

Zur Anatomie und Histologie der *Brisinga coronata* G. O. Sars

unter besonderer Berücksichtigung der Lumineszenz
der Brisingiden.

Von

Kurt Albert Thust.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Leipzig.)

(Mit 28 Figuren im Text und Tafel 12—14.)

Inhalt.

	Seite
Einleitung	368
Material und Technik	371
A. Allgemeiner Teil	375
B. Spezieller Teil.	
1. Das Skelettsystem (Hauptskelett)	377
2. Das Hautsystem und seine Verkalkungen	378
3. Das Wassergefäßsystem	384
4. Die Muskulatur	390
5. Das Nervensystem und der Terminalfühler	390
6. Die Verdauungsorgane	394
7. Das Blutgefäßsystem	398
8. Die Leibeshöhle	403
9. Die Geschlechtsorgane	403
10. Einige physiologische, ökologische und phylogenetische Bemerkungen	405
11. Die Drüsengebilde der <i>Brisinga coronata</i> und einiger anderer Asteriden; die Lumineszenz bei den Brisingiden	411
Zusammenfassung der Ergebnisse	426
Literaturverzeichnis	427
Erklärung der Bezeichnungen und Abbildungen	430
Tafelerklärung	431



Einleitung.

Die Gattung *Brisinga* ist trotz ihrer verhältnismäßig geringen Artenzahl — in BRONNS Klassen und Ordnungen (25) finden sich 15 Arten aufgezählt, zu denen 10 neue Arten hinzukommen (26—28; 30) —, der Seltenheit ihres Vorkommens und der Schwierigkeit einer guten Bergung des Materials, oft Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen. Im August 1853 fischte P. CHR. ASBJÖRNSEN (1) im Hardanger-Fjord in 100—200 Faden Tiefe die *Brisinga* als neue Gattung und neue Art *Brisinga endecacnemos*. Er hielt sie für eine Übergangsform zwischen Asteriden und Ophiuriden. Die nur oberflächliche Ähnlichkeit mit den Schlangensternen entdeckte schon MICHAEL SARS (2), der sie denn auch zu den eigentlichen Seesternen gestellt wissen wollte. Trotz gegenteiliger Meinungen von BRONN (3) und HÄCKEL (4) wurde die richtige Ansicht von M. SARS (2) durch seine eigenen Funde 1869 an gleicher Stelle und durch die seines Sohnes G. O. SARS (5 und 7) bestätigt. Der letztere fischte 1870 bei den Lofoten in einer Tiefe von 300 Faden ein ganz junges Exemplar einer *Brisinga* mit zehn Armen. Die Armzahl des neugefundenen Tieres wechselte jedoch im Gegensatz zur *Brisinga endecacnemos* beträchtlich, wie G. O. SARS bald durch weitere Funde im Jahre 1870 an gleicher Stelle feststellen konnte. Dazu kamen noch andere unterschiedliche Merkmale, und so führte er den Namen *Brisinga coronata* für die neue Art ein (5). 1875 folgte dann eine klassische Bearbeitung dieser Form von ihm (7). 1878 weist LUDWIG (8) entgegen SARS den auf der Rückenhaut der Scheibe befindlichen Porus als wirkliche Afteröffnung nach und macht anatomische Angaben über das Blutgefäßsystem, den Steinkanal, die Cuticula und den Aufbau des Peristoms. VIGUIER (9) stellte eine genaue vergleichende Untersuchung der Skeletteile an und teilte die Seesterne ein in *Astéries ambulacraires* und in *Astéries adambulacraires*. Die *Brisingiden* gehören zu den letzteren. VERRILL (10) erbeutet auf den Albatroß-Expeditionen vier *Brisinga*-Arten, die späterhin zum Teil den von PERRIER (19) aufgestellten neuen Gattungen der *Brisingiden* *Odinia* und *Freyella* eingereiht wurden. Die Expeditionen des Travailleur und des Talisman bringen reiches Material, das PERRIER (11 und 16) näher beschreibt. Besonders in dem zweiten Werke finden sich einige neue Arten. PERRIER unternimmt im selben Werk eine engere Umgrenzung der Gattung *Brisinga*, wodurch die drei Hauptgattungen des heutigen Systems der *Brisingiden* entstehen.

Auch die nächsten Jahre bringen uns keine Beschreibungen des feineren Baues und der inneren Organisation dieser hochinteressanten Tiere. Vier neue Arten führen uns 1891 ALCOCK, A. & H. WOODMASON (17) und 1893 ALCOCK (18) vor. Von nun ab mehren sich die ausführlicheren und bedeutenderen Angaben über das Genus *Brisinga*, dessen Artenreichtum und genauere Kenntnis, auch in systematischer Hinsicht, besonders in den 90er Jahren von verdienten Forschern wie PERRIER, SLADEN, VERRILL und LUDWIG festgelegt wurde. 1894 erschien die Bearbeitung der in den Jahren 1880—1883 auf den Travailleur- und Talisman-Expeditionen erbeuteten Echinodermen. PERRIER (19) geht hierin näher auf das Skelett der Brisingiden ein und stellt die Hauptcharaktere folgender Arten zusammen: *Brisinga endecacnemos*, die als Hauptunterschied zu *Brisinga coronata* stets Stacheln an der Armbasis hat, ferner *Brisinga hirsuta* und endlich *Brisinga mediterranea*. Auf die Abbildungen (T. 1 und 3), die außer denen von SARS 1875 (T. 1, 2 und 4) die einzigen guten von der *Brisinga coronata* sind, sei hier besonders hingewiesen. Die systematische Einteilung der Seesterne in diesem Werk in *Forcipulata* usw. verwarf LUDWIG (25) und schuf das jetzt noch geltende System (25) durch Kombination des PERRIERSCHEN mit dem SLADENSCHEN (20). VERRILL (21) bestimmte zwei neue Arten. Nach einigen Bemerkungen über das Vorkommen der *Brisinga coronata* in den verschiedenen Gegenden des Mittelmeeres (22 und 23) erscheinen drei bedeutsame Werke von LUDWIG (24—26). In dem ersten Werke gibt er sehr wichtige Ergänzungen zu der vorzüglichen monographischen Darstellung von G. O. SARS (7). Nach LUDWIG (24) ist die *Brisinga coronata* unstreitig die einzige Vertreterin der Brisingiden im Mittelmeer mit der Eigentümlichkeit, daß hier die Zahl der Arme meist geringer als die Normalzahl 9, nämlich 8 ist, während nordwärts die Zahlen über 9 (bis 12) hinausgehen. Meine Scheibe, die acht Arme besessen hat, bestätigt diese Angaben. Auch die Aufzeichnungen LUDWIGS über die Größenverhältnisse der Arme und der Scheibe konnte ich im wesentlichen an meinem relativ geringen Material als richtig feststellen. LUDWIG schließt mit Bemerkungen über Färbung, Ernährung, Fortpflanzung, Entwicklung, Vorkommen im Mittelmeere und horizontale und vertikale Verbreitung unserer Art, auch außerhalb dieses Meeres. *Brisinga* tritt nach seinen Angaben in Tiefen von 100—2660 m auf. Die Ansicht LUDWIGS, daß die *Brisinga coronata* im Golf von Neapel selbst nicht vorkäme, muß ich berichtigen, da meine Stücke aus einer schmalen Rinne eben im Golf selbst aus ungefähr 300 m Tiefe stammen.

Hierzu kommen die neuesten Angaben über Vorkommen dieser und

anderer Arten aus den verschiedensten Teilen des Großen Ozeans (26—30). Auf die guten Abbildungen von *Brisinga gracilis* und *Brisinga parallela*, sowie *Brisinga panopla* FISHER in seinem letzten Werke sei hingewiesen. Diese neuesten Berichte zeigen, daß die Gattung *Brisinga*, wie auch die vorliegende Art, kosmopolitisch in den Tiefen des Meeres lebt. In der letzten größeren Arbeit von LUDWIG über die Brisingiden (26) finden sich drei neu beschriebene Arten, leider ebenfalls keine feineren anatomischen Angaben. Diesen Mangel soll die vorliegende Arbeit beseitigen, soweit es das Material erlaubt.

Durch den im November 1913 erfolgten Tod des hervorragenden Forschers ist auch die Bearbeitung der Seesterne der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer »Valdivia« 1898—1899 verzögert worden. Über die dort erbeuteten Brisingiden konnte ich somit keine Angaben machen.

Die Augen der Tiefsee-Seesterne erfuhren in neuerer Zeit eine Bearbeitung von MEURER (57). Er erwähnt von der Familie der Brisingiden weder *Brisinga* noch eine andere Gattung. Für mich kamen als weitere Literatur auf Rat des Herrn Geheimrat CHUN noch die Beobachtungen neuerer Forscher über das Leuchten der tierischen Organismen hinzu. Die Arbeiten von MANGOLD, STERZINGER, REICHENSPERGER, SOKOLOV und TROJAN in den Jahren 1907—1909 beziehen sich auf das Leuchten der Echinodermen im allgemeinen, oder im besonderen auf das der Ophiuriden, und zum Teil auf die bei diesen Formen gefundenen »REICHENSPERGERschen Leuchtzellen«. Die Arbeit von IRENE STERZINGER (73), die zu einem ganz anderen Resultat als MANGOLD (53) kam, gab Veranlassung, sich mit dem Stachelhäuter, an dem das Leuchten zum ersten Male entdeckt wurde (VIVIANI 1805), nämlich mit *Amphiura squamata* näher zu beschäftigen. MANGOLD (53 und 54) und REICHENSPERGER (68a und b) finden, daß bei den Ophiuriden leuchten: Ventralplatten, Lateralplatten und die proximalen Teile der Basalplatten der Stacheln. TROJAN (76) bestätigt diese Angaben und findet bei *Amphiura squamata* außer den »REICHENSPERGERschen Leuchtzellen« (68a) noch »typische Leuchtzellen«.

In diesen Arbeiten wird auch auf die Drüsengebilde der Seesterne hingewiesen. J. STERZINGER fand Schleim in den Füßchen von *Astropecten aurantiacus*, nachdem vorher schon HAMANN (45) Schleimdrüsenzellen bei *Solaster papposus*, *Asteracanthion rubens* und *Astropecten platyacanthus* gefunden hatte. Außer diesen Becherdrüsen HAMANNs stellte CUÉNOT (35) noch andere Drüsenzellen »cellules mûrifomes« fest. Von einem Leuchten der Seesterne, wie wir so schöne Beobachtungen von diesem Phänomen bei Ophiuriden haben, berichtet außer ASBJÖRNSEN (1)

nur vermutungsweise LUDWIG (25). ASBJÖRNSEN (1) stellte es an *Brisinga endecacnemos* fest, denn er schreibt: »Quand l'animal est complet et cohérent, ainsi que je l'ai vu une ou deux fois sous l'eau dans le dredge, il est véritablement un exemplaire de luxe, une 'gloria maris'«. Er nannte dies höchst interessante Tier »*Brisinga*« nach dem glänzenden Brustschmuck der Göttin Freya, den Loki der norwegischen Sage nach in der abyssischen Tiefe des Urozeans verborgen hielt. Von den anderen Angehörigen des Genus *Brisinga* und von den übrigen Brisingiden vermutet LUDWIG (25) das Leuchten, stellt aber schon fest, daß »Sicheres nicht bekannt« ist. Der Versuch zur Klärung dieser Frage war der Hauptzweck vorliegender Arbeit.

Von höchstem Interesse sind MANGOLDS (55) sinnesphysiologische Studien, in denen er die »Augen« der Seesterne nicht als Photoreceptoren anerkennt, sondern die Haut, wie bei den Ophiuriden, als diffus lichtempfindlich nachweist. Unsere Auffassung von den »Augen« der Seesterne wird nach MANGOLD eine wesentlich andere als die PFEFFERS (60) und MEURERS (57) sein müssen, wenn auch jüngst (1913) veröffentlichte Untersuchungen von PLESSNER (64) den Anschauungen MANGOLDS (55) widersprechen.

Da ich die »real blood gobules« von SARS fand, so schnitt ich die Rückenhaut der Scheibe und der Arme einiger Exemplare von *Echinaster sepositus* und *Astropecten aurantiacus* aus dem Aquarium des Leipziger Zoologischen Institutes auf, um zur Leibeshöhlenflüssigkeit gelangen und die »Amoebocyten« CUÉNOTS (35) lebend beobachten zu können. Die dabei entstandenen schweren Verletzungen ertrugen diese Seesterne ohne weiteres. Der *Astropecten aurantiacus* wurde blaß (hellgrau), besonders an den Randplatten, und die Stacheln legten sich beliebig durcheinander. Er war jedoch, entgegen meiner Annahme, nicht tot, sondern nach einigen Tagen zeigte sich die willkürlich regulierbare Aufblähung der verdünnten Stelle seiner Rückenhaut (CUÉNOT 36). Auch die Wegnahme der »Augen« zu Untersuchungszwecken an allen fünf Strahlen zu gleicher Zeit störte diese Tiere weiter nicht.

Material und Technik.

An Material stand mir zur Verfügung:

- a) Ein Arm mit regeneriertem Endabschnitt. Die Länge des ganzen Armes betrug 16,1 cm, die Länge des regenerierten Teiles 1,1 cm. Terminalplatte mit Fühler vorhanden. Proximales Ende fehlend. Die Mindestlänge dieses Armes beträgt 17,6 cm, da er ungefähr

zwischen dem proximalen ein Drittel und dem distalen zwei Drittel der Geschlechtsanschwellung d. h. mindestens 1,5 cm vom Scheibenrand entfernt abgebrochen ist. Das Verhältnis des Scheibenradius r , den wir mit 7 mm nach LUDWIG (24) annehmen wollen, zum Armradius R ist also: $r : R = 1 : 26,1$. Nach den von LUDWIG für die *Brisinga coronata* im Mittelmeer aufgestellten allgemeinen Zahlen 1 : 25—40 gehört dieser Arm also zu einem erwachsenen Tiere: Taf. 12, Fig. 2 links. Genital hatte der Arm eine Höhe von 4,2 mm und eine Breite von 5,1 mm, das basale Ende fehlte wie oben gesagt.

- b) Eine achtarmige Scheibe mit dem Radius $r = 7$ mm. Vgl. Taf. 12, Fig. 1, meine Angaben in der Einleitung und die von LUDWIG (24).
- c) Ein zu dieser Scheibe gehöriger Arm: Taf. 12, Fig. 2 rechts und Taf. 12, Fig. 1. Er ist senkrecht an der Scheibe abgebrochen. Wie scharf diese Trennungslinie (LUDWIG 26) ist, zeigt die Abbildung Taf. 12, Fig. 1 deutlich. Sie steht in starkem Gegensatz zu den durch Autotomie verletzten Abrißstellen an den Armen bei *Echinosepositus*, die zu sehen ich gleichfalls im Aquarium des Leipziger Zoologischen Instituts Gelegenheit hatte, wenn der Salzgehalt des Seewassers im Becken den Tieren unbequem war, oder wenn sie am Absterben waren. Die Länge des Armes betrug 13,2 cm; der Endabschnitt ist regeneriert und 1,8 cm lang. Äußerstes Ende (ungefähr 1—2 cm) mit Terminalplatte und Tentakel fehlt, so daß sich eine Gesamtlänge des Armes von 15,2 cm ergibt. Es wäre also für diesen Arm $r : R = 1 : 22,7$, und dieses Tier nach LUDWIG (24) noch nicht ganz erwachsen. Die Breite des Armes betrug basal 3,4 mm, seine Höhe dort 2,1 mm; genitale Breite 4,5 mm, Höhe 3,6 mm.
- d) Ein abgebrochenes distales Armende mit Terminalplatte und Fühler 4,7 cm lang. Taf. 12, Fig. 3 links und Taf. 12, Fig. 4—7.
- e) Ein abgebrochenes distales Armende ohne Terminalplatte und Fühler 4,4 cm lang. Taf. 12 Fig. 3 rechts.

Das vorliegende Material bestätigt also sehr deutlich die Angaben sämtlicher Autoren über die Schwierigkeit der Bergung unverletzter Tiere. ASBJÖRNSEN (1), dem es gelang, zwei Scheiben mit festen Armen zu bergen, glaubt, daß sich die *Brisinga* ihrer Arme durch starke Anstrengung entledigt. Nach SARS (7, p. 53) liegt der Hauptsitz der Lebensfähigkeit der *Brisinga* überhaupt in den Armen. PERRIER (19) schildert die »déplorable facilité«, mit der die Arme dicht an der Scheibe — nach LUDWIG (24) dann dort stets zwischen dem II. und III. Wirbel am

3. Füßchenpaare — abbrechen. Die Abbruchstelle ist jedoch wechselnd, und Stücke beliebiger Länge brechen ab, wie auch die vorliegenden Arme zeigen. SARS (7, p. 53) sagt: »all the arms will almost always in this case detach themselves from their connection with the disc,« was meine Scheibe, die keinen Arm besitzt, beweist. Das sehr große Regenerationsvermögen bestätigt mein Material gleichfalls (Taf. 12, Fig. 2).

