zellen ersetzt wird, daß an diesen weder eine Begrenzung noch sonst etwas wahrzunehmen ist (Fig. 32 IV). Deutlich sind an demselben die Wimpern erhalten (Fig. 32 *w*). Es ist das Epithel der Innenseite nicht identisch mit dem Epithel der anderen Tentakel, d. h. es deutet ihr Aussehen nicht darauf hin, daß wir es hier mit den beschriebenen dreiteiligen Sinnesorganen zu thun haben, welche durch die angewandte Fixierungs- und Konservierungsmethode geschrumpft sind. Sondern wir haben hier ein Sinnesepithel, denn ein solches ist es unzweifelhaft, *sui generis* vor uns, eine Annahme, für die stringentere Beweise die gleichen Tentakel, d. h. die der vorletzten Reihen der noch zu beschreibenden Arten liefern werden. Am untersten Teil der Bucht wird das Epithel plötzlich pigmentfrei und hier sieht man dann deutlich die junge Epikutikula sich erheben, die sehr zart und durchsichtig ist und eine ganz schwache Querstreifung erkennen läßt (Fig. 32 *ec*).

Der Seitenwulst in der Bucht zwischen IV und V (Fig. 32 *sw*) hat einen Bau, der vollständig mit dem von Pecten Jacobaeus beschriebenen übereinstimmt.

Der äußerste V. Tentakel (Fig. 32 V) zeigt dieselben Struktureigentümlichkeiten, wie der äußerste von Pecten Jacobaeus. Also hohes Cylinderepithel an der Außenseite, das sehr schmal ist, sehr dicht gedrängt steht und stäbchenförmige, basal gelegene Kerne besitzt. An der Innenseite weniger hohes Epithel, das aber von breiteren Zellen gebildet wird, die man zuweilen zu den dreiteiligen Sinnesorganen gruppiert sieht, deren Kerne von runder oder ovaler Gestalt und zentral gelegen sind.

Das niedrige indifferente Epithel der Bucht geht ganz allmählich in das hohe differente des Tentakels über, und zwar findet sich letzteres erst von der Mitte der Innenfläche ab (Fig. 32 *x*).

Das hohe Cylinderepithel der Außenseite macht allmählich dem niedrigen der Außenfläche des Mantels Platz.

Ringnerv, Ringgefäß mit kreisrundem Querschnitt, Muskulatur und Bindesubstanz wie bei *Pecten Jacobaeus*.

*P. hyalinus*. Leider hatte ich die aus Neapel bezogenen Exemplare in MÜLLER'scher Lösung konservieren lassen, einem Reagens, der bei Mollusken nur für das Nervensystem zu gebrauchen ist, auf Epithelien aber im höchsten Grade mazerierend einwirkt. Ich verzichte daher auf eine detaillierte Darstellung der Untersuchungsergebnisse und will nur der Vollständigkeit halber bemerken, daß diese Spezies 6 Tentakelreihen hat und daß zwischen den beiden äußersten sich ebenfalls ein Seitenwulst befindet. In der Mantelklappe besonders reichlich, mehr verstreut in den übrigen Teilen, kommen eigentümliche Gebilde vor, welche ich nur hier getroffen habe. Dieselben besitzen einen Durchmesser von 12  $\mu$  und sind scharf konturiert und kreisrund. Ihr Inhalt ist entweder zart granuliert oder wird durch einen zwerchsackartig gebogenen oder drehrunden Körper gebildet, der sich in Hämatoxylin intensiv blau färbt.

*P. flexuosus*. 5 Reihen von Tentakeln, von denen I, II und III untereinander übereinstimmen, sich aber von den anderen beiden unterscheiden; IV gleicht dem gleichzähligen Tentakel von *Pecten Jacobaeus*, V ist wie der äußerste der bisher beschriebenen Arten gebaut. Zwischen IV und V findet sich der Seitenwulst. An den Tentakeln I, II und III und an den mehrreihig angeordneten der Mantelklappe kann man hier, im Gegensatze zu den vorigen Spezies, die dreiteiligen Sinnesorgane sehr gut wieder erkennen und am Schnittbild im wesentlichen das bestätigen, was in größerer Deutlichkeit das Mazerationspräparat lehrt. Am frischen Präparat lehrt die Betrachtung, wie ich hervorgehoben habe, daß in der distalen Hälfte, mindestens im distalen Drittel des Tentakels Wimperzellen vollständig fehlen und nur jene beschriebenen Sinnesorgane vorkommen (Fig. 25). Das zeigt sich in ganz besonders schöner Weise an Querschnitten (Fig. 33), welche aus dieser Gegend einem Tentakel entnommen sind. Hier erhält man ein Bild, das von den bisher von Acephalen bekannten vollständig abweicht. Um den Muskelkern des Fadens, der von starken Längs- und schwachen Quermuskeln (Fig. 33 *lmm*, *qum*) gebildet wird und in sich, paraxial gelegen, den Nerven enthält (Fig. 33 *n*), liegen strahlenartig abstehend, einen Stern bildend, die Sinnesorgane. Man erkennt in jedem einzelnen von ihnen als Axenfaden

die mit Karmin dunkelrot gefärbte Sinneszelle, deren freier Rand die deutlich erhaltenen, nur leicht zusammengebackenen Borstenhaare trägt (Fig. 33). Die seitlich der Sinneszelle liegenden beiden Stützzellen haben sich nur schwach tingiert, während die Membran hingegen ein tieferes Rot angenommen hat. Jedes Gebilde hat ein flaschenförmiges Aussehen (Fig. 33); der Hals der Flasche ist sehr schmal und sehr lang, der Grund klein und bauchig gewölbt. In letzterem liegen die intensiv gefärbten Kerne, die also hier sich außerhalb der subepithelialen Schicht finden. Zuweilen finden sich mehr als drei Kerne (die betreffenden Gebilde sind in Fig. 33 mit  $x$  bezeichnet); dann haben sich die Kerne der die Membran konstituierenden Zellen mitgefärbt, wie dies schon oben als relativ häufiges Accedenz erwähnt wurde.

In ganz besonderer Weise ausgezeichnet ist die Mantelklappe, deren epithelialer Belag eine von allen Pectiniden abweichende Gruppierung besitzt. Die Epithelzellen der inneren Seite der Mantelklappe (Fig. 34 *i*), also der dem Mantelraum zugekehrten Seite, sind dicht mit einem dunkelbraunen, die ganze Zelle erfüllenden Pigment versehen, durch welches die in Karmin tiefrot gefärbten Kerne bald deutlich, bald undeutlich hindurchschimmern. Die Zellen sind  $9 \mu$  hoch, ihre Grenzen infolge der Pigmentanhäufung nicht mehr zu erkennen; der Kern liegt basal. Das Epithel der Außenseite hat die gleiche Höhe wie jenes und ist ebenfalls pigmentiert. Nur ist hier das Pigment braungelb und erfüllt die Zelle lange nicht so dicht (Fig. 34 *e*). Genau in der Mitte der Länge der Klappe nun, in einer linearen Ausdehnung von  $0,2 \text{ mm}$  im konservierten Exemplare, findet sich eine Strecke, die auf dem Schnitte folgendes Bild darbietet. Vom proximalen Teile (Fig. 34 *pr*) distalwärts vorschreitend zeigt sich zunächst das Epithel plötzlich pigmentfrei und bildet einen kleinen hügeligen Vorsprung (Fig. 34 *v*). Derselbe geht dann in einen großen Hügel, den Haupt- hügel, wie ich ihn nennen will (Fig. 34 *h*) über, welcher sich in ein Thal einsenkt (Fig. 34 *t*), dessen Zellen sehr schwach pigmentiert sind. Von da erhebt sich das Epithel wiederum zu einem Hügel, der allerdings nur ungefähr den dritten Teil so hoch ist, wie der Haupt- hügel (Fig. 34 *n*), ich will ihn Nebenhügel nennen, und sich mit einer plateauartigen Abdachung (Fig. 34 *a*) in das indifferente gewöhnliche Epithel distalwärts fortsetzt (Fig. 34 *di*). Der Haupt- hügel hat in seiner Mitte eine Höhe von  $96 \mu$ , der Nebenhügel eine solche von  $28 \mu$ . Die diese hügeligen Anschwellungen bekleidenden Epithelzellen sind, abgesehen von den

im Thal (Fig. 34 *t*) sich findenden, völlig pigmentfrei. Sie haben ein homogenes Plasma, das sich in Karmin schwach färbt, einen basal gelegenen kreisrunden Kern enthält, und tragen auf ihrer freien Fläche, besonders auf der des Haupthügels (Fig. 33 *h*), die unter dem Bilde eines doppelten Saumes erscheint, reichlichen körnigen Brei zerstörter Borstenhaare. Da, wie Isolationspräparate darthun, hier in großer Menge Sinneszellen vom Typus der FLEMMING'schen Pinselzellen vorkommen, so haben wir es hier also mit Sinnesorganen zu thun, die als Sinneshügel erscheinen und Seitenhügel heißen mögen. Ob dieselben gleichmäßig und in gleicher Ausbildung in der ganzen Zirkumferenz der Klappe sich vorfinden, oder ob sie in großer Zahl dicht nebeneinander stehen, das habe ich nicht mit Sicherheit feststellen können. Ich möchte mich der zweiten Annahme zuneigen. Ebenso habe ich, da die Mazerationen in dieser Hinsicht keinen Aufschluß gaben, nicht bestimmen können, in welcher Weise Sinneszellen und indifferente Zellen, welche hier vorkommen, in den Hügeln verteilt sind. Es ließ sich auf Schnitten bei dem völlig gleichen Färbungsvermögen beider Zellformen dies nicht feststellen. Jedenfalls sind es Sinneshügel, und zwar sind, wie die pigmentierte thalartige Einsenkung zeigt, zwei Seitenorgane vorhanden, analog denjenigen Seitenorganen, die wir bei Fischen (F. E. SCHULZE), Mollusken, und zwar Rhipidoglossen (BÉLA HALLER), und Würmern (EISIG) bereits seit langem kennen.

Ringnerv, Ringgefäß und Vaskularisation der Tentakel, Muskulatur und Binde substanz wie bei den übrigen Arten.

*P. opercularis*. 6 Reihen von Tentakeln, die nach demselben Prinzip angeordnet sind, wie die der vorher behandelten Spezies, und deren feinerer Bau im wesentlichen dieselben Eigentümlichkeiten darbietet. Es stimmen also Tentakel I, II, III und IV und die in mehreren Reihen stehenden kurzen Tentakel der Mantelklappe in ihrer Zusammensetzung überein. V, also der vorletzte Tentakel, hat wiederum einen besonderen Bau; VI, ebenfalls abweichend von den anderen, ähnelt den äußersten Tentakeln, wie sie bisher beschrieben wurden, und zwischen vorletzter und letzter Reihe findet sich der Seitenwulst, der, wie überall, aus keulenförmigen Sinneszellen, ohne dazwischen liegende indifferente, besteht.

Wie bei *P. flexuosus*, so zeigen auch hier die Tentakel des Mantelrandes, mit Ausnahme der der beiden äußersten Reihen, in außerordentlich deutlicher Weise auf Schnitten die dreiteiligen

Sinnesorgane. Sie enthalten nur wenig Pigment, und dieses wenige findet sich zerstreut, so daß eine Zeichnung, wie man sie bei *P. Jacobaeus* findet, gar nicht zu erkennen ist. Die Breite der Sinnesorgane, welche, wenn man schwache Vergrößerungen anwendet, auf Längsschnitten wie kleine und schmale Zotten des Epithels aussehen, von welchen eine jede durch ein einzelnes Sinnesorgan gebildet wird, beträgt 7,2—14,4  $\mu$  und die bezügliche Höhe 19,8—27,0  $\mu$ . Die höheren von ihnen stehen im distalen Teile der Tentakel und bilden dessen alleinigen epithelialen Überzug, während die niedrigeren etwa von der Mitte proximalwärts sich finden und je mehr man sich dem Ursprung der Tentakel aus dem Mantelrande nähert, um so reichlicher mit indifferenten Zellen vermischt sind. Vielfach findet man im distalen Teile die Sinnesorgane querschnitts und man hat dann je nach der Höhe, in der der Schnitt liegt, ein differentes Bild. Oberhalb der Mitte des Organes, an seinem freien Ende, wo der Durchmesser, wie dies aus den Abbildungen (Fig. 26 und 33) hervorgeht, ein geringer ist, sieht man nur einen kleinen, zart konturierten Kreis, in dessen Zentrum ein rundliches, ziemlich intensiv tingiertes Gebilde liegt: das distale Ende der Sinneszelle. Auf tieferen Schnitten, aber immer noch distalwärts der Mitte, zeigt sich die zentrale Sinneszelle von einem schwach tingierten plasmatischen, doppelten Hofe umgeben; es sind zwei leicht mondsichelförmige Gebilde, welche um sie herum liegen. Unterhalb der Mitte, dem proximalen Ende nahe, findet sich im Zentrum des kreisrunden Querschnittes die Sinneszelle, welche in ihrer Mitte einen kleinen Kern hat und seitlich beiderseits von ihr die wiederum mondsichelförmigen indifferenten Stützzellen mit ihren Kernen. Auf diesen Querschnitten erkennt man ferner, mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit, daß das ganze Sinnesorgan von einer zarten Membran umgeben ist, die sich intensiv färbt.

Von besonderem Interesse und, wie ich glaube, hervorragend physiologischer Wichtigkeit ist der Bau der Tentakel der vorletzten Reihe (Fig. 35), welche diejenigen Struktureigenheiten, die die gleichzähligen Tentakel der übrigen Arten nur angedeutet erkennen lassen, in viel weiter entwickeltem Grade besitzen. Jeder Tentakel, abzüglich der Epithelien, hat eine Breite von 14,4  $\mu$ ; das Epithel seiner beiden Seiten ist ein verschiedenes. Außen sind die Zellen fast kubisch (Fig. 35 e), etwa 3,6  $\mu$  hoch und breit, haben einen schwachen Saum, der vielfach noch gut erhaltene Wimpern trägt. Der Kern derselben liegt zentral, ist kreisrund

und hat etwa  $2,7 \mu$  Durchmesser. Diese Zellen stehen an der ganzen Außenseite bis zur Spitze (Fig. 35 *x*), doch so, daß die Kurvatur der letzteren von dem Epithel der Innenseite eingenommen wird. Dieses letztere (Fig. 35 *c*) besteht aus Zellen, die fast alle von gleicher Höhe sind, etwa  $30,6 \mu$ ,  $6,3 \mu$  Breite haben und einen großen, längs ovalen Kern von  $3,6 \mu$  Durchmesser besitzen, in welchem man eine zarte Körnung deutlich sehen kann (Fig. 35 *i*). Diese Zellen sind durchweg Cylinderzellen, sind gleichmäßig schwach granuliert und haben in dem etwa angewandten Farbstoff in ganz gleicher Weise ein zartes Kolorit gewonnen. Ihre gegenseitigen Grenzen sind scharf, ihr freier Rand erscheint in den einen Präparaten doppelt, in den anderen einfach und trägt hie und da Borsten, oder einen körnigen Brei, als Überrest der letzteren. In Mazerationspräparaten dieses Tentakels zeigen diese Zellen basal eine schwache spindelförmige und kernhaltige Anschwellung, welche sich in eine feine, variköse Faser fortsetzt, und tragen auf ihrem freien Ende 2—3 kurze, starre Borsten, welche breiter sind als die der gewöhnlichen Pinselzellen. Sie weichen somit von dem Typus der letzteren ab und dokumentieren sich als Sinneszellen besonderer Art. Dadurch, daß sich bei der Konservierung die Oberfläche vielfach gefaltet hat (Fig. 35 *i*), haben einzelne Zellen nicht ein cylindrisches, sondern mehr keulenförmiges Aussehen. Diese Differenz ist aber rein artefizieller Natur und deutet nicht auf eine verschiedene physiologische Dignität hin. Vielmehr sehe ich mich zu der Annahme genötigt, daß dieselben ein Sinnesorgan zusammensetzen, dem die indifferenten Stützzellen mangeln.

Alle übrigen noch nicht berührten Verhältnisse (Ringnerv, Ringgefäß etc.) stimmen so vollständig mit denen von P. Jacobaeus überein, daß ich auf das dort Gesagte verweisen kann.

*P. varius*. Der Mantelrand dieser Pectinidenspezies ist reichlicher als der aller übrigen mit Tentakeln versehen; er besitzt nämlich 8 Reihen. Wie stets, so nehmen auch hier die Tentakel von innen nach außen an Länge und Umfang ab und die Reihen an Dichte zu. Die indifferenten Zellen und zum Teil auch die Stützzellen der dreiteiligen Sinnesorgane enthalten ein außerordentlich dunkles und dicht angehäuftes Pigment, so daß es vielfach schwer ist, die Einzelheiten mit Genauigkeit zu erkennen. Nur die einreihig angeordneten Tentakel der Mantelklappe und, wie überall, der Seitenwulst, sowie Tentakel VII (Fig. 36) sind pigmentfrei. Auch hier sieht man, wo das Pigment ein Ein-

dringen überhaupt gestattet, die dreiteiligen Sinnesorgane sehr genau, deren Struktureigenheit durch die schrumpfende Wirkung der Konservierungsflüssigkeit nicht verwischt ist.

Von hervorragendem Interesse ist auch bei dieser Art der Bau des vorletzten, des VII. Tentakels (Fig. 36 VII), der in den Details sich bedeutend unterscheidend von den vorletzten der übrigen Arten, doch in der Hauptsache dieselben Besonderheiten in, wie ich glaube, höchster Ausbildung darbietet. Er hat im kontrahiertesten Zustande an seiner inneren Seite eine Länge von 0,21 mm und zerfällt in zwei gleich große Abschnitte, den Fuß und das Sinnesorgan (Fig. 36 VII). Der Fuß hat eine Gesamtbreite (von Epithelsaum zu Epithelsaum) von 72  $\mu$ . An seiner inneren Seite besitzt er ein indifferentes Pigmentepithel; das Pigment ist dunkel schwarzbraun und erfüllt die Zellen so dicht, daß von den Kernen nichts zu sehen ist. Die äußere Seite reicht bis in die tief sich hinabsenkende Bucht, die zwischen ihm und dem letzten Tentakel sich findet. Von dieser Bucht aufwärts, in einer Ausdehnung von 0,16 mm, ist das Epithel ebenfalls indifferent und ebenfalls mit dunkel-schwarzbraunem Pigment vollgefüllt (Fig. 36 e). Genau entsprechend dem inneren Ursprung des Tentakels geht außen das Pigmentepithel plötzlich in pigmentfreies über. Dasselbe besteht aus Zellen von 16  $\mu$  Höhe, die deutlichen doppelten Saum zeigen und mit zarten Cilien bedeckt sind (Fig. 36 e). In seiner halben Höhe nun nimmt der Tentakel eine Breite von etwa 100  $\mu$  an, welche Zunahme zum größten Teile begründet ist in der Höhenzunahme der Epithelzellen auf der Innenseite, zum geringeren in der Zunahme der Tentakelsubstanz. Die Epithelzellen sind nämlich jetzt 63  $\mu$  hoch (Fig. 36 VII) und setzen sich scharf und unvermittelt gegen die niedrigen ab. Sie behalten diese Höhe bis zur Umbiegung auf die äußere Seite bei, wo sie 32  $\mu$  messen und sich 80  $\mu$  proximalwärts erstrecken (Fig. 36 VII). Gleichfalls ist die Grenze zwischen ihnen und den pigmentfreien Zellen der Außenseite scharf, der Übergang unvermittelt. Die einzelnen Epithelzellen dieser Region sind außerordentlich schmal, nur 4  $\mu$  breit, sie stehen dicht gedrängt und sind gleichmäßig zart granuliert und zart gefärbt. Ihr Kern ist stäbchenförmig (Fig. 36 VII), lang, liegt meistens basal, selten mehr zentral. Der Saum ist deutlich doppelt konturiert, mit Resten von Borstenhaaren (Fig. 36 VII) oder auch noch mit erhaltenen kurzen Borsten besetzt. Auch hier, wie besonders bei *Pecten opercularis*, finden sich zwischen diesen so gearteten und

als Sinneszellen zu betrachtenden Epithelzellen keinerlei Gebilde, welche einen anderen Habitus darböten, also keine indifferenten Zellen; vielmehr ist die epitheliale Zusammensetzung dieses Sinnesorganes eine durchaus einheitliche. In Isolationen zeigen die Zellen dieses Sinnesorganes genau denselben Charakter, wie diejenigen im vorletzten Tentakel von *Pecten opercularis*; das dort Gesagte hat daher auch hier völlige Gültigkeit.

Alles Übrige wie bei den anderen Arten.

*Spondylus gaederopus*. Der Mantelrand trägt 4 bis 5 Reihen von Tentakeln; zwischen den beiden äußersten findet sich der Seitenwulst. Die Details, soweit sie bei dem fast schwarzen Pigment zu erkennen sind, in Betreff des Baues der Tentakel, die Struktur des Ringnerven, die Lage des Ringgefäßes, Innervierung, Vaskularisation, Muskulatur und Bindesubstanz sind in so absoluter Übereinstimmung mit den Pectiniden, daß ich auf eine genauere Auseinandersetzung der Befunde verzichten kann.

Über die physiologische Bedeutung der an der freien Seite der Mantelklappe von *Pecten flexuosus* von mir entdeckten beiden Seitenhügel wird ein Zweifel wohl nicht aufkommen können. Es sind das Organe, welche als Analoga der bei den verschiedensten Tierformen gekannten Seitenorgane zu betrachten sind. Ebenso, glaube ich, wird die Erklärung der Funktion des bisher nicht gekannten, resp. hinsichtlich seiner Struktur verkannten Seitenwulstes, welcher sich durch den ganzen Mantelrand zwischen den beiden äußersten Tentakelreihen anscheinend kontinuierlich dahin zieht und bei allen untersuchten Arten vorkommt, keine Schwierigkeiten bereiten. Es ist dieser Wulst meiner Ansicht nach ebenfalls ein Seitenorgan und als solches analog den bekannten. Er weicht erstens dadurch ab, daß er ein nirgend unterbrochenes Ganzes darzustellen scheint. Zweitens entbehrt er der indifferenten Stützzellen in seinem Innern. Sinneszelle liegt hier an Sinneszelle und nur seitlich wird das so gebildete Organ gestützt durch sich an der Außenseite hoch, an der Innenseite weniger hoch hinaufreichende indifferente Zellen, die ich in ihrer Gesamtheit, den Architektenausdruck verwendend, als „Strebe Pfeiler“ bezeichnet habe. Der Ausspruch BÉLA HALLERS (21 pg. 61), daß bei Mollusken die Sinnesorgane, wie bei Vertebraten, aus zwei Zellarten bestehen, aus Sinneszellen und aus Stützzellen, hat daher in dieser allgemeinen Form keine Gültigkeit. Ganz ohne Vorbild steht dies Verhältniß übrigens nicht da. Ab-

gesehen von den in dieser Arbeit bezüglich der *Anomia ephippium* geschilderten Thatsachen, sind Sinnesbügel (Seitenorgane) ohne indifferente Stützzellen schon durch EISIG bei Capitelliden sehr genau beschrieben worden (13), mit denen der Seitenwulst der Pectiniden und Spondyliden, bei aller tiefgreifenden Differenz im Bau, als funktionell gleichwertig zu betrachten ist.