Da es darauf ankam, möglichst dünne unverletzte Schnitte anzufertigen, war die technische Behandlung zum Teil eine schwierige. Zunächst wurden als Vergleichsmaterial Armstücke einer *Ophiopsila*-Art, Armstücke und Scheibe von *Astropecten aurantiacus* und von *Echinaster sepositus* behandelt. Dem Terminalfühler mit den dort vorhandenen Augenpolstern schenkte ich besondere Beachtung. Es war daher vorteilhaft, daß die Augen der ersten Seesternart zur zweiten Gruppe PFEFFERS (60), die der zweiten Art zur dritten Gruppe gehören. Die erste Art besitzt keine Saugscheiben, die zweite besitzt welche. Zur Frage der Entkalkung ist zu bemerken, daß sich die Anwendung von $\frac{1}{2}\%$ iger verdünnter HCl (PFEFFER) oder 0,025—0,25% HCl in 70 % Alkohol (MEURER) sehr gut bewährte. Das Vergleichsmaterial wurde fixiert mit Sublimat-Alkohol-Eisessig, gut ausgewaschen und zunächst nach der REICHENSPERGER-ROUSSEAUSCHEN Celloidin-Methode (67, 70) behandelt, die den Vorzug des sichersten Entkalkens und vorzüglicher Erhaltung des Gewebes hat. Sehr bewährte sich auch die Celloidin-Paraffin-Behandlung nach der Entkalkung nach BÖHM & OPPEL (33). Beide Methoden sind umständlicher als die MEURERSCHE (57), weshalb späterhin ausschließlich diese angewendet wurde. Die nicht über 2 cm langen Stücke ließ ich ungefähr 8 Tage in der Entkalkungsflüssigkeit, wusch in 70%igem Alkohol aus und behandelte sie vorsichtig weiter, um sie dann in Paraffin eingebettet zu schneiden. Schnittdicke 0,005, 0,0075 und 0,01 mm. Von den mannigfaltigen Färbemethoden, die ich nach Angaben von PFEFFER, REICHENSPERGER, HAMANN, TEUSCHER, BÖHM & OPPEL und LEE & MAYER u. a. m. anwendete, erwiesen sich DELAFIELDS Hämatoxylin mit Orange G als Kontrastfarbstoff oder Eisenalaunhämatoxylin (M. HEIDENHAIN) mit Orange G oder Lichtgrün als Gegenfärbung als die zweckmäßigsten Doppelfärbungen. Zur Unterscheidung von Bindegewebe und Muskulatur wurde die VAN GIESONSCHER Färbung nach BÖHM & OPPEL angewendet. Die empfehlenswerteste Färbung jedoch ist die mit sehr altem Eisenhämatoxylin nach M. HEIDENHAIN, die besonders bei Anwendung der Modifizierung von PIETSCHMANN (62) eine tadellose Differenzierung der Bindegewebe, Muskel- und Drüsenelemente ergibt. Gegenfärbung mit Orange G oder Lichtgrün dabei anzuwenden, ist zweckmäßig, wenn die

Gewebedifferenzierung nicht recht gelungen ist, was an der Farbe, der Beize oder am Wässern liegen kann. Mit Hämalaun erhielt ich gute Färbungen, besonders mit Eosin, Boraxkarmin oder Orange G als Nachfärbungen. Selbst die Drüsenzellen der *Brisinga* färbte es. Speziell für Drüsenfärbungen wurden nach PAUL MAYER (56) und REICHENSPERGER (68a) verwendet: Thionin und Mucikarmin. Während das letztere sehr dünn, langsam, schwach und verschwommen färbt, ist das erste ein sehr starker und rascher Indikator für Schleim. Die Färbung ist für jede Art der Seesterne zu empfehlen. Bei *Echinaster sepositus* färbte ich die Drüsenzellen auch mit DELAFIELDS Hämatoxylin. Daß Salzsäure den Schleim zerstörte (STERZINGER 73), konnte ich nicht finden, wohl aber wurde er, wie dort angegeben, mit Thionin rötlich gefärbt. Die von J. STERZINGER empfohlene Essigsäure konnte ich zum Entkalken nicht verwenden, dafür wurden aber außer HCl noch HNO₃-Gemische (REICHENSPERGER) gebraucht. Zur Behandlung der Scheibe und basalen Armtteile war entsprechend mehr Zeit nötig.

Der Nachweis von Schleim mit Thionin ist, wie erwähnt, schnell und sicher, hat aber den Nachteil, daß die Farbe nach 3—4 Wochen wieder verschwindet. Das Rot wurde zunächst blaugrün und diese Farbe verschwand nach der angegebenen Zeit. Ferner ergab sich mit Thionin bei weitem nicht die distinkte Unterscheidung der Sekretkörnchen bei *Brisinga*, wie ich sie mit Eisenhämatoxylin HEIDENHAIN erhielt. Auch erwiesen sich die mit Thionin rotgefärbten Schleimmassen auf Längsschnitten durch die Saugscheibe an deren seitlichen Abschnitten besonders gehäuft, während sie bei der erwähnten HEIDENHAIN-Färbung dort weniger, sondern mehr im mittleren Teile der Saugscheibe hervortraten. Das auch von J. STERZINGER (73) als lästig empfundene Ausziehen des Thionins durch Alkohol wurde durch Vorbeizen der Schnitte (BÖHM & OPPEL 33) gar nicht verhindert; wohl aber wird es vermieden, durch Anwendung der BECHERSchen Methode (32), nach welcher »Thionin weder im Wasser noch in konzentriertem Alkohol (95%) viel ausgezogen wird«. Zur Differenzierung empfiehlt BECHER 70%igen Alkohol; der gewünschte Grad der Färbung läßt sich dann durch hochprozentigen Alkohol fixieren. Daß sich Thionin mit anderen Farbstoffen schlecht kombinieren läßt, muß ich bestätigen.

Meinem während des Abschlusses dieser Arbeit verstorbenen, hochverehrten Lehrer Herrn Geheimrat Prof. Dr. phil. et med. CARL CHUN bin ich für die Überlassung des sehr wertvollen und überaus interessanten Materials, sowie für manche klärende Bemerkung zum größten Danke

verpflichtet. Gleichzeitig danke ich hierfür Herrn Prof. Dr. phil. WOLTERECK.

Ich werde mich in der Anordnung der mir neu erscheinenden ergänzenden Bemerkungen im wesentlichen nach der in der Monographie von SARS (7) gegebenen Einteilung richten. Daß dabei einzelne Teile viel kürzer ausfallen müssen, bedingt der Zweck dieser Arbeit. Über einige fehlende histologische und anatomische Details werden spätere Arbeiten näheren Aufschluß bringen müssen, z. B. über die Blutgefäße. Auch sind die Seesterne in bezug auf Drüsenzellen und ähnliche Gebilde viel weniger erforscht, als die Ophiuriden.

A. Allgemeiner Teil.

Die äußere Form. Der Satz (p. 4) »From a little circular disc of scarcely more than an inch diameter there issue a number of spreading arms or rays (varying from 9 to 12)« gilt nach LUDWIG (24) nur für die nordische und nicht für die nach ihm als einzige *Brisingide* im Mittelmeer vorkommende Form der *Brisinga coronata* (auch PERRIER 11), da dort nur die Armzahl 8 auftritt, wie auch meine Scheibe bestätigt. Die nun von SARS angeführten Maße über Armlänge, Stachellänge usw. ergänzt LUDWIG (24).

Betrachtet man die Scheibe von oben, so sieht man durch ihre dünne mit zahlreichen kurzen, zylindrischen bis kegelförmigen Stacheln, von den bisweilen zwei mit ihren Basen aneinander stoßen, besetzten Rücken- haut deutlich die basalen, unpaaren Stämme der vom Magen abgehenden radialen Blinddärme (8. Taf. XV, Fig. 1). Sie bilden einen bei meiner Scheibe achtstrahligen Stern, dessen Symmetrie nur in dem Interradius gestört erscheint, welcher die Madreporenplatte trägt. Der After liegt bei *Brisinga* in dem Interradius, welcher rechts auf den der Madreporenplatte, der leicht und sicher zu bestimmen ist, folgt (auch LUDWIG [24]). In dem Interradius der Madreporenplatte stoßen die zwei basalen Blinddarmstämme in etwas größerer Entfernung vom Scheibenzentrum zusammen und bilden dort ein spitzes, in den übrigen aber ein abgerundetes lateinisches V. Rechts vom Interradius der Madreporenplatte stoßen die beiden Schenkel des V U-förmig erweitert aneinander. Die Asymmetrie ist deutlich durch die Scheibenrückenhaut sichtbar und durch die dort liegende Afteröffnung bedingt. Zwischen den basalen Teilen der radialen Blinddärme (also interradianal) schimmern weißliche Streifen durch die Scheibenrückenhaut hindurch. Dies sind die Hauptzüge der Mesenterialstränge, die den Magen an der dorsalen Scheibenhaut befestigen. Die interradianalen Blinddärme liegen zu zwei Häufchen zusammengeballt

über den basalen Teilen der radialen Blinddärme, welche hierdurch auf der einen Hälfte der Scheibe etwas verdeckt werden (8. Taf. XV, Fig. 1). Der Analporus befindet sich auf einer mit vielen Stacheln besetzten, exzentrisch vom Scheibenmittelpunkt gelegenen Erhebung der Scheibenrückenhaut. Seine Gestalt zeigt im Gegensatz zu der Darstellung von SARS (7. Taf. I, Fig. 7a) und LUDWIG (8. Taf. XV, Fig. 1) bei 20facher Lupenvergrößerung die Form eines abgerundeten Fünfecks, dessen Rand mit Verkalkungen besetzt und deutlich aufgewölbt ist. Die Stacheln strahlen konzentrisch von der Öffnung weg. Diese Erhebung trat, wie auch alle anderen Erhebungen des Scheibenrückens bei Färbung mit Boraxkarmin, deutlich hervor: die Madreporenplatte, die »wedge plates« und die »dorsal marginal plates«. Die Madreporenplatte, die knopfförmig vorspringt und sehr deutlich sichtbar ist, liegt, wie meine Photographie Taf. 12, Fig. 1 zeigt, weiter von dem steil abfallenden Scheibenrand weg, als SARS es auf allen seinen Zeichnungen darstellt, im Interradius, der als erster links auf den Interradius des Afters folgt, mit ihrem äußeren Rande nicht ganz am Innenrande der ihrem Interradius angehörigen Zwischenplatte (LUDWIG 1897) = Inneres intermediäres Stück (LUDWIG 1899) = »Wedge plate« SARS.

Wenn man die Scheibe von unten betrachtet, so sieht man, daß die Ansatzstelle der Mundhaut ziemlich tief in den oralen Skelettring eingesenkt liegt. Die sehr straff gespannte Mundhaut bedeckt einen im Vergleich mit den übrigen Asteriden sehr großen Teil der Scheibenunterseite und zeigt die etwas exzentrisch gelegene, durch die Fixierung natürlich sehr verengte Mundöffnung. Durch die Färbung mit Boraxkarmin trat deutlich eine gestreifte Struktur der Mundhaut zutage, und zwar verliefen die Streifen, welche Muskelfasern darstellen, zum Teil ringförmig um die Mundöffnung, deren Rand besonders auffallend gefärbt war, zum Teil strahlten sie radiär von ihr weg, die andern kreuzend. Von jedem Radius sind zwei Paar Füßchen an der Scheibe verblieben. Der Zwischenraum zwischen je zwei Paaren ist ausgefüllt von der interradianalen Mundringplatte. Die ersten Adambulacralplatten = Mundeckplatten bilden die »Mundecke«, die die Mundstacheln trägt. Ich fand 0 bis 5 Stück auf jeder Ecke und konnte die genaue Zahl nicht feststellen, da durch die Bergung einige abgebrochen waren oder ganz fehlten. LUDWIG (24) gibt 3—6 an.

Die seitliche Ansicht bildet SARS Taf. 3, Fig. 1 ab. Die Zeichnung ist stark schematisiert, denn ich konnte an meiner Scheibe selbst, als sie mit Boraxkarmin gefärbt war, unter Lupenvergrößerung höchstens den Radialnerv so ähnlich, wie SARS ihn dort zeichnet, sehen. Die nun bei SARS folgenden Angaben finden wir bei LUDWIG (24) ergänzt, und auch

ich konnte durch die Betrachtung mit der Lupe und auf allen gefärbten Schnitten feststellen, daß der Hautüberzug sämtlicher Stacheln mit gleich winziggroßen gekreuzten Pedizellarien besät ist.

Leider hat SARS die ihm zur Verfügung stehenden Exemplare nicht in dämmrigem Lichte unter eventueller Anwendung von mechanischen und chemischen Reizmitteln untersucht und so fehlt uns denn bei ihm jegliche Angabe über das von ASBJÖRNSEN bei *Brisinga endecacnemos* beobachtete Leuchten. Daß derartige Versuche an *Brisinga coronata* äußerst schwierig, vielleicht sogar unmöglich sind, liegt an der sehr großen Leichtigkeit, mit der die Arme von der Scheibe abbrechen. Von *Brisinga coronata* sind gänzlich unversehrte Exemplare nach den mir zugänglichen Angaben überhaupt noch nicht geborgen worden. SARS bildet (Taf. 4, Fig. 38) ein kaum 1 cm großes Exemplar, das alle Arme, allerdings ohne Spitzen, besitzt, ab und schildert, außer in den oben erwähnten Worten, diese mißliche Eigenschaft auf p. 6 und 7.

B. Spezieller Teil.

1. Das Skelettsystem (Hauptskelett).

Die Angaben über die äußeren Skelettanhänge, über das Hauptskelett und über den Bau und die Grundform der Skelettstücke werden ausführlich ergänzt durch die in der Einleitung erwähnten Arbeiten, besonders durch die beiden LUDWIGSchen von 1878 und 1897. Wie stark jedoch in diesen Arbeiten die Nomenklatur der Skeletteile bei den Seesternen und nicht zum mindesten bei *Brisinga coronata* geschwankt hat, mögen einige Beispiele erläutern: die »interior ambulacral plates« werden zu den ersten, die »exterior adambulacral plates« (p. 9) zu den zweiten Adambulacralplatten (BRONN 1899); die »dorsal marginal plates« p. 9 nennt LUDWIG 1878 paarige Interambulacralplatten und 1897 untere Randplatten, die meisten Namen aber erhält die von SARS p. 12 erwähnte, sehr deutlich sichtbare »wedge-plate«. LUDWIG beschreibt sie 1878 als unpaare Interambulacralplatte und als erstes, im BRONN 1899 als inneres intermediäres Stück und als Zwischenmund- oder Zwischenplatte 1897. VIGUIER nennt diese Platte den »Odontophore« und PERRIER (19) behält diese unpassende Bezeichnung bei. Auch die andern von SARS in seinen ausgezeichneten Abbildungen des Skeletts (Taf. IV und V) erwähnten Platten werden von LUDWIG erklärt oder neu benannt, so daß man nur durch Kenntnis der erwähnten Arbeiten beider Forscher eine Klarheit über diese ziemlich verwickelten Verhältnisse erlangen kann. Zu der Beschrei-

bung der Terminalplatte ist nach Beachtung von LUDWIGS Angaben (24, p. 431) hinzuzufügen, daß ich so große Stacheln, wie sie SARS auf Fig. 21 und 22a Taf. IV gezeichnet hat, nicht feststellen konnte. Betrachtet man die Terminalplatte von unten (Taf. 12, Fig. 4), so sieht man, daß die seitlichen Ränder mit ihren Ecken sich aufwölben und eine Rinne bilden, in der gut geschützt der Terminalfühler liegt. Die Ecken selbst sind weniger scharf (Taf. 12, Fig. 5—7) als in den erwähnten SARSSchen Fig. 5a und 6b Taf. II und 21a und 22a Taf. IV. Eher schon entsprächen die SARSSchen Figuren auf Taf. VI den Verhältnissen, die ich bei meinen zwei Exemplaren von Terminalplatten fand, nur daß niemals der Fühler sich über die Terminalplatte hinausshob, wie SARS es zeichnet. Auf Taf. 12 Fig. 7 wurde er künstlich vorgedrückt, um die Form zu zeigen. Die Terminalplatte ist dicht mit Pedicellarien besetzt.

Da eine ausführliche Beschreibung der Skelettstücke nicht meine Aufgabe war, so habe ich zu der Schilderung des Skeletts der Scheibe 7, (p. 5) nur ergänzend zu erwähnen, daß LUDWIG (8, p. 227) ausdrücklich nachweist, daß nicht zwei Wirbel, wie SARS p. 12 behauptet, in das Scheibenskelett eintreten, sondern drei, was schon ASBJÖRNSEN (1, p. 228) bei *Brisinga endecacnemos* fand. Von den Bezeichnungen der Skelettplatten des Mundrings gelten gleichfalls meine obigen Bemerkungen. Die von SARS p. 13 und 14 angeführte Zahl der Platten kann nach den kritischen Bemerkungen in den Arbeiten LUDWIGS (8 und 24) nicht mehr aufrecht erhalten werden, und von den »parital plates« SARS p. 15 beweist LUDWIG (8, p. 227), daß sie Umbildungen der ersten Wirbel sind. Die »dorsal marginal plates« nennt er 1897 untere Randplatten, während er die eigentlichen oberen Randplatten in der gleichen Arbeit als von sich neu entdeckt angibt.

2. Das Hautsystem und seine Verkalkungen.

SARS unterscheidet an der die Oberfläche der *Brisinga coronata* überziehenden Haut

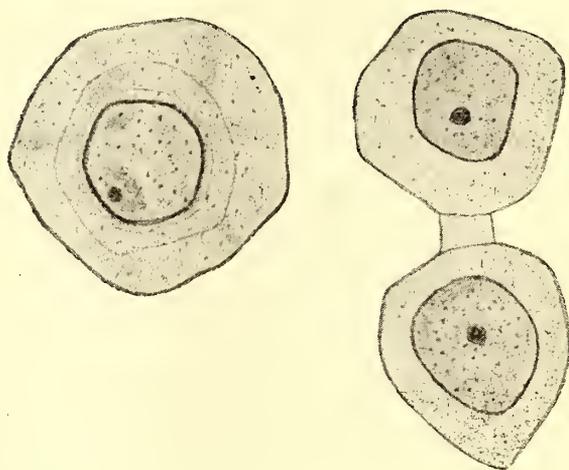
1. a thicker and firmer interior layer composed of contractile tissue, also die auch heute noch als dickste Schicht der Seesterne geltende Cutis;
2. a thinner and less substantial exterior layer of cellular structure or epidermis (heute Körperepithel). Hierzu kommt
3. die Cuticula.

Wir fassen heute die Cuticula und das Körperepithel (= Epidermis SARRS) als eigentliche Epidermis (Oberhaut) zusammen, die der Lederhaut aufliegt. Die Cuticula ist sehr dünn. Die Porenkanälchen, die sie

nach LUDWIG auf der ganzen Körperoberfläche durchsetzen, ebenso wie die durch diese Porenkanälchen hindurchtretenden Wimperhärchen konnte ich nicht wahrnehmen, trotzdem auch schon SARS fand, »the external stratum or epidermis partly lined with fine vibratile cilia«. Dieser Unterschied ist wohl dadurch erklärbar, daß SARS lebendes Material zur Verfügung stand, oder daß die Bewimperung auf der Cuticula ungemein fein ist, so daß sie im Gegensatz zu der des Steinkanales durch Konservierung, Entkalkung und Schnittbehandlung zu sehr angegriffen wird. Auf meinen Schnitten erschien die Cuticula als dünnes, homogenes Häutchen, das sich mit Eisenhämatoxylin leicht gelblich-braun färbte, und das Körperepithel dadurch, daß die länglich bis rundlichen Epithelzellkerne nicht auf gleicher Höhe liegen, mehrschichtig. Daß es in Wirklichkeit einschichtig ist, war leicht auf distalen Armquerschnitten zu erkennen. Das Körperepithel hatte in proximalen Schnitten auf der Armrückenhaut eine durchschnittliche Dicke von 0,0138 mm, distal an gleicher Stelle war es knapp halb so dick. Über die im Körperepithel vorkommenden Drüsenzellen und die von HAMANN (45) dort unterschiedenen Sinnes- und Stützzellen ist später Ausführlicheres zu sagen.

Die Cutis ist bei weitem die stärkste Schicht der Epidermis und zeigt den von SARS (7) und im BRONN angegebenen histologischen Bau, je-

doch ist der von SARS (p. 16) aufgestellte Satz: »No distinct pores could be detected in the same, either on the disc or on the arms« nicht aufrecht zu erhalten, da ich bei *Brisinga coronata* ein Hautkanalsystem fand, und zwar ebensowohl in den Armen als auch in der Scheibe. Die Schizocölräume, welche dies Kanalsystem der Haut bilden, waren bisweilen mit Zellen der Binde substanz ausgekleidet, die dann, wie schon HAMANN (45) festgestellt hat, eine Art Endothel zu bilden scheinen. Auf proximalen Armquerschnitten lagen die Schizocöle im äußeren Teile der Bindegewebeschicht, im Gegensatz zu der HAMANNschen Zeichnung (45. Taf. 1, Fig. 1), auf distalen jedoch in der Nähe des Cölomepithels. Einen bestimmten Verlauf dieser Schizocöle und ein bestimmtes Schema ihrer Verteilung konnte ich nicht feststellen. CUÉNOT (35) leugnet die Existenz dieses ganzen Kanalsystems und hält diese Lakunen für Zerreißen der Innen-



Textfig. 1. Einzelne Bindegewebewanderzellen.

Ok. 5, Obj. $\frac{1}{2}$. Öl-Im.

schicht der Körperwand, hervorgerufen durch falsche Konservierungsmethoden. Die feinen Stränge, welche die innere Lamelle der Körperwand mit der äußeren Cutisschicht verbinden, werden in der Tat sehr leicht von dieser losgerissen (Taf. 13, Fig. 8 und 9) und sind nach HAMANN (45) muskulös. Mit VAN GIESON färbten sie sich jedoch rot und würden also bindegewebiger Natur sein.

Die elastischen Fasern der homogenen Grundsubstanz der Cutis halte ich auf Grund von guten und auf ganz verschiedene Weise gefärbten und behandelten Schnitten zum großen Teil für Differenzierungen der Grundsubstanz (Taf. 13, Fig. 8, 9, Taf. 14, Fig. 18). Diese selbst enthält Bindegewebszellen und Wanderzellen. Der Nachweis der letzteren gelang mir bei *Brisinga coronata* (Taf. 13, Fig. 8, 9, Textfig. 1). Die HAMANNschen (45) Bemerkungen, daß die Schizocöle der dorsalen Körperwand mit Wanderzellen so angefüllt sein können, daß man auf Strecken das Schizocöl selbst nicht wahrnimmt, daß anderseits sehr wenig Wanderzellen auftreten können, und daß sie oft im Begriffe zu sein scheinen, aus der Binde substanz ins Schizocöl einzudringen, konnte ich bestätigen: Taf. 13, Fig. 8 und 9 zeigen Verhältnisse, wie sie sich mir auf vielen Armquerschnitten boten: deutliche Haufen von Bindegewebszellen in geräumigen Schizocölen, die allerdings in diesen beiden Fällen, wie eben meist, durch künstliche Zerreißung des Materials sehr erweitert sind. In Taf. 13 Fig. 9 liegen einige dieser Wanderzellen im Cölom, scheinen also von der Cutis aus durch das Cölomepithel dringen zu können. Taf. 13, Fig. 10 zeigt einige dieser Zellen für sich. Im wesentlichen passen auf sie die im Kapitel Wassergefäßsystem über die Wanderzellen in den Blutlakunen gegebenen Bemerkungen. Trotzdem die obigen Äußerungen CUÉNOTS sehr zu beachten sind und wohl für die meisten Präparate von Schizocölen in der Haut der Seesterne Berechtigung haben, glaube ich mich doch besonders durch das Auffinden von Wanderzellen von einem Hautkanalsystem bei *Brisinga coronata* überzeugt zu haben. Sicher ist es aber ganz variabel, streckenweise gar nicht, an günstigen Stellen wieder sehr deutlich sichtbar, keinesfalls jedoch so schematisch, wie HAMANN (45) angibt.

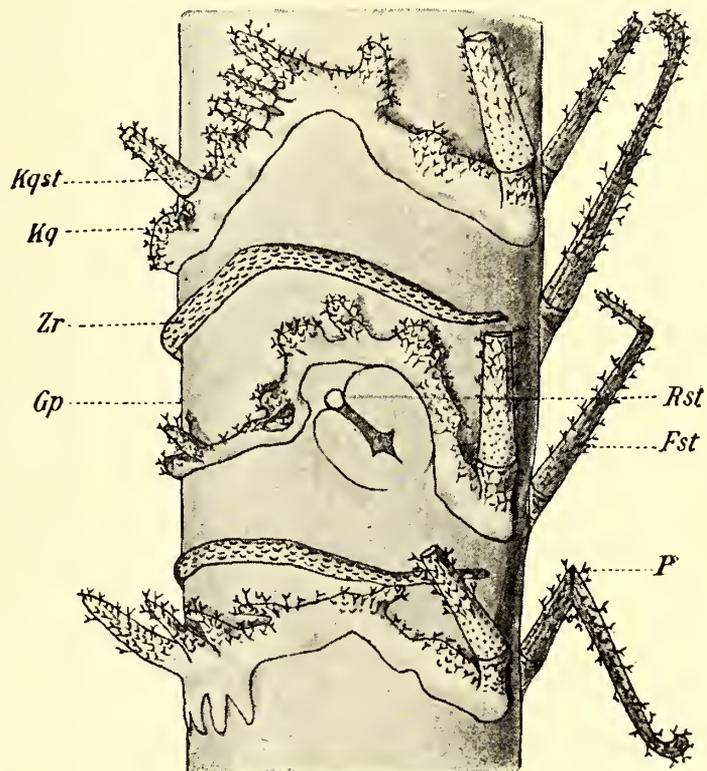
Die Angaben über die tiefer liegenden Verkalkungen der Lederhaut sind von LUDWIG besonders in der Arbeit von 1897 erweitert worden. Daß sie auf der Rücken haut der Scheibe andere sind als auf der der Arme, zeigt ein Blick auf Taf. 12, Fig. 1. Während die Scheibenrücken haut ein gekörntes Aussehen und kleine Stacheln aufweist, fallen uns auf der Rücken haut der basalen Armteile »continued solid arched beams« auf, die distalwärts schwinden, was sich außer bei äußeren Betrachtungen

deutlich auf Querschnitten zeigt, da dort die Haut dem Ambulacral-skelett fast anliegt, während sie in der Gegend der Geschlechtsorgane durch diese Bögen weit gespannt erscheint. Daß diese »very strong calcareous transverse beams« auch echte Stacheln tragen, zeigt Textfig. 2, die, als schrägseitliche Ansicht angefertigt, gleichzeitig den Ursprung der »marginal spines« veranschaulicht, wie Sars ihn schildert. Zwischen diesen großen Kalkquerrippen finden sich noch unvollständige Zwischenrippen, deren Rudimente nach Sars an distalen Armteilen den Randstacheln als Artikulationsknöpfe dienen. Im Arm *c* fand ich bis zur

vierten distal von der Geschlechtsöffnung liegenden großen Kalkrippe eine Zwischenrippe zwischen je zwei solchen; distal von der erwähnten Stelle fand ich zwei Zwischenrippen und die folgende Querrippe war noch vollständig, während die nun folgenden, wie ihre Zwischenrippen, immer mehr zurückgebildet erschienen. Diese Verhältnisse variieren jedoch arg, wie Ludwig 1897 festgestellt hat. Er gibt dort einige Zahlen über die Verteilung dieser Rippen. Die großen Kalkquerrippen (Textfig. 2) sind in ihren lateralen Teilen immer etwas ausgebuchtet und enden am Arm-

rand in dem Artikulationsknopf für die Randstacheln. Wenigstens gilt dies für die proximalen Rippen, die sich unvermittelt von der übrigen Armrückenfläche abheben und neben ganz verschieden gestalteten, oft ziemlich großen, unbeweglichen Auswüchsen die erwähnten echten beweglichen Stacheln zeigen. Ich fand nur die nach oben gelegenen Teile dieser Rippen mit Pedicellarien besät, während die der Rückenhaut zunächst gelegenen Stellen frei davon waren.

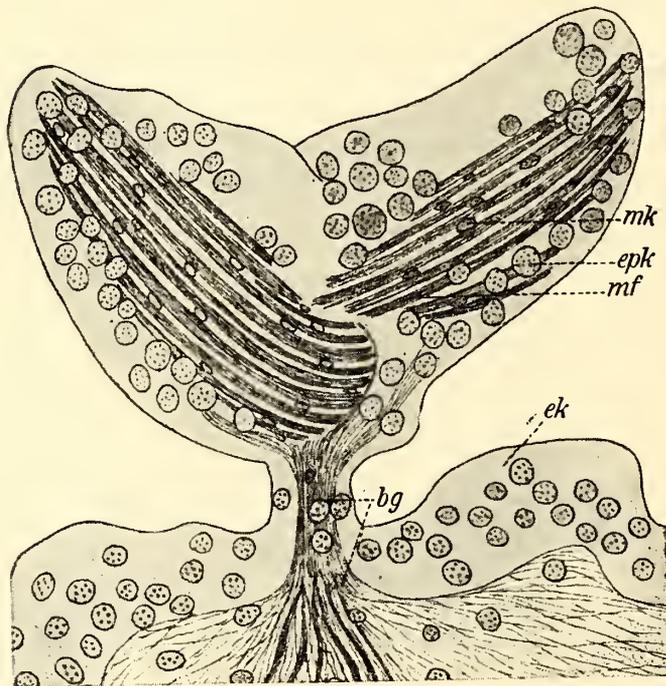
Von den äußeren Skelettanhängen fallen zunächst die Stacheln auf (Textfig. 2). Sie sind beweglich und mit einer »heath«, bestehend aus einer dünnen Cutislage und dem Körperepithel, bedeckt. Diese



Textfig. 2. Schrägseitliche Ansicht des proximalen Stückes des Armes *c*, um die Geschlechtsöffnung zu zeigen.

Ok. 2, Obj. BO, Winkellupe.

Scheide ist an der Stachelspitze zu weit, überragt sie beutelförmig und ist dicht mit Pedicellarien bedeckt. Die Pedicellarien erstrecken sich in ihrer Verteilung nicht ganz bis zur Stachelbasis, sondern lassen diese fast gänzlich frei, wohl aus Gründen der ungehinderten Beweglichkeit. Doch fanden sich dort bisweilen rundliche mit Boraxkarmin rotgefärbte verkalkte Gebilde, die nach den Abbildungen von Sars (Taf. IV, Fig. 32—35) in Entwicklung begriffene oder in der Entwicklung zurückgebliebene Pedicellarien sind. Die Rand- und äußeren Furchenstacheln zeigen bei konserviertem, sonst unbehandeltem Material eine gut sichtbare Längskannellierung. Über die Verteilung der Stacheln, bei welcher Ludwig 1897 anderer Meinung als Sars ist, über ihre Größe und sonstige Beschaffenheit findet sich das Ergänzende in dem eben zitierten Ludwig'schen Werke. Das gleiche gilt auch von den Mundstacheln.



Textfig. 3. Längsschnitt durch eine Pedicellarie.
Ok. 2, Obj. 8.

findet sich das Ergänzende in dem eben zitierten Ludwig'schen Werke. Das gleiche gilt auch von den Mundstacheln.

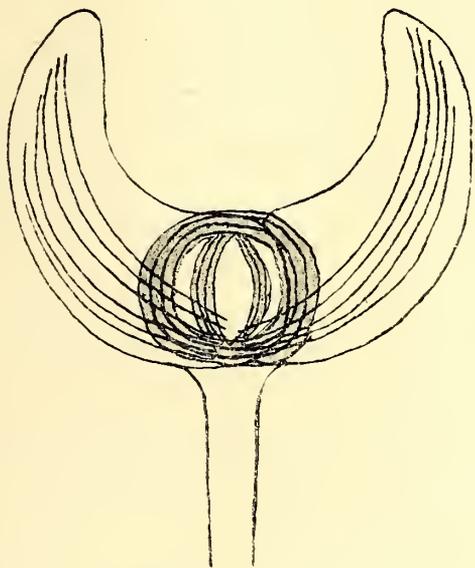
Von all diesen Stacheln unterscheiden sich wesentlich die der Scheibe (Textfig. 17—19). Die von Sars erwähnten Differenzen in Größe, Zahl und Form gegenüber den anderen Stacheln zeigen sich besonders beim Aufhellen der schwach vorgefärbten Scheibe in Nelkenöl.

Merkwürdig ist, daß die Pedicellarien auf der Armrückenhaut fast ganz fehlen (Textfig. 2), desgleichen sind sie auf der Scheibenrückenhaut

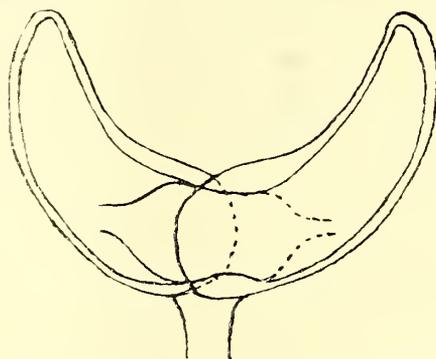
sehr selten und nur an den lateralen Teilen oder an der Basis der Stacheln oder anderer Verkalkungen zu finden (Textfig. 9—12). Auf der Terminalplatte dagegen sind sie wieder sehr häufig (Taf. 12, Fig. 4). Es gewährt einen eigenartigen Anblick, wenn man bei der leisesten Berührung des Präparierbeckens diese winzigen Greifzangen an ihrem dünnen elastischen Stiel pendeln sieht. Mit den Abbildungen von Sars, von denen leider keine eine entkalkte Pedicellarie darstellt, stimmen meine mikroskopischen Bilder von entkalkten Pedicellarien nicht überein. Sars beschreibt ausführlich ihre Gestalt, die sie zusammensetzenden Skelettstücke und deren Funktion und weiterhin ihre Entwicklung. Von den Weichteilen schildert er besonders einen Muskel, der von einem basalen

Fortsatz einer Scherenhälfte zu dem gegenüberliegenden plattenförmig verbreiterten Teil des Mittelstückes (= basalen Skelettstückes) verläuft. Mit seinen Zeichnungen Taf. IV, Fig. 23—37 vermag ich meine mikroskopischen Bilder nicht zu decken, wenn ich auch mit Sars darin übereinstimme, daß bei *Brisinga coronata* nur ein Muskelpaar nachzuweisen ist, während die gestielten gekreuzten Pedicellarien anderer Seesterne meist drei Paar Muskeln besitzen. Ein Schnitt durch die breite Seite einer Pedicellarie (Textfig. 3) zeigt deutlich zwei Muskeln, deren Formen bisweilen an der äußersten Spitze eines Zangenblattes — wenn wir an den Zangenstücken den oberen Teil als Zangenblatt, den unteren als Handhabe bezeichnen — beginnen und nach dem basalen Teile der Pedicellarie verlaufen, um dort ziemlich scharf zu enden. Ob je ein solcher Muskel

von dem Zangenblatt des einen Zangenstückes zur Handhabe des zur gleichen Pedicellarie gehörigen anderen Stückes verstreicht und dort ansetzt,



Textfig. 3a. Pedicellarie (halb offen) von der Fläche gesehen (schematisch).