Anders aber gestaltet sich die Situation, wenn man über die Bedeutung der als dreiteilige Sinnesorgane erkannten Analoga der einfachen FLEMMING'schen Pinselzellen und der neu gefundenen, so eigenartig gebauten Gebilde an den Tentakeln der vorletzten Reihe ins Reine kommen will.

Was die ersteren anbelangt, so liegt bereits die FLEMMING'sche Auffassung vor, wonach es sich hier um Geschmacksorgane handeln soll (17). Er hat, wie dies schon im einleitenden Referat angegeben wurde, in den Tastfäden von Pecten Gebilde gefunden, welche den von ihm als Schmeckbecher gedeuteten Papillen von *Trochus*, nach dem frischen Präparat zu schließen, ähnlich gebaut zu sein schienen. Er verweist dann auf eine ähnlich zu deutende Abbildung in dem Werke von MEYER und MÖBIUS (30) bezüglich der Cirren bei *Solen pellucidus* und bezieht sich ferner auf HALLER'S erste Studie über *Rhipidoglossen* (21). (Die von FLEMMING und HALLER zitierten Angaben von BOLL (1) sind auch nach meiner Meinung zu ungenau und aphoristisch und die beobachteten Thatsachen zu wenig eingehend verfolgt, als daß dieselben hier weiter berücksichtigt werden könnten.)

Wenn FLEMMING meint, daß die Würzchen an den Tastern der Pectiniden „in der Hauptsache gleichen Bau haben“, wie die von *Trochus*, so ist das zuzugeben. Nur muß man dabei festhalten, daß nach FLEMMING'S Abbildungen, besonders nach Fig. 4 Taf. VIII (17), die fraglichen Gebilde bei *Trochus cinerarius* aus einer großen Zahl von differenten und indifferenten Zellen bestehen, während hier bei den Pectiniden dieselben von nur einer Pinselzelle und zwei Stützzellen zusammengesetzt sind. Diesen Unterschied aber als nebensächlich bei Seite gelassen: sind die von FLEMMING bei *Trochus cinerarius* an den Fühlern gefundenen Gebilde wirklich mit den von BÉLA HALLER bei *Fissurella costaria* in der Mundhöhle beobachteten Schmeckbechern zu analogisieren? Ich glaube nicht. Darin hat FLEMMING völlig Recht, daß aus dem Umstande allein, daß diese Organe bei *Trochus* an der freien Außenfläche des Körpers sich finden, im Hinblick auf das Vorkommen von Geschmacksknospen an den Barteln der Fische eine

Zurückweisung seiner Deutung noch nicht zulässig ist. Aber wenn man die FLEMMING'schen Figuren, besonders Figur 4 (17), mit denjenigen vergleicht, die HALLER von den Schmeckbechern der Fissurelliden giebt (21 Taf. VII Fig. 27 und 28), so wird man — wenigstens ging es mir so — wenig Neigung haben, eine Übereinstimmung im Bau der betreffenden Gebilde zuzugeben. Auch die Bezugnahme auf den Befund von F. E. SCHULZE (42) in der Mundhöhle der Froschlarven und auf dessen hierher gehörige Figuren (Fig. 4 und besonders Fig. 7 Taf. XXII l. c.) beruht nach meiner Auffassung auf einer nicht richtigen Analogisierung. In allen drei Fällen handelt es sich allerdings um Organe, die aus indifferenten und aus differenten, alternierend angeordneten Zellen zusammengesetzt sind. Das ist aber, wenn wir von den hier neu beschriebenen Sinnesorganen ohne Stützzellen absehen, sonst ein allgemeines Charakteristikum von Sinnesapparaten mit sogenannter niederer Funktion, mag die letztere sein, welche sie wolle. Dann, während bei SCHULZE und BÉLA HALLER es sich thatsächlich um Schmeckbecher handelt, fehlt den von FLEMMING beschriebenen Gebilden diese Becherform vollständig. Wenn man nun auch, wie ich meine, aus dem Mangel der anatomischen Übereinstimmung noch nicht unbedingt auf eine verschiedene physiologische Funktion schließen darf, ebensowenig wie man aus dem Vorhandensein einer solchen Übereinstimmung, nach FLEMMING's richtiger Ansicht, die Identität der Verrichtung ohne weiteres folgern kann, so wird doch dem ersten Moment, dem differenten Bau, beziehentlich dem differenten Habitus immerhin Rechnung getragen werden müssen. Und das umsomehr, je weniger Anhaltspunkte wir sonst zur Beurteilung der physiologischen Wertigkeit haben und je schwieriger sich die Analyse der letzteren bei der Unzugänglichkeit für das Experiment und bei der Unzulänglichkeit unserer Mittel gestalten wird. Was mich bestimmt, die FLEMMING'sche Deutung nicht zu acceptieren, ist folgendes. Zunächst möchte ich trotz der größeren Einfachheit in der Bildung der dreiteiligen Sinnesorgane der Pectiniden eine physiologische Identität derselben mit den vielteiligen Wärzchen der Trochiden annehmen, weil hier wie da diese Gebilde die einzigen Sinneselemente sind an Körperteilen, deren Gefühlsfunktion für Trochus wahrscheinlich, für Pecten sicher ist. Wenn man einen lebenden Pecten betrachtet, so sieht man, wie er seine so sehr zahlreichen Tentakel bald hierin, bald dorthin wendet, sie einrollend und wieder ausdehnend. Das reizvolle Spiel derselben, ihr Zurückschnellen bei

einer unvorsichtigen Berührung mit einem fremden Gegenstande und das vorsichtige Ausstrecken hernach, ihr Umherschauen im Wasser, ihre lebhaft nie rastende Aktion, das heftige Zurückziehen und der dann folgende schnelle Schluß der Schalen, wenn man eine Anzahl derselben brüsk insultiert hat: all das ruft in dem Beobachter die Überzeugung hervor, daß das Tier sich in seiner Umgebung zu orientieren sucht, daß es dieselbe auf das genaueste, um nicht zu sagen, ängstlichste „abtastet“. Und ein solches Abtasten ist für die Muschel eine Existenznotwendigkeit, sie muß sich gegen das ihr schädliche Eindringen kleiner, sei es organischer, sei es anorganischer Objekte, in den Mantelraum schützen. Dazu aber sind die Augen, wie wir später sehen werden, nicht geeignet. Ist das aber der Fall, ist ein solcher Schutz notwendig, wo anders könnte er zu suchen sein, als in den Mantelrandfäden. Und welche Teile von diesen sind geeignet, den Rapport mit der Außenwelt herzustellen? Nur jene „Wärzchen“, um den FLEMMING'schen Ausdruck zu adoptieren, denn nur sie allein enthalten Sinneszellen oder vielmehr sie sind die einzigen sensiblen Elemente der Mantelrandtentakel. Diese Wärzchen stellen also in ihrer Gesamtheit die taktil empfindliche Fläche des Pectinidenkörpers dar, ebenso wie die Tentakel am Mantelrand der Anomiiden und Ostreiden den gleichen physiologischen Wert haben. Die absolute Notwendigkeit, mindestens eine Reihe der Tentakel zu passieren, die für das in den Mantelraum eintretende Wasser zufolge der Gruppierung jener Gebilde vorliegt, die sehr große Oberfläche, welche durch die Summe aller dieser Fäden repräsentiert wird, beide Momente ermöglichen eine vollständige, ausgiebige, ich möchte sagen, Abpalpierung des Wassers. Daß bei *Ostrea* und *Anomia* die Tentakel niemals aus dem Schalenpanzer heraustreten, eine Einrichtung, die für Muscheln als im allgemeinen gültig SIMROTH (44) annimmt, was irrig ist, wie *Lima* und *Pecten* beweisen, hat auf die Funktion keinen Einfluß, wie meine Darstellung erkennen läßt.

Eine andere Frage ist die, ob jene Gebilde außer dieser Funktion noch eine andere besitzen können. Indem FLEMMING die Geschmacksfunktion der Wärzchen in den Vordergrund stellte, ließ er dabei auch die Möglichkeit offen, daß sie außerdem noch eine andere physiologische Leistung zu erfüllen im stande sein, also doch wohl zur Gefühlswahrnehmung dienen könnten. Da ich die letztere als die einzige Leistung der Wärzchen betrachte, habe ich implicite die Möglichkeit der doppelten Funktion abgelehnt

und mich auch hierin in Gegensatz zu FLEMMING gebracht, welcher Gegensatz, wie ich noch ganz besonders betonen möchte, nur in der Deutung der Thatsachen, nicht in diesen selber beruht. Ich bekenne, mir keine Vorstellung davon bilden zu können, wie ein einziger nervöser Endapparat zwei so fundamental verschiedene Empfindungen vermitteln soll, wie es Gefühl und Geschmack sind; wie dieselben Sinneshaare das eine Mal durch chemische, das andere Mal durch mechanische Reize, oder unter Umständen durch beide gleichzeitig in einen diesen Reizen adäquaten Erregungszustand gebracht werden können. Das ist zuzugeben, daß bei niederen Tieren nicht alle fünf Sinne entwickelt zu sein brauchen, und daß ferner verwandte Sinne noch ungetrennt sein können. Aber eben nur verwandte Sinne, wie es z. B. Geruch und Geschmack sind. (Verwandt, weil beide auf chemische Reize reagieren und weil, wenn der eine zeitweilig außer Funktion gesetzt ist, die Empfänglichkeit des anderen bedeutend gemindert, wo nicht ebenfalls zeitweilig geschwunden ist. So weiß jeder aus eigener Erfahrung, daß bei einer katarrhalischen Affektion der Nasenschleimhaut der Geschmack gleich Null ist, und umgekehrt.) Nicht verwandte Sinne aber, d. h. Sinne, die auf ganz verschiedenartige äußere Einflüsse abgestimmt sind, werden überall da, wo sie vorkommen, auch an verschiedene histiologische Substrate gebunden sein, mögen im einzelnen für die mikroskopische Betrachtung die Substrate einander so ähnlich erscheinen, wie sie wollen. Kann somit nach der Lehre von der spezifischen Energie der Nerven in den von FLEMMING an den Tastern der Trochiden und Pectiniden gefundenen Sinnesapparaten nicht eine doppelte Funktion ihren Sitz haben, so muß man nach meinen obigen Auseinandersetzungen, wenigstens für die Pectiniden, diese Gebilde als Elemente allein des Gefühlssinnes ansehen<sup>1)</sup>.

1) SIMROTH (44) kommt durch theoretische Erwägungen dazu, den Mollusken, in specie den Acephalen, eine eigentliche Tastempfindung abzuspochen. Er meint unter anderem pg. 331: es sei „eine Empfänglichkeit der Faser auch für die Eindrücke, die normal in das andere Gebiet gehören, keineswegs ausgeschlossen; wir empfinden den Spiritus, den wir in die Haut einreiben, mittelst der Gefühlsnerven als Brennen, und ein mechanischer Reiz unseres Olfactorius bewirkt einen heftigen Kitzel oder Schmerz.“ Was zunächst den Olfactorius anlangt, so ist die Annahme oder Meinung SIMROTHS vollständig falsch. Dieser Nerv reagiert auf mechanische Reize gar nicht, resp. wird durch mechanische Reizung desselben höchstens Geruch, nie Kitzel oder Schmerz empfunden. Mechanische Reize vielmehr werden als solche ausschließ-

Die zweite Frage, welche der Beantwortung harret, ist die: was für eine physiologische Bedeutung haben die an den Tentakeln der vorletzten Reihe von mir entdeckten Sinnesorgane? Daß die Antwort keine präzise sein

lich durch die Endigungen des zweiten Astes des nervus trigeminus in der Nasenschleimhaut empfunden. Und was das Gefühl von Brennen, das durch Einreibung von Spiritus hervorgerufen wird, betrifft, so begreife ich nicht, wie SIMROTH dies Moment anführen konnte als Beweis dafür, daß sensible Nerven „auch für die Eindrücke, die normal in das andere Gebiet gehören“, also hier wohl in das chemische, empfänglich sein sollen. Brennen ist Schmerz und Schmerz ist eine besondere Modifikation der Gefühlsempfindung. Das findet sich in jedem Lehrbuch der Physiologie klar und deutlich ausgesprochen und die Begriffsverwirrung bei SIMROTH ist daher nicht recht verständlich. So hat schon JOHANNES MÜLLER (31) in seiner Physiologie (Bd. II pg. 494) folgendes vom Gefühlssinn gesagt: „Alle Teile, in welchen die Empfindung von der Gegenwart eines Reizes, als einfaches Gefühl bis zu den Modifikationen des Schmerzes und der Wollust, und die Empfindungen der Wärme und der Kälte möglich sind, gehören diesem Sinne an.“ Durch diese Definition wird aber auch die Vermutung SIMROTHS (pg. 336) hinfällig, daß das wollüstige Spiel der Schnecken vor der Begattung, das sich in der lebhaften Berührung von Lippen und Tastern äußert, etwas anderes hervorrufen könne, als hochgradige Erregung sensibler Apparate und Nerven, welche hochgradige Erregung in dem konkreten Falle eben das Wollustgefühl ist.

Indem SIMROTH ferner den Fühlern der Schnecken und den Tentakeln im Mantelrande der Muscheln eine Tastfunktion abspricht, sagt er (pg. 333): „Die gesamte Körperoberfläche, wie sie überall Sinneszellen, wenn auch nur zerstreut, trägt, wird wohl eines Gefühles fähig sein, ohne ein Tastwerkzeug vorzustellen, woran auch ihr Aussehen so wenig, wie ihr träges, gleichmäßiges Weiterschieben bei der Lokomotion erinnert. Dieses Gefühl ist aber ein passives, ich möchte sagen, der erste Anfang des Schmerzes.“ SIMROTH klammert sich hier offenbar zu sehr an den Ausdruck „tasten“ und übersieht dabei, daß die Empfindung, die durch aktives Berühren oder passives Berührtwerden hervorgerufen wird, unter allen Umständen die nämliche ist, nämlich eine sensible. Wenn er dann fortfährt pg. 333/334: „Ich nehme daher an, daß die gewöhnliche typische Sinneszelle der Haut jene chemischen Einwirkungen, wie sie dem so verwandten Geruch und Geschmack zu Grunde liegen, in einer noch unaufgelösten Formel im allgemeinen zum Bewußtsein bringt, daß sie aber noch zu wenig verfeinert ist, um einen mehr mechanischen Reiz durch Berührung sogleich als Schmerz zu empfinden, welcher Reiz vielmehr nach Analogie eines geringen Kitzels immerhin durch Lokalisierung auf die betreffende Hautstelle eine Anschauung von dem fremden, berührenden Körper hervorbringen mag“, so scheint er, wenn anders

wird, daß ich nicht werde sagen können: dies ist die Funktion, dies nicht, hat seine Ursache darin, daß ich nicht die Möglichkeit zur Anstellung geeigneter Versuche sah. Die Beantwortung stützt sich daher nur auf äußere Ähnlichkeiten und hat daher auch nur so lange Anspruch auf Gültigkeit, bis durch besonders hierauf gerichtete Untersuchungen der Deutung eine thatsächliche Basis gegeben sein wird.

Wenn man sich meine hierher gehörigen Figuren betrachtet, Fig. 28 von *Pecten Jacobacus*, Fig. 32 von *Pecten pusio*, Fig. 35 von *Pecten opercularis* und insbesondere Fig. 36 von *Pecten varius*, bei welcher letzterer Spezies sich das Organ in höchster Ausbildung findet, so wird die Ähnlichkeit mit dem mikroskopischen Bilde einer Nasenschleimhaut von einem Wirbeltiere wohl unverkennbar sein. Hier wie dort sind hohe und schmale Cylinderzellen vorhanden, welche Haare tragen, sich von den indifferenten Verwandten aufs schärfste unterscheiden und in eigentümlicher Weise gruppiert sind. Daß die Geruchsschleimhaut eines Vertebraten, abgesehen von den accessorischen Elementen, den Drüsen, noch indifferente Stützzellen enthält, während letztere hier, wie meine Präparate lehren, fehlen, ist zwar ein bedeutender Unterschied, jedoch nicht tiefgreifend genug, wie ich glaube, um die aus der Ähnlichkeit im äußeren Ansehen gefolgerte Analogie beider Organe von vornherein als unbegründet erscheinen zu

---

ich den etwas dunklen Sinn dieses und den nicht viel klareren des nächstfolgenden Satzes richtig erfaßt habe, die chemischen Sinne (*sit venia verbo*) als die ursprünglicheren zu betrachten und aus diesen durch höhere Differenzierung sich die mechanischen entstanden zu denken. Ich bekenne, den gerade entgegengesetzten Standpunkt einzunehmen. Die Gefühlsempfindung in allen ihren Abstufungen ist meiner Auffassung nach der ursprünglichere Sinn und erst allmählich, durch Differenzierung bisher indifferenter Elemente zu spezifischen, sind die anderen, in specie die chemischen Sinne entstanden. Diese stellen dann etwas Neues dar und sind neben dem ursprünglichen Sinne geworden. Das hier in der Ausführlichkeit auseinanderzusetzen, wie SIMROTH dies mit seiner Deduktion gethan hat, darauf verzichte ich, da ich am Schlusse der ganzen Untersuchungsreihe ausführlicher auf dies Thema zurückzukommen gedenke. Ich beschränke mich daher darauf, zur Begründung meiner entgegengesetzten Anschauung auf meine Auseinandersetzungen über dem Striche hinzuweisen. Die SIMROTH'sche Ansicht aber schon jetzt, bei der ersten sich bietenden Gelegenheit zu kritisieren, glaubte ich bei der Bedeutung, welche seine Publikation ihrem thatsächlichen Inhalte nach besitzt, nicht unterlassen zu sollen.

lassen. Soviel Mißliches immerhin ein solcher auf bloß äußere Übereinstimmungen basierter Schluß hat, will man sich aus der mikroskopisch festgestellten Thatsache überhaupt einen Vers machen und das, was sich darbietet, nicht bloß mechanisch her-zählen, so wird man um diese Deutung nicht herumkommen, es sei denn, man habe etwas Besseres und Richtigeres an deren Stelle zu setzen. Ich glaube also die weiter oben geschilderten und in den angezogenen Figuren abgebildeten Organe als Ge-ruchsorgane deuten zu sollen und es würde dann bei Pectiniden und Spondyliden die innere Fläche der Tentakel der vorletzten Reihe in ihrer Gesamtheit das Analogon einer Riech-schleimhaut darstellen.

Nun hat SPENDEL (45) in seiner bekannten Abhandlung „die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken“ Organe bei Muscheln beschrieben, die er als Geruchsorgane deutet, die aber von ganz anderem Bau und an ganz anderem Orte gelegen sind, als diejenigen, um welche es sich hier handelt; ich muß mich daher mit diesem Autor über die wahrscheinliche physiologische Dignität beider Gebilde auseinandersetzen.

Da will ich denn zunächst bemerken, daß ich die Richtigkeit der Beobachtung für die Ostreaceen zugeben muß, indessen mich der Deutung SPENDEL's nicht anschließen kann. Ob die von ihm bei Gastropoden gefundenen Organe Geruchsorgane sind oder nicht, das zu untersuchen ist hier nicht der Ort; unzweifelhaft ist das SPENDEL'sche Organ bei den Muscheln mit dem gleichen bei Schnecken homolog. Indessen aus der Homologie folgt noch lange nicht die Analogie, aus der morphologischen Gleichwertigkeit noch nicht die Identität der Funktion. SPENDEL glaubt aus der Lage seines Organes an der Basis der Kiemen der Acephalen auf „ge-wisse Beziehungen zum Atmungsvorgange, vermutlich in einer Prüfung des Atemmediums bestehend“, schließen zu können (pg. 375 l. c.). Er drückt diese Meinung noch deutlicher in der zweiten Anmerkung am Schlusse der Abhandlung (pg. 381/382) mit folgenden Worten aus: „Ich habe dieses Sinnesorgan stets als Geruchsorgan bezeichnet, und glaube, daß diese Benennung dem entspricht, was man aus der Lage des Organes über seine Funktion erschließen kann. Es liegt überall in der Nähe der Kiemen und zwar in unverkennbarer Weise gerade so, daß das Atemwasser über diese Organe hinstreichen muß, ehe es zu den Kiemen gelangt. . . . . Man kann daraus schließen, daß das Organ die Aufgabe hat, die chemischen resp. physikalischen Eigen-

schaften des Atemwassers zu prüfen, und es scheint mir, daß die Prüfung der Beschaffenheit des Atemmediums die primäre Funktion eines Geruchsorganes ist, ohne damit bestreiten zu wollen, daß auch die Prüfung der Nahrungsstoffe auf gewisse Eigenschaften Aufgabe der Geruchsorgane sein kann und offenbar in vielen Fällen ist.“ Dem letzten Gedanken, daß die Prüfung des Atemwassers die ursprüngliche Aufgabe eines Geruchsorganes sei, stimme ich vollständig zu. Und ebenfalls muß ich dem beipflichten, daß, wenn ein solches Organ seinen Funktionen überhaupt nachkommen soll, es so gelegen sein muß, daß das Atemmedium mit seiner Oberfläche in die allerausgiebigste Berührung kommen kann. Aber weil das richtig ist, weil ohne solche Voraussetzungen eine Leistung eines Geruchsorganes in dem angegebenen Sinne nicht denkbar ist, darum glaube ich nicht, daß bei den Muscheln das SPENGL'sche Organ, seine Homologie mit den „Geruchsorganen“ der Cephalophoren und Cephalopoden zugegeben, die Funktionen hat, die der Name besagt und der Autor ihm vindiziert. Denn dem ersten Erfordernis, daß das ganze Atemwasser über diese Organe hinweggehen muß, dem ist bei seiner Lage in der Nähe des Visceralganglion in keiner Weise genügt. Man bedenke nur, daß z. B. bei Pecten, wenn das Tier seine normale Lage einnimmt, weitaus der größte Teil des Atemwassers jene Gegend, wo das SPENGL'sche Organ liegt, gar nicht sieht und dennoch in die Kiemen eintritt, daß auch bei einigen anderen Muscheln, die SPENGL erwähnt, bei Anodonta, Unio und Pholas, das Wasser schon über einen Teil der Kiemen hinweggestrichen sein muß, ehe es in jene Region gelangen kann. Das folgt aus der ganz einfachen anatomischen Thatsache, daß die Kiemen viel weiter, bei Pecten fast mehr als ein Drittel ihrer ganzen linearen Ausdehnung, nach hinten reichen, als das Visceralganglion und das SPENGL'sche Organ gelegen sind. Entzieht sich somit ein großer, bei Pectiniden der größte Teil des zu den Kiemen tretenden Wassers der chemischen Vorprüfung durch jenes Organ, so kann dasselbe, eben aus einfachen physiologischen Gründen, keine Geruchsfunktion besitzen, da eine nur teilweise Durchforschung des Wassers auf seinen Gehalt an riechbaren Gasen für das betreffende Tier schlechterdings wertlos, wenigstens von nur sehr geringer und untergeordneter Bedeutung sein muß.