Textfig. 3b. Offene Pedicellarie (schematisch).

ob dann durch Kontraktion der so in ihren unteren Teilen vielleicht über Kreuz verlaufenden Muskeln eine Schließung (= Adduktion der Zangenblätter), durch ihre Erschlaffung eine Öffnung (= Abduktion der Zangenblätter) der Pedicellarien erfolgt, habe ich nicht feststellen können, desgleichen welche Rolle bei solcher Muskelverteilung das Basalstück spielen würde. Textfig. 3a stellt schematisch eine halboffene Pedicellarie dar, die unentkalkt, mit Boraxkarmin gefärbt und aufgehellt, außer den beiden erwähnten Muskeln in der Mitte noch einen sehr stark gefärbten Teil zeigt. Dies ist die Stelle des basalen Stückes und es könnte sein, daß dieses Stück das Abductormuskelpaar, das ich nicht gefunden habe, verdeckt. In Textfig. 3b ist eine offene Pedicellarie schematisch dargestellt, an welcher die Handhabe und das Zangenblatt der Zangenstücke deutlich zu unterscheiden sind. Bei Betrachtung offener Pedi-

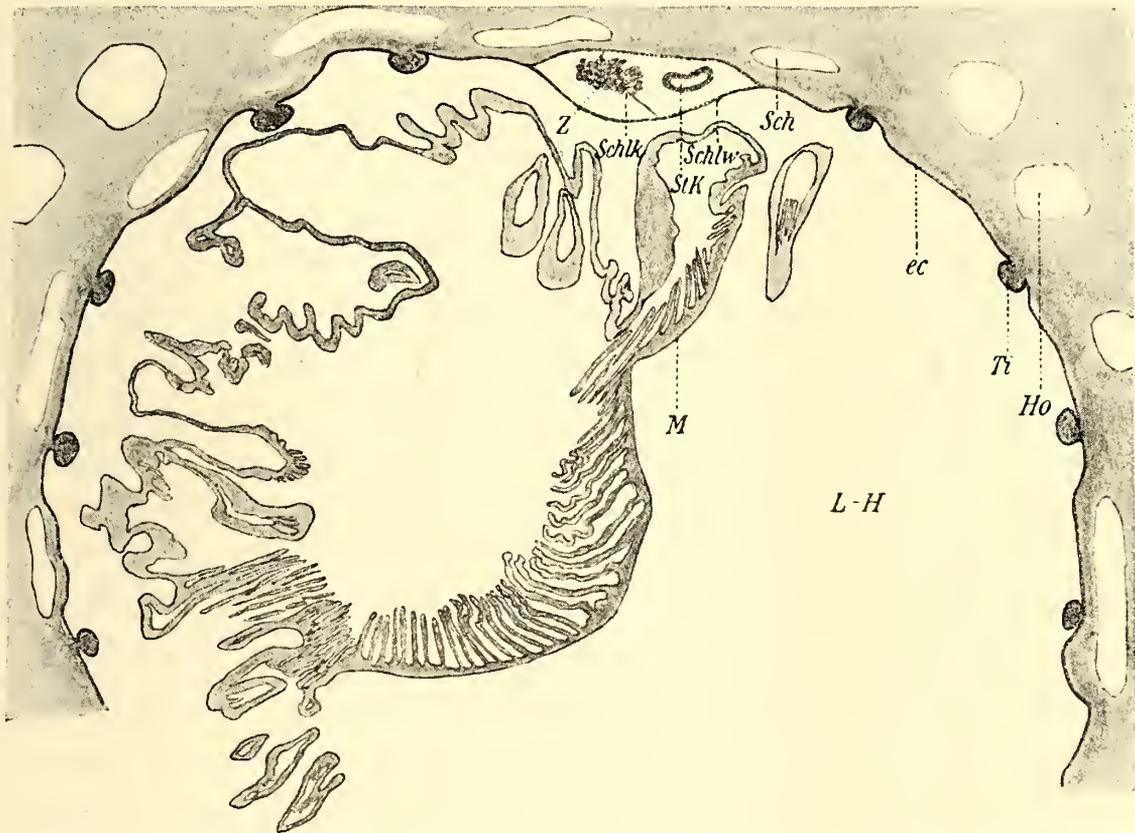
cellarien erschienen die seitlichen Teile der Zangenblätter deutlich verdickt, wie eingerollt. An geschlossenen Pedicellarien erhielt ich von den stark kontrahierten Muskeln etwa das Bild, welches SARS auf Taf. IV, Fig. 26 darstellt. Nur lag das Muskelpaar mehr nach oben und sonach weiter ab vom basalen Teile der Pedicellarie. Das Epithel enthält, wie das der Pedicellarien mancher anderen Seesterne, sehr wenig Drüsenzellen. Deutlich sichtbar ist der bindegewebige, äußerst elastische Strang, der sich an der Pedicellarienbasis in zwei feinere Stränge gabelt. Manche Pedicellarien fand ich fast sitzend (Textfig. 2), andere auf sehr langem Stiel schwebend.

3. Das Wassergefäßsystem.

Das Ringgefäß ist insofern bei *Brisinga coronata* von besonderem Interesse, als es Anhangsgebilde (Textfig. 4 und 12) besitzt, die SARS ausführlich beschreibt. Da Schnitte durch die mir zur Verfügung stehende Scheibe am besten Aufklärung über diese Bläschen bringen mußten, und solche durch die Scheibe von *Brisinga coronata* überhaupt noch nicht gemacht sind, wenigstens mir keine Abbildung davon zugänglich war, so zerlegte ich ungefähr jenes Drittel meiner Scheibe, welches der Madreporenplatte gegenüberlag, in vertikale Querschnitte, den Rest in horizontale. Dadurch gelang es mir, die von SARS ausgesprochene Vermutung, daß die Bläschen den bei anderen Seesternen auch vorhandenen heute »TIEDEMANNsche Körperchen« genannten Organen entsprechen, zu bestätigen. Ihre Verbindung mit dem Ringkanal des Wassergefäßsystems konnte ich leicht auf horizontalen und vertikalen Querschnitten feststellen, und ihre histologischen Verhältnisse entsprechen, soweit ich dies an so zarten Organen nach einem Entkalken der Scheibe von etwa 14 Tagen in $\frac{1}{4}\%$ HCl prüfen konnte, den im BRONN geschilderten. Die Zahl dieser TIEDEMANNschen Körperchen scheint zu variieren. Bei den übrigen Seesternen findet sich in jedem Interradius ein Paar, im Interradius des Steinkanals mindestens eins, und zwar rechts von ihm. In meiner Scheibe jedoch war der Interradius des Steinkanals, wie übrigens auch derjenige der Fig. 11, Taf. II bei SARS, frei von diesen Organen. In gleicher Figur zeichnet SARS in eine elfarmige Scheibe 21 solche Körperchen, ich fand 13 in meiner achtarmigen Scheibe: Textfig. 4 und 12 zeigen die Anordnung der TIEDEMANNschen Körperchen sehr schön. Nach CUÉNOT (35) sind diese TIEDEMANNschen Drüsen Lymphorgane.

Die POLischen Blasen, die bei manchen Seesternen eine beträchtliche Größe erreichen können, fehlen *Brisingia coronata* und somit vielleicht den Brisingiden überhaupt, wie sie nach CUÉNOT ja der Familie

der Asteriiden, die den Brisingiden im System am nächsten steht, gleichfalls fehlen. Andererseits besteht die Vermutung von Sars zu Recht, »that the before mentioned rather wide cavities in the interior of the bucal ring (Textfig. 9—12) are destined to receive such reservoirs of water for the circular vessel«. Meine vertikalen Scheibenquerschnitte zeigen deutlich diese eigenartigen und zahlreichen Hohlräume, und erwähnt muß werden, daß sie alle mit einem Endothel ausgekleidet sind, eine Tatsache, die auf eine Verbindung dieser Hohlräume mit dem Wassergefäßsystem schließen läßt. Dafür spricht auch, daß ich die gleich näher zu



Textfig. 4. Horizontalschnitt durch die Scheibe mit neun Tiedemannschen Körperchen. Ok. 0, Obj. 1, ohne Tubusauszug.

beschreibenden Amöbocyten in ihnen vorfand. Andererseits ist auch die Möglichkeit einer Verbindung mit der Leibeshöhle gegeben.

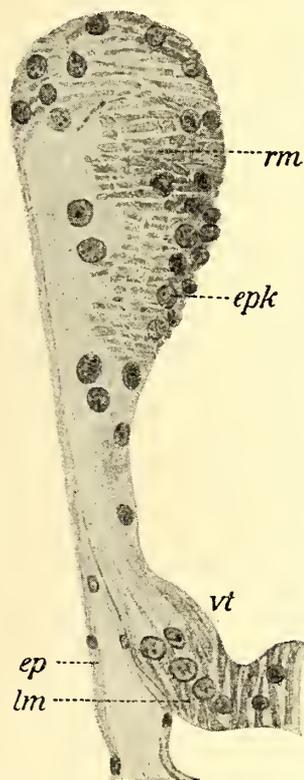
Auf einem horizontalen Längsschnitt durch ein Armstück und somit durch den Radialkanal und die Ampullen gelang es mir, Zellgebilde zu finden, die die eigentlichen Amöbocyten, Lymphocyten CUÉNOTS, sind, und die nach seiner Meinung (1901) lebhaftere Freßzellen darstellen (Taf. 13, Fig. 10). Sie fanden sich auch in der Leibeshöhle, deren Inhaltsflüssigkeit durch solche Zellen bei allen Seesternen, wie ich mich leicht an der unters Mikroskop gebrachten Leibeshöhlenflüssigkeit von *Echinaster sepositus* und *Astropecten aurantiacus* habe überzeugen können, im Leben getrübt

erscheint. Auch im Magen fanden sich solche Zellen. Sie senden im Leben amöboide Fortsätze aus, zeigen ein fast ganz homogenes Protoplasma und besitzen einen mit sehr deutlichem Nucleolus und sehr gut sichtbarem Gerüst ausgestatteten ovalen Kern, dessen Längsdurchmesser 0,0135 mm war. Sein Querdurchmesser war 0,012 mm. Die Größe dieser Zellen selbst ist durchschnittlich 0,0895 mm; sie sind also auffällig groß zu nennen gegenüber denen in den Schizocölen der dorsalen Körperwand und den weiter unten zu besprechenden Zellgebilden, deren Form auch eine ganz andere war. Schon SARS hat die Wanderzellen des Wassergefäßsystems beobachtet und betrachtet sie »as real blood globules« und hält daher die ganze Leibeshöhle, in deren wässriger Flüssigkeit diese Elemente suspendiert sind, für »one single great reservoir of blood«, eine Meinung, die schon LUDWIG 1878 widerlegt hat, und auf die später etwas näher einzugehen ist.

In den eigentlichen Blutgefäßen von *Brisinga coronata* fanden sich wenig Wanderzellen. Dieselben Zellen waren in dem Wassergefäßsystem, in den Hohlräumen des Scheibenskelettrings und auch in der Leibeshöhle, und dort oft gehäuft, außen an den Ausbuchtungen des Magens, nie im Magen selbst, im Gegensatz zu den erwähnten Amöbocyten, zu finden. Sie sind 0,0084—0,0092 mm groß und besitzen einen deutlich runden Kern von 0,004 mm Durchmesser und lagen bisweilen neben den obenerwähnten etwa zehnmal größeren »Amöbocyten«. Diese beschriebenen kleineren Gebilde stimmen nach HAMANN (45) mit den Wanderzellen der Bindesubstanz, mit denen in den Schizocölen und somit mit denen in der Leibeshöhle überein und zeigen genau das von ihm (Taf. 4 Fig. 37) gezeichnete Aussehen. Sie besitzen nach ihm die Fähigkeit, das Peritonealepithel zu durchdringen, eine Eigenschaft, die ihr Vorkommen erklärt.

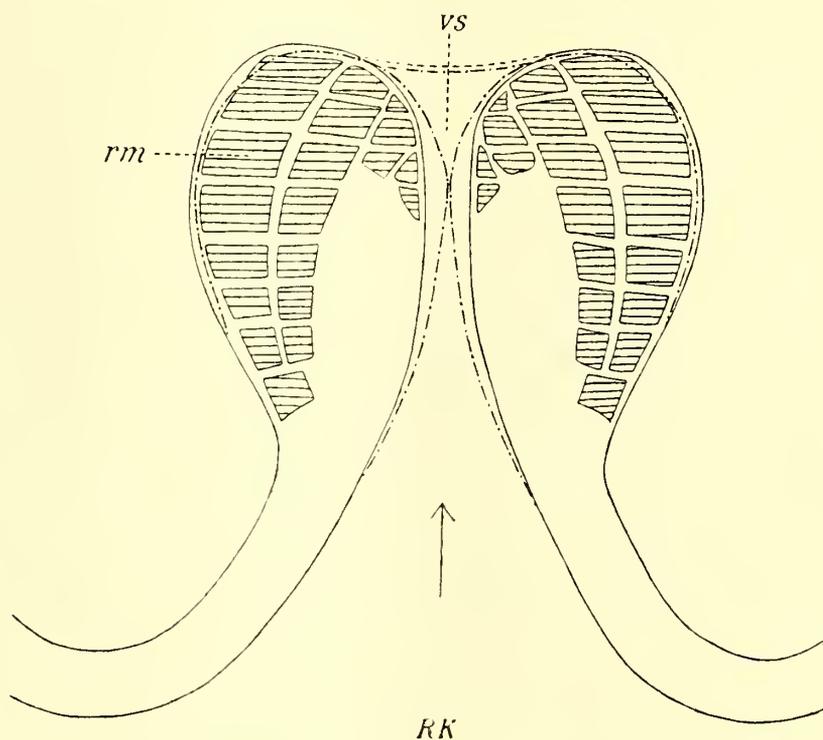
Zwischen je zwei aufeinander folgenden unteren Armquermuskeln gehen rechtwinklig von dem Radialkanal die Füßchenkanäle zu den Füßchen und deren Ampullen ab. Durch eine kegelförmige zeitliche Ausweitung des Radialkanales, die sich mit ihrer abgestutzten Spitze in das Anfangsstück des Füßchens einsenkt, und dort mit einem senkrechten Spalt sich öffnet, kommt auch bei *Brisinga coronata* ein Taschenventil (Taf. 13, Fig. 11) zustande, das schon von LUDWIG (1878) erwähnt wird. Dieser Ventilapparat ist bei anderen Seesternarten von LANGE (49), HAMANN (45) und CUÉNOT (34) genau in anatomischer und physiologischer Hinsicht beschrieben worden. Die ringförmig verlaufenden Fasern der Muskulatur, die HAMANN (45) unter dem äußeren Epithel entdeckte, zeigen bei *Brisinga coronata* die Anordnung wie sie Textfig. 5 darstellt. Wir sehen die

Ringmuskelfasern an der der Ampulle zugekehrten Seite des Ventiles gehäuft, desgleichen wieder an der Umbiegungsstelle des freien Ventiltiles in den Ventilsplatt, aber fast geschwunden unter dem Epithel dieser kegelförmigen seitlichen Ausstülpung des Radialkanals selbst. Nach Anordnung dieser Fasern wirken sie also sphinkterartig, und zwar wird bei ihrer Kontraktion der ganze Ventilkanal verengt, aber nur in seinem vorderen Teile völlig geschlossen, wie die punktierte Linie im Schema auf Textfig. 6 andeutet. Dazu kommt noch, daß das durch Kontraktion der Ampullenmuskelfasern ins Füßchen wandernde Wasser die Ventiltaschen



Textfig. 5. Längsschnitt durch die Ventilwand.

Ok. 5, Obj. 7.



Textfig. 6. Schema der Ringmuskelfaserteilung und deren Wirkung.

schwellt und so gleichfalls zur Schließung des Ventilsplattes beiträgt und den Rücktritt des Wassers in das Radialgefäß mit verhindern hilft. Die Bemerkung LANGES in seiner ausführlichen Schilderung des Ventilapparates von *Astropecten aurantiacus*; »Es ist die vertikale Stellung des Spaltes, welche bedingt, daß man durch Querschnitte kaum zu einer Einsicht in diese Verhältnisse gelangen wird«, kann ich bestätigen, da es mir nicht gelungen ist, auf vertikalen Längsschnitten durch Armstücke ordentliche Querschnitte durch diesen Apparat zu bekommen. Die Ampullen selbst hält SARS p. 41 und 42 für so dünnwandig, daß sie kaum aktiv zur Schwellung der Füßchen beitragen könnten. Mir ist dieser Unterschied gegenüber anderen Seesternen nicht aufgefallen. Die Wände der Ampullen

von *Astrop. aur.* erschienen sogar dünner als die von *Brisinga*; allerdings sind die Ampullen bei diesem Seestern in zwei Säckchen geteilt; aber auch die in gleich großen Schnitten von *Echin. sep.* sind nicht stärker, soweit man infolge des wechselnden Kontraktionszustandes diese Dinge überhaupt vergleichen kann. Da auch die histologischen Verhältnisse in den Ampullen von *Brisinga* dieselben wie bei anderen Seesternen sind, so werden sie wie bei jenen gleichfalls zur Schwellung der Füßchen aktiv beitragen. Daß *Brisinga* in bezug auf Beschaffenheit der Ampullen im Gegensatz zu den anderen Seesternen steht, wie Sars annimmt, gilt also nicht allgemein.

Die Füßchen von *Brisinga coronata* zeigen ebenfalls denselben feineren Bau wie die aller übrigen Seesterne, nämlich von außen nach innen: 1. äußeres Epithel, 2. Bindegewebeschicht, 3. hyaline Membran, 4. Längsmuskelschicht. Sars fand jedoch »their exterior skin interwoven with numerous close muscular fibres longitudinal as well as circular«, und in der Tat kann man sich auf Schnitten durch kontrahierte Füßchen, deren Bindegewebeschicht dann in mehr oder minder hohe Falten gelegt ist, eine Ringmuskelschicht vortäuschen lassen, deren bindegewebige Natur aber durch das Fehlen länglicher Kerne und durch entsprechende Färbung, z. B. durch van Gieson, leicht nachweisbar ist. Eine Ringmuskelschicht fehlt also bis jetzt den Füßchen der Asteriden, wie den entsprechenden Organen der anderen Echinodermenklassen, und die Lehrbücher, die diesen Punkt behandeln (48), werden gegenteilige Meinungen berichtigen müssen.

Deutlich treten in der Saugscheibe die sie in ganzer Dicke durchsetzenden Bindegewebsfasern hervor. Es finden sich in ihr Drüsenzellen mit deutlichen Ausführungsgängen, auf die später näher einzugehen ist. Die sonstigen histologischen Verhältnisse sind wie bei anderen Seesternen.

Der Fühler zeigt im wesentlichen denselben Bau, wie die Füßchen. Über seine nervöse Epithellage ist im Kapitel Nervensystem noch zu sprechen.

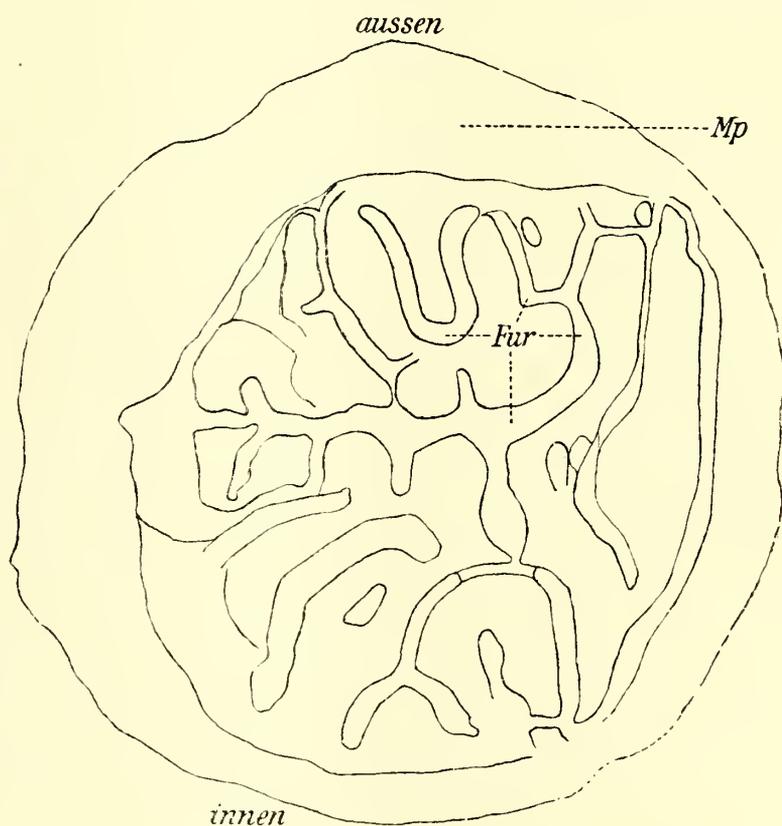
Die interradianale gelegene Madreporplatte meiner Scheibe (Textfig. 7) zeigte nach Entkalkung mit Boraxkarmin gefärbt und in Nelkenöl aufgehellt mehr den Umriß eines Rechteckes, dessen eine Ecke nach dem Scheibenrand zu lag. Diese Form kam dadurch zustande, daß der Teil der Platte, der die gewundenen Kanäle trug, besonders deutlich, ihre wirklichen rundverlaufenden Umrißlinien auf der einen Seite (links) aber fast gar nicht zu erkennen waren. Der Mittelpunkt der Platte mit den dort verlaufenden Furchen war stärker gefärbt, den Eingang zum Steinkanal anzeigend. Der Verlauf der Furchen und der sie begrenzenden

Kalkwalle war unregelmäßig, und sie strahlten nicht so, wie Sars es abbildet (Taf. 2, Fig. 8, 11 und 12a) von einer »medial depression« aus. Ein horizontaler Schnitt durch die Platte zeigte gleichfalls deutlich den in Fig. 18 gezeichneten Verlauf der Furchen, der wohl kein konstanter bei derselben Art ist und mit dem Alter variiert.

Der Steinkanal (Taf. 13, Fig. 12), bei dem ich keine Ampulle fand, wie sie bisweilen bei Seesternen vorkommt, ist 1878 von Ludwig beschrieben worden, welcher fand, daß das Epithel auf der Langisleiste des Steinkanals niedriger als auf der übrigen Innenfläche war. Das konnte ich bestätigen; nur zeigte sich bei mir in der Mitte der Langisleiste das Epithel wiederum ein wenig verdickt. Die Bewimperung des Steinkanals war die einzige, die ich gleichfalls einwandfrei bestätigen konnte. ber die Histologie des Steinkanals findet sich bei Ludwig das Ergänzende.

Das Septalorgan (Tafel 13, Fig. 12 und 16) konnte ich nicht histologisch näher untersuchen, da es ja etwa 14 Tage in der Entkalkungsflssigkeit lag und dadurch sämtliche feineren Strukturverhältnisse dieses Organs zerstört worden sind. Sars war sich über die Bedeu-

tung des »so called Heart« nicht im klaren und erwähnt nur, daß es als »problematical organ« von einer, »wide cuticular sheath« d. h. unserm heutigen schlauchförmigen Kanal eingehüllt ist. Dieser schlauchförmige Kanal (Taf. 13, Fig. 12) dient dem Steinkanal und dem Septalorgan als Anheftungsstelle. Der Steinkanal von *Brisinga cor.* ist in meinen Schnitten nicht mit der medianen Langisleiste gegenüberliegenden Seite, wie es das Schema Ludwigs im Bronn p. 605 zeigt, an die innere Wand des schlauchförmigen Kanals angeheftet, sondern mit seinen seitlichen Teilen. Daß das Septalorgan von *Brisinga cor.* in der gleichen Beziehung zum Blutgefäß steht, wie bei andern Asteriden, und daß es Sars nach dem damaligen Stande



Textfig. 7. Horizontalschnitt durch die Madreporenplatte. *Fur*, Furchen der M.-P. Ok. 3, Obj. 2.

der Untersuchungen an einer richtigen Auffassung der Verhältnisse fehlen mußte, weist LUDWIG (1878) nach. An meinen Schnitten machte das Organ einen gelappten Eindruck, enthielt bindegewebige Fasern und eine Menge der obenbeschriebenen Zellen der Blutgefäße, die wohl verhinderten, daß ein Kanalsystem, wie es HAMANN (45) und andere Forscher beobachtet haben, gesehen werden konnte. Die fasrige Grundmasse erschien mir eher maschenförmig. Das ganze Organ, wie sein dünnes Anheftungsband, ist überzogen von dem inneren Epithel des schlauchförmigen Kanals.

4. Die Muskulatur.

Die Muskelfasern der Rückenhaut konnte ich durch das zeitweilige Vorhandensein länglicher Kerne nachweisen. Aber selbst durch entsprechende Färbemethoden war kaum ein Unterschied zwischen den in der Cutis verlaufenden elastischen Bindegewebsfasern und den dortigen Muskelfasern zu bekommen, wohl ein Anzeichen ihres gemeinsamen Ursprungs (Taf. 13, Fig. 8 und 9, Taf. 14, Fig. 18). In der braungebeizten Cutis kamen mit Orange G gelblich gefärbte Fasern vor, die eine innere Schicht am Peritonealepithel und eine äußere am Körperepithel bildeten. Stränge (HAMANN'S?) von gleicher Beschaffenheit verbinden diese beiden Schichten. Diese Fasern schienen mir muskulöse Differenzierungen des Bindegewebes zu sein und besondere Elastizität zu besitzen. Es waren diese Längsmuskelfasern auf vertikalen Querschnitten durch den Scheibenskelettring in der dortigen Rückenhaut deutlich zu sehen: Textfig. 9—12. Ringmuskelfasern fand ich hier ebensowenig wie in der Armrückenhaut.

Die Armmuskulatur war sehr gut mit Eisenhämatoxylin (Methode PIETSCHMANN [62]) auf Armquerschnitten und auf vertikalen Längsschnitten nachzuweisen, desgleichen die Muskulatur zwischen den Skelettplatten des Scheibenringes. Die Muskulatur der Mundhaut zeigte vom Skelettrand der Scheibe zur elliptischen, ein wenig exzentrischen Mundöffnung verlaufende Radiär- und um die Mundöffnung verlaufende Ringmuskelfasern.

5. Das Nervensystem und der Terminalfühler.

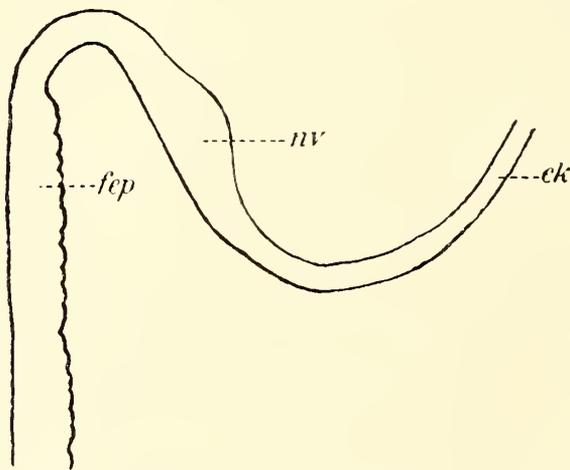
Das radiale Nervenband zeigt bei *Brisinga cor.* auf Querschnitten denselben dreieckigen Umriß, wie wir ihn bei vielen anderen Seesternen finden. Distal (Taf. 13, Fig. 14) ist es etwas flacher gespannt, als proximal (Taf. 13, Fig. 13). Auch die Histologie des Radialnerven (Taf. 13, Fig. 14) ist im wesentlichen wie bei dem entsprechenden Organ anderer Seesterne. Deutlich sichtbar sind die »LANGESCHEN NERVEN«, die an der Innenseite

der Bindegewebslage, welche an ihrer Außenseite den Radialnerven trägt, liegen. Die Körnerschicht des Radialnerven selbst ist distal an den seitlichen Teilen etwas verdickt (Taf. 13, Fig. 14), aber gegenüber der Anheftungsstelle des Septums an das Epithel des Pseudohämalkanals, als dessen Verdickung mir die obenerwähnten LANGESchen Nerven erschienen, dünner und etwas ausgebuchtet. Ähnliche Strukturverhältnisse zeigt der Radialnerv von *Echin. sep.* Zu erwähnen ist, daß LANGE (49) in bezug auf die SARSSchen Abbildungen Taf. VI, Fig. 2—5 sagt: »Ich kann nicht umhin, auch hinter den Abbildungen, welche GEORGE OSSIAN SARS in der schon zitierten Abhandlung von dem bandartigen Nerven der *Brisinga* gibt, solche Kunstprodukte zu vermuten«, nachdem er vorher gesagt hat: »Makroskopische Präparate der Seesternnerven, wie man sie in anatomischen Sammlungen findet, sind Kunstprodukte.« Bei der mikroskopischen Betrachtung von Quer- und Längsschnitten durch den Radialnerven fiel deutlich ein Unterschied in der Beschaffenheit der Zellkerne auf, den ich auch im Ringnerven und im übrigen Körperepithel, wenn auch dort weniger ausgeprägt, konstatieren konnte. Es treten Fig. 48 1. kleiner erscheinende, nur 0,00253 mm dicke, oft etwas gekrümmte, länglichere 0,0044 mm, mit Eisenhämatoxylin ganz dunkel gefärbte und 2. größere (0,004 mm), rundliche, im selben Schnitt heller gebliebene Kerne auf. Die ersteren sind die HAMANNSchen Sinneszellkerne, die zweiten seine eigentlichen Epithel- oder Stützzellkerne. Dieser Unterschied in der Beschaffenheit der Epithelzellen, den neben HAMANN (45) auch PFEFFER (60) fand, wird von CUÉNOT (34 und 35) nicht anerkannt. Ferner konnte ich feststellen, daß zu einer Drüsenzelle, die auch im Radialnerven reichlich vorhanden waren, ein heller gefärbter, größerer Kern, also ein Epithelzellkern gehört. Die Merkwürdigkeit, daß sich bei *Brisinga coronata* Drüsenzellen im Nerven finden, verdient hervorgehoben zu werden. Bei *Echinaster sep.*, *Astropecten aur.*, *Asterina panceri* und *Palmipes membranaceus* fand ich ein solches Verhalten nicht, welches wohl als Beweis für eine besondere Aufgabe dieser Drüsenzellen, vielleicht die, ein leuchtendes Sekret zu liefern, aufgefaßt werden kann. Eine entsprechende Untersuchung anderer Tiefseeseesterne wird Ähnliches vermutlich auch dort ergeben, unter den Brisingiden wohl sicher bei den Genera *Brisinga*, *Odinia* und *Freyella*. Das Nervenepithel des Ringnerven geht auf die Mundhaut über, die gleichfalls solche Drüsenzellen enthielt.

Gegenüber der äußeren lateralen Füßchenlängslinie zeigt das Epithel etwas nach außen von dem Winkel, den diese dort durch Umbiegung in das Epithel des Armskelettes bildet, besonders aber auf der ihr direkt

gegenüberliegenden Seite eine ansehnliche Verdickung, die das gleiche Aussehen, wie der Radialnerv hat, so daß auf der ventralen Seite von *Brisinga coronata* außer dem radialen Nerven noch zwei laterale nervöse Anschwellungen verlaufen (Textfig. 8). In Querschnitten, die die Füßchen längs treffen, liegt dann in der Mitte der Ambulacralrinne der dreieckige Radialnerv und rechts und links diese nervöse Verdickung. Die beiden Vergleichsarten zeigten das gleiche Verhalten. Die Nervenfaserschicht des Epithels der Saugscheibe ist auf Längsschnitten durch die Füßchen als zwei auffällige nervöse Verdickungen rechts und links an der Basis der Saugscheibe wahrzunehmen.

Da unter meinem Material sich zwei gut erhaltene Fühler, die durch ihre relativ bedeutende Größe sofort auffallen und als äußerste Arm-



Textfig. 8. Schematische Zeichnung der nervösen Verdickung des Epithels am Rande der Ambulacralfurche. *sep.* äußeres laterales Füßchenepithel; *nv.* nervöse Verdickung.

spitzen leider besonders leicht abgebrochen werden, befanden, so untersuchte ich die histologischen Verhältnisse etwas genauer und fand die SARSSCHE Angabe bestätigt, daß die *Brisinga cor.* keine Augen besitzt, dafür aber ein sehr ausgeprägtes Sinnespolster, das an der Fühlerbasis etwas eingesenkt ist und auch oberhalb von dieser als Verdickung des Epithels erscheint (Taf. 14, Fig. 16). Ein Augenwulst oder Augenpolster, wie sie Seesterne mit Augen besitzen, kommt jedoch äußerlich nicht zustande. Die Verdickung nimmt gegen die Fühlerspitze hin ab, wird dort aber nochmals plattenartig dick, nimmt auf der Dorsalseite des Fühlers wieder ab und schwillt zwischen Fühler und Terminalplatte noch einmal kräftig an und geht endlich in den ventralen Epithelüberzug dieser Platte über. Wie PFEFFER (60) kann auch ich die Angaben HAMANN'S (45) bestätigen, daß hier, wie im Epithel des Radialnerven, zweierlei Zellelemente (Taf. 14, Fig. 17) vorkommen. Ferner finden sich im Fühlerepithel, besonders aber in seinen nervösen Verdickungen Kerne, die im Verhältnis zu denen des übrigen Nervenbandes sehr groß (0,0073 mm) und mit einem deutlichen großen Nucleolus ausgestattet sind, so daß man sie wohl als den von HAMANN an jenen Stellen gefundenen und von ihm als Ganglienzellen bezeichneten zugehörig ansehen kann. Die Fasern der Stützzellen setzten nicht, wie MEURER es bei anderen Tiefseeseesternen beobachtet

haben, so untersuchte ich die histologischen Verhältnisse etwas genauer und fand die SARSSCHE Angabe bestätigt, daß die *Brisinga cor.* keine Augen besitzt, dafür aber ein sehr ausgeprägtes Sinnespolster, das an der Fühlerbasis etwas eingesenkt ist und auch oberhalb von dieser als Verdickung des Epithels erscheint (Taf. 14, Fig. 16). Ein Augenwulst oder Augenpolster, wie sie Seesterne mit Augen besitzen, kommt jedoch äußerlich nicht zu-

hat, unter Bildung eines kleinen Dreiecks an das Bindegewebe an, sondern verliefen einfach, selten geteilt, an der genannten Schicht zart umbiegend. Deutlich ist der Verlauf von Längsnervenfasern im Sinnespolster zu bemerken. In dem erwähnten Polster selbst fand ich keine Drüsenzellen, wohl aber in dem verdickten Epithel an der Tentakelspitze, in dem dorsalen Fühlerepithel und in der nun folgenden nervösen Verdickung (Taf. 14, Fig. 16). Nach außen von dem Sinnespolster liegt die gut sichtbare, an seiner Mitte etwas eingesenkte und an dieser Stelle ein wenig verdickte Cuticula, nach innen von der Bindegewebeschicht die auch den Füßchen eigene Längsmuskelschicht, so daß also der SARSSche Satz: *It walls . . . seem to want the layers of muscle peculiar to the water-feet*« hinfällig ist. Die innerste Schicht ist das Epithel des radialen Wassergefäßes. Zur äußeren Form meiner beiden Fühler ist hinzuzufügen, daß sie sich nicht so wie bei SARS auf Taf. II darstellen, sondern wie wir es auf seiner Taf. VI sehen; sie waren keine »soft cylindrical plugs evenly rounded at the extremity«, sondern keulig, an der Basis schmal und von einem Sinnespolster umfaßt, an der Spitze dick (Taf. 12, Fig. 4 und 7). Dieser Unterschied beruht vielleicht auf Verschiedenheit der Füllungszustände und der Konservierung und ist wohl kein wesentlicher.

Die dem Füßchen zunächst liegenden »rudimentary water-feet« (Taf. 14, Fig. 16) zeigen eine stärker entwickelte Nervenschicht. HAMANN (45) unterschied sie als Tastfüßchen, da sie keine Saugscheibe besitzen, sondern konisch zugespitzt sind. Das letzere trifft bei *Brisinga* nicht zu. Ferner sind sie hier gegenüber dem Fühler so klein, daß dieser wohl ausschließlich die Tastfunktion übernehmen muß. Da MANGOLD (1909) festgestellt hat, daß die Augen der Asteriden trotz Kristallkegel und feinerer Struktur, die PFEFFER (60) sehr genau beschrieb, keine Rolle als photische Sinnesorgane spielen, und da nach ihm die Organe der Photo-rezeption in der Haut liegen, also eine diffuse Lichtempfindlichkeit der Haut festgestellt wird, so ist erklärlich, daß die »Augen« bei vielen Tiefsee-seesternen (wie MEURERS Material, meine beiden Fühler und der in meinem Besitze befindliche Fühler vom Material der deutschen Tiefseeexpedition beweisen) ganz weggefallen sind, und die Tastfunktion in den Vordergrund tritt. Letzterer Satz wird durch die Bemerkung MEURERS, daß kein Tiefseeseestern zurückgebogene Armspitzen aufgewiesen hat, was auch meine beiden Fühler und der mir vom Material der deutschen Tiefseeexpedition zur Verfügung stehende zeigen, bestätigt. Von den 21 von ihm untersuchten Arten machten hiervon *Porzellanaster waltharii* und *Porzellanaster vicinus* eine Ausnahme, zeigten aber ein »zwischen Tentakel und dem distalen Ende der Terminalplatte eingeschobenes fremdartiges

Gebilde«. Nach MANGOLD erklärt sich auch diese Aufkrümmung der Armspitzen, wie die bei oberflächlich lebenden Seesternarten, durch die Eigenschaft der Rezeption taktischer und chemischer Reize durch den frei im Wasser spielenden Fühler, so daß der obige von LUDWIG und anderen aufgestellte durch meine Befunde bestätigte Satz seine allgemeine Bedeutung für die Tiefseeseesterne verlöre. Ergänzend ist zu bemerken, daß die Ergebnisse MANGOLDS eine teilweise Widerlegung in neuester Zeit durch PLESSNER (1913) erfahren haben, der durch Experimente feststellen konnte, daß die Augen von *Asterias rubens* und *Solaster papposus* sehr wohl Lichtunterschiede wahrnehmen, und die Tiere sich nach einem Lichtspalt, dessen Helligkeitsintensität ihnen zwar gleich ist, bewegen. Desgleichen wirkte Dunkelheit auf das Auge dieser Seesterne. Die sehr feine Lichtempfindlichkeit der Haut bestätigt PLESSNER. Da aus Mangel an Augen dem Fühler von *Brisinga coronata* eine besondere Lichtempfindlichkeit nicht zukommt, so besteht nach den anderen obigen Erörterungen kein Zweifel, daß wir es in dem Fühler von *Brisinga* mit einem »pure and simple feeler, a mere tentacle« und kaum mit einer »sort of organ of smell analogous to the so-called olfactory papillae in the Arthropods« zu tun haben. Auch die Bemerkung »At the extremity, it is surrounded by a thin transparent membrane a little raised from the proper wall, and here, a fine radial striation is observed« konnte ich nicht bestätigen. Vielleicht ist damit die plattenförmig verdickte Fühlerspitze (Taf. 14, Fig. 16) gemeint.