In viel höherem Maße dagegen sind die von mir entdeckten epithelialen Sinnesorgane an den Mantelrandtentakeln der vorletzten Reihe für eine solche Geruchsfunktion geeignet. Zunächst

kann kein Wasser, das habe ich schon zu wiederholten Malen ausgeführt, in den Mantelraum hinein, das nicht von mindestens einer Tentakelreihe abgetastet worden ist. Während dieses Ab tastens wird aber, so meine ich, ausreichend Zeit vorhanden sein, die jedenfalls auch in die Ferne wirkenden, einen Geruch verbreitenden Gase im Wasser zu erkennen. Dem Erfordernis, daß das Atemmedium vor seinem Eintritte in das Atemorgan, wenn ich so sagen darf, chemisch untersucht sein muß, ist also in vollem Maße genügt. Daß auch alles zur Atmung dienende Wasser von der Muschel nach dieser Richtung hin geprüft wird, dafür bürgt die Zahl der mit solchen Organen versehenen Tentakel. Man vergegenwärtige sich nur, eine wie große Oberfläche alle diese vorletzten Fäden auf dem rechten und linken Rande in ihrer Gesamtheit betrachtet darbieten, und man wird mir zugestehen müssen, daß hier eine Einrichtung getroffen ist, durch welche allen noch so extravaganten Forderungen, die von physiologischen Gesichtspunkten aus gestellt werden können, in ausreichendster Weise Befriedigung gewährt wird. Diese Momente aber, die ich eben auseinander gesetzt, sind für mich hauptsächlich bestimmend gewesen, die Organe, um die es sich hier handelt, als Geruchsorgane zu deuten.

Sind somit die SPENGLSchen Organe bei den Muscheln ihrer hypothetischen Funktion entkleidet, so fragt es sich, welche andere Verrichtung haben sie dann. Ich weiß es nicht, und will, da ich in dieser Abhandlung näher auf dieselben nicht eingehen kann, auch gar keine weitere Vermutung aufstellen, als die, daß sie wohl den neuerdings von THIELE (48) gefundenen und von diesem Autor als Seitenorgane gedeuteten Gebilden analog sein werden, was mir aus der Ähnlichkeit des Baues beider hervorzugehen scheint.

#### Die Augen der Pectiniden<sup>1)</sup>. (Fig. 37—44.)

Bevor ich die Darstellung der Resultate meiner eigenen Untersuchungen gebe, muß ich über die im einleitenden historischen Überblick nicht berücksichtigten Arbeiten, welche bisher über die Augen der Pectiniden veröffentlicht worden sind, referiren, wobei

---

1) Die Augen von *Spondylus gaederopus* waren in den wenigen Exemplaren, welche ich von dieser Spezies besaß, so ungenügend konserviert, daß ich über ihren Bau nicht ins Reine zu kommen vermochte.

ich gleichzeitig auf das ausführliche Verzeichnis der Litteratur der Molluskenaugen hinweise, das PATTEN seiner Arbeit „*Eyes of molluscs and arthropods*“ (32) beigegeben hat. Die von diesem Autor angeführten Abhandlungen von POLI, GARNER und DELLE CHIAJE standen mir nicht zur Verfügung; die in den Lehrbüchern von SIEBOLD und BRONN enthaltenen Darstellungen schließen sich eng an WILL, beziehungsweise an WILL und DUVERNOY an und finden daher beim Referate über letztere Publikationen ihre Erledigung.

GRUBE (20) bezeichnet bei *Pecten opercularis* die schwarze Zone als Pigmentschicht, welche den hervorragenden Kugelabschnitt des Auges umgiebt, und deutet letzteren wegen seiner Krystallklarheit als Linse. Beide zusammen bilden das periphere Ende eines „fleischig-häutigen Cylinders.“ In den basalen Teil des letzteren tritt ein Nervenfaden, der sich zu einem Becher der Retina ausbreitet. Dieser Becher umfaßt den durchsichtigen Kern, „vermutlich Glaskörper und Linse zusammen.“ Die Zahl der Augen anlangend bemerkt er, daß bei *Pecten opercularis* in jeder Mantelhälfte 38, bei *Pecten varius* 41 vorkommen. „Sie umgeben in der That ringsum den Mantel, man findet sie sogar in dem Teil desselben, der die Ohren der Schale auskleidet, und nur eine kleine Strecke zwischen diesen Abschnitten und dem mittleren Bogen beiderseits ist davon entblößt (pg. 30).“ Histologische Daten sind in der Arbeit nicht enthalten.

Etwas später findet sich in derselben Zeitschrift eine kurze Mitteilung von KROHN (28) „über augenähnliche Organe bei *Pecten* und *Spondylus*“. Darnach hat *Spondylus* in jeder Mantelhälfte beinahe 100 Augen, *Pecten Jacobaeus* kaum 50, bei welcher letzterer Spezies der der flachen Schale anliegende Mantellappen konstant mit größeren Organen versehen ist, als der entgegengesetzte. Die Grundlage der Struktur der Knöpfchen, so nennt KROHN, der sich mit einer gewissen Ängstlichkeit jeder Deutung seiner Befunde enthält, die Augen, bildet eine überall geschlossene Blase, die in ihrem Innern zwei vollkommen durchsichtige Substanzen erkennen läßt. Die den vorderen Raum der Kapsel einnehmende Substanz hat linsenförmige Gestalt; ihre vordere Konvexität liegt der zentralen vorderen Wölbung der Kapsel an, die hintere paßt in eine entsprechende Vertiefung der den hinteren Raum einnehmenden Substanz. Letztere zeigt unter dem Mikroskope faserigen Bau und stellt vielleicht das Licht empfindende Gebilde dar. „Beide Substanzen sind durch ein membranöses feines Septum voneinander

geschieden.“ Die hintere ist von zwei Pigmentlagen umhüllt, die sich nicht völlig bis zum linsenförmigen Körper erstrecken. Der Nerv läuft mitten durch den fleischigen Stiel zur Kapsel und teilt sich in zwei Zweige, von welchen der schwächere an den Boden der Kapsel geht, während der stärkere an der Außenfläche sich bis in die Gegend der linsenförmigen Substanz begiebt. „Hier durchbohrt er die Kapsel, legt sich dem oben erwähnten Septum dicht an und ist bis auf die Mitte desselben zu verfolgen“ (pg. 384).

WILL (49), dessen Angaben in SIEBOLD's Lehrbuch der vergleichenden Anatomie und teilweise auch in BRONN's Klassen und Ordnungen (4) übergegangen sind, hat bekanntlich bei einer Menge Familien der Muscheln Augen von sehr komplizierter Struktur beschrieben, von denen spätere Beobachter nicht mehr die geringste Andeutung zu finden vermochten. Seine Darstellung des Pecten- und Spondylusauges ist gegenwärtig nicht mehr verwertbar, da das, was er vorbringt, infolge seiner übereilten Analogisierung und meist ungenauen Beobachtung zum größten Teil sich als irrig herausgestellt hat.

Die Darstellung, welche DUVERNOY (10) pg. 73—75 von dem Auge von *Pecten maximus* giebt, stimmt in jeder Beziehung mit den Angaben von KROHN überein, ohne jedoch die Sorgfalt und Genauigkeit des letzteren Autors zu erreichen.

KEFERSTEIN (27) erkannte an frischen Augen von *Pecten maximus* eine stark lichtbrechende Linse, die hinten viel stärker gekrümmt ist als vorn. Der Augapfel ist von einer festen Haut umgeben, die als Sclerotica bezeichnet wird und deren vor der Linse liegender Abschnitt die Cornea ist. Hinter der Linse, den ganzen Raum ausfüllend, liegt eine faserige Nervenmasse, die Retina, die vorn das hintere Ende der Linse in einer kleinen Vertiefung aufnimmt. Seitlich der Linse bleibt ein ringförmiger Raum zurück, der etwas klare Flüssigkeit enthält. Bei leichtem Drucke zeigt sich die Retina aus nebeneinanderliegenden Fasern zusammengesetzt, die nach der Linse zu kolbig abgerundet sind und nach der Mitte dieses Bestandteiles zu konvergieren. Zwischen den Fasern liegen granulierten oder auch glänzende Körner oder Zellen. In der Axe des Augenstieles verläuft der Nerv, dessen Verhältnisse er im wesentlichen so beschreibt wie KROHN (28). Es fehlt dem Pectenauge ein Glaskörper vollständig; die kolbigen Elemente entsprechen den Stäbchen im Auge der Vertebraten. Er verkennt nur insofern die Struktur der Retina, als er meint, daß die Stäbchen der hintersten Schicht, der Pigmentschicht, welche unmittelbar

unter der Sclerotica liegt und aus körniges, braunes Pigment enthaltenden Zellen besteht, abgewandt sind und den vorderen, zentralen Teil der Netzhaut bilden, also an der Linse zusammenstoßen.

Die erste Arbeit, welche eine eingehende histiologische Analyse der uns beschäftigenden Gebilde gab, und durch welche allein erst ein Verständnis derselben in physiologischer und morphologischer Hinsicht ermöglicht wurde, ist HENSEN'S (22) bekannte Abhandlung „Über das Auge einiger Cephalopoden“, in welcher er auf pg. 220—226 das Auge von Pecten schildert.

Die Augen von Pecten sind gestielt. Der Stiel, welcher aus einer Muskelfasern enthaltenden homogenen Grundsubstanz besteht, ist von einem Pigmentepithel überzogen, das aus Zellen besteht, welche nur in  $\frac{2}{3}$  ihrer Länge mit Pigment erfüllt sind, während das äußere Drittel hell und glänzend erscheint und wahrscheinlich Flimmerhaare trägt. Eine Fortsetzung des Epithels auf die vordere Fläche des Auges war in seinen Präparaten nicht zu sehen. Das Auge, nach seinen Untersuchungen von rundlicher Gestalt, was er als vielleicht auf eine Quellung durch die Chromsäure zurückführbar hinstellt, bekommt zwei Nervenstämme, von denen der kleinere hinten stets seitlich an die Bulbuswand stößt und mit seinen Bündeln den Augengrund becherförmig umfaßt, um dann in kleineren Partien rings ins Auge einzustrahlen. Der größere Nerv durchsetzt stets nur an einer Stelle die Augenhaut. Das Auge ist „ausgekleidet“ von einer schmalen, verdichteten Zone der bindegewebigen Grundsubstanz, die „am vorderen Augenpole sich fast mit der Basementmembrane vereinigt“. Er bestätigt das von KROHN gefundene, das Auge durchsetzende Septum, durch welches eine vordere und eine hintere Abteilung entsteht. Dieses Septum ist nach vorn konkav, es geht, seitlich sich verdünnend, an die Wand und ist hier bis zum Eintritt des Nerven zu verfolgen; sein endgiltiges Ende hat er nicht gesehen.

Die Linse besteht aus polyedrischen, kernhaltigen, hellen Zellen und nimmt, wahrscheinlich infolge von Quellung, den ganzen vorderen Augenabschnitt ein.

Die lichtempfindende Abteilung liegt im hinteren Abschnitt und besteht aus fünf Schichten, „von vornher gerechnet eine erste, eine zweite Zellschicht, 3. die Stäbchen, 4. das Tapetum, 5. das Pigmentstratum“ (pg. 223). Die erste Schicht wird durch eine ein- oder zweifache Lage meist spindelförmiger Zellen zusammengesetzt und reicht nicht völlig bis zur Peripherie des Auges.

Die Zellen hängen teils abgeflacht, teils spitz am Septum und sind mit dem anderen Ende den Stäbchen zugekehrt, ihr Kern ist länglich. „Die zweite Schicht besteht aus cylindrischen, auf der einen Seite abgeplatteten, auf der anderen zugespitzten Zellen. Die abgeplattete Seite ist dem Augengrunde zugekehrt“ (pg. 224). Die Zellen enden alle in einer Linie, und zwar etwas verbreitert, und es entsteht so ein scharfer Kontur, der als Membran imponiert. Eine solche ist aber nicht vorhanden. Seitlich bildet diese Schicht Wülste, welche die Stäbchen rings umschließen; dabei scheint es, als wenn die Zellen ganz niedrig würden. „Die einzige Deutung, die ich dieser Bildung bis jetzt zu geben vermag, ist die, daß sie bei dem Wachstum des Auges mit zur eigentlichen Schicht des Auges herbeigezogen werden könnten, also Ersatzmaterial wären“ (pg. 224). Die folgende Schicht ist die Stäbchenschicht. Das Aussehen der dieselben zusammensetzenden Gebilde ist ähnlich dem der Stäbchen anderer Tiere. Sie sind kernlos, färben sich nicht mit Karmin und erscheinen ziemlich homogen. Die mittleren Stäbchen verlaufen gerade, die seitlichen gekrümmt; doch ist letzteres vielleicht auf den Einfluß der Härtung zurückzuführen. Auf die Stäbchen folgt das Tapetum, das aus feinen, stäbchenförmigen Molekülen zusammengesetzt ist und aus polyedrischen kleinen Zellen zu bestehen scheint. Es reicht nicht ganz bis an des hinteren Nerven Eintritt. Der vordere Nerv, welcher seine Scheide bis ins vordere Zentrum des Septum beibehält, breitet sich hier auf der Fläche nach allen Seiten aus. Die varikösen Fäserchen desselben durchbohren die Membran und gehen an die Zellen der ersten Zellschicht. Der hintere Nerv scheint nach seinem Eintritt einen Plexus zu bilden, geht dann an die zweite Zellschicht, während ihm vorher schon Kern oder Zellen anliegen. „Der Zellausläufer geht so kontinuierlich in den Nerven über, daß man nicht sagen kann, wo der eine anfängt und der andere aufhört“ (pg. 225). HENSEN erwähnt dann, daß er einmal einen Nerven in oder an einer, wenn auch leicht mazerierten, Zelle verlaufen sah. Zuweilen bemerkte er in den Stäbchen einen Zentralfaden, an anderen Präparaten sah er vom breiten Ende der Zellen, welche die zweite Schicht bilden, einen Faden ausgehen, der also wahrscheinlich aus dem Stäbchen herausgezogen war. „Von den Zellen der ersten Zellschicht gehen gleichfalls Fäden nach abwärts, von den mittleren zu den Stäbchen, von den seitlichen zu den Seitenwülsten“ (pg. 226). Er vermutet, daß auch sie sich zu den Stäbchen begeben. Muskeln kommen im

Auge nicht vor. Es sei noch erwähnt, daß die vorstehende Schilderung dem Auge von *Pecten Jacobaeus* entnommen ist.

In einer kurzen Notiz im „Zoologischen Anzeiger“ (24) erwähnt HENSEN, daß er an frischen Augen von *Pecten Jacobaeus* Sehpurpur gefunden habe. Indem er dann seine eben referierten Angaben nach neueren Untersuchungen voll bestätigen zu können glaubt, berichtigt er sich in zwei Punkten. Einmal ist seine Abbildung von der Linse eine unrichtige und auf die zerstörende Wirkung der MÜLLER'schen Flüssigkeit zurückzuführen, und dann sind die Retinawülste ein ebenfalls durch dieses Reagens bewirktes Artefakt, da sie in guten Präparaten, die durch Härtung in Osmiumdämpfen gewonnen waren, fehlen.

Während die Autoren, deren Arbeiten ich referierend bisher wiedergegeben habe, das äußere dem Augenstiel aufsitzende Pigmentepithel als Chorioidea betrachtet haben, erklärt CHATIN in seiner ersten Mitteilung im „Bulletin de la société philomathique“ (8, pg. 8—14) das, was als Pigmenthaut und Tapetum sonst beschrieben wurde, als Chorioidea und läßt die freien Enden der Stäbchen, deren Zusammensetzung er im wesentlichen wie HENSEN angiebt, in dieselbe eintauchen. Inwieweit eine solche Auffassung berechtigt ist und den thatsächlichen Verhältnissen entspricht, werden wir später sehen. In der zweiten Mitteilung (ibidem pg. 45—48) giebt er eine neue Deutung der durch KROHN zuerst gefundenen Zweiteilung des Opticus bei seinem Zutritt zum Auge, indem er die durch diese Zweiteilung bewirkte doppelte Innervierung der Retina gewissermaßen als eine physiologische Absurdität betrachtet. Er sagt l. c. pg. 47: „le nerf optique véritable, le seul qui puisse conserver ce nom, se rend à la rétine . . . . ; l'autre rameau, se séparant du précédent à la base du tentacule oculifère (*Pecten maximus*) ou plus près de l'oeuil (*P. Jacobaeus* etc.) est destiné aux téguments ambiants et leur donne une sensibilité des plus délicats.“ Er findet nämlich an Goldpräparaten, daß die feinen, varikösen Fibrillen dieses Nerven zwischen den großen Epithelzellen enden, welche diese Gegend bedecken. Hier sollen auch einzellige Drüsen vorkommen. Dadurch, daß der hintere Opticus der Autoren mit dem eigentlichen Sehorgan nichts zu thun hat, nähert sich letzteres dem Typus der Augen bei anderen Mollusken.

Die Untersuchungen von HICKSON (25) über das Pectinidenauge sind vorzugsweise an *Pecten maximus* angestellt. Bei dieser Spezies besteht das Sehorgan aus einer Cornea, der dahinter ge-

legenden Linse, der darauf folgenden Retina, von jener durch die Ausbreitung des Opticus an ihrer vorderen Fläche getrennt. Auf die Retina folgt das Tapetum und auf dieses ein rotes Pigment. Die Kerne der die sogenannte Cornea darstellenden pigmentlosen Zellen an der freien Wölbung des Bulbus sind bei *Pecten maximus* rund und zentral gelegen. Die Cornea besteht aus zwei Teilen, den Epithelzellen, die eine pigmentlose Fortsetzung der Pigment enthaltenden Epithelzellen des Stieles darstellen und niedriger als diese sind, und der „Basementmembrane“, welche von einer dünnen Bindegewebsschicht gebildet wird, die nur halb so breit ist wie die Epithellage. Diese Bindegewebsschicht ist durch die Anwesenheit zelliger Elemente ausgezeichnet, die erst an den Seiten wieder auftreten. Die Linse ist bei dem frischen *P. m.* elliptisch (die größere Axe verläuft parallel zur Ebene des Mantels) und zeigt bei dieser Betrachtung eine markierte Braunfärbung und eine Zahl feiner Streifen in der Richtung der Längsaxe. Im Zentrum der Linse sind die Zellen polygonal, nach der Peripherie zu werden sie breiter, „until at the periphery they are strapshaped“. Zwischen Linse und Retina beschreibt er als neu ein Ligament, welches ihr als Unterlage dienen soll; es ist dies die durch KROHN gefundene und von HENSEN bestätigte Quermembran. Die Linse befindet sich in einem Raum, der mit Flüssigkeit erfüllt und bei *Pecten maximus* am größten, bei *Pecten opercularis* am kleinsten ist. Seine etwas unklare Beschreibung der Retina kommt über die von HENSEN gegebenen Details nicht hinaus. Das Tapetum wird von einer großen Menge feiner Fibrillen gebildet. Im Pigmentstratum konnte er die von HENSEN beschriebene zellige Zusammensetzung nicht wiederfinden. Die beiden Äste, in welche der Opticus sich teilt, nennt er „retinal nerve“ und „complementary nerve“; jener ist der vordere, dieser der hintere Nerv. Er meint ferner, daß das Auge bei *Pecten maximus* in höchster Ausbildung sich findet, bei *Pecten opercularis* in geringster, während *Pecten Jacobaeus* (er hat nur diese drei Arten untersucht) zwischen beiden die Mitte hält.

Bezüglich des Spondylus-Auges giebt HICKSON später eine kleine Mitteilung (26). Das Auge soll manchmal auf dem Mantelrand selbst aufsitzen, weil der Stiel sehr kurz ist. Im übrigen verhält es sich ganz wie das gleiche Organ von *Pecten*.

OSCAR SCHMIDT (40), der in der kurzen Notiz, welche über das Pectenauge in der achten Auflage seines Handbuches der vergleichenden Anatomie enthalten ist, einen Zweifel an der Licht

perzipierenden Funktion des fraglichen Organes ausspricht, schildert nach Präparaten von CARRIÈRE die anatomischen Verhältnisse im wesentlichen wie die früheren Autoren. Seine Angaben über den Bau der Stäbchenschicht wurden später von CARRIÈRE in dessen noch zu erwähnendem Buche richtig gestellt.

SHARP (43), der an *Pecten hastatus* und *magellani* seine Beobachtungen angestellt hat, seine Abbildungen aber auf eine Kopie zweier von HENSEN gezeichneten Zellen beschränkt, glaubt bei seiner großen Vorliebe für Pigmentzellen, daß in diesen, die nach der Angabe der Autoren den Augensiel bekleiden, der eigentliche Sitz der Sehfunktion sei, während das sogenannte Auge eine andere Verrichtung habe. Er verwendet dabei für sich eine Bemerkung HENSEN's, die dieser en passant hat fallen lassen, übersieht aber dabei vollständig, daß HENSEN selber seine Vermutung sofort wieder aufgehoben hat. Für die Kenntnis des feineren Baues der Augen hat er, wie PATTEN mit Recht tadelnd hervorhebt, nicht das Geringste beigetragen.