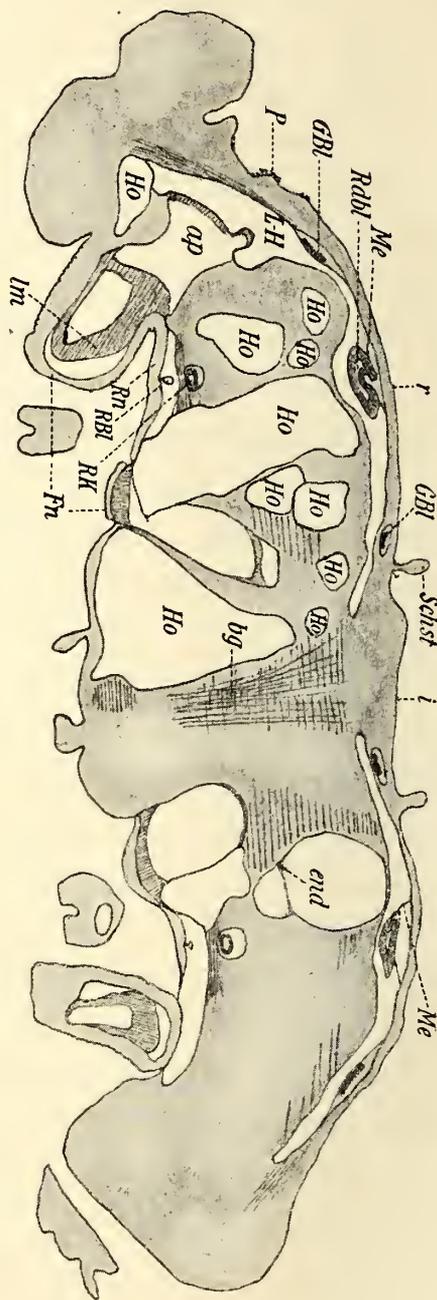
6. Die Verdauungsorgane.

Die Mundöffnung, die Mundhaut und die Mundstacheln sind bereits erwähnt und letztere von LUDWIG (24) ausführlich behandelt, desgleichen der Skelettring der Scheibe. Wie schon SARS bemerkt hat (Taf. II, Fig. 9b), ist ein eigentlicher Ösophagus nicht da; die durch keinerlei Anhänge ausgezeichnete Umbiegungsstelle der Mundhaut in den Magen — also ein sehr kurzes Stück — ist als solcher aufzufassen. Der Magen (Textfig. 12) selbst trat besonders an der aufgehellten, gefärbten Scheibe hervor und zeigte viele Ausbuchtungen und Falten, die, wie die Stelle, die den After trug und diejenigen des dorsalen Magenteiles, von denen die radialen Blinddärme ausgingen, besonders deutlich gefärbt waren. Der Magen besteht aus denselben Schichten wie bei anderen Seesternarten und besitzt, wie die radialen Blinddärme, sehr viele Drüsenzellen (Taf. 13, Fig. 15). Ihre Länge von der Höhe, in welcher die Epithelkerne des langen, hohen (0,0596 mm), zylindrischen Innenepithels liegen, bis zur Mündung in das Innere des Magens ist durchschnittlich 0,022 mm, und ihre Form

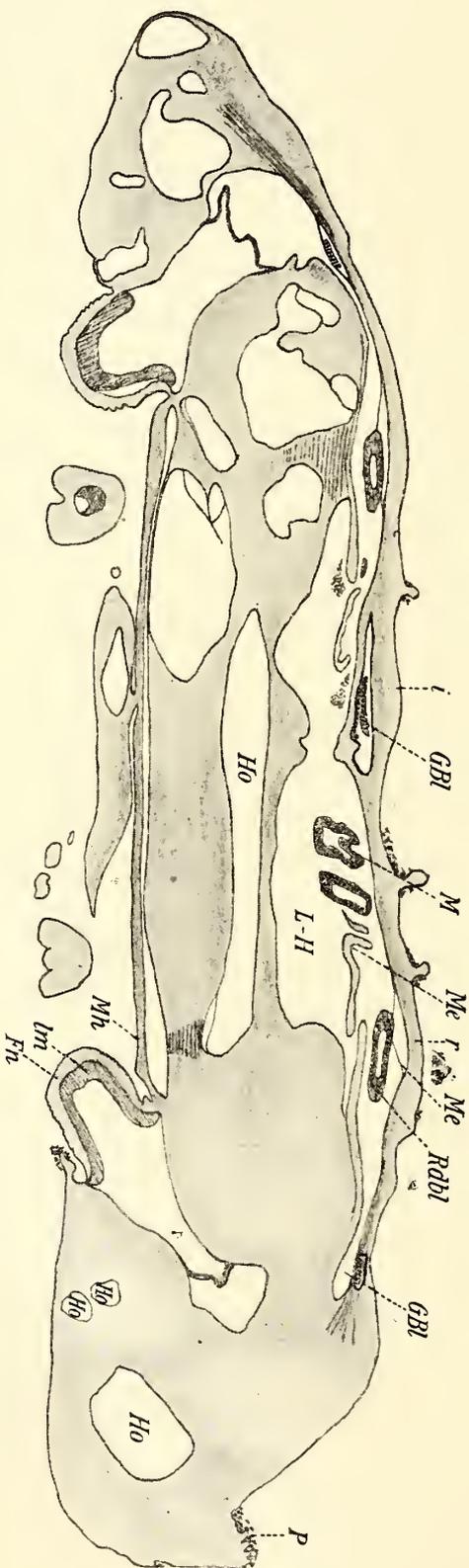
genau die der auf Textfig. 24 abgebildeten Schleimdrüsen von *Echin. sep.* War der Inhalt der Zelle entleert, so erschien sie mit Orange G zart gelblich gefärbt. Es sind in diesem Magenepithel auch dickere und viele entleerte Drüsenzellen vorhanden. Sars beschreibt die äußere und innere Oberfläche des Magens und weist auf die »peculiar radial corrugation« seiner Oberfläche hin und sagt: »I have not been able to find any central aperture in the upper wall.« Ludwig stellte aber schon 1878 fest, daß der Magen durch eine Öffnung mit den interradialen Blinddärmen in Verbindung steht, und diese wieder durch einen etwas exzentrisch gelegenen Porus in der Scheibenrückenhaut, der als After fungiert, nach außen münden (Taf. 15 Fig. 1 und 2). Diese Verhältnisse konnte ich durch meine Schnitte bestätigen, während Sars den Magen blind enden und den After einen Sekretionsporus der interradialen Blinddärme sein läßt, trotzdem er die »distinctly marked annular fold« = Kreisfalte gefunden hatte, die nur Seesterne mit After besitzen. Ein eigentlicher Enddarm fehlt, und schon Sars stellte fest, daß die »excretory passage« die Rückenhaut der Scheibe sehr schräg verlaufend durchdringt und so zu der elliptischen Form des Afters beiträgt.

Die radialen Blinddärme des Armes *c* unterwarf ich einer genaueren makroskopischen Untersuchung. Färben mit Boraxkarmin und Aufhellen mit Zedernholzöl erleichterten dies. In 3 mm Entfernung von der oben-erwähnten senkrechten Abbruchstelle gabelte sich der unpaar vom Magen kommende Blinddarmast und zeigte im wesentlichen die von Sars Taf. III, Fig. 25 abgebildeten Verhältnisse. Jedoch fand ich an diesem unpaaren Ast keine Divertikel, wie Sars es zeichnet, wie denn auch in ihrem weiteren Verlauf die beiden Blinddarmstämme nicht so sehr mit Knäuel besetzt, sondern oft ganz einfach gebaut waren. Der rechte Blinddarm erstreckte sich bis zu 37 mm, der linke bis zu 38,1 mm in den Darm hinein von der Abbruchstelle an der Scheibe gerechnet, so daß die Sarssche Angabe »about to the end of the 1st third part of the arms« etwas kurz erscheint. Im Verhältnis zur ganzen Armlänge sind sie auffallend kurz. Auf Schnitten bieten sich die Blinddärme als ein sehr einfaches schlauchförmiges Gebilde dar (Taf. 13, Fig. 15; Textfig. 9—12) und sind im Innern bei weitem nicht so gefaltet wie die von *Echinaster sep.* Nur in der Gegend der Geschlechtsorgane springen einige Falten ventral in das Lumen der Armleibeshöhle vor, jedoch ist Ähnliches nicht einmal proximal an den noch unpaaren Teilen der Blinddärme zu sehen. Bei starker Vergrößerung sieht man auf dünnen Schnitten sehr viel Drüsenzellen und Sekretkörnchen. Die Drüsenzellen sind entweder lang gestreckt und haben an der Mündung eine verdickte Stelle, oder sie sind kurz und dick. Die ersteren Zellen

entsprechen allem Anschein nach den schlauchförmigen »Körnchenzellen« CUÉNOTS, die letzteren seinen »Becherzellen«. Bei Färbung mit Eisenhämatoxylin traten auch größere, scheinbar nicht in geschlossene



Textfig. 9. Vertikaler Querschnitt durch die Scheibe I. Ok. 0, Obj. 1. (Nur die linke Hälfte mit Bezeichnungen versehen, die der rechten sind entsprechend.)



Textfig. 10. Vertikaler Querschnitt durch die Scheibe II. Ok. 0, Obj. 1. (Nur die rechte Hälfte mit Bezeichnungen versehen; die der linken sind entsprechend.)

Zellen gehörige Sekretkörnchen hervor, die wohl mit den später zu besprechenden Gebilden zu identifizieren sind. Eigenartig war das Vorhandensein von großen runden, wie Kerne aussehenden mit Eisenhämatoxylin

ganz schwarz gefärbten Körpern, die dem Lumen der Blinddärme zunächst lagen und den Eindruck erweckten, als läge nach innen zu von dem hohen zylindrischen Innenepithel, welches dem des Magens entspricht, noch ein niedriges kubisches (Taf. 14, Fig. 20). Eine Aufklärung über diese Verhältnisse brachten mit Hämalaun und Eosin gefärbte Querschnitte durch die gleiche Stelle, wobei sich diese großen schwarzen Punkte und vorhandene kleinere Schleimkörnchen leuchtend rot färbten im Gegensatz zu den blau erscheinenden Innenepithelkernen, die fast ausschließlich von diesen Körnchen aus nach dem Innern des Epithels zu liegen. Bei sehr starker Vergrößerung konnte man feinere Strukturen an ihnen wahrnehmen. Ich halte diese runden Gebilde für große Tropfen schleimigen Sekretes, das vielleicht intrazellulär ausgeschieden wird. Mit Orange G waren sie gelb gefärbt, und viele runde helle Stellen im Epithel zeigten an, daß der Schleim hier ausgestoßen war. Es kamen einzelne der im Mittel 0,0155 mm von ihnen entfernt und in sich auf gleicher Höhe liegenden, etwas länglichen, etwa 0,0055 mm großen und mit dunklen Nucleoli ausgestatteten Epithelkerne zwischen ihnen vor. Diese Tropfen hatten eine Größe von 0,0042 mm. FRENZEL¹ beobachtete, daß die »farblosen Kugeln«, die seine »farblosen Wanderzellen« im Innenepithel des Magens anfüllten, später zusammenflossen und zuletzt nur noch einen einzigen großen Sekrettropfen lieferten. Dem geschilderten anatomischen Befunde nach zu urteilen, ist dasselbe in den Drüsenzellen der radialen Blinddärme der *Brisinga coronata* der Fall. LUDWIG (25) hält diese Zellen für identisch mit den becherförmigen Schleimzellen CUÉNOTS (34). CHAPEAUX² stellte fest, daß die radialen Blinddärme Fette emulgieren, die feinen Fetttröpfchen der Emulsion in die Zellen des Darmepithels eindringen (Taf. 14, Fig. 20) und von dort unverändert in die Leibeshöhle gelangen und hier von den Amöbocyten aufgenommen und gelöst werden. Auf dieses Innenepithel folgt nach außen eine sehr dünne Bindegewebslage und das Peritonealepithel. Ich konnte weder Ring- noch Längsmuskelfasern zwischen den beiden Schichten konstatieren, desgleichen keine Aussackungen an den proximalen Teilen der radialen Blinddärme, die LUDWIG (1899) als TIEDEMANNsche Taschen bezeichnet wissen will und die *Echinaster sep.* sehr schön zeigt. Der Inhalt der radialen Därme lag in dünner Schicht, wie feiner Schleim durch Orange G zart gelblich gefärbt, dem inneren Epithel an.

¹ FRENZEL, JOH., Beiträge zur vergleichenden Physiologie und Histologie der Verdauung. Arch Anat. Phys. Phys. Abt. 1892.

² CHAPEAUX, M., Sur la nutrition des Echinodermes in: Q. Journ. Micr. Sc. (2). Vol. 38.

Die interradialen Blinddärme, deren Verhältnis zu Darm und After nach den Untersuchungen LUDWIGS (1878) durchaus dasselbe ist, wie bei den übrigen Asteriden, die aber SARS zu Unrecht als »Organs of secretion« in einem besonderen Abschnitt behandelt, sind früher schon Gegenstand unserer Betrachtung gewesen.

Die ausschließlich dorsal vorhandenen Aufhängebänder des Magens enthalten reichlich Bindegewebszellen. Die Mesenterien der radialen Blinddärme sind durch einen Intermesenterialsinus voneinander getrennt (Textfigg. 9—12; Taf. 14, Fig. 19).

Kiemenbläschen (Papulae) waren bei *Brisinga* auch auf Schnitten nicht nachzuweisen.

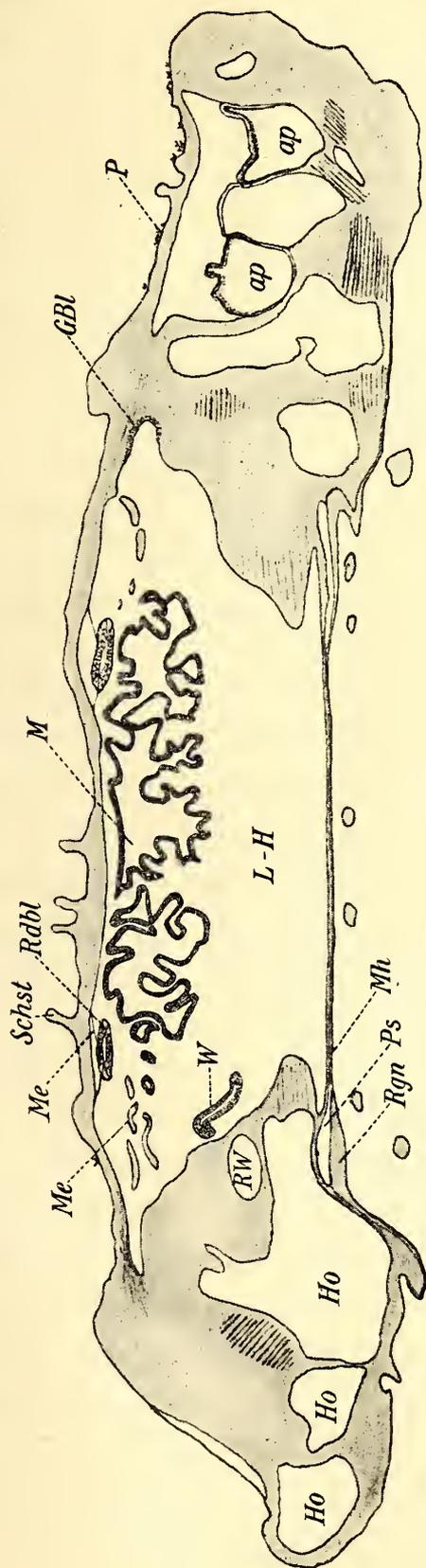
7. Das Blutgefäßsystem.

Von vornherein sei zu diesem Abschnitt bemerkt, daß dies System bei *Brisinga coronata* noch einer genaueren Untersuchung bedarf. Ich füge zu den die gänzlich falschen Ansichten von SARS über das Blutgefäßsystem berichtigenden Beobachtungen von LUDWIG (1878) die Tatsachen, welche mir meine Schnitte über diese Verhältnisse boten. LUDWIG wies 1878 den oralen Ring, den aboralen Ring, die radiären Blutgefäße und die Genitalstränge bei *Brisinga coronata* nach.