In CARRIÈRE's monographischer Abhandlung über „die Sehorgane der Tiere“ (6) sind einige neue, interessante Beobachtungen über das Pectenauge enthalten. Indem ich bezüglich seiner Angaben über den verschiedenen Glanz der Augen der einzelnen Spezies in vivo auf die Abhandlung selber (l. c. pg. 100), bezüglich dessen, was er über die Verteilung und die Anzahl der Augen mitteilt, auf das verweise, was ich bei Beschreibung der eigenen Untersuchungen geben werde, will ich an dieser Stelle nur auf seine Darstellung des histologischen Baues eingehen.

Zunächst konstatiert er zum ersten Male in dem vorderen Augenraume das Vorkommen von Blutkörperchen, welche in dem zwischen Linse, Septum und Bulbuswand sich findenden Raume zu treffen sind. HICKSON (25) hatte hier nur einen mit Flüssigkeit gefüllten Raum gesehen, sich aber über die Natur der Flüssigkeit nicht ausgelassen. Die innerste Schicht der Retina wird von kurzen Cylinderzellen gebildet, die sich in Osmium dunkel färben. Darauf folgt eine Lage spindelförmiger, langer Zellen mit runden, im zentralen, etwas erweiterten Ende liegenden Kernen. Eine Endigung des vorderen Nerven in diesen beiden Schichten konnte er nicht finden. Die innerste Lage, die der Stäbchenzellen, schildert er, wie folgt (pg. 103): „Die Form der Zellen (ohne Stäbchen) ist die eines schmalen Kegels, in dessen Basis der runde Kern liegt, und dessen Spitze in einen langen, fadenförmigen Fortsatz ausgezogen ist. Diese Fortsätze sind immer nach der

Peripherie, der Eintrittsstelle der äquatorialen Nervenfasern, hin gerichtet und bilden bei den zentral gelegenen Zellen einen größeren oder kleineren Winkel mit dem Körper der Zellen. Die zentralen Zellen sind immer kürzer als die peripheren.“ Hinsichtlich des letzteren Punktes finden zwischen den einzelnen Arten sich einige nebensächliche Verschiedenheiten. Zwischen diesen Zellen und den eigentlichen Stäbchen findet sich die Siebmembran. Die Stäbchen, die frisch rötlich aussehen (Sehpurpur), sind von einer Masse umhüllt, die sich in Osmium tiefschwarz färbt, also wohl eine fettreiche Substanz darstellt. Die unmittelbar an das Tapetum grenzenden Zellen setzen sich an die Siebmembran an, ohne mit den Stäbchen in Verbindung zu treten, in welcher letzteren er den HENSEN'schen nervösen Zentralfaden zwar sieht, ohne ihn aber als solchen betrachten zu können, da derselbe bei verschiedener Stellung des Focus seine Lage wechselte. An der Peripherie der Schicht der Stäbchenzellen liegt ein Ringwulst von Zellen, wahrscheinlich Ganglienzellen. Bezüglich des Tapetum und der Pigmentschicht decken sich seine Angaben mit denen HENSEN's.

Die in PATTEN's Arbeit (32) enthaltenen Angaben über den Bau der Pectenaugen weichen von denen der bisher erwähnten Forscher in den hauptsächlichsten Momenten vollständig ab. Da ich gerade auf diese höchst beachtenswerte Publikation wiederholt werde hinweisen müssen, so verzichte ich, um spätere, lästige Wiederholungen zu vermeiden, auf eine exzerpierende Wiedergabe seiner Darstellung. Nur so viel will ich bemerken, daß ich mich seiner Schilderung des histologischen Verhaltens der Retina, einige nicht besonders wichtige Punkte ausgenommen, vollständig anschließe.

Die letzte Arbeit über das Auge von Pecten, deren ich habhaft werden konnte, ist die „Notiz zur Morphologie des Auges der Muscheln“ von BÜTSCHLI (5). Es wird darin auf eine Arbeit von HILGER über Pectenaugen verwiesen, die mir aber beim Schreiben dieser Zeilen noch nicht zu Gesicht gekommen, also wahrscheinlich noch nicht erschienen ist. Die Tendenz dieser Notiz ist eine wesentlich morphologische, indem BÜTSCHLI den auch von PATTEN, dessen Arbeit er nicht kannte, ebensowenig wie PATTEN die seinige (ich weiß nicht, welche von beiden später erschienen ist) gesehenen Übergang der Pigmenthaut (Tapetum PATTEN) in die Retina beschreibt und so eine größere Übereinstimmung mit der Anordnung der Netzhautgebilde bei den übrigen

Mollusken glaubt deduzieren zu können. Die Existenz des Septum hält er nicht für erwiesen.

Aus dieser Übersicht geht hervor, daß ein consensus omnium nur hinsichtlich der elementarsten Zusammensetzung der Augen vorhanden ist, daß aber über die Struktur der einzelnen Gebilde, über die Bedeutung dieser Strukturen und über die Beziehung der einzelnen Elemente zu einander die größten Meinungsverschiedenheiten herrschen.

Ich wende mich nunmehr zur Darlegung meiner Untersuchungsergebnisse.

Die Zahl der Augen, welche in jeder Mantelrandhälfte stehen, variiert derartig, daß links stets mehr als rechts vorhanden sind, namentlich bei *Pecten Jacobaeus*, wo diese Differenz am meisten sich ausgesprochen findet.

Bei einem Exemplare von *Pecten Jacobaeus*, welches eine Länge von 80 mm hatte, waren links 32, rechts 14 Augen vorhanden. Ferner bei

P. Jac.	90 mm	l.	links	41,	rechts	15	Augen,
„	44	„	„	38	„	14	„
P. var.	29	„	„	35	„	33	„
„	29	„	„	36	„	30	„
„ glaber	36	„	„	40	„	31	„
„	38	„	„	43	„	30	„
„	30	„	„	44	„	38	„
„	29	„	„	38	„	25	„

Aus diesen Zahlen, die sich im wesentlichen decken mit denen, welche CARRIÈRE giebt, folgt zunächst, daß die kleineren Arten mehr Augen besitzen als die großen, während bei letzteren die einzelnen Augen größer sind, an welcher Stelle des Mantelrandes sie sich auch finden mögen. Bin ich also in diesem Punkte in Übereinstimmung mit CARRIÈRE, so ist das hinsichtlich einer anderen Folgerung dieses Autors nicht der Fall. Wenn nämlich CARRIÈRE meint, daß „große Tiere im allgemeinen mehr Augen als kleinere derselben Art haben“, und daraus den Schluß zieht, „daß die Augen dieser Muscheln nicht nur zur Zeit der embryonalen Entwicklung, sondern auch bei dem erwachsenen Tiere noch beständig entstehen“ (pg. 101), so ist das „im allgemeinen“ nicht richtig. Aus CARRIÈRES Zahlen geht zunächst hervor, daß Tiere derselben Spezies und von derselben Größe nicht immer gleich viel Augen besitzen, ferner, daß kleinere derselben Art zuweilen mehr Augen haben als große, womit sich einige der hier mit-

geteilten Daten decken. Ich halte es nun für sehr gewagt, aus einem solchen inkonstanten Befunde eine biologisch so weit gehende Folgerung zu ziehen, wie die ist, daß postembryonal neue Augen entstehen können, möchte vielmehr sagen, daß eine Gesetzmäßigkeit, soweit wir die Situation bis jetzt zu überblicken vermögen, nicht vorhanden ist, sondern daß hier in ihren ursächlichen Momenten noch unverstandene individuelle Differenzen vorliegen, die übrigens von nur untergeordneter Bedeutung, sowohl in morphologischem wie physiologischem Betracht, sein dürften. Auch dem Umstande, daß bei großen Arten größere Augen sich finden, glaube ich nicht viel Beachtung schenken zu sollen. Ebenso ist meines Erachtens von nebensächlicher Bedeutung jene Art der Verteilung der Augen, deren PATTEN gedenkt. Er findet meistens, daß zwei Augen von größerem Durchmesser nebeneinander stehen und dann zwei Augen von kleinerem folgen, ohne daß sich indessen in der Gruppierung der Paare ein bestimmtes System erkennen ließe. Dem kann ich nicht beistimmen, und diese Abweichung veranlaßt mich überhaupt nur, die Angelegenheit zu berühren. Ich finde nämlich bei allen von mir untersuchten Pectenarten, ausgenommen glaber, dessen Augen alle gleich groß sind, daß ein Alternieren zwischen großen und kleinen Augen statthat, und zwar in der Weise, daß auf ein größeres Auge immer ein kleines folgt. Letztere sind, das ist namentlich deutlich bei Pecten Jacobaeus, in den rinnenförmigen Vertiefungen der Schaleninnenfläche gelegen, welche den Rippen der äußeren Fläche entsprechen, und die großen Augen finden sich immer auf den jenen Vertiefungen folgenden Erhöhungen der Schaleninnenfläche vor. Die Augen stehen also im Mantelrande in einer Zickzacklinie. Von größerer Bedeutung dagegen ist es, daß in den Mantelrandteilen, welche im einspringenden Winkel der Schalen gelegen sind, keine Augen vorkommen und daß diese erst wieder den Ohren der Schale zu auftreten, worauf übrigens schon GRUBE (20) hingewiesen hat. Hier sind sie dann stets klein und nur etwa 4—5 an Zahl beiderseits.

Die Augen der Pectiniden sitzen auf Stielen auf, deren Substanz eine direkte Fortsetzung der des Mantelrandes ist und die von einem in den verschiedenen Regionen verschieden gestalteten Epithel bedeckt werden.

Der Stiel des Auges ist bei den einzelnen Arten von verschiedener Länge und hat im allgemeinen drehrunde, cylindrische Gestalt. Die Bindesubstanz, welche ihn bildet (Fig. 37, 38, 39 *st*), unterscheidet sich insofern von der der Tastfäden und des Mantel-

raudes, als hier die Fibrillen, welche durch ihre Verflechtung die einzelnen Maschen derselben hervorbringen, weniger zahlreich, die Maschen selber daher weit größer sind als in jenen erwähnten Regionen, und daß somit das ganze Gewebe ein mehr homogenes Aussehen erlangt. Die seit Alters her übliche Angabe, daß die Substanz des Augententakels von knorpelartiger Beschaffenheit ist, hat daher, wenn wir von der Konsistenz absehen, eine gewisse Berechtigung. In der Substanz der Tentakel sieht man auf Längsschnitten, wie dies PATTEN ganz richtig angegeben, verschiedene Gefäßlumina (Fig. 38 *ar*), welche bald quer-, bald längsgetroffen sind und die, wie man sich durch Kombination der einzelnen Schnitte einer Serie vergewissern kann, sämtlich zu einem großen Gefäße, der Hauptader des Augenstieles und der Augen, gehören. Im Stiel findet man ferner Muskeln. Dieselben bestehen durchaus nicht, wie PATTEN dies angiebt und auf Fig. 19 Tafel 29 l. c. (32) auch abbildet, aus langgestreckten spindeligen Zellen, sondern stellen, wie an den anderen Teilen des Acephalenkörpers und bei Mollusken überhaupt, lange, multinucleäre Stränge dar, deren zellige Komponenten so dicht und eng aneinander liegen, daß sie einzeln in guten Präparaten nicht zu erkennen sind. Diese Muskeln verlaufen an der Innen- und an der Außenfläche unter dem Epithel des Stieles (Fig. 37, 38, 39 *mm*), fehlen aber in der Axe desselben; sie stellen also, als Ganzes betrachtet, einen kontraktile, subepithelial gelegenen Schlauch dar. Sie enden stets und ausnahmslos bei allen Augen, die ich von den verschiedenen Spezies untersucht habe, dicht am proximalen Ende der Augenblase (Fig. 37, 38, 39), treten aber weder mit dieser in direkte Verbindung, noch setzen sie sich in die bindegewebige Lage fort, welche, unterhalb der Epithelzellen gelegen, die Augen umkleidet. Die gegenteilige Angabe PATTEN's (32), daß sich einzelne Muskelfasern, die teilweise auch von den Epithelzellen sollen entspringen können, in jene das Auge umkleidende Bindesubstanzlage fortsetzen und hier „appear to terminate with an outward curve, as though attached to the epithelium at that point, forming what we shall call the ciliaris“ (pg. 580 l. c.), diese Angabe PATTEN's, sage ich, hat eine thatsächliche Basis nicht. Nichts dergleichen existiert und der der Accomodation dienende Ciliaris ist nicht vorhanden; PATTEN hat hier Bindegewebsfibrillen mit Muskelfasern verwechselt. Es sei noch erwähnt, daß diejenige Portion des kontraktile Schlauches, welche sich an der Innenfläche findet, bei einzelnen Arten, so besonders *P. glaber*, stärker entwickelt ist

als die an der Außenfläche dahinziehende. PATTEN hat in Fig. 19 und Fig. 39, die beide von *Pecten Jacobaeus* stammen, vereinzelt in der Substanz des Stieles liegende multipolare Ganglienzellen gezeichnet. Ich kann die Richtigkeit dieses Bildes nicht zugeben, da ich nicht ein einziges Mal in den vielen Dutzenden von Augen, die ich von jeder Spezies untersucht habe, auch nur die Andeutung des Vorkommens von Ganglienzellen in dieser Gegend wahrnehmen konnte.

Die Stellung der Augenstiele auf dem Mantelrande ist bei allen untersuchten Arten folgende: der Stiel bildet einen mit der Schaleninnenfläche spitzen, mit dem inneren Abschnitte der Mantelrandfläche stumpfen Winkel, die innere Fläche des Stieles selber ist demgemäß die längere, die äußere die kürzere (Fig. 37, 38, 39 *e* und *c*). Dadurch erhält das Auge eine auch in vivo zu beobachtende Richtung nach außen, oder, wenn wir die normale Haltung des Tieres berücksichtigen: die Augen im linken Mantelrande, der ausnahmslos der obere ist, sehen nach oben, die im rechten nach unten (Fig. 37, 38, 39).

Das Epithel, welches den Augenstiel bekleidet, ist eine direkte Fortsetzung des Epithels der Oberfläche des Mantelrandes. Hier fast platt, wenigstens von sehr niedriger kubischer Form, wird es beim Übergang zum Stiel allmählich cylindrisch (Fig. 37, 38, 39 *ep*), d. h. es nimmt an Höhe zu und an Breite ab, bleibt aber durchaus indifferent. Es hat bei *Pecten Jacobaeus* an der Außenfläche eine Höhe von etwa  $16 \mu$ , an der Innenfläche von  $24 \mu$  und enthält ein spärliches, braungelbes Pigment, namentlich an der Außenseite, das jedoch in den Stielen der Augen, welche aus der Gegend der Ohren der Schale entnommen sind, fehlt. In gleicher Weise ist das Epithel an den Augenstielen der übrigen Arten gestaltet.

Fast genau in gleicher Höhe mit der proximalen Wölbung des Auges auf der Außen-, ungefähr entsprechend dem Aquator des Organes auf der Innenseite, bekommt dieses Epithel nun einen anderen Charakter (Fig. 37, 38, 39 *pig*). Mit Ausnahme von *P. Jacobaeus*, wo sich die Höhe des Stielepithels und der das Auge außen bekleidenden Zellen gleich bleibt (Fig. 38), werden die Zellen bedeutend, bei einzelnen um das Vierfache höher als die Epithelzellen des Stieles (Fig. 37, 39). Sie sind bei *Pecten opercularis* beiderseits  $20 \mu$ , bei *varius*  $36 \mu$ , bei *glaber* ebenfalls  $36 \mu$ , bei *flexuosus*  $40 \mu$  und bei *pusio* auch  $40 \mu$  hoch. Sie enthalten ein bei *Pecten varius* und *pusio* schwarzes, bei *Pecten*

glaber und opercularis dunkelbraunes, bei *Pecten Jacobaeus* und *flexuosus* gelbbraunes Pigment, welches bei den ersten beiden Arten die Zellen dicht erfüllt (Fig. 39, 40), bei den übrigen nur die basalen zwei Drittel einnimmt, das freie Drittel aber frei läßt (Fig. 37, 38). An geeignet tingierten Präparaten (Eosin-Hämatoxylin) färbt sich dann dieses Drittel intensiv, erscheint dicht granuliert und es zeigen sich somit diese Epithelzellen als ganz wesentlich verschieden von den übrigen indifferenten Epithelzellen des Stieles und des Mantelrandes überhaupt, da letztere weder diese Färbbarkeit, noch die Granulierung besitzen. Der Kern ist selbstverständlich nur von den zu zweidrittel pigmentierten Zellen zu sehen und ist hier so gelagert, daß seine eine Hälfte im Pigment steckt, seine andere als blaugefärbte knopfförmige Erhabenheit aus dem Pigment hervorsieht (Fig. 37 *ke*). Beide Formen dieser das Auge bekleidenden Epithelzellen zeigen auf Schnitten einen feinen doppelten Saum (Fig. 37, 38), auf welchem auch nicht eine Spur von Cilien zu sehen ist. Sie stecken mit kurzen, groben Wurzeln im Bindegewebe, stehen aber weder mit Nervenfasern in Verbindung, noch mit Muskelzellen.

Man hat die Gesamtheit dieser Epithelzellen, welche als ein außen tief, innen weniger tief herabreichender Pigmentmantel das Auge umhüllen, wohl früher als „Chorioidea“ bezeichnet; eine ganz unzulässige Analogisierung, da das Wesentliche der Chorioidea nicht das Pigment, sondern die Vaskularisierung ist, wie dies HENSEN mit der ihm eigenen Klarheit schon ausgeführt hat (23), von Gefäßverteilung in diesem Epithel aber keine Rede ist. In neuerer Zeit bis inklusive PATTEN, aber exklusive HENSEN, ist dann dieser Pigmentmantel „Iris“ genannt worden. Wenn man als hauptsächliches Moment für die Leistung der Iris die bloße Abblendung der Lichtstrahlen ansieht, dann kann man diese Analogisierung allenfalls gelten lassen. Rechnet man aber als unumgänglich nötig zur Iris noch die Fähigkeit der Kontraktion und Dilation und der dadurch bewirkten Accomodation, so hat der Pigmentmantel nichts gemein mit einer Iris. Daß aber diese kontraktile Eigenschaft der Iris ein physiologisch wesentliches Moment ist, das beweisen meines Erachtens die Augen albinotischer Tiere zur Evidenz. Ich halte es daher für richtiger, die Bezeichnung „Iris“ für die Gesamtheit dieser Zellen fallen zu lassen und dafür den indifferenten Ausdruck „Pigmentmantel“ anzuwenden. Der Vorzug einer solchen Benennung läge darin, daß sie zu einer falschen physiologischen Vorstellung niemals Veran-

lassung geben könnte, wie das bei der gebräuchlichen sehr wohl möglich ist.

PATTEN (32) erwähnt, bei *Pecten varius* und *opercularis* Augen gefunden zu haben, deren freier Pol vollständig mit Pigment bedeckt war. Ich kann dies nicht bestätigen, sondern habe an allen Augen der mir in sehr reichlicher Menge zu Gebote stehenden Exemplare ausnahmslos die Verhältnisse getroffen, die in folgenden Zeilen beschrieben werden sollen.

Nach dem freien Pole des Stieles zu erleidet das Pigmentepithel eine vollständige Veränderung in seinem Aussehen dadurch, daß es farblos und durchsichtig wird und so die Möglichkeit zum Eintritt von Lichtstrahlen in das Innere des Auges gewährt (Fig. 37, 38, 39 *pe*, Fig. 40).

Diese am meisten peripher gelegene, kreisrund umgrenzte Partie des Epithels bildet die äußere Schicht des von HENSEN (23), dessen Terminologie ich auch hier acceptiere, als *Pellucida* (Cornea der Autoren) bezeichneten Abschnittes des Auges.

Man kann drei Typen dieser Schicht der *Pellucida* unterscheiden, die alle darin übereinstimmen, daß sie aus einer einfachen Lage kernhaltiger Zellen bestehen und daß sich die Zellen des Pigmentmantels scharf abgeschnitten gegen sie abgrenzen. Im ersten Typus (*Pecten flexuosus*, *glaber* und *opercularis*, Fig. 37 *pe*) sind die Zellen platte Gebilde, deren gegenseitige Abgrenzung nicht mehr wahrnehmbar ist. Sie sind bedeutend niedriger als die Zellen des Pigmentmantels (Fig. 37) —  $4 \mu$  *P. flex.*,  $6 \mu$  *P. oper.* und *glab.* — die Schicht aber, welche sie bilden, hat infolge der darunter liegenden, sehr stark gewölbten Linse, namentlich bei *Pecten flexuosus*, eine große Konvexität, sodaß eine Einenkung an dieser Stelle, beziehungsweise ein wallartiges Überragen der Pigmentzellen nicht vorhanden ist. Den zweiten Typus repräsentiert die *Pellucida* der Augen von *Pecten Jacobaeus* und *varius* (Fig. 38, 40). Bei beiden Arten sind die Zellen der äußeren *Pellucidaschicht* cylindrisch und deutlich gegeneinander abgesetzt; sie haben da, wo sie an die Zellen des Pigmentmantels angrenzen, einen etwas geringeren Höhendurchmesser als jene (Fig. 40) (ausgenommen sind die Augen in der Nähe der Schalenohren von *Pecten Jacobaeus*, Fig. 38), nehmen aber schnell zu und sind dann ebenso hoch wie die Pigmentzellen. Bei *Pecten Jacobaeus*, in den Augen aus der Mantelrandmitte, liegt in diesen Zellen der Kern basal, bei *Pecten varius* im freien Drittel (Fig. 40). Durch jene erwähnte geringe Größenabnahme überragt der Pigmentmantel, be-

sonders bei *Pecten varius*, wallartig die *Pellucida* (Fig. 40), ein Verhältnis, das CARRIÈRE in seiner Fig. 82 ebenfalls zeichnet. Den dritten Typus endlich zeigt *Pecten pusio* (Fig. 39). Hier sind an der Grenze des Pigmentmantels die *Pellucidazellen* von gleicher Höhe wie die Pigmentzellen, nehmen dann aber rasch zu und erreichen in der Mitte einen Durchmesser von  $56 \mu$ , so eine stark gewölbte Schicht cylindrischer und deutlich konturierter Zellen darstellend (Fig. 39 *pe*). Der Kern dieser Zellen liegt stets im basalen Drittel, entweder an der Grenze desselben und des mittleren Drittels oder ganz basal. PATTEN, der diese Formation der *Pellucida* zuerst gesehen hat, zeichnet bei einem fast ausgebildeten *Pecten pusio* (l. c. Fig. 10 Taf. 28) diese Zellen mit Kernen, die im distalen Teile gelegen sind. Es ist das entschieden nicht richtig, wenigstens nicht für das erwachsene Tier. Welchem Typus die äußere *Pellucidaschicht* bei den einzelnen Arten aber auch angehören mag, ihre Zellen stimmen insofern überein, als sie nichts anderes als indifferente, hyaline und doppelt gesäumte, dabei cilienlose Gebilde sind. Ihre Befestigung in der darunter liegenden inneren *Pellucidaschicht* ist, wie Mazerationen, besonders in MÜLLER'scher Lösung, zeigen, die gleiche wie bei allen indifferenten Zellen. Nur daß hier die wurzelförmige Ausfaserung sehr spärlich ist und die einzelnen Wurzeln sehr kurz sind. Die sehr komplizierten Verhältnisse, die hinsichtlich dieses Punktes PATTEN (32) anführt, die ganz eigentümlichen Zellformen, die er hier gesehen haben will (cfr. Fig. 31 l. c.), wonach an den Seiten verschiedenartige Vorsprünge vorkommen, die in entsprechende Vertiefungen der Nachbarn passen, was ein an Riffzellen erinnerndes Flächenbild hervorruft (Fig. 37 l. c.), die Endigung der proximalen Zellausläufer in der äußeren Fläche der Linse — allen diesen Angaben fehlt nach meinen Untersuchungen die thatsächliche Basis. Sei es durch ungenügende Mazerationen oder auch gerade im Gegenteil durch zu heftige Einwirkung der verwandten Reagentien, sowie ferner durch nicht genügende kritische Würdigung des Schnittbildes, denn alles das zeichnet er auch im Schnitte, ist PATTEN in diese Irrtümer verfallen, deren schwerster der angebliche Zusammenhang der Zellen der äußeren *Pellucidaschicht* mit der Linse ist.

Auf die äußere folgt die innere *Pellucidaschicht* (Fig. 37, 38, 39 *pi*). Dieselbe ist eine direkte, kontinuierliche Fortsetzung der Binde substanz des Stieles. Das Auge der Pectiniden nämlich stellt eine die freie Hälfte des Stieles einnehmende Blase

von meist ovaler Gestalt (Fig. 37, 38, 39) dar, die allseitig von der Substanz des Stieles umschlossen ist und die ihren breiten Pol nach dem Stiel, den spitzen nach der freien Seite zu gerichtet hat. Gegen letztere hin wird diese bindegewebige Hülle (Fig. 37, 38, 39 *conj*) immer dünner und ist unter der äußeren Pellucidaschicht, namentlich in der Mitte, kaum noch halb so dick wie an den Seiten (Fig. 40). Nur an den an der Rücken- bzw. an der Bauchseite, in der Nähe der Schalenohren, stehenden kleinen Augen ist die innere Pellucidaschicht zuweilen von gleichem Dickendurchmesser wie die seitliche Bindegewebslage. Mit der Abnahme des Volumens geht gleichzeitig eine Veränderung im histologischen Verhalten Hand in Hand. Während die Binde-substanzhülle, welche die Seitenpartieen des Auges bekleidet, ganz und gar den Charakter der Binde-substanz des Stieles bewahrt, so also zahlreiche Kerne und einzelne geschlängelt verlaufende Fibrillen zeigt (Fig. 37, 38, 39 *conj*, Fig. 40) und die geringe Transparenz besitzt, die dem Bindegewebe im allgemeinen zukommt, ist die innere Pellucidaschicht hyalin und enthält nur noch sehr spärliche Kerne und gar keine Fibrillen mehr (Fig. 37, 38, 39 *pi*, Fig. 40). Diese ihre fast homogene Beschaffenheit macht sie zum Durchtritt von Lichtstrahlen geeignet. PATTEN (32) nennt diese Schicht „Pseudocornea“, eine Bezeichnung, die ich aus später noch zu berührenden Gründen nicht acceptieren kann, ebensowenig wie die Benennung der vorderen Schicht als „Cornea“. Derjenige Rand der inneren Pellucida, auf welche die äußere aufstößt, zeigt in manchen Schnittpräparaten, namentlich von Pecten Jacobaeus, eine feine Zähnelung, als Andeutung der Art und Weise, wie die Zellen der äußeren Schicht in der inneren haften.

Die Binde-substanz, welche an die seitliche und proximale Wand der Augenblase anstößt, ist dadurch ausgezeichnet, daß ihre Grenzschicht gegen das Auge in tingierten Schnitten den Farbstoff etwas intensiver aufgenommen hat als die übrigen bindegewebigen Partieen. Dadurch entsteht eine scharfe, relativ breite Begrenzungslinie (Fig. 37, 38, 39 *bi*). In sehr großen Augen kann dann dieselbe so breit erscheinen, daß sie als eine gesonderte, lamellöse Schicht imponiert; indessen entspricht das dem tatsächlichen Verhalten nicht. Durch kein Reagens ist es mir gelungen, hier eine selbständig existierende, bindegewebige Lamelle zu isolieren; stets und in allen Fällen war nur der im Schnitt als Verdickung erscheinende Kontur in untrennbarem Zusammenhange mit dem darunter liegenden Gewebe zu sehen. Auch hier befinde

ich mich in thatsächlichem Widerspruche mit PATTEN, der diesem Grenzkontur eine überaus komplizierte Struktur zuschreibt. Ich habe nichts von dem gesehen, was PATTEN schildert und abbildet, und kann daher, da ich zum Teil dieselben Methoden anwandte wie er, nur sagen, daß meines Erachtens seinerseits hier eine vollständige Verkennung der histiologischen Verhältnisse vorliegt. PATTEN nennt diesen Grenzkontur „Sclera“. Ich halte das nicht für gerechtfertigt, sondern nur für ein Spielen mit der Analogie, bin vielmehr der Ansicht HENSEN'S (23), daß eine Sclera sensu strictiori dem Pectenauge fehlt und daß dieselbe durch die ganze Substanz des Stieles dargestellt wird.

Die bis jetzt beschriebenen Teile, Pigmentmantel, Pellucida und Bindsesubstanz, sind die Hüllen des Pectinidenauges; das Organ selber besteht aus zwei Abteilungen, die von differentem histiologischem Bau auch funktionell verschieden sind. Die den distalen Abschnitt einnehmende Abteilung ist der dioptrische, die den proximalen erfüllende ist der lichtperzipierende Apparat mit zwei accessorischen Gebilden des Auges. Beide Abteilungen sind durch das von KROHN entdeckte Septum getrennt, dessen Existenz BÜTSCHLI (5) mit Unrecht anzweifelt.

Den dioptrischen Apparat stellt ein Gebilde dar, das allgemein als Linse bezeichnet wird und dem wohl auch die mit dieser Bezeichnung vindizierte Funktion zukommt. Auf Längsschnitten durch ein Pectinidenauge, welche genau in der Ebene der Axe des Organes liegen, zeigt sich die Linse von bikonvexer Gestalt (Fig. 37, 38, 39 b), wie das alle Autoren angeben, mit Ausnahme von KEFERSTEIN (27), der sie von kugelige Form gesehen haben will. Die Fläche, welche der inneren Pellucidaschicht anliegt, ist wenig, diejenige, welche auf dem Septum aufruht, ist stark gewölbt. Diese Verhältnisse sind namentlich deutlich ausgeprägt bei *Pecten opercularis* und *pusio* (Fig. 39 l), wo die distale Fläche fast platt ist; bei *Pecten flexuosus* sind distale und proximale Wölbung fast völlig übereinstimmend (Fig. 37 l); die übrigen Arten halten zwischen beiden Extremen die Mitte (Fig. 38 l). Der größere Durchmesser liegt in der lateralen Axe des Augestieles, der kleinere in dessen longitudinaler. Wenn man in einer Schnittserie die Linse vom Moment ihres Auftretens bis zu dem ihres Verschwindens genau verfolgt, so findet man, daß zunächst die der inneren Pellucidaschicht anliegende Portion erscheint, erst später die proximale gewölbtere, und daß erstere auch zuletzt verschwindet. Es nimmt dieser Teil ungefähr das distale Viertel

für sich in Anspruch, und es zeigt sich somit, daß die Seiten der Linse an ihrer distalen Fläche überstehen. Sie hat daher ungefähr das Aussehen eines mit breitem Deckel bedeckten Topfes. An frischen Präparaten, namentlich von *Pecten Jacobaeus*, vorausgesetzt, daß man jeden Druck vermeidet, bestätigt sich dieses Ergebnis der Schnittbilder; die Abbildung, welche PATTEN von der Linse von *Pecten opercularis* giebt (Taf. 29, Fig. 23 *lc*) entspricht daher hinsichtlich der dargestellten Form vollständig dem thatsächlichen Verhalten, und zwar für alle von mir untersuchten Arten. Die Linse besteht aus sehr zahlreichen Zellen von einer im allgemeinen polyedrischen Gestalt, die an der proximalen Fläche in vielen Fällen einer mehr langgestreckten Platz gemacht hat, ein Verhalten, das in seinen wesentlichen Punkten schon von HICKSON (25) ziemlich richtig dargestellt wurde. Das Plasma der Linsenzellen ist ungemein dicht granuliert und färbt sich, besonders mit Eosin, sehr intensiv. Der Kern, der nicht an allen Zellen eines Schnittbildes zu sehen ist, aber allgemein vorkommt, ist klein, liegt zentral oder exzentrisch und ist in letzterem Falle häufig in eine Ecke der Zelle gerückt (Fig. 37, 38, 39 *l*). Die Zellen sind membranlos, zeigen sich aber im konservierten Präparat, namentlich nach Fixierung in Sublimat, scharf konturiert.

Eine die Linse umhüllende Membran kommt nicht vor; davon kann man sich an frischen, mazerierten und konservierten Präparaten unzweifelhaft überzeugen. Ich befinde mich hier in Übereinstimmung mit HENSEN (22), HICKSON (25) und anscheinend auch mit CARRIÈRE (6), der das Vorhandensein einer Membran nicht angiebt, im Widerspruche aber wiederum mit PATTEN (32). Letzterer Autor schildert die Verhältnisse folgendermaßen (pg. 581 l. c.): „By isolating the lens, this part (die Außenfläche, d. h. die der inneren Pellucidaschicht anliegende) is seen to project as a ragged membrane, composed of fibres continuous with those of the connective tissue capsule. This membrane will be called the suspensory ligament. The outer surface of the lens is covered with two sets of fibres, most conveniently observed in the isolated cornea, or on the surface of the lens, to either of which they may remain attached. They form a layer of strong circular fibres, concentrically arranged, and superimposed by a smaller number of radiating ones extending from the periphery of the lens to the centre, toward which they gradually diminish in size. In cross sections the circular fibres of the lens appear as a row of dots, forming a sharp demarkation of the outer sur-

face of the lens. The inner surface of the lens is sparingly supplied with whit branching fibres, which in *Pecten opercularis* accumulate near the centre to form a fibrous mass containing an occasional nucleus, and connecting the lens with the septal membrane.“ Dieses innere Ligament soll bei *Pecten Jacobaeus* nicht zu finden sein. Ich habe die PATTEN'sche Schilderung vollständig angeführt, weil eine auszugsweise Wiedergabe derselben nicht gut ausführbar war; die Angaben aber zu bestätigen, bin ich nicht in der Lage. Das innere Ligamentum suspensorium, das er hier gesehen haben will und welches die Linse mit dem Septum verbinden soll, existiert in Wirklichkeit nicht. Das, was PATTEN in Fig. 23 Taf. 29 l. c. bei *ll* und *y* als solches abbildet, ist nichts anderes als ein Fetzen dieses Septum selber, das mit der Linse verklebt war und bei der Isolation teilweise mit herausgerissen wurde. Das äußere Ligamentum suspensorium ist ebenfalls nicht existent; PATTEN hat hier einen der Linse anhaftenden Teil der inneren Pellucidaschicht als ein selbständiges Gebilde genommen. Und endlich sind die radiären und zirkulären Fasern als Kunstprodukte aufzufassen, wahrscheinlich feinste Risse in der Linse, welche durch die verschiedenen, teils mazerierenden, teils konservierenden, Reagentien hervorgerufen wurden.

Im konservierten Objekte füllt die Linse die distale Hälfte der Augenblase nicht aus, sondern läßt zu beiden Seiten, also an der äußeren und inneren Seite, je einen abgerundet dreieckigen Raum frei, dessen Basis dem Epithel zu, dessen Spitze an der proximalen Linsenkrümmung liegt (Fig. 37, 38, 39). Da, wo die Linse vom Septum etwas abgehoben ist, kommunizieren beide Räume miteinander (Fig. 37), ein Verhältnis, das insofern wohl der Wirklichkeit entsprechen wird, als hier offenbar ein einfacher Blutsinus vorhanden ist. Man findet nämlich in diesen Dreiecken bald mehr, bald weniger zahlreich Blutkörperchen (Fig. 37, 38, 39, 42 *sa*), wie dies CARRIÈRE (6) und PATTEN (32) bereits richtig erkannt haben, welche durch ein Gefäß hierher geschafft werden, das, an der Außenfläche der Augenblase verlaufend, seitlich von dem Septum in den distalen Abschnitt des Auges tritt. Ich habe nur ein derartiges Gefäß wahrnehmen können; an der inneren Fläche fand sich keines. (In Fig. 42 *ar* sieht man den Schrägschnitt dieses Gefäßes.)

Zwischen distaler und proximaler Hälfte der Augenblase findet sich das von KROHN (28) entdeckte und von allen späteren Beobachtern, mit Ausnahme von BÜTSCHLI (5), bestätigte Septum

(Fig. 37, 38, 42 s). Nach meinen Erfahrungen, die an konservierten und mazerierten Augen gewonnen wurden, ist dasselbe eine strukturlose, dünne Membran, welche da, wo die proximale Linsenkrümmung ihr aufliegt, also in der Medianebene, eine leichte Verdickung erkennen läßt (Fig. 37 s). Man sieht dies besonders deutlich bei *Pecten flexuosus* und *opercularis*, weniger gut bei den übrigen Arten. Kerne im Septum, wie CARRIÈRE (6), oder eine zellige Zusammensetzung desselben, wie PATTEN (32), habe ich nie gesehen. Was die rückwärtsige, d. h. proximale Fortsetzung dieses Septum anlangt, so schließe ich mich vollständig an PATTEN an, der einen direkten Zusammenhang desselben mit der die Augenblase umhüllenden Bindegewebskapsel konstatiert hat. CARRIÈRE'S Angabe, daß das Septum in die Pigmenthaut des Auges sich fortsetzt, kann ich nicht bestätigen.

Die proximale Augenhälfte wird von drei Schichten gebildet, die als Retina, Tapetum und Pigmenthaut bezeichnet werden und von denen letztere die am meisten stielwärts gelegene ist.

Die Struktur der Retina, die als das lichtempfindliche Gebilde natürlich ganz besonderes Interesse beansprucht, ist bis in die neueste Zeit vollständig verkannt worden, erst durch die sorgfältige histologische Analyse PATTEN'S sind wir mit den tatsächlichen Verhältnissen vertraut geworden. Wenn auch HENSEN (22) in seiner Darstellung vielfach der Wahrheit nahe kam, so ist es doch PATTEN'S (32) unbestreitbares und nicht zu unterschätzendes Verdienst, der erste gewesen zu sein, welcher in den hinsichtlich dieses Gebildes herrschenden Wirrwarr der Meinungen Ordnung gebracht hat. Wenn ich auch in manchen Punkten von ihm abweiche, in dem, was ich als das Hauptergebnis seiner sorgfältigen Untersuchungen betrachte, in der Erkennung der sogenannten ersten Zellschicht von HENSEN als einer Schicht von Ganglienzellen und in der Erkennung der wahren Bedeutung der Kerne, welche in den sogenannten Rand- oder Seitenwülsten liegen, dem fraglichen Ringganglion von CARRIÈRE, stimme ich ihm vollständig zu.

Der Fehler, der von allen früheren Beobachtern gemacht wurde, war die ausschließliche Untersuchung von Schnittpräparaten, die, so wichtig das Studium derselben für die Eruierung der Lagerungsverhältnisse und des Zusammenhanges der Elemente ist, von der intimeren Retinastruktur ganz falsche Vorstellungen geben. Durch Anwendung von Mazerationen gelang es daher PATTEN leicht, das Faktische zu finden. Ich habe seine Methoden

nachgemacht, ziehe jedoch allen den komplizierten Behandlungen eine mehrwöchentliche Mazeration in MÜLLER'scher Lösung vor. Am besten aber hat sich mir eine Präparationsweise bewährt, welche die alten Histiologen mit Vorliebe verwendeten: das Zerzupfen gehärteter Objekte. Ich habe die teils in Sublimat, teils in Pikrinschwefelsäure fixierten und in Alkohol gehärteten Augen mit Pikrokarmin während 24 Stunden in toto gefärbt und dann, nach einigem Auswaschen in angesäuertem Wasser, in verdünntem oder reinem Glycerin zerzupft. Mangel an Material darf man dabei allerdings nicht haben, denn ungefähr unter 20 Präparaten — je eine Retina zu einem Präparate verwendet — gelingt höchstens eines.

Auf Längsschnitten durch ein Pectinidenaugē erkennt man an der Retina drei Schichten, die vom Septum proximalwärts in folgender Reihenfolge liegen: 1. Schicht der Ganglienzellen (HENSEN'S erste Zellschicht, spindelförmige Zellen von CARRIÈRE, äußere Ganglienzellschicht PATTEN) [Fig. 37, 38, 39, 41, 42 *gz*], 2. Schicht der Stäbchenzellen (zweite Zellschicht HENSEN, Stäbchenzellen CARRIÈRE, Retinophoren PATTEN) [dieselben Figuren *bc*] und 3. Schicht der Stäbchen (von allen Autoren ebenfalls so bezeichnet [*bac*]).

Gleich PATTEN will ich zuerst die Elemente der zweiten Schicht, die Stäbchenzellen, beschreiben.

Wie Schnittserien lehren und wie von allen neueren Bearbeitern des Pectinidenauges ganz korrekt angegeben wurde, sind die Stäbchenzellen Gebilde, deren basaler Abschnitt in der Längsaxe des Auges liegt, während der Rest in einem mehr oder weniger stumpfen Winkel nach den Seiten abbiegt. Und zwar ist die Anordnung so (Fig. 37—41 *bc*), daß genau die eine Hälfte der Stäbchenzellen mit ihrem distalen Abschnitt nach der einen, die andere nach der anderen Seite abbiegt. Von oben, d. h. von der Pellucida-seite her betrachtet, stellen also die seitlich abgebogenen Teile der Stäbchenzellen eine in der Mitte leicht vertiefte linsenförmige Fläche dar, in deren beiden spitzen Enden die Enden der Stäbchenzellen liegen. Die Biegung, welche die Stäbchenzellen besitzen, ist in der Mitte der Netzhaut eine stumpfwinklige (Fig. 43 *a, c*, Fig. 44), sie rundet sich nach den Seiten allmählich ab und ist in den Randpartieen fast halbzirkelförmig (Fig. 42), wie dies schon PATTEN hervorgehoben hat. Im basalen Teile, da also, wo die Stäbchen sich ansetzen, liegen zahlreiche kernähnliche Gebilde (Fig. 41, 42 *gzs*), bisher stets als die Kerne der Stäbchenzellen gedeutet; im distalen Ende, an der Umbiegungsstelle sieht man

ebenfalls zahlreiche, teils oblonge, teils runde Kerne (Fig. 41, 42 *nucl*), welche CARRIÈRE vielleicht als Ringganglion betrachten zu können glaubte, während HENSEN keine Deutung giebt. So viel und nicht mehr lehren Schnittpräparate.

An Zupfpräparaten, die in der oben angegebenen Weise hergestellt wurden, erkennt man nun folgendes (Fig. 43, 44):

Die Stäbchenzellen (Fig. 43 *a, c, bc*, Fig. 44) sind membranlose, zart granulirte Gebilde von außerordentlich langgestreckter Form. Am breitesten an ihrem basalen, das Stäbchen tragenden Ende verschmälern sie sich immer mehr und gehen ununterbrochen in den Nervenendfaden über (Fig. 44). Im schmalen, seitlich abgobogenen Teile, dicht vor dem Übergang zum Nerven enthalten sie einen ovalen oder runden Kern (Fig. 43 *a, c* und Fig. 44 *nucl*), in welchem ich wohl einzelne Körnungen, nie aber das von PATTEN erwähnte Kernkörperchen gesehen habe. In der Axe dieser Zellen (Fig. 43 *a, 44 cc*) verläuft, wie man bei ZEISS 3 F erkennt, ein feiner Faden leicht gewellt, der sich seitlich so dicht an den Kern anlegt, daß er erst jenseits desselben wieder gesehen werden kann. Bei Anwendung einer guten homogenen Immersion, namentlich eines neuen ZEISS'schen apochromatischen Objectives in Verbindung mit dem apochromatischen Okular 8<sup>1</sup>), und bei mittlerer Blendung am ABBE, also bei circa 1000 facher Vergrößerung, erkannte ich, daß dieser Faden keineswegs ein solides Gebilde ist. Vielmehr durchzieht die Stäbchenzelle in ihrer Ausdehnung ein feiner Kanal, der Zentralkanal, und erst in diesem liegt ein Faden, der die unmittelbare Fortsetzung des zur Stäbchenzelle tretenden Nervenfadens ist (Fig. 43 *c* bei *ci*). Die Anwesenheit dieses Zentralkanals ist PATTEN entgangen; er zeichnet zwar in Fig. 20 l. c. den Zentralfaden sehr breit, doch hält er ihn für ein einheitliches Gebilde. Je schmaler die Stäbchenzelle wird, um so schmaler wird auch der Zentralkanal, um dann jenseits des Kernes mit der Zelle aufzuhören. Hier ist dann nur noch der feine, stets variköse Nervenfaden vorhanden (Fig. 43 *a* bei *n*, Fig. 44 *n*). Derselbe zeigt häufig, aber nicht immer, in der Nähe der Zelle eine nicht zu breite, spindelförmige Anschwellung, von PATTEN als ein zweiter Kern gedeutet. Ich kann diese Deutung nicht annehmen, da die

1) Herr Professor MUNK hatte mir mit größter Liebenswürdigkeit dieses seinem Institute gehörige, ganz ausgezeichnete System und Okular zur Verfügung gestellt; auch dafür weiß ich ihm herzlichsten Dank.