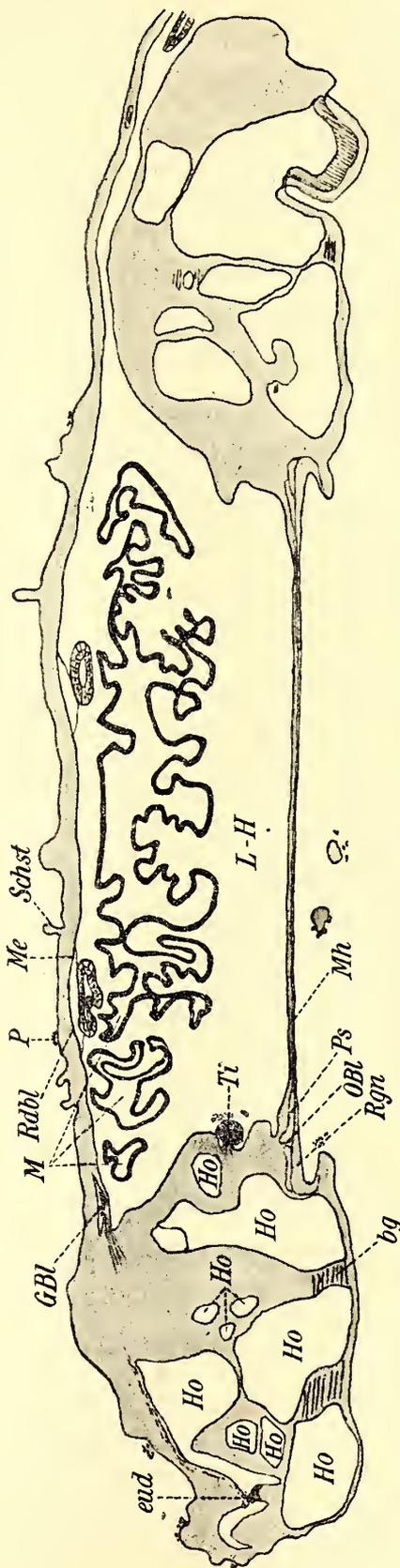
Der orale Ring zeigt im wesentlichen die von LUDWIG (1878 Taf. 15, Fig. 4 und 5) in etwas schematischen Zeichnungen gegebene Form: Ein innerer und äußerer oraler Pseudohämaring, getrennt durch ein zwei Hohlräume enthaltendes Septum. Dieses Gefäß ist auf vertikalen Scheibenquerschnitten (Textfigg. 12) gut zu erkennen und setzt sich mit dem ventralen Teile des Septalorgans in Verbindung und dadurch wieder mit dem aboralen Ring (= dorsales Ringgefäß).

Der aborale Ring selbst ist auf den vertikalen Scheibenquerschnitten (Textfigg. 11 und 12) zu sehen. Das aborale Ringorgan war gleichfalls an die Wand des umgebenden Pseudohämalkanals, der oft das Epithel sehr schön zeigte, angeheftet. Meist entsprach jedoch das Bild denen auf den dargestellten Scheibenquerschnitten: ein Spalt im Bindegewebe, dessen Schicht der Leibeshöhle zu allerdings sehr dünn war und in dieser Lakune Zellen, die einen Hohlraum umspinnen hatten, aber durch Fixierung kollabiert erschienen. Oft war der Pseudohämalkanal fast ganz verschwunden und nur die vorhandenen Zellanhäufungen deuteten auf das vorhandene Gefäß hin. Da ich bei LUDWIG und HAMANN keine Schnittzeichnung fand, die den von mir angefertigten entsprechen, und ein Vergleich aller möglichen Schemata des Blutgefäßsystems bei Asteriden mit den im Schnitt oft recht verschieden aussehenden Verhältnissen auch

keine große Klarheit bringt, so schildere ich die Genitalgefäße so, wie sie sich mir auf Schnitten darboten. LUDWIG (1878) sagt: »Öffnet man



Textfig. 11. Vertikaler Querschnitt durch die Scheibe III. Ok. 0, Obj. 1.



Textfig. 12. Vertikaler Querschnitt durch die Scheibe IV. Ok. 0, Obj. 1.

den durch die Anschwellung gekennzeichneten Armabschnitt, welcher die Geschlechtsorgane umschließt, in der dorsalen Mittellinie und klappt dann die Rückenwand nach den Seiten auseinander, um das von Sars

in Fig. 4 und 17 seiner Tafel III abgebildete Präparat darzustellen, so findet man (dazu LUDWIG Taf. XV, Fig. 3) rechts und links von der Wirbelsäule ein Gefäß, welches von dem adoralen Ende des Armes herkommt, anfänglich ziemlich an dem Rande der Wirbelreihe hinzieht, dann aber sich allmählich etwas mehr davon entfernt, um die Basis der Geschlechtsorgane zu erreichen.« Dieses Gefäßgeflecht (Taf. 14, Fig. 19), das sich dadurch als Genitalgefäß auswies, daß es in Schnitten distal von den Geschlechtsorganen nicht aufzufinden war, lag in einem mit deutlichem Epithel ausgekleideten Pseudohämalkanal, war meist an dessen der Leibeshöhle zugekehrter Wand mit einem feinen Septum, das aus einer Zellage gleichen Epithels mit Bindegewebsfasern besteht, in seinem basalen Teile angeheftet und durch einen genau so beschaffenen mittleren Strang in zwei Blutlakunen (s. auch Taf. 13, Fig. 14) geteilt. Dies letztere Verhalten variiert (vielleicht sogar regelmäßig?), wie es ja im Septum des ventralen Pseudohämalkanals auch der Fall ist (Taf. 13, Fig. 13 und 14). Oft waren die Zellen des Gefäßgeflechtes zusammengeschoben; ferner konnte man bisweilen nur durch die regelmäßige Anordnung abgerissener Zellen erkennen, daß sie einmal ein so gleichmäßiges Epithel gebildet hatten. LUDWIG (1878) schildert das »Herantreten des Gefäßgeflechtes an die Ovarialschläuche« und »daß es sich in den zwischen den beiden Lamellen der Ovarialwandung befindlichen Blutsinus fortsetzt«. Ob dies sich so verhält, ließ sich nicht feststellen. Die Bindegewebschicht zwischen dem Pseudohämalkanalepithel des Genitalstranges und dem Cölomepithel war im Arm *c* dünn, im Arm *a* wesentlich dicker. Taf. 14, Fig. 18 stellt einen Schnitt durch dessen Genitalgefäß dar, und da hat es den Anschein, als ob diese Gefäße einfache Schizocöle seien: kein Epithel, keine Blutlakunen und eine starke Bindegewebschicht nach dem Cölomepithel zu. Der regelmäßige Verlauf, die Färbung der Kerne, die bisweilige Andeutung eines Epithels und das oft erhalten gebliebene Aufhängeband, welches dann das Gefäßgeflecht gestielt erscheinen läßt, verscheuchen diese Zweifel. Oft waren in der trennenden Bindegewebschicht auch Muskelfasern nachweisbar. Der Verlauf der Genitalstränge war sehr regelmäßig an den lateralen Teilen der Arme. So traten sie auch in den Verband der Scheibe ein, wie Textfig. 9 deutlich zeigt, die einen Querschnitt durch zwei Radien und einen Interradius darstellt. Die mittleren konvergieren (Textfig. 10) und dokumentieren ihren Übergang in den aboralen Ringkanal, während die äußeren im nächsten Schnitt (Textfig. 11) auch verschwunden sind, und das aborale Ringgefäß nur angedeutet, auf dem nächsten Schnitt aber wieder gut getroffen ist: Textfig. 12. Daß oft kein regelrechtes Gefäßgeflecht zu sehen ist, liegt an der starken

Anhäufung von Zellen, die lose in den entsprechenden Pseudohämälräumen liegen, und auf die weiter vorn eingegangen worden ist. Zu bemerken ist, daß distalwärts von den Geschlechtsorganen nie solche Gefäßgeflechte gefunden wurden. Die dort auftretenden Hohlräume waren entweder künstlich oder echte Schizocöle mit Bindegewebszellen und Zellfetzen angefüllt; hieraus folgt, daß nur ein sehr geringer Teil des *Brisinga*-Armes (in unseren Fällen ein reichliches Sechstel) dorsal verlaufende Blutgefäße aufweisen kann.

Über die Darmgefäße läßt sich Genaueres nicht berichten. Es sind dichte Anhäufungen derselben Zellen wie sie in den anderen Gefäßen vorkommen, vorhanden: außen an den Ausbuchtungen des Magens, wie auch an denen — besonders proximalen — der radialen Blinddärme. Ferner treten diese Zellen oft sehr dicht an die Genitalgefäße heran, die ja von den Blinddärmen nur durch Cölomepithel und eine oft sehr dünne Cutisschicht getrennt sind. Im Lumen des Magens selbst sind sie nicht zu finden, wohl aber die größeren Amöbocyten. Ein regelrechtes Gefäßgeflecht war nicht nachzuweisen.

Wesentlich klarer liegen diese Verhältnisse bei Betrachtung der Radialstränge und schon LUDWIG fand 1878: »Die Übereinstimmung der Lagerungsverhältnisse von Nerv, Blutgefäß mit seinem Perihämalkanal ist eine so große, daß es überflüssig erscheint, einen der zahlreichen mir vorliegenden Schnitte hier abzubilden.« Wenn ich es trotzdem tue, so geschieht dies deshalb, weil wir in neuerer Zeit eine Bearbeitung der ventralen Bluträume haben (PIETSCHMANN 62), die zum Vergleich zu der von LANGE (49) aufgefundenen Tatsache herangezogen werden kann, daß das radiale Septum auf manchen Querschnitten ein verschiedenes Aussehen zeigt. LANGE beobachtete diese Tatsache am Septum der »Nervenbahn« von *Asteracanthion* (jetzt *Asterias*) *rubens*. Bei *Brisinga coronata* bildet das Septum, wenn der untere Armquermuskel getroffen ist (Taf. 13, Fig. 14), zwei auf einem dünnen Stiel aus gleichem Gewebe sitzende Schleifen, so daß zwei Blutlakunen entstehen. Das Epithel, welches dieses einfache Septum bildet, kommt aus dem Epithel des Pseudohämalkanals, den es teilt, und stößt dorsal an seine epitheliale Auskleidung, ohne in sie überzugehen. Bei Betrachtung mit Immersion zeigte sich, daß feine Stränge der bindegewebigen Schicht, die ventral dem unteren Armquermuskel aufliegt, dieses dünne Epithel durchdringen, das Septum anheften und in der beschriebenen Weise halten. Die Schleifen entstehen gleichsam durch Teilung der sie stützenden, ihren unpaaren unteren Teil bildenden pseudohämalen Epithelzellschicht und gehen, nach Umbiegung unter Bildung der zwei Lakunen wieder in ein Band vereinigt, zur Ur-

sprungsstelle zurück. Anders bei Armquerschnitten, die den Armquermuskel nicht trafen (Taf. 13, Fig. 13). Der Wassergefäßkanal ist in solchem Falle oval (die zu dem Vorhergehenden gehörige Zeichnung Taf. 13, Fig. 14, vgl. einen an dieser Stelle beschädigten Schnitt; der Wassergefäßkanal ist dort in Wirklichkeit rund). Das Septum steigt in diesem Falle auch aus dem Epithel des Pseudohämalkanals, das den erwähnten LANGESCHEN Nerv bildet, empor und teilt sich über seiner unteren Hälfte in zwei einfache Streifen, die wieder an das einschichtige dorsale Epithel des Pseudohämalkanals anstoßen, mit ihm in der eben beschriebenen Weise in Berührung treten und gleichfalls so angeheftet gehalten werden. Es wird also nur eine große Lakune gebildet und keine Teilung in zwei durch Umbiegen der lateralen Septenteile bewirkt. Das Septum besteht bei genauerer histologischer Untersuchung aus einer Schicht von Epithelzellen, die den Pseudohämalkanal auskleiden. Zwischen diesen Zellen treten besonders an den Teilungsstellen des Septums feine Stränge auf, die bindegewebiger Natur sind. Seine Form konnte leider mit keinem der von MEURER in einem Anhang seiner Arbeit »Über Augen bei Tiefseesternen« bei neun Arten beschriebenen Septen verglichen werden, da dort keine Abbildung dazu gegeben, und aus der sehr kurzen Beschreibung keine Vorstellung zu gewinnen ist. SARS hat weder das radiale noch das dorsale Septum gekannt und konnte daher auch nicht die entsprechenden Gefäße beschreiben, wohl aber kannte er die radialen und oralen Pseudohämalkanäle p. 32 (Taf. III, Fig. 1). Daß der orale Pseudohämalkanal, da ein den oralen Gefäßring tragendes Septum vorhanden ist, in einen äußeren und inneren Pseudohämalkanal zerfällt, braucht nur noch hinzugefügt zu werden. Über das Septalorgan ist im Kapitel »Wassergefäßsystem« einiges gesagt, desgleichen über die dort und in den Blutlakunen vorkommenden Wanderzellen, die SARS entgangen sind, da er in den »real blood globules« (p. 32) die im Verhältnis zu den Wanderzellen des Bindegewebes und denen der Blutlakunen sehr großen »Amöbocyten« gesehen hat, die nicht in den Blutlakunen vorkommen und im gleichen obigen Kapitel näher beschrieben sind. Schließlich sei zu diesem Kapitel noch erwähnt, daß LUDWIG (1899) folgende Namensänderungen eingeführt wissen will: Für Septalorgan: Zentralgeflecht des Blutgefäßsystems, für das orale Ringorgan: oraler Blutgefäßring, für die Radialstränge: radiale Blutgefäße, für das aborale Ringorgan: aborales Blutgefäß, für die Genitalstränge: Genitalblutgefäße und für die Darmstränge: Darmblutgefäße. Ich wandte diese Bezeichnungen nur in den Figuren an.

8. Die Leibeshöhle.

Die Leibeshöhle ist nicht durch radial verlaufende Septen (= Interbrachial- oder Interradialsepten) in mehrere abgegrenzte Räume zerlegt. Sie zerfällt nur in einen zentralen, zur Scheibe gehörigen Teil und in die in die Arme führenden radialen Abschnitte. Das ihr Inneres auskleidende Epithel überzieht alle in ihr liegenden Organe. Es ist einschichtig und sehr dünn. Wimpern konnte ich wohl infolge Behandlung mit Säure nicht nachweisen. Das Enterocöl enthält die im Kapitel Wassergefäßsystem näher behandelten großen Wanderzellen. Nach HAMANN (45) sind die Wanderzellen im Enterocöl und Hydrocöl losgelöste Epithelzellen, diejenigen in den Schizocölräumen, der Bindesubstanz und den Blutlakunen aber aus der Bindesubstanz hervorgegangen; eine Vermutung, die durch den morphologischen Unterschied dieser Zellgebilde bei *Brisinga coronata*, ihr zweiter Teil im besonderen durch die Verhältnisse auf Taf. 12, Fig. 8 und 9 gestützt wird, wo sie sich verschieden weit aus dem Bindegewebe differenziert darbieten.

9. Die Geschlechtsorgane.

Zu einigen makroskopischen Untersuchungen diente Arm *c* (Textfig. 2). Sie ergaben, daß der Genitalporus wesentlich anders lag, als SARS es auf Taf. I, Fig. 12a und Taf. III, Fig. 25cc darstellt. Zunächst war er selbst auf dem aufgehellten und gefärbten Exemplar bei weitem nicht so deutlich sichtbar, wie SARS es zeichnet, oder wie bei *Brisinga endecaenemos* in der Sammlung des Leipziger Zoologischen Institutes. Hier sah man die Ausmündungen der Geschlechtsorgane durch kleine Kalkwälle deutlich markiert zwischen den Kalkquerrippen liegen, während ich bei diesem Arm von *Brisinga coronata* einen Schlitz (Textfig. 2) fand, dessen oberer Teil rund und offen und leicht mit einer Sonde zu begehen, dessen unterer aber von einer Membran bedeckt war. Er lag 1,72 cm von der Abbruchstelle des Armes entfernt. Die nähere Untersuchung zeigte, daß der Schlitz 0,6 mm lang und hantelförmig war, d. h. erweiterte Enden aufwies. Das nach den Füßchen zu gelegene Ende und dessen Verbindungsstück mit dem oberen Ende waren mit der erwähnten Haut bedeckt. Das obere Ende war offen und stellte den eigentlichen Ausführporus der Geschlechtsorgane dar. Der Schlitz, dessen Ränder verkalkt und aufgewölbt waren, erstreckte sich von links oben nach rechts unten in einen Winkel von etwa 45° gegen den lateralen Armrand hin, mit seinen Rändern ungefähr der 7. Kalkquerrippe (= 13. Kalkrippe überhaupt) gleichlaufend, von der er nur durch seinen aufgewölbten Rand

getrennt war. Ich schilderte diese Verhältnisse etwas ausführlicher zum Beweis, daß sie variieren, jedenfalls nicht immer das etwas schematisierte Verhalten der erwähnten SARSSchen Abbildungen zeigen.