Kriterien für einen Kern, besonders die Vorliebe für Farbstoffe, fehlen, halte es vielmehr für eine einfache Anschwellung der Faser, die vielleicht artefizieller Natur ist (Fig. 44 *v*). Im basalen Teile der Stäbchenzelle hat PATTEN noch eine kleine Vakuole wahrgenommen; auch diese Angabe vermag ich nicht zu bestätigen. Wenn PATTEN dann ferner Stäbchenzellen beschreibt, welche, sonst wie die übrigen gebaut, auf ein schmales Band reduziert sein sollen (er bildet eine solche in Fig. 36 l. c. ab), so ist die Thatsache, daß solche bandartige Stäbchenzellen vorkommen, unbestreitbar, denn auch ich habe sie wiederholt gesehen. Indessen kann ich diese Bilder nicht als den Ausdruck natürlicher Verhältnisse betrachten, sondern meine, daß dieselben lediglich durch Seitenlagerung der betreffenden Stäbchenzellen entstanden sind. Die Stäbchenzellen nämlich haben nur an ihrem basalen Ende cylindrische Gestalt (Fig. 43 *c*, Fig. 44), durch ihre Verschmälerung erhalten sie einen mehr elliptischen Durchschnitt, wodurch die Durchmesser ungleich groß werden, sodaß bei Lageverschiebung der Zellen dieselben auch schmal, bandartig erscheinen können.

Stäbchenzelle liegt dicht an Stäbchenzelle, in der ganzen Ausdehnung vom Eintritt der Nerven bis zum basalen Ende (Fig. 41, 42, 43 *a* bei *bc*); einen zwischen den benachbarten vorhandenen Kanal, den PATTEN hier gesehen hat, konnte ich nie wahrnehmen, und dies um so weniger, als ich eine solche, ich möchte sagen, einseitige Verbreiterung der Stäbchenzellen, wie PATTEN es beschreibt und abbildet, nie gefunden habe.

Bestehen somit zwischen den Angaben von PATTEN und mir im einzelnen manche Differenzen, in der Hauptsache herrscht eine völlige Übereinstimmung, nämlich darin, daß die in den sogenannten Randwülsten der Retina sich findenden Kerne, welche als zu Ganglienzellen gehörig betrachtet wurden, die Kerne der Stäbchenzelle sind und daß die letzteren sowohl an der Außen- wie an der Innenfläche des Auges mit Nervenfasern in direkte Verbindung treten, und zwar je eine Stäbchenzelle mit je einer Nervenfaser.

Das basale Ende der Stäbchenzellen, welches die Stäbchen trägt, hat in allen Farbstoffen eine intensivere Tinktion angenommen als die übrige Zellsubstanz (Fig. 41—44 *m*). Dadurch entsteht eine wellig gebogene, zarte und dunkle Linie (Fig. 42 *m*). Gleich HENSEN kann ich hier keine Grenzmembran (PATTEN) oder Siebmembran (CAKRIÈRE) sehen, die zwischen Stäbchenzellen und Stäbchen trennend sich dazwischenschöbe. Was PATTEN in seiner

bezüglichen Figur 26 l. c. zeichnet, ist ein Querschnitt jenseits der Stäbchenzellen, also der eigentlichen Stäbchenregion entnommen, und was PATTEN als „terminal membrane“ in diesem zu sehr schematisierten Bilde deutet, ist die äußere, die Stäbchen umhüllende Masse.

Am basalen Teile der Stäbchenzellen finden sich noch eine große Zahl, und zwar genau so viel, wie Stäbchenzellen vorhanden sind, kernähnlicher Gebilde (Fig. 41—44 *gzs*), die früher als die Kerne der Stäbchenzellen betrachtet wurden. Ich muß PATTEN unbedingt zustimmen, daß dies Kerne von Ganglienzellen (innere Ganglienzellschicht PATTEN) sind, welche natürlich nicht in, sondern auf den Stäbchenzellen liegen. Die Möglichkeit der Verwechslung ist namentlich an Schnittpräparaten (Fig. 37—42) darum sehr leicht, weil diese Ganglienzellen, ich will sie sekundäre Ganglienzellen nennen, sehr große Kerne, aber nur so wenig und so zartes Plasma haben, daß letzteres fast nie mit Deutlichkeit wahrgenommen werden konnte (Fig. 43 *c*, *gzs*). Daß wir es hier aber thatsächlich mit Ganglienzellen zu thun haben, lehren Isolationspräparate, in denen man von diesen Gebilden aus zahlreiche, sehr feine und häufig verzweigte Fasern ausgehen sieht, die sich mit den Fasern, welche von der eigentlichen Ganglienzellschicht stammen, zu einem Geflecht vereinigen (Fig. 43 *c*).

Seitlich von den Stäbchenzellen finden sich ähnlich gebaute Zellen, die von jenen zunächst dadurch unterschieden sind, daß sie keine Stäbchen tragen. Diese bilden die beiden sogenannten Seiten- oder Randwülste der Netzhaut und werden gegen die Eintrittsstellen des inneren Nerven immer kleiner (Fig. 41, 42 *nz*). Sie weichen ferner von den Stäbchenzellen darin ab, daß ihr Kern ausnahmslos basal sich findet und daß auf ihnen keine sekundären Ganglienzellen aufliegen. Ob sie mit Nervenfasern in Verbindung stehen, konnte ich nicht entscheiden. Bedeutend kürzer also als die Stäbchenzellen und von denselben sich scharf unterscheidend, sind sie doch diesen homologe Gebilde. Die überaus komplizierten Verhältnisse, die PATTEN hier fand, dies Gewirr angeblich nervöser Fäserchen und die große Zahl derartiger Zellen konnte ich weder an Zupf-, noch Schnittpräparaten bestätigen, welcher Methode ich mich auch bediente. Ich vermute, daß bei PATTEN die Anwendung heißer Chromsäure hieran Schuld hat und daß demnach das, was jener Autor hier gesehen, lediglich artefizieller Natur ist. Einen Zusammenhang, beziehentlich einen Übergang dieses Teiles der Netzhaut in die Pigmenthaut, wie ihn PATTEN und

BÜTSCHLI angeben, habe ich ebenfalls gesehen. Man kann ganz gut, namentlich bei *Pecten pusio*, erkennen, wie die Zellen der Pigmentschicht unter Verlust ihres Pigmentes sich in die Nebenzellen der Retina fortsetzen, ein Verhältnis, das übrigens nach den Angaben PATTEN's auch ontogenetisch beglaubigt ist. Eine andere Frage ist, welche Bedeutung diese Nebenzellen haben. HENSEN (22), der dieselben zuerst gesehen hat, glaubt, daß sie eventuell als Ersatzmaterial beim Wachstum des Auges verwendet würden. Ob das zutrifft, kann ich nicht sagen; ich enthalte mich hier jeder Deutung des Befundes.

Die Stäbchen (Fig. 37—43 *bac*) sind cylindrische Gebilde, welche in der Mitte der Netzhaut am längsten sind, nach den Seiten zu kürzer werden und schließlich ganz fehlen (Fig. 41, 42). Sie bilden in ihrer Gesamtheit einen Cylinder mit stielwärts konvexer Kuppe, der das Zentrum der Netzhaut einnimmt, die beiden Seiten aber frei läßt. Äußerst leicht zerstörbar, sodaß sie in Schnitten, namentlich in der Mitte, häufig zerreißen (Fig. 37), was noch durch ihre innige Berührung mit dem Tapetum, wie sie in vivo vorhanden ist, erleichtert wird, bestehen sie aus zwei Substanzen, einem mehr oder weniger konisch gestalteten inneren Teile, welcher an Masse weitaus überwiegt, aber nicht die ganze Länge einnimmt, und aus einem umhüllenden Mantel (Fig. 42 *bac*, Fig. 43 *c*, *bac*). Es zeigt sich diese Zusammensetzung darin, daß der Kegel, die eigentliche Stäbchensubstanz, Farbstoffe gar nicht annimmt, während der Mantel sich intensiv färbt (Fig. 42, 43 *c*), auch in Osmium. Ob letzterer aber deswegen eine fettartige Substanz ist, wie CARRIÈRE meint, bleibe dahingestellt. PATTEN beschreibt die Struktur der Stäbchen folgendermaßen: „they consist of a hyaline, refractive cap, or sheath surrounding a pyramidal, axial core filled with a watery, non refractive fluid and, a short distance from the inner end of the rods, terminating in a rounded apex“ (pg. 585). Gerade umgekehrt verhält es sich: die Scheide oder der Mantel des Stäbchens ist schwach, die zentrale Masse ist stark lichtbrechend. Worauf PATTEN seine Angabe basiert, daß der konische Abschnitt, den er ebenso wie den Mantel des Stäbchens ungefähr so zeichnet, wie ich selber, eine wässrige, nicht lichtbrechende Flüssigkeit sei, ist mir nicht klar geworden; aus seinen Angaben erhellt es wenigstens nicht. Meiner Meinung nach ist der konische Teil der Stäbchen von festweicher Konsistenz, ungefähr wie der Axencylinder markhaltiger Nerverfasern. Genau in der Axe dieser Bestandteile des Stäbchens verläuft der

schon in der Stäbchenzelle gesehene Zentralkanal (Fig. 43 *c—cc*), welcher kurz vor der konvexen Wölbung aufhört; in dem Kanal liegt die Nervenfasern. Die Angaben PATTEN's, wonach hier wiederum sehr verwickelte Verhältnisse sich finden, ein Durchtreten des Zentralfadens durch das Stäbchen, eine Ramifikation des Fadens und eine dadurch bewirkte Verbindung des letzteren mit dem der Nachbarstäbchen einer- und mit den von der Ganglienzellenschicht stammenden Nervenfasern andererseits: alles das kommt nicht vor. PATTEN hat hier wiederum durch die Reagentien bewirkte Kunstprodukte als Ausdruck thatsächlicher Verhältnisse genommen. In gut erhaltenen Stäbchen (und dieselben gut zu erhalten, ist nicht leicht, hängt vielfach vom Zufall ab) zeigt sich nur der oben erwähnte Zentralkanal mit dem zentralen Nervenfasern, so endend, wie ich dies beschrieben (Fig. 43 *c*). Häufig brechen die Stäbchen ab und man sieht dann (Fig. 44) den zentralen Fasern aus der Stäbchenzelle hervorragen, wie dies schon HENSEN erwähnt (22). Nach den Seitenpartien nehmen, wie bereits erwähnt, die Stäbchen an Länge ab. Dies Schicksal trifft auch naturgemäß den Zentralkanal; in den am meisten zur Seite gelegenen 4—5 Stäbchen fehlt letzterer vollständig.

Wir kommen jetzt zur Ganglienzellenschicht (Fig. 37 bis 43 *gz*).

Dieselbe ist von HENSEN (22) und von CARRIÈRE (6) als Schicht der Spindelzellen bezeichnet worden; ihren Charakter als eine doppelte oder mehrfache Lage von Ganglienzellen hat erst PATTEN erkannt, dem ich mich in fast allen Punkten anschließen kann.

Die Schicht besteht bei *Pecten opercularis* (Fig. 41 *gz*), glaber und *Jacobaeus* aus zwei, bei *Pecten pusio*, *flexuosus* und *varius* aus drei bis vier Reihen verschiedenartig geformter Zellen; sie ist in der Mitte am dicksten und füllt hier, wie PATTEN das ganz richtig beschrieben hat, die durch das Umbiegen der Stäbchenzellen entstandene napfförmige Vertiefung aus, während sie nach den Seiten zu meistens dünner wird und schließlich nur noch aus einer Lage von Zellen besteht. Meistens, nicht immer; denn bei *Pecten flexuosus* und *opercularis* behält sie ihre Mächtigkeit in der ganzen Ausdehnung bei (Fig. 37, 41 *gz*). Es sind die einzelnen Zellen, wenn sie auch in ihren Formen eine unendliche Mannigfaltigkeit darbieten, doch im wesentlichen übereinstimmend. Sie haben ein zartes, schwach granuliertes Plasma, das sich nur wenig färbt und einen zentral gelegenen großen, kreisrunden Kern

enthält (Fig. 43 *a—gc*, 43 *b*), der sich stets intensiv tingiert. Sie sind ausnahmslos multipolar (Fig. 43 *b*), die Fortsätze sind feinste, bisweilen mit kleinen Varikositäten besetzte Fäserchen. Dieselben sind unverzweigt, wenn sie an die Zelle herantreten, ramifizieren sich aber in der wechsellvollsten Weise, wenn sie von denselben abgehen (Fig. 43 *a* und *c*, *gz*, *b*). PATTEN unterscheidet drei Typen derselben. Die Zellen des ersten Typus sind groß, stehen mit dem äußeren Nerven in Verbindung und enden auf den Stäbchen; die des zweiten sind unregelmäßig, vereinigen sich zuweilen mit den Nachbarn und enden wie die ersten; die des dritten endlich sind klein, sonst aber mit den wesentlichen Charaktereigenschaften der beiden anderen behaftet. Mir erscheint eine solche Einteilung unnötig, weil die gesamten Zellen dieser Schicht vollständig einander gleichen, abgesehen natürlich von den nebensächlichen Differenzen im äußeren Habitus, und weil sie, vielfach miteinander in direkter Kommunikation stehend, eine physiologische Einheit repräsentieren. Es sei noch erwähnt, daß bei *Pecten flexuosus* die Zellen, welche die erste Reihe einnehmen, sehr lang sind (Fig. 37 *gz*) und daß bei diesen der Kern fast basal gelegen ist.

Außer diesen kommen noch verstreut hie und da Ganglienzellen in den sogenannten Retinawülsten vor, jedoch nur ganz einzelt und sehr spärlich (Fig. 41, 42 *gz*). Ich finde diese zerstreuten Ganglienzellen nur von BÜTSCHLI (5) in der seiner Notiz beigegebenen schematischen Figur gezeichnet. Sie sind von den Zellen der Schicht dadurch unterschieden, daß sie, während diese zum äußeren Nerven gehören, in den Verlauf der Endfibrillen des inneren Nerven eingeschaltet sind.

CARRIÈRE (6) zeichnet in Fig. 81 l. c. von *Pecten opercularis* eine Lage cylindrischer Zellen dicht unter der Linse gelegen, welche die spindelförmigen Zellen deckt, während PATTEN (32) dieselbe „fibrous layer“ benennt. Nach meinen Beobachtungen existiert weder die Zelllage noch die Faserschicht als ein besonders charakterisierter Teil der Retina. Was PATTEN in seinen hierher gehörigen Figuren darstellt, ist darauf zurückzuführen, daß Septum und Nerv etwas von den darunter liegenden Zellen abgezogen sind und daß infolgedessen die sonst verdeckt zu den Zellen tretenden Nervenfibrillen sichtbar geworden sind. Gerade bei *Pecten opercularis* (Fig. 41 *nn*) ist von der Zelllage CARRIÈRE's nichts zu sehen. Die CARRIÈRE'sche Angabe beruht auf einer völligen Verkennung der Sachlage, wobei es allerdings auffällig ist, daß dieser

Forscher in jeder dieser sogenannten Zellen auch einen Kern zeichnet.

Die Frage, welche nun entsteht, ist die: sind die Zellen der beschriebenen Schicht wirklich Ganglienzellen? Die Antwort muß unbedingt bejahend ausfallen, weil dieselben in direkter Verbindung mit einem Aste des Nervus opticus stehen und weil sie auch sonst alle Kriterien von Ganglienzellen besitzen.

Wir kommen damit zur Frage nach der Innervation der Retina, welche jetzt ihre Erledigung finden soll.

Vom Ringnerven des Mantels geht ein relativ breiter Ast in den Augensiel (Fig. 39), der, nahe der Außenfläche verlaufend, sich ungefähr in der Höhe des Ursprunges des vorletzten Tentakels (Fig. 39 *x*) in zwei Äste teilt, den äußeren (*noe*) und den inneren Ast (*noi*). Alle Autoren haben diese beiden Äste als vorderen, bzw. hinteren Ast bezeichnet. Dieses vorn und hinten ist im Pecten-Auge eine ganz willkürliche Benennung, die in der Organisation des Tieres keine Begründung findet, denn das, was man hier vorn genannt hat, ist nicht der Vorderseite, das was man hier hinten genannt hat, nicht der Hinterseite entsprechend. Auch die Bezeichnung oberer und unterer Nerv trifft nicht zu, da oben und unten einen anderen morphologischen Sinn haben; in den Augensielen der oberen, also linken Mantelhälfte verläuft der Nerv an der Ober-, in denen der rechten an der Unterseite. Konstant dagegen ist es, daß der Nervenstamm stets derjenigen Fläche des Stieles genähert liegt, welche nach der Schale, also nach außen gerichtet ist, und konstant ist ferner, daß der Nervenast, welcher an die Ganglienzellenschicht tritt, nach außen, derjenige, welcher in die Stäbchenzellen geht, nach innen liegt. Aus diesen Gründen nenne ich daher jenen den äußeren, diesen den inneren Nerven. Hauptstamm, wie Äste sind von einer zarten, bindegewebigen Hülle umgeben, welche zahlreiche, meist alternierend gestellte Kerne enthält (Fig. 39 *no*). Diese Hülle begleitet beide Äste bis zu ihrer Auflösung in die Fibrillen, geht also beim inneren Nerven (Fig. 39 *noi*), der, ein wenig nach außen von der Axe des Stieles herantretend, den proximalen Pol der Augenblase becherförmig umfaßt, bis zum Eintritt in die Retina, beim äußeren bis etwa in die Medianlinie des Auges (Fig. 37, 41 *noe*). Der äußere Nerv liegt stets unter dem Septum (Fig. 37), nicht aber auf ihm, wie HENSEN, CARRIÈRE und PATTEN meinen. Es ist dies besonders deutlich bei *Pecten flexuosus* und *opercularis* (Fig. 37). Der dem Septum anliegende Teil der Hülle verschmilzt mit diesem, der der Zellschicht zugewandte hört etwa in der Medianlinie auf, nur bei

*P. flexuosus* etwas nach innen von derselben, da auch der äußere Nerv hier ein wenig weiter über die Mitte hinausreicht als bei den anderen Arten.

Die Fasern nun des inneren Nerven treten zu beiden Seiten der Retina, also sowohl an der Außen- wie an der Innenfläche des Stieles zugekehrten Seite, in den sogenannten Wülsten in die Retina ein (Fig. 41 *noi*), verlaufen hier stets unverzweigt als Zentralfaden im Zentralkanal und enden mit diesem im Stäbchen. Zuweilen sind, wie das schon erwähnt wurde, in den Verlauf einzelner Fibrillen multipolare Ganglienzellen eingeschaltet.

Die Fasern des äußeren Nerven treten zu der Ganglienzellschicht. Jede zutretende Fibrille ist einfach (Fig. 43 *a—gz*) und zeigt häufig kleine Varikositäten. Die Ganglienzellen, welche miteinander durch zarte Seitenfäserchen in Verbindung stehen, senden nun ihrerseits Fortsätze in großer Zahl aus. Dieselben verzweigen sich in der mannigfachsten Art, verbinden sich mit den Reiserchen, die von den benachbarten Zellen und von den sekundären, auf dem basalen Teile der Stäbchenzellen aufliegenden Ganglienzellen kommen. So bilden sie ein nervöses Flechtwerk (Fig. 43 *c—pl*), welches die Stäbchenzellen umhüllt und sich auf die Stäbchen fortsetzt bis ungefähr zur Mitte derselben, um hier in die Substanz der Stäbchen einzudringen (Fig. 43 *e*). Eine Kommunikation mit dem Zentralfaden des Stäbchens hat in keiner Weise statt, und ich muß die gegenteiligen Angaben PATTEN's, die eine etwas unklare Schilderung noch weit mehr verwickelter Verhältnisse liefern, als irrige bezeichnen. Ebenso kann ich PATTEN nicht beipflichten, wenn er vom äußeren Nerven stammende Fasern ohne Interkurrenz von Ganglienzellen direkt an die Stäbchen treten läßt. Solche direkte Verbindungen sind in dem Gewirr von Fäserchen, das man in guten Schnitten trifft, darum nicht mit Sicherheit zu sehen, weil es schlechterdings zu den Unmöglichkeiten gehört, eine Nervenfibrille von ihrem Abgange vom äußeren Nerven bis zu ihrem definitiven Ende zu verfolgen. Zupfpräparate sind aber hinsichtlich dieses Punktes nicht beweisend, weil die Möglichkeit, daß die zur Nervenfibrille gehörige Ganglienzelle abgerissen sei, sich gar nicht ausschließen läßt. Das Gleiche gilt von folgender Angabe CARRIÈRE's (6): „Die zentralen, fadenförmigen Ausläufer der spindelförmigen Zellen“ (i. e. der Ganglienzellen) „treten besonders scharf in Chromsäure-, weniger in Überosmiumsäure-Präparaten hervor. Indem sie radiär gegen die Schicht der Stäbchenzellen hin aus-

strahlen, schneiden sie die peripheren Stäbchenzellen nahezu unter einem rechten Winkel und sind hier deshalb besser sichtbar als in dem Zentrum der Retina; ohne mit den Stäbchenzellen in Verbindung zu treten, setzen sie sich dicht neben denselben an die Siebmembran an.“ D. h. also, wenn ich recht verstehe, die Fortsätze der Spindelzellen, deren Zusammenhang mit den Fibrillen des äußeren Nerven CARRIÈRE gesehen hat, endigen frei; das ist aber ein Irrtum CARRIÈRE'S.

Die Innervierungsverhältnisse der Stäbchen sind, wie ich mich auf das unzweideutigste glaube überzeugt zu haben, nur so, wie ich sie geschildert, also: einfacher, zentral verlaufender Nervenendfaden, stammend vom inneren Ast des Nervus opticus, und umspinnendes Nervennetz, stammend vom äußeren Ast durch Vermittlung der Ganglienzellschicht und der sekundären Ganglienzellen.

Es erübrigt nun noch die Beschreibung des Tapetum (Argentea PATTEN) und der zelligen Pigmenthaut (Tapetum PATTEN).

Das Tapetum (Fig. 37, 38, 39 *tap*), welches den herrlichen metallischen Glanz der Pectinidenaugen bedingt, ist eine einfache, aus zahlreichen kleinen Körnern oder Stäbchen bestehende Membran, welche bei durchfallendem Lichte strohgelb, bei auffallendem silberglänzend-irideszierend erscheint. PATTEN giebt an, daß diese Membran durch eine Modifikation zweier Zellschichten entstehe. Im erwachsenen Tiere habe ich nur eine einfache Membran wahrgenommen; Zweiteilungen derselben schienen mir stets hervorgebracht durch das schneidende Instrument. Das Tapetum liegt in vivo einerseits den Stäbchenenden, andererseits der Pigmenthaut dicht an. Zuweilen, aber nur außerordentlich selten, trifft man in ihm hie und da einen Zellkern.

Die Pigmenthaut (Fig. 37, 38, 39 *ph*) ist eine Membran glatter, kernhaltiger Zellen, welche mit Pigment, das bei den verschiedenen Arten eine verschiedene Farbe hat (dunkelbraunschwarz Pecten glaber, rötlich Pecten flexuosus) dicht erfüllt sind. Sie liegt der Binde substanz des Stieles dicht auf, ist in der Mitte am stärksten, wird nach den Seiten zu dünner und geht, wie ich PATTEN und BÜTSCHLI bestätigen kann, direkt, unter Verlust des Pigmentes, in die Nebenzellen der Retina über.

PATTEN beschreibt noch ein „vitreous network“, das als cuticulare Abscheidung des Tapetum entstehen soll „and is homologous with the cuticular rods secreted by the retinophoræ“. Von der Existenz dieses Maschenwerkes, das im embryonalen Auge vor-

handen sein mag, habe ich im ausgebildeten Auge des erwachsenen Tieres nichts wahrgenommen. Bilder, wie sie PATTEN davon giebt und wie ich sie ebenfalls wiederholt wahrgenommen habe, konnten vor einer eingehenden Kritik nicht bestehen, da sie immer nur an solchen Präparaten sich zeigten, deren ganzes Aussehen auf eine ungewöhnlich starke und gleichzeitig ungleichmäßige Schrumpfung der einzelnen Strukturelemente der betreffenden Augen hindeutete.

Nachdem wir somit die Struktur des Pectenauges kennen gelernt, das, wie HENSEN (22) treffend bemerkt, „zu den merkwürdigsten Objekten gehört, die wir haben“, entstehen natürlich zwei Fragen: erstens, wie funktioniert dieses Organ, beziehungsweise hat es überhaupt den physiologischen Wert eines Auges, und zweitens, wie ist sein von den Augen der Gastropoden und Cephalopoden abweichendes morphologisches Verhalten zu erklären?

Bezüglich der zweiten Frage, woher es komme, daß bei Pecten die Stäbchen, wie im Wirbeltierauge, dem Licht abgewendet und nicht, wie bei den übrigen Mollusken, dem Licht zugewendet sind, hat BÜTSCHLI (5) in neuester Zeit eine Antwort zu geben versucht.

Indem BÜTSCHLI den von ihm anscheinend gleichzeitig mit und offenbar unabhängig von PATTEN gefundenen Zusammenhang der Pigmenthaut mit den Nebenzellen der sogenannten Seitenwülste der Retina in den Vordergrund der Diskussion stellt, welchen Zusammenhang auch ich gesehen habe, konkludiert er folgendermaßen: „Retina und Pigmentschicht bilden zusammen eine geschlossene Augenblase, welche aber von derjenigen der anderen Mollusken wesentlich dadurch unterschieden ist, daß sich nicht ihre hintere, dem zutretenden Licht abgewendete Wand zur lichtempfindlichen Retina entwickelt, sondern umgekehrt ihre vordere, dem Licht zugekehrte Wand. Auf dieser Verschiedenheit beruht denn auch der Grund, warum die Stäbchengebilde der Sehzellen im Auge der Muscheln nicht dem zutretenden Lichtstrahl entgegensetzen, sondern von demselben abgewandt sind, wie im Auge der Wirbeltiere“ (p. 5). Die Augen der Mollusken stellen eine für verschiedene Lichteindrücke empfänglich gewordene Partie des die Körperoberfläche bedeckenden Epithels dar. „Wird nun solch lichtempfindliches Epithel durch Einstülpung zu einer geschlossenen Augenblase, so sind die ursprünglich äußeren Enden

der Zellen sämtlich nach dem Zentrum der Blase gerichtet, und da, wie wir sonder Zweifel annehmen dürfen, diese peripherischen Zellenden allein Stäbchen bilden können (die anderen Enden können es schon deshalb nicht, weil sie mit dem zutretenden Nerven in Verbindung stehen), so folgt hieraus, daß die Stäbchen dem Lichte zugewendet sind, wenn die Retina aus der inneren Hälfte der Augenblase hervorgeht, von demselben dagegen abgewendet sind, wenn sie aus der äußeren Hälfte der Blase entsteht“ (p. 6). Diese Verschiedenheit in der Bildung der Augen bei Muscheln mit den übrigen Mollusken führt BÜTSCHLI auf die Verschiedenheit der Linse der beiden Gruppen zurück. Bei den Muscheln und ähnlich bei den Wirbeltieren bildet sich die Linse außerhalb der Augenblase, „zwischen dieser und der äußeren Körperoberfläche“. Darum sind, damit überhaupt ein Bild zustandekommen kann, die Stäbchen dem Lichte abgekehrt. Bei den übrigen Mollusken ist die Linse ein Abscheidungsgebilde, das im Innern des Auges gebildet wird und dort auch definitiv verbleibt. „Wird aber eine Linse innerhalb der geschlossenen Augenblase gebildet, so bleibt keine andere Möglichkeit, als daß die hintere Hälfte der Blase Retina wird und die Stäbchen der Linse zugekehrt sind.“

Souverän für die Entscheidung dieser interessanten und wichtigen Frage, welche durch die oben angeführten Auseinandersetzungen BÜTSCHLI'S in einer ganz neuen Belichtung erscheint, ist die Entwicklungsgeschichte. Soweit ich die Litteratur übersehe, liegen Angaben über die Entwicklung des Pecten-Auges bisher nur von PATTEN (32) vor. Aus denselben (p. 598—605 l. c.) geht zunächst hervor, daß sich die Linse in der That, wie BÜTSCHLI annimmt, außerhalb der geschlossenen Augenblase, zwischen ihr und der Pellucida, entwickelt. Dann aber folgt aus den PATTEN'schen Beobachtungen, daß die Augen der Muscheln und der höheren Mollusken nur analog, nicht aber auch homolog gleichwertige Gebilde sind. Augen, wie sie permanent sind bei *Haliotis* und *Patella* (FRAISSE, 8), wie sie sich bei den Pulmonaten entwickeln (RABL 33), also Einstülpungen sensu strictiori, kommen bei Pecten nur vorübergehend vor. Es sind dies die „transitory pigmented cups“ PATTENS, die diesem Autor zufolge nach außen von den bleibenden Augen sich finden; diese letzteren selber aber entstehen auf einer knopfförmigen Hervorwölbung des Körperepithels, ohne eigentliche Einstülpungen zu sein. Jene „transitory pigmented cups“ sind die wahren Homologa der invaginierten Augen der übrigen Mollusken und sind als eine vom gemeinsamen Vor-

fahr, dem „Urmollusk“, ererbte Anlage zu betrachten. Daß sich diese Anlage nicht zum bleibenden und funktionierenden Organe entwickeln konnte, das erhellt aus physiologischen Gründen, denn solche Augen, überragt von den Mantelrandfäden und verdeckt durch die Schale, hätten niemals in Funktion treten können, sie wären buchstäblich im Schatten geblieben.

Fällt aber somit die Homologie zwischen den Augen der Muscheln und denen der übrigen Mollusken fort, dann hat auch die BÜTSCHLI'sche Deduktion das Pectenauge dem morphologischen Verständnis nicht näher gebracht; dies Organ bleibt nach wie vor ein histiologisches und morphologisches Unikum. Es hat daher auch wenig Zweck, die einzelnen Teile des Pectenauges mit den gleichen des Schneckenauges in Vergleichung zu ziehen, wie dies besonders PATTEN thut, denn daß funktionell gleichwertige Gebilde, mögen dieselben auch morphologisch noch so ungleichwertig sein, histiologisch ähnliche Bestandteile besitzen, hat nichts Auffälliges; das ist meines Erachtens als eine allgemeine Grundthatsache der Biologie zu betrachten.

Rätselhaft und unerklärt war und blieb bisher die Multiplizität der Augen bei den Pectiniden. Indem ich mich zu dem Versuche wende, dieses Rätsel zu lösen, gebe ich zugleich die Antwort auf die erste Frage: „welchen physiologischen Wert haben die fraglichen Organe der Pectiniden und sind sie wirklich als Augen zu betrachten?“

Zunächst aber muß ich mich mit PATTEN auseinandersetzen, welcher in dem gleichen Streben zu einem ganz anderen Resultat kommt wie ich.

PATTEN sagt, daß die Augen von Pecten, Arca, Onchidium und Chiton, welche letzteren drei Arten uns hier nicht näher interessieren, „are highly developed heliophags or organs for the absorption of energy from the sunlight“. Er fährt dann fort: „the more light concentrated upon the energy — receiving surface, the more benefit the animal would derive from the light. An increase in the number of these organs would also be a great benefit, provided the animals were nocturnal, or lived in dark places.“ Da nun bei der Annahme, daß die fraglichen Organe bei Pecten nur Augen sind, eine Erklärung ihrer großen Zahl seiner Ansicht nach unmöglich ist, so muß ihre noch daneben vorhandene Funktion die der Lichtabsorption sein. „A heliophag absorbs light energy, and therefore the most perfect forms have

lenses or refractive bodies for concentrating the light, or are constructed in the most advantageous way for its reception; but these are just the conditions, that an eye has to fulfil, so that the most perfect heliophag could at the same time be an eye“ (pg. 661, Kap. III, l. c.). Für diese überraschende Anschauung bringt PATTEN im Kap. VI, betitelt: „Theoretical remarks concerning the origin and function of sense organs and of animal pigment“ theoretische Beläge. An den wunderlichen Satz: „as soon as indifferent cell absorbs more energy than is necessary for its own vital processes, it becomes a dynamophagous, or sense cell“ (pg. 706 l. c.) knüpft er eine Reihe meines Erachtens so unklarer und verworrener Schlußfolgerungen, daß es ein schweres Stück Arbeit ist, sich durch dieses Kapitel hindurchzuwinden. Elementarste physiologische Grundsätze wie: „a sense organ is a collection of cells for the reception of energy“ (pg. 705) druckt er gesperrt, als wenn das neueste Errungenschaften auf einem noch gar nicht bearbeiteten Gebiet wären. Indem er dann zu dem Ausspruch gelangt: „that pigment is the receptacle of the beneficial effects of the sunlight upon animal organismus“ (auch wieder eine alte Neuigkeit, nur in sehr sonderbarem Gewande), wobei Pigment nach jeder Richtung hin gleichwertig sein soll mit Chlorophyll, sind für ihn pigmentierte Zellen — Heliophagen. Da nun von Pigmentzellen einfachster Natur bis zum höchst entwickelten Auge nur graduelle Unterschiede sind, so sind Augen komplizierter Struktur nur hochentwickelte Heliophagen.

Und so geht das weiter in derselben Weise, in der Entdeckung alter Wahrheiten und in der Verkennung derselben, in falscher Verwertung neuer Befunde und in neuer Verwertung falscher Befunde. Ich verzichte darauf, den Gedankengang des Autors noch weiter zu verfolgen und muß es dem Leser überlassen, bei Durchsehen der PATTEN'schen Publikation sich mit dessen Anschauungen bekannt zu machen.

Nur eines Passus aus dieser PATTEN'schen Deduktion sei hier noch gedacht. Es heißt auf Seite 725 im dritten Alinea: „In Pecten the rods are reversed, and it is therefore impossible for the retinophorae to act as reflectors; therefore a single but large, cellular reflector, the argentea, is formed back of the rods. In this case, the argentea has become so perfectly developed in its reflective powers and curvature that rays of light, forming inverted images upon the rods, are perfectly reflected by the argentea and again brought to a focus so as to form a second image upon the

first.“ Er erwähnt dann (pg. 726) einen von ihm angestellten, noch zu besprechenden Versuch, wonach auf dem Tapetum (Argentea) ebenfalls von der Linse ein Bild entworfen wird, und meint dann endlich: „since the rods are parallel with each other, all the incident and reflected rays would also be parallel, and neither an incident, nor a reflected image could be formed.“ Das auf dem Tapetum erzeugte zweite Bildchen wird reflektiert und dadurch wird das Sehen bewirkt; wenigstens fasse ich den auf den citierten folgenden Satz in dem Sinne auf.

Diese citierten und referierten Sätze enthalten ganz unklare und falsche Vorstellungen von dem Akte des Sehens und der Funktion des Tapetum. Angenommen, dasselbe fehlte im Auge der Pectiniden, wie es ja auch bei sehr vielen Vertebraten fehlt, dann gingen die Lichtstrahlen aus den Stäbchen, wo sie nicht enden können, ins Pigmentstratum und würden hier absorbiert. Ganz wie bei Wirbeltieren. Eine Reflexion des in die Stäbchen einfallenden Lichtes ist gar nicht unbedingt notwendig, denn das Durcheilen des Lichtstrahles allein setzt schon die Stäbchen in diejenige Erregung, die als Licht empfunden wird. Findet aber eine Reflexion statt, so kann dieselbe nur durch stark lichtbrechende Gebilde bewirkt werden, also wiederum nur durch die Stäbchen, niemals aber durch die Stäbchenzellen, die als Träger der Stäbchen und Führer der Nervenfasern dem physiologischen Sehakte gegenüber sich völlig indifferent verhalten. Das sind ganz elementare physiologische Thatsachen, und es ist bedauerlich, daß PATTEN seine tüchtige Arbeit durch Mißachtung dieser elementaren Thatsachen stellenweise fast ungenießbar gemacht hat. Das Tapetum (Argentea) hat mit dem Sehakte als solchem zunächst gar nichts zu thun, d. h. niemals werden Tiere mit Tapetum das in diesem durch die von einem Körper ausgehenden Lichtstrahlen, sondern immer nur das in der Retina erzeugte Bild sehen können. Die physiologische Dignität des Tapetum ist eine andere, als PATTEN annimmt. Die Lichtstrahlen durcheilen die Stäbchen und fallen auf das Tapetum. Von diesem werden sie reflektiert und gehen auf demselben Wege durch die Stäbchen zurück. Hierdurch werden in letzteren stehende Wellen erzeugt, vorausgesetzt, daß die reflektierten Strahlen den einfallenden parallel sind; nichtparallele Strahlen fallen seitlich an die Stäbchen und kommen gar nicht zur Perzeption. Der Parallelismus der einfallenden und reflektierten Strahlen ist also notwendig, nicht aber, wie PATTEN meint, schädlich. Die Re-

flexion des Lichtes durch das Tapetum verstärkt demnach die einzelnen Erregungen im Stäbchen, bewirkt also eine Wahrnehmung von Licht da, wo solche bei Tieren mit Augen ohne Tapetum nicht mehr möglich ist. (Man denke nur an die Scharfsichtigkeit der des Nachts auf Raub ausgehenden Tiere.) Das Tapetum vermehrt demnach die Möglichkeit der Lichtwahrnehmung, ist aber zum Sehen nicht erforderlich. Ja, diese vermehrten Lichtmassen in der Retina sind eher geeignet, namentlich bei intensivem Licht, die Deutlichkeit des Bildes zu schwächen (daher die enge Pupille aller Felinen am Tage). All das aber sind ebenfalls elementarste, physiologische Thatsachen, welche PATTEN von seiner völlig verfehlten Theorie hätten abschrecken sollen.

Die Frage, welche Rolle die Pigmenthaut spielt, ist dahin zu beantworten, daß sie wahrscheinlich wie im Wirbeltierauge als Absorbens überflüssigen Lichtes dienen wird. Solchen Lichtes indessen nicht, das durch die Pellucida auf die Stäbchen fällt — dieses kann infolge der optischen Undurchlässigkeit des Tapetum nicht bis zur Pigmenthaut dringen —, sondern solchen Lichtes, das seitlich auf den Stiel fällt. Die Pigmenthaut beginnt, wie man sich aus meiner Schilderung erinnern wird (Fig. 37, 38, 39) da, wo der Pigmentmantel aufhört. So wie letzterer die seitlich auf den Augensiel fallenden Lichtstrahlen abblendet, so wird es auch die Pigmenthaut thun; beide Gebilde stehen also in physiologischer Korrelation.

Mit diesen Auseinandersetzungen fällt aber auch die Beweiskraft des PATTEN'schen Versuches in sich zusammen. Der Versuch ist folgender (pg. 570—574 l. c.): Ein frisch abgeschnittenes Auge wurde in aufrechter Stellung unter das Mikroskop gebracht, zwischen Objektiv und Auge eine Nadel gehalten und nun konnte PATTEN auf der Retina ein durch die dioptrische Wirkung der Linse hervorgebrachtes umgekehrtes Bild der Nadel und bei tiefer Tubusstellung auch ein zweites auf dem Tapetum sehen. Das erinnert an den bekannten GOTTSCHÉ'schen Versuch verflorenen Angedenkens, durch den die MÜLLER'sche Theorie vom musivischen Sehen gestürzt werden sollte. Indessen für den physiologischen Akt des Sehens beweist der PATTEN'sche Versuch nichts, aber auch gar nichts. Es mögen hier zum Teil die Worte Platz finden, mit denen BOLL (2) die Bedeutungslosigkeit des GOTTSCHÉ'schen Versuches für die Theorie des musivischen Sehens im Facettenauge der Insekten unwiderleglich dargethan hat, weil diese Worte

auch auf den PATTEN'schen Versuch, der das Zustandekommen des Sehaktes aus der Retina heraus in ein physiologisch accessorisches Gebilde verlegen will, ihre volle Giltigkeit haben: „Wenn man sich einmal von der Vorstellung losgemacht hat, daß die von dem optischen Apparat des Auges nach physikalischen Gesetzen entworfenen Bilder stets auch physiologisch sein, d. h. stets auch als solche gesehen werden müssen, und das Problem etc.“ PATTEN hat sich von einer solchen Vorstellung aber nicht frei gemacht, er hat das ganz naturgemäß von der Linse nach physikalischen Bedingungen, zufolge der Durchlässigkeit der Stäbchen auch auf dem Tapetum entworfene umgekehrte Bild für ein physiologisch wahrnehmbares gehalten, er hat geglaubt, daß auf dem Tapetum das Bild erzeugt und von hier durch die Stäbchen hindurch reflektiert und daß dieses reflektierte Bild gesehen werde. Durch diese Konfundierung der Begriffe, durch die Verwechslung des physiologischen Sehens mit den physikalischen Eigenschaften der Augenmedien, ist, wie mir scheint, PATTEN zu seiner durchaus unhaltbaren Theorie von der Heliophagie gelangt.

Nur in einem Punkte ist der physiologisch sonst wertlose PATTEN'sche Versuch wichtig, nämlich bezüglich der Auffassung der physiologischen Bedeutung der Pellucida. Dieser Versuch beweist, daß die sogenannte Cornea des Pectenauges keine Cornea ist, d. h. daß sie nicht das erste brechende Medium des Auges darstellt, sondern für den Akt des Sehens nur zufolge ihrer hyalinen Beschaffenheit von Wichtigkeit ist. Ist diese Schicht aber keine Cornea, so darf man sie auch nicht so benennen; der indifferente Name, den HENSEN vorgeschlagen, ist daher entschieden vorzuziehen.

Von Heliophagie, einem ganz unklaren Begriffe, kann demnach gar keine Rede sein, und der Versuch, daraufhin die Multiplizität der Augen zu erklären, ist entschieden mißglückt.

Wir müssen also einen anderen Weg der Erklärung suchen.

Da fragen wir denn zunächst: sehen die Muscheln überhaupt? Ob sie in dem Sinne sehen können, wie wir den Akt gewöhnlich verstehen, ob sie also außer der Lichtdifferenz auch eine klare Vorstellung von der äußeren Form der Gegenstände, welche sich in ihrem Gesichtskreis befinden, haben, darüber werden wir wohl nie Aufschluß erlangen können. Daß sie aber ein deutliches Wahrnehmungsvermögen für hell und dunkel besitzen, das geht aus folgenden Versuchen hervor.

In einem der mir in Neapel von der Verwaltung der zoologischen Station zur Verfügung gestellten Aquarien hatte sich ein kleines Exemplar von *Pecten varius* an einer der senkrechten Glaswände in der Mitte der Höhe des Wassers so befestigt, daß es mit der Rundung der Schalen nach aufwärts gerichtet war, also in die Höhe sah. Während der ganzen Dauer meiner Anwesenheit in der Station behielt das Tier diese Haltung bei und ich konnte daher fast täglich an ihm die folgend beschriebenen Beobachtungen anstellen, die immer und ausnahmslos dasselbe Resultat hatten.

Führte ich meine Hand außerhalb des Wassers, also in sehr beträchtlicher Entfernung, langsam an die Muschel heran, so schloß dieselbe augenblicklich ihre Schalen, sowie der Schatten der Hand auf sie fiel. Nach kurzer Zeit öffnete sie sich wieder. Und jedes Mal, wann das Experiment ausgeführt wurde, war der Erfolg der nämliche. Die Zeit, welche zwischen Schluß und Wiederöffnung der Schalen verstrich, war stets eine kurze. Bei sehr häufiger Wiederholung aber ließ das Tier die Schalen schließlich sehr lange Zeit, oft über Stunden hinaus, zu, woraus ich schloß, daß der schnelle Wechsel von Belichtung und Beschattung die Muschel in einen Reizzustand versetzt hatte, den man vielleicht als „Beängstigung“ deuten kann. Nachdem sich das Tier wieder „beruhigt“ und die Schalen geöffnet hatte, erfolgte bei neuer Beschattung der sofortige Schluß derselben. Hielt ich die Hand nun über der Muschel, beschattete ich sie also dauernd, dann geschah folgendes. Sowie das Tier die Schalen öffnete und den Schatten wahrnahm, schloß es sich sofort, und dieser Wechsel von Öffnen und Schließen dauerte einige Zeit, bis endlich, wahrscheinlich wieder infolge der verursachten Beunruhigung, der Schluß ein dauernder blieb. Dabei glaubte ich zu bemerken, daß bei der andauernden Beschattung der Öffnungswinkel der Schalen nach und nach ein geringerer wurde, als er vor dem jedesmaligen Schluß gewesen war.

Wählte ich statt der Hand einen anderen Schatten verursachenden Gegenstand, so war die Reaktion stets die nämliche, sofern nur der betreffende Gegenstand mindestens so breit war, wie die Öffnung der Schalen, und eine solche Ausdehnung besaß, daß eine größere Zahl von Augen durch ihn in Thätigkeit versetzt werden konnte. Entsprach er aber diesem Erfordernis nicht, so war, je nach seiner Beschaffenheit, der durch ihn bewirkte Effekt

ein verschiedener. Beschattete er eine größere Zahl von Augen, hatte aber nur etwa den Durchmesser des einen Mantelrandes, so war ein Effekt nur dann zu erzielen, wenn er auch über die Augen der anderen Seite (NB. stets außerhalb des Wassers) schnell hinweggeführt wurde, so daß sein Schatten oder sein Bild schnell hintereinander beide Augenreihen traf. Hatte er aber auch nicht die Ausdehnung, die einer größeren Anzahl der in einer Reihe angeordneten Augen entsprach, so war in der beträchtlichen Entfernung eine Reaktion nicht zu erzielen; sie war erst dann zu erzielen, wenn der betreffende Gegenstand sehr schnell über die ganze Gegend hinweggeführt wurde. Ein dem ersten gleicher Erfolg trat unter diesen Umständen nur dann ein, wenn der Gegenstand langsam, ohne das Wasser zu erschüttern, dem Tiere bedeutend genähert wurde. War das vorgehaltene Objekt eine Nadelspitze, resp. hatte es einen Umfang, der den nur eines Auges wenig überstieg, so war nie eine Reaktion vorhanden, auch wenn die Spitze ein Auge fast berührte; hier trat erst dann eine Wirkung ein, wenn ein oder mehrere Tentakel durch die Nadel in Mitleidenschaft gezogen waren. Nur wenn die Nadelspitze in nächster Entfernung von den Augen, aber unter Vermeidung der Tastfäden, schnell bewegt wurde, so daß in zahlreichen Augen fast gleichzeitig ein Bild entstehen konnte, dann erfolgte eine Reaktion, die als Ausdruck einer optischen Wahrnehmung zu betrachten ist. Letzteres indessen auch nur so weit, als die durch die Erschütterung des Wassers bedingte Reizung der Tentakel als ursächliches Moment für diese Reaktion auszuschließen ist.

Große Gegenstände, die nicht bewegt zu sein brauchen, vermögen also schon in weiter Entfernung von der Muschel ein Bild hervorzurufen; kleine dagegen nicht einmal in der Nähe; letztere werden vielmehr erst dann gesehen, wenn ihr Bild auf die Netzhäute von einer größeren Anzahl Augen fällt. Es zeigt sich somit, daß eine Accommodation in diesen Augen gar nicht vorhanden ist, was übrigens schon aus dem Mangel eines Accommodationsmuskels von selbst folgt (der PATTEN'sche ciliaris existiert nicht). Auch die vielfach zu findende Angabe, daß die Augenstiele sich bei der Ruhelage des Tieres bald kontrahieren, bald ausdehnen, vermag ich nicht zu bestätigen, da ich dieselben bei geöffneten Schalen stets vollkommen bewegungslos fand.

Daß kleine Gegenstände, die nur ein Auge beschatten, nicht in der Nähe gesehen werden, oder vielmehr, daß die von ihnen

auf der Retina entworfenen Bilder keine Aeüßerung des Tieres veranlassen, hat seinen Grund in dem anatomischen Verhalten der Retina. Wenn man sich die von mir hier gegebenen Abbildungen betrachtet (Fig. 37—41), so erkennt man, daß Stäbchen nur im Zentrum des Auges liegen — sie bilden, wie ich weiter oben sagte, „in ihrer Gesamtheit einen Cylinder, der nur das Zentrum der Netzhaut einnimmt“ — daß die Seitenteile der proximalen Hälfte der Augenblase der lichtperzipierenden Elemente aber ganz entbehren und daß diese Seiten zusammen etwa die Hälfte des Augenhintergrundes für sich in Anspruch nehmen (cfr. besonders Fig. 41), ganz im Gegensatze zur Retina der übrigen Mollusken und der Wirbeltiere, wo die innere Wand der Augenblase vollständig mit der Netzhaut austapeziert ist. Oder mit anderen Worten: die Augen der Pectiniden haben kein peripheres Gesichtsfeld, sondern nur ein zentrales, jede Retina stellt somit das Analogon einer Macula lutea des Wirbeltierauges dar. Darum ist es notwendig, daß ein Gegenstand, wenn er wahrgenommen werden soll, größer sein muß, als der Durchmesser eines Auges beträgt, und mehrere Augen auf einmal oder mindestens schnell hintereinander decken muß, da auf jeder einzelnen Retina von ihm nur ein kleiner Teil abgebildet wird. Dem widerspricht auch nicht der PATTEN'sche Versuch; jener Versuch (es sei hier nochmals auf die treffliche BOLL'sche Arbeit „Beiträge zur physiologischen Optik“ hingewiesen) (27) zeigt nur die physikalischen Eigenschaften, beweist aber nichts für die physiologischen Wahrnehmungen. Wird somit in jedem Auge nur ein kleiner Teil desjenigen Objektes abgebildet, welches sich gerade im Gesichtsfelde befindet, und sind zur deutlichen Wahrnehmung immer eine größere Zahl von Augen notwendig (wie viel, weiß ich nicht; doch ist die Zahl der notwendigen Augen für diese Betrachtung nebensächlich), so heißt das: das Gesamtbild, welches eine Muschel wahrnimmt, setzt sich aus einer bald größeren, bald geringeren Zahl von Einzelbildchen zusammen, die linear aneinandergereiht sind. Wir haben es hier also mit einer Art musivischen Sehens, und zwar linearen musivischen Sehens zu thun.

Aus dieser Theorie heraus erklären sich jene von mir detailliert geschilderten Beobachtungen so leicht, daß ich auf eine spezielle Ausführung glaube verzichten zu können.

Diese Theorie des musivischen Sehens der Pectiniden er-

klärt aber auch ferner die Multiplizität der Augen. Rein teleologisch müssen wir also sagen: die zahlreichen Augen sind notwendig, damit überhaupt ein deutliches Bild zustandekommt; nur wenige so gebaute Augen wären zwecklos.

Müssen wir die Homologie des Pectenauges mit dem Auge der übrigen Mollusken fallen lassen, durch die physiologische Betrachtung ist dies Gebilde, glaube ich, auch dem morphologischen Verständnis näher gerückt; es erklärt sich die abweichende Struktur als ein Resultat der Anpassung an die besonderen Lebensbedingungen dieser Muscheln, die dann in Wirksamkeit trat, als die freie Oberfläche dieser Tiere, die auf den Mantelrand beschränkt ist, die Fähigkeit, optische Organe zu entwickeln, erlangt hatte.

## Litteraturverzeichnis.

- 1) BOLL: Beiträge zur vergleichenden Histiologie des Molluskentypus. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 5, Supplement.
- 2) BOLL: Beiträge zur physiologischen Optik. REICHERT und DU BOIS-REYMOND's Archiv 1871.
- 3) BROCK: Die Entwicklung der Geschlechtsorgane der stylommatophoren Pulmonaten. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 44.
- 4) BRONN: Klassen und Ordnungen des Tierreiches, 3. Bd. I. Abt.
- 5) BÜTSCHLI: Notiz zur Morphologie des Auges der Muscheln. Heidelberg 1886.
- 6) CARRIÈRE: Die Sehorgane der Tiere. München und Leipzig 1885.
- 7) CARUS-GERSTÄCKER: Handbuch der Zoologie. Leipzig 1868 bis 1875.
- 8) CHATIN: Bulletin de la société philomathique, Paris 1877, pg. 8 bis 14, 44—45.
- 9) DROST: Über das Nervensystem und die Sinnesepithelien der Herzmuschel (*Cardium edule* L), nebst einigen Mitteilungen über den histologischen Bau ihres Mantels und ihrer Siphonen. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 12.
- 10) DUVERNOY: Mémoires sur le système nerveux des mollusques acéphales. Mémoires de l'académie des sciences de l'institut de France, T. 24.
- 11) EGGER: *Jouannetia Cumingii* Sow. Arbeiten aus dem zoologischen Institut in Würzburg, Bd. 8 Heft 2.
- 12) EHRENBAUM: Untersuchungen über die Struktur und Bildung der Schalen der in der Kieler Bucht häufig vorkommenden Muscheln. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 41.
- 13) EISIG: Die Seitenorgane und becherförmigen Organe der Capitelliden. Mitteilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, Bd. 1.
- 14) FLEMMING: Die Haare tragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 5.
- 15) FLEMMING: Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 6.

- 16) FLEMMING: Zur Anatomie der Landschneckenfühler und zur Neurologie der Mollusken. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 22.
- 17) FLEMMING: Über Organe vom Bau der Geschmacksknospen an den Tastern verschiedener Mollusken. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 23.
- 18) FRAISSE: Über Molluskenaugen mit embryonalem Typus. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 35.
- 19) GEGENBAUR: Grundriß der vergleichenden Anatomie. 2. Auflage. Leipzig 1875.
- 20) GRUBE: Über Augen bei Muscheln. MÜLLER's Archiv 1840.
- 21) HALLER: Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. I. Studie. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 9.
- 22) HENSEN: Über das Auge einiger Cephalopoden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 15.
- 23) HENSEN: Über den Bau des Schneckenauges und über die Entwicklung der Augenteile in der Tierreihe. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 2.
- 24) HENSEN: Über Sehpurpur bei Mollusken. Zoologischer Anzeiger, Bd. 1, No. 2.
- 25) HICKSON: The eye of pecten. Quarterly Journal of microscopical science, 1880.
- 26) HICKSON: The eye of spondylus. Ibidem 1882.
- 27) KEFERSTEIN: Untersuchungen über niedere Seetiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 12.
- 28) KROHN: Über augenähnliche Organe bei Pecten und Spondylus. MÜLLER's Archiv, 1840.
- 29) LIST: Zur Kenntnis der Drüsen im Fuß von Tethys fimbriata. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 45.
- 30) MEYER und MÖBIUS: Fauna der Kieler Bucht. 2. Bd. Leipzig 1872.
- 31) MÜLLER, JOHANNES: Handbuch der Physiologie des Menschen. 2. Bd. Koblenz 1840.
- 32) PATEN: Eyes of molluscs and arthropods. Mitteilungen aus der zoologischen Nation zu Neapel, Bd. 6, Heft 4.
- 33) RABL: Über die Entwicklung der Tellerschnecke. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 5.
- 34) RAWITZ: Das zentrale Nervensystem der Acephalen. Jena 1887.
- 35) RAWITZ: Über den Mantelrand der Feilenmuschel. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft. Anatomischer Anzeiger, Bd. 2, pg. 398.
- 36) RAWITZ: Über die Fußdrüse der Opisthobranchier. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1887.
- 37) ROULE: Recherches histologiques sur les mollusques lamelli-branches. Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1887, Janvier-Février.
- 38) RYDER: Primitive visual organs. Science, an illustrated journal, Vol. II 1883. Cambridge, Massachusetts, U. S. A.

- 39) SCHIEFFERDECKER: Zur Kenntniss des Baues der Schleimdrüsen. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 23.
- 40) SCHMIDT, OSCAR: Handbuch der vergleichenden Anatomie. 8. Auflage. Jena 1882.
- 41) SCHULZE, F. E.: Epithel- und Drüsenzellen. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 3.
- 42) SCHULZE, F. E.: Die Geschmacksorgane der Froschlarven: Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 6.
- 43) SHARP: On the visual organs in Lamellibranchiata. Mitteilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, Bd. 5.
- 44) SIMROTH: Über die Sinneswerkzeuge unserer einheimischen Weichtiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 26.
- 45) SPENGLER: Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 35.
- 46) STÖHR: Lehrbuch der Histologie. Jena 1887.
- 47) STÖHR: Über Schleimdrüsen. (Festschrift für ALBERT KÖLLIKER.) Leipzig 1887.
- 48) THIELE: Ein neues Sinnesorgan bei Lamellibranchiern. Zoologischer Anzeiger, 1887.
- 49) WILL: Über die Augen der Bivalven und Ascidien. FROBIEP'S Neue Notizen, Bd, 29, 1844, No. 622 und 623.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—7. *Anomia ephippium*.

1. a. indifferente, b. Pinselzellen, rechter Mantelrand. Pikrinmazeration. 750: 1.
2. a. b. Pinsel-, c. pigmentfreie indifferente, d. pigmentierte indifferente Zellen, linker Mantelrand. Pikrinmazeration. 750: 1.
3. Schematische Darstellung eines Längsschnittes durch den linken Mantelrand. *e* äußere, *i* innere Seite, *r* Ringnerv, *a* Ringgefäß; I, II, III, IV, V Tentakel.
4. I. Tentakel, linker Mantelrand. Längsschnitt. Camera. 113: 1. *e* äußere, *i* innere Seite, *pi* pigmentierte Stellen, *qmm* Quermuskeln.
5. II. Tentakel, linker Mantelrand. Längsschnitt. Camera. 340: 1. *e* äußere, *i* innere Seite, *bas* basaler Teil des Tentakels, *lmm* Längs-, *qmm* Quermuskeln.
6. IV. Tentakel, linker Mantelrand. Längsschnitt. Camera. 150: 1. *a* innerer, *b* äußerer Ast des Tentakels; *e* äußere, *i* innere Seite, *pi* pigmentierte Stellen, *sz* Schleimzellen.
7. Vorletzter Tentakel, rechter Mantelrand. Längsschnitt. Camera. 750: 1. *e* äußere, *i* innere Seite, *pr* proximale, *di* distale Schnittfläche, *p* Pinselzellen, *sz* Schleimzellen.

Fig. 8—14. *Ostrea edulis*.

8. a. nichtpigmentierte, b. pigmentierte indifferente Zellen. Chromkalimazeration. 750: 1.
9. a. schmale, b. pokalähnliche Pinselzellen. Chromkalimazeration. 750: 1.
10. Mantelrand von der Ober- (Rücken-) Seite rechts, Längsschnitt. Camera. 150: 1. *e* äußere, *i* innere Seite, *n* Ringnerv, *a* Ringgefäß, *be* Becherzellen, *sz* Schleimzellen, *lmm* Längsmuskeln, I, II, III Tentakel.
11. Mantelrand von der Unter- (Bauch-) Seite rechts. Längsschnitt. 110: 1. *e* äußere, *i* innere Seite, *n* Ringnerv, *a* Ringgefäß, *be* Becherzellen, *sz* Schleimzellen, *lmm* Längsmuskeln, I, II, III Tentakel.

12. Schematische Darstellung eines Längsschnittes der Mitte des Mantelrandes. *m—m* Grenze von Mantel und Mantelrand, *e* äußere, *i* innere Seite, *n* Ringnerv, *a* Ringgefäß, *k* Klappe, I, II a, b, c, d, III. Tentakel.
13. Tentakel II von der Mitte des Mantelrandes. Längsschnitt. Camera. 125: 1. *a, b, c, d* Äste des Tentakels. *i* äußere, *e* innere Seite, *be* Becherzellen, *dr* mehrzellige Schleimdrüsen, *sz* Schleimzellen, *lmm* Längsmuskeln.
14. Spitze des III. Tentakels von der Mitte des Mantelrandes. Camera. 750: 1. *e* äußere, *i* innere Seite, *be* Becherzellen, *sz* Schleimzellen, *in* indifferente Zellen, *p* Pinselzellen, *k* Bindegewebskerne.

Fig. 15—24. *Lima hians* und *inflata*.

15. Pinselzellen, *Lima hians*. *a* sensibler, *b* sekretorischer Faden. Osmium 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. 750: 1.
16. Sensible Fäden, *Lima hians*. Längsschnitt. Camera. 300: 1. *e* äußere, *i* innere Seite, *hr* Härchenreste, *bl* Blutgefäße, *lmm* Längsmuskeln, I, II Tentakel.
17. Schematische Darstellung eines Teiles eines Drüsenfadens von *Lima hians*. Vergr. 12. *dr* Drüsenring, *cy* cylindrischer Abschnitt, *p* Pinselzellen.
18. Drüsenzellen aus den sekretorischen Fäden von *Lima hians*. Osmium 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. 750: 1. *a, c, d* verschiedene Stadien, *b* Cuticula, *dr* Drüsenkörper, *pl* Plasma, *drk* Drüsenkerne, *st* Stiel, *stk* Stielkerne, *sub* subepitheliale Schicht.
19. Leere Kapseln der Drüsenzellen von *Lima hians*. 750: 1. *sto* Stomata der Kapseln.
20. Drüsenfäden von *Lima inflata*. Längsschnitt. Camera. 120: 1. *f* Fuß, *dr* Drüsen, *e* äußere, *i* innere Seite, *lmm* Längsmuskeln.
21. Drüsenfäden von *Lima inflata*. Querschnitt. Camera. 300: 1. *e* äußere, *i* innere Seite, *dr* Drüsen, *y* cfr. Text, *k* Zone der Stielkerne, *lmm* Längs-, *qum* Quermuskeln.
22. Teil eines Drüsenringes von *Lima inflata*. Längsschnitt. Camera. 500: 1. *dr* Drüsen, *cu* Cuticula, *k* Zone der Stielkerne, *sub* subepitheliale Schicht, *x* Sekretpfropf, *y* cfr. Text.
23. Längsschnitt eines Drüsenfadens von *Lima hians*. Camera. 300: 1. *dr* Drüsen, *lmm* Längsmuskeln.
24. Spitze eines Drüsenfadens von *Lima hians*. Schrägschnitt. Camera. 500: 1. *dr* Drüsen.

Fig. 25—36. *Pectiniden*.

25. Schematische Darstellung der Spitze eines frisch untersuchten Tentakels von *Pecten Jacobaeus*. 100: 1.
26. Sinnesorgane (cfr. Text). 750: 1. *a*. frisch, *b*. Osmium 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, *f*. Kali bichromicum, *Pecten Jacobaeus*. *c*. *Pecten flexuosus*, *d*, *e*. *Pecten varius*. *i* indifferente Zellen, *pi* Pinselzellen, *stz* Stützzellen, *m* Membran, *end* Endothel.

27. Querschnitt eines Tentakels. Pecten Jacobaeus. 200 : 1. Camera. *o* obere, *u* untere Seite, *pig* Pigment.
28. Vorletzter Tentakel. Längsschnitt. Pecten Jacobaeus. 700 : 1. Camera. *e* äußere, *i* innere Seite, *pig* Pigment.
29. Letzter Tentakel. Längsschnitt. Pecten Jacobaeus. Camera. 180 : 1. *e* äußere, *i* innere Seite, *bl* Blutgefäße, \*cfr. Text.
30. Seitenwulst. Längsschnitt. Pecten Jacobaeus. Camera. 520 : 1. *e* äußere, *i* innere Seite, *in* indifferente Zellen, *sz* Sinneszellen.
31. Querschnitt eines Tentakels. Pecten glaber. Camera. 80 : 1. *bl* Blutgefäße.
32. Vorletzter IV. und letzter V. Tentakel. Längsschnitt. Pecten pusio. Camera. 300 : 1. III Rest des dritten Tentakels. *e* äußere, *i* innere Seite, *h* Härchenreste, *ec* Epicuticula, *sw* Seitenwulst, *w* Wimpern.
33. Querschnitt eines Tentakels von Pecten flexuosus. Camera. 300 : 1. *lmm* Längs-, *qum* Quermuskeln, *n* Nerv, *x* cfr. Text.
34. Seitenhügel von Pecten flexuosus. Längsschnitt. 300 : 1. Camera. *e* äußere, *i* innere Seite, *pr* proximales, *di* distales Ende des Schnittes, *v* Vorhügel, *h* Haupthügel, *t* Thal, *n* Nebenhügel, *a* Abdachung, *lmm* Längs-, *qum* Quer-, *rum* Ringmuskeln, *k* Binde-substanzkerne.
35. Vorletzter Tentakel. Längsschnitt. Pecten opercularis. Camera. 750 : 1. *e* äußere, *i* innere Seite, *bl* Blutgefäß, *x* cfr. Text.
36. Vorletzter VII. und VI. Tentakel. Pecten varius. Camera. 300 : 1. *e* äußere, *i* innere Seite, *bl* Blutgefäß.

Fig. 37—44. Augen der Pectiniden.

## Gemeinsame Bezeichnungen :

<i>pe</i> äußere	} Pellucida.	<i>s</i> Septum.
<i>pi</i> innere		<i>gz</i> Ganglienzellenschicht.
<i>pig</i> Pigmentepithel.		<i>bc</i> Stäbchenzellen.
<i>ep</i> Stielepithel.		<i>nucl</i> Kerne der Stäbchenzellen.
<i>st</i> Stiel.		<i>bac</i> Stäbchen.
<i>conj</i> Binde-substanzkapsel.		<i>m</i> Grenze von Stäbchen und Stäbchenzellen.
<i>no</i> nervus opticus.		<i>nz</i> Nebenzellen der Retina.
<i>noe</i> nervus opticus, äußerer Ast.		<i>gzs</i> sekundäre Ganglienzellen.
<i>noi</i> nervus opticus, innerer Ast.		<i>gz</i> isoliert liegende Ganglienzellen.
<i>ar</i> Blutgefäß.		<i>cc</i> Zentralkanal.
<i>sa</i> Blut.		<i>nn</i> Nervenfibrillen.
<i>bi</i> Kontur der Binde-substanz.		<i>pl</i> Plexus der Nerven.
<i>ke</i> Kerne des Pigmentepithels.		<i>tap</i> Tapetum.
<i>mm</i> Muskeln.		<i>ph</i> Pigmenthaut.
<i>e</i> äußere Seite.		<i>v</i> variköse Anschwellung.
<i>i</i> innere Seite.		
<i>l</i> Linse.		

37. Pecten flexuosus. 300 : 1. Camera.

38. Pecten Jacobaeus. 200 : 1. Camera.

39. *Pecten pusio*. 100 : 1. Camera. *x* Ansatz des verletzten Tentakel.
40. *Pecten varius*. 500 : 1. Camera. Pellucida.
41. *Pecten opercularis*. Retina. 300 : 1. Camera.
42. *Pecten Jacobaeus*. Äußere Hälfte der Retina. 750 : 1. Camera.
43. Zupfpräparate. *Pecten Jacobaeus*.
  - a. Ganglienzellen, Stäbchenzellen und Stäbchen. 300 : 1.
  - b. Ganglienzellen. 750 : 1.
  - c. Stäbchenzelle, Stäbchen und Ganglienzellen. 1000 : 1.
44. Stäbchenzellen. *Pecten Jacobaeus*. Zupfpräparat. 750 : 1.