Auch ergibt sich auf Armquerschnitten bei weitem nicht immer die Lage der Organe wie auf Taf. III, Fig. 3 bei SARS. Oft sind mehrere Geschlechtsschläuche angeschnitten, so daß die radialen mehr oder minder stark ausgebuchteten Blinddärme weiter nach den Seiten gedrängt und auf gleicher Höhe mit jenen liegen. Die Geschlechtsorgane selbst färbten sich dunkler als die übrigen Armteile und bestanden aus zwei Paketen von Schläuchen, die symmetrisch rechts und links im Arm lagen. Sie begannen in etwa 16 mm Entfernung von der Abbruchstelle und erstreckten sich bis etwa 24 mm, also ungefähr über 8 mm, ein Beweis, daß das Tier sicher nicht zur Fortpflanzungszeit gefangen worden ist. Die Pakete waren auch nur 2 mm dick. Sie mündeten beide an den Seiten getrennt. Zwischen ihnen waren die radialen Blinddärme zum Teil sichtbar, und das rechte der beiden Pakete war ein wenig größer. Der oben näher geschilderte Genitalporus lag mehr nach ihrem proximalen Ende zu. SARS fand ihn fast symmetrisch in der Mitte der Geschlechtsanschwellung. Die Geschlechtsschläuche selbst zeigen eine ziemlich starke Bindegewebeschicht, die auf allen Schnitten durch einen lakunären Raum, der bisweilen von feinen bindegewebigen Fäden durchzogen wird, in eine äußere und innere Lamelle geteilt war. Ein endothelartiger Überzug — man sah dies deutlich an der Lage und Anordnung der in dem Belag liegenden Kerne — kleidet diesen Blutsinus aus. Die früher beschriebenen Blutgefäße stehen mit ihm nach LUDWIG (52) derartig in Beziehung, daß ihre Lumina sich in ihn fortsetzen. Der direkte Nachweis hierfür gelang mir, wie erwähnt, bei *Brisinga* nicht, doch läßt sich auf Grund der geschilderten anatomischen Verhältnisse auch für sie die Gültigkeit des obigen LUDWIGSchen Satzes annehmen. Eine Muskellage fand ich in der Hodenschlauchwandung nicht, wenn auch einige auffälliger erscheinende Gewebestränge muskuöser Natur sein mögen. Ihr Innenepithel zeigt deutliche Differenzierungen in Ursamenzellen, Spermatozyten I. und II. Ordnung und Spermatoziden, denen zu innerst die den Hohlraum der Schläuche prall ausfüllenden Spermien folgen. Die Geschlechtsschläuche waren denn auch mit Eisenhämatoxylin ganz dunkel gefärbt durch die Unsumme der in ihnen vorhandenen Spermatozoen. Beim Betrachten mit stärksten Systemen findet man, daß der Kopf rundlich, an der Ansatzstelle des Schwanzfadens aber ganz wenig spitzenförmig ausgezogen ist und in seinem vorderen Teile eine helle glänzende Stelle aufweist, die wohl das Grübchen andeutet, in dem nach BRONN (1899) das Centrosoma

liegt. Der Kopf war etwa 0,0029 mm groß. Da keine besonderen Präparate von Spermatozoen der *Brisinga* gemacht wurden, so konnte ich die Länge des Schwanzfadens nicht genau bestimmen. Sicher ist er 15—20mal länger als der Kopf und im Hodenschlauch bilden diese Fäden ein filziges Geflecht. Ein Mittelstück war wohl infolge der Behandlung mit Säure nicht zu sehen, wohl aber einige Mitosen der Zellen im inneren Hodenschlauchepithel. Die Hoden selbst sind nach Sars anders gefärbt (weiß) und komplizierter (in many ways bent and lobed) gestaltet als die Ovarien, die rötlich gefärbt und einfache längliche wenig verzweigte Röhren sind, so daß beide leicht schon makroskopisch zu unterscheiden wären. Ich konnte dies nicht bestätigen, da die Arme *a* und *c* Hoden, ein Armstück nichts und ein Armstück von einem jüngeren Exemplar nur auf einigen Schnitten Ovarialschläuche enthielten.

Die wenigen Ovarialschnitte (Taf. 13, Fig. 15, Taf. 14, Fig. 20) zeigen, daß sie einem noch nicht geschlechtsreifen Tiere oder dem äußersten Ende eines Ovarialschlauches eines erwachsenen Tieres zukommen können, denn ich fand in ihnen kein reifes Ei. Die dort sich findenden Zellen, 0,0078 mm groß, mit einem ungefähr 0,00225 mm großen Kern, waren jedenfalls alle noch in Entwicklung begriffen, ganz verschiedene, aber ganz junge Stadien und alle noch ohne Gallerthülle (nach Sars »distinct light enveloping membranae (corion) of the larger egg cells«). Zwischen und an diesen größeren Zellen, die hellere glänzende Plasmanuancierungen zeigen, und von deren im Centrum liegendem schwarzem Kern radiär schwärzliche Punktreihen zu gleichbeschaffenen Körperchen an der Zellwand ausstrahlen, lagen verstreut, besonders nach dem Lumen zu, gekrümmte längliche Epithelzellkerne, die dreimal größer als der Kern der näher beschriebenen größeren Zellen waren. Von den Blutlakunen in der Ovarialschlauchwand gilt dasselbe, was bei der Besprechung der Hodenschläuche gesagt ist.

10. Einige physiologische, ökologische und phylogenetische Bemerkungen.

Zu dem Kapitel, in welchem Sars die Bewegung der *Brisinga* behandelt, ist hinzuzufügen, daß ich die Ampullenwände, wie oben näher erläutert, nicht dünner als die anderer Seesterne fand, daß also bei ihrer Kontraktion das Wasser in den Ventiltaschen angestaut wird, und daß dadurch die Wände des Ventilspaltes (unterstützt durch Kontraktion der Ringmuskelfasern) angezogen werden und sich aneinander legen, und so ein Rückfluß des Wassers in den Radialkanal verhindert wird. Also ganz wie bei den anderen Seesternen wirken die Ampullen bei Schwellung der Füßchen aktiv mit und nicht »only the muscles imbedded in their

walls«. Es sind in ihren Wänden keine Ringmuskelfasern festzustellen, so daß also die Längsmuskelfaserschicht gleichfalls wie bei anderen Seesternen hauptsächlich beim Ansaugen der Füßchen in Aktion tritt. Ziehen sich die Längsmuskelfasern als Auskleidung des zentralen Füßchenkanals zusammen, so wird der mittlere Teil der Saugscheibe zurückgezogen, während der überstehende Rand luftdicht an der Wand haften bleibt. Manche Längsschnitte durch die Saugscheibe zeigten diesen Zustand. Daß Bewegungen wie Kriechen und Klettern, besonders an unebenen Oberflächen, von dem Klebstoff der in den Füßchen vorhandenen Drüsenzellen unterstützt wird, erscheint mir wahrscheinlich, nachdem MANGOLD (54) auch von den saugscheibenlosen Füßchen der *Astropecten*-Arten annimmt, daß bei ihrem Anheften neben der von ROMANES & EWART (69) beobachteten Bildung eines luftverdünnten Raumes an dem seitlichen Teile der Füßchenspitze, die von J. STERZINGER (73) bei *Astropecten aur.* entdeckten, von mir ohne Kenntnis ihrer Arbeit gleichfalls gefundenen Schleimdrüsenzellen in Aktion treten.

Von den Sinnesempfindungen scheint mir der anatomischen Beschaffenheit, der Größe und der Lage des Terminalfühlers nach zu urteilen der Tastsinn am ausgeprägtesten zu sein. Den Fühler als Geruchsorgan anzusprechen, wie SARS es tat, vermag ich nicht, vielmehr wird man hierfür nach den Versuchen von PROUHO (65) die dem Terminalfühler nahe liegenden Tastfüßchen, die ohne Saugscheibe, sondern mit einer starken Nervenschicht ausgestattet sind, ansprechen, denen wieder andre Forscher wie den Ambulacralfüßchen ein Schmeckvermögen zuschreiben (NAGEL: Heft 18, Bibliotheca zoologica 1894). Daß der Geruchssinn, dem schon SARS ein besonderes Organ zuschreiben wollte, bei den Seesternen jedoch auch gut ausgeprägt sein kann, wurde von PREYER (63) und ROMANES & EWART (69) nachgewiesen. Die Tastfüßchen erscheinen mir, wie im Kap. Nervensystem näher ausgeführt ist, zum Tasten selbst weniger geeignet.

Die Ansicht von SARS, daß die »real organs of feeling or tentacles« die Füßchen der *Brisinga* sind, ist durch die Versuche von anderen Forschern (PREYER [63]) und in neuester Zeit durch MANGOLD (55), der die Füßchen auch besonders empfindlich für chemische Reize fand, bestätigt worden.

Die Haut der *Brisinga* hält SARS für »susceptible of a rather fine sensation of more general kind«. Diese Meinung ist dahin zu berichtigen, daß die Haut der augenlosen *Brisinga* besonders lichtempfindlich sein wird, in größerem Maße als die der von MANGOLD (55) zu seinen Versuchen benutzten Seesternarten, die »Augen« besaßen. PLESSNER (1913) bestätigt diese feine diffuse Lichtempfindlichkeit der Haut bei Seesternen.

Nach SARS stehen die Pedicellarien im Dienste der Ernährung. Daß sie sich am Klettern beteiligen, wie ROMANES & EWART (69) an anderen Seesternen feststellten, ist ihrer Größe und Verteilung nach ausgeschlossen.

Über die Bewegung ihrer Zangenstücke ist oben Ausführlicheres gesagt.

Zur Nahrung der *Brisinga* habe ich zu erwähnen, daß ich in ihrem Magen außer einzelnen Chitinteilen von Tiefseekrustern ein guterhaltenes Exemplar solcher Tiere fand, welches Antennenteile, Extremitäten mit Borsten und Facettenaugen mit etwa 66 Facettengliedern aufwies. Letztere zeigten wohlausgebildete 0,0323 mm große Kristallkegel und sehr stark entwickeltes Pigment.

Im Kapitel Blutgefäßsystem wurde festgestellt, daß die Leibeshöhle kein »one great single blood-reservoir« ist, daß sich das Blut in Gefäßen bewegt, und daß die von SARS p. 32 und 49 erwähnten Kanäle die radialen Pseudohämalkanäle sind, welche erst die radiären Blutgefäße enthalten, die wiederum von dem oralen Blutgefäßring ausstrahlen. Das Septalorgan ist der Anhäufung von Zellen und der Struktur nach auch bei *Brisinga* eine lymphoide Drüse.

Da die *Brisinga coronata* keine Kiemenbläschen besitzt, so nahm SARS an, daß durch die dünne Haut der Ampullen ein Gasaustausch des dort vorhandenen Wassers mit der Leibeshöhlenflüssigkeit möglich sei, und daß die direkte Wasseraufnahme in die Leibeshöhle selbst auch eine Reinigung und Erhaltung des Blutes bewirke. LUDWIG (1878) vermutet gleichfalls, daß durch die einzigartige Dünnhheit des dorsalen Integuments, insbesondere der Arme der *Brisinga*, ihrem Respirationsbedürfnis Genüge geleistet wird, eine Ansicht, der man beim Betrachten dieser Tiere beipflichten muß.

Die Betrachtung der interradiären Blinddärme als besondere Sekretionsorgane (blood purifying organ similar to the kidneys in the higher animals) ist durch LUDWIG 1878 insofern widerlegt, als die Rektaldivertikel bei *Brisinga* das gleiche anatomische Verhalten wie bei anderen Asteriden zeigen, ihnen also wohl auch die gleiche Funktion d. h. Nachverdauung durch Fermentbildung zukommt. Die eigentlichen Exkretionsorgane werden bei *Brisinga coronata* wie bei anderen Seesternen die Wanderzellen der Leibeshöhlenflüssigkeit sein, die ich als Beweis der Fähigkeit, in die verschiedensten Organe des Körpers einzudringen, in den Ampullen, im Wassergefäßkanal, im Magen und in der Leibeshöhle fand; nur werden sie nicht durch die Kiemenbläschen und die Madreporenplatte, wie bei anderen Seesternen, sondern durch das ganze, äußerst dünne, dorsale Integument und diese Platte auswandern.

Da die beiden Arme meines Materials sehr schlank waren und die Geschlechtsanschwellung keineswegs besonders auffiel, so waren diese Tiere auch nicht geschlechtlich tätig zu der Zeit, als sie gefangen wurden (August 1912). Es zeigt sich also, daß die Fortpflanzungszeit der *Brisinga* im Mittelmeer nicht in die Sommermonate fällt, im Gegensatz zu der von SARS an seinen nordischen Formen beobachteten: »With regard to the time for propagation it appears chiefly to be limited to the summer month.«

Als Kuriosum ist zu erwähnen, daß sich in der Leibeshöhle auf vertikalen und horizontalen Querschnitten durch die Scheibe meines Exemplars und zwar zwischen Magen und Scheibenskelettring (Textfig. 11) ein kleiner Wurm von dem Aussehen eines Nematoden fand, der wohl endoparasitisch gelebt haben kann. Diese Tatsache wäre insofern eigenartig, als wir (BRONN 1899) überhaupt nur fünf endoparasitisch in Seesternen lebende Tiere kennen. Unter diesen ist kein Wurm. Die Würmer sind dort wie alle andern Parasiten als Ektoparasiten genannt. Dieser kleine Wurm hatte eine Länge von ungefähr 0,65 mm; deutlich trat Ösophagus und Darm hervor.

SARS ist der Meinung, daß eine ungeschlechtliche Vermehrung der *Brisinga coronata* durch Kometenformbildung sehr wohl möglich sei. Er sagt, da ihm »the frequently very unequal development of the arms or rays« auffiel, und dieser Zustand als »the general rule« erscheint, daß er hierin »a more normal phenomenon, . . . a spontaneous detachment of one or more of its symmetrical principal parts (Antimera) . . .« erblickt, »to effect a non sexual propagation«. Nun folgert er weiter, daß der abgebrochene Arm eine neue Scheibe und diese durch eine Art Knospung die anderen Arme hervorbringt. Als Beweis führt er die Selbständigkeit der Seesternarme und besonders der unserer Art an und daß eine solche Fortpflanzung in einzelnen Fällen in »much more centralised star-fishes [*Asterias* und *Ophidiaster*]« stattfindet. Demgegenüber ist hinzuzufügen, daß bis jetzt Kometenformen, denn eine solche Bildung müßte bei dieser Art ungeschlechtlicher Fortpflanzung entstehen, nur bekannt sind bei *Ophidiaster* (HÄCKEL [43]), bei *Linckia multifera*¹, von SARASIN und HIROTA², bei *Asterina tenuispina* von v. MARTENS und *Labidiaster radiosus* STUDER. Im BRONN steht, daß außer den obenerwähnten

¹ *Linckia multifera* steht im BRONN p. 656 als *L. multiformis* und p. 713 als *L. multifera* angegeben. In den neusten Arbeiten findet sich der richtige Name dieses Tieres: *Linckia multiforis* (BECHER; ZIEGLER-Wörterbuch 1912).

² Zit. BRONN p. 713.

Kometenformen durch Sars bei *Brisinga coronata* gleichfalls welche bekannt geworden seien. Nach den oben angeführten Zeilen ist das nicht richtig. Sars erkennt nur die große Wahrscheinlichkeit einer Kometenformbildung (also einer non sexual propagation) bei *Brisinga* an. Eine Meinung, der ich mich durchaus nicht anzuschließen vermag, denn die neuesten Experimente haben bewiesen, daß die Bildung von Kometenformen nur dann erfolgt, wenn ein Fünftel der Scheibe an dem losgelösten Arm vorhanden ist. Dieser Fall ist sogar noch die Ausnahme, denn in der Regel tritt die Regeneration zum vollen Tier nur ein, wenn die Hälfte der Scheibe noch am Arme verbleibt (HELEN DEAN KING: Regeneration in *Asterias vulgaris*. Arch. Entw.-Mech. 7. Bd. 1898). Nun haben Sars und Ludwig, was übrigens auch mein Arm *c* zeigt, feststellen können, daß die Arme bei *Brisinga cor.* stets sehr leicht und sehr scharf an der Scheibe und zwar immer an der von Ludwig genau bestimmten eingangs erwähnten Stelle abbrechen, also nie etwas von der Scheibe an dem losgelösten Arme verbleibt, und die Regeneration demnach ganz unwahrscheinlich ist. Ferner ist zu beachten, daß echte Kometenformen eigentlich nur bei *Linckia multiforis*, wo diese Art der Fortpflanzung sogar die Regel sein soll, wirklich beobachtet worden sind, wenn man von Vermutungen und einmaligen solchen Angaben bei Haeckel und v. Martens absieht, und diese Art im Verhältnis zu den *Brisingiden* wenig Arme — die Exemplare der Leipziger zoologischen Sammlung hatten fünf und sechs (Kometenform!) — besitzt, eine Tatsache, die bei Neubildung einer ganzen Scheibe mit allen Armen sicher schwer ins Gewicht fällt. Ferner hält Ludwig (1899) nach Kenntnis der Experimente von Helen Dean King die Kometenformbildung bei den Asteriden für ausgeschlossen, und ich möchte diese Vermutung auch auf die *Brisingiden*, die nächsten Verwandten der Asteriden, ausdehnen. Hierzu ist noch zu erwähnen, daß Haeckel (43) nach Untersuchung von 51 Exemplaren der Gattung *Ophidiaster* über die Kometenformbildung schreibt: »Bei gewissen Seesternen lösen sich die Arme freiwillig von der Scheibe, und jeder abgelöste Arm reproduziert die ganze Scheibe nebst übrigen Armen. Bei manchen ist gar kein Teil der Scheibe mehr an den sich ablösenden da.« Das Experiment wird also die höchst interessante Frage zu entscheiden haben, ob die Bildung von Kometenformen bei Seesternen nur in der obigen von Helen Dean King angegebenen Einschränkung oder in der Haeckelschen Weise oder auf beide Arten vor sich geht.

Die Regenerationskraft der Scheibe und der an der Scheibe verbliebenen Arme ist bei *Brisinga*, wie in den einleitenden Worten geschildert ist, sehr groß, so daß es mir sehr wahrscheinlich erscheint, daß die

Scheibe sämtliche Arme neu bilden kann. Die distalen Armen sind wegen ihrer Dünne stets gefährdet und fast immer regeneriert. Aber auch in der Mitte des Armes tritt Regeneration ein nach SARS, der sogar eine Bifurkation eines Armes abbildet und die Autotomie der *Brisinga*, und zwar meiner Meinung nach, mit Recht für feststehend ansieht.

In ausführlichen Worten sucht SARS in einem weiteren Kapitel »On Homology and Affinity« nachzuweisen, daß die Asteriden »the eldest group of Echinoderms« sind, von denen sich alle anderen Echinodermen herleiten, trotzdem er auch weiß, daß seit langer Zeit die Crinoiden hierfür galten. Von den rezenten Seesternen hält er wieder die Brisingiden für die älteste Gattung und für einen »isolated surviving representative of the Echinoderms of primitive times«, indem er auf ihre große Ähnlichkeit mit dem »oldest known star-fish *Protaster*« hinweist. Demgegenüber ist festzustellen, daß LUDWIG den Beweis erbracht hat, daß die Ordnung der Cryptozonier, deren zehnte und letzte Familie die Brisingiden mit den 6 Gattungen *Brisinga*, *Odinia*, *Freyella*, *Labidiaster*, *Gymnobrisinga* und *Colpaster* bilden, die jüngere der beiden Seesternordnungen sind. LUDWIG (24) weist ferner darauf hin, daß die Organisation der Brisingiden auf *Asterias*-ähnliche Formen hindeutet und unterstützt so die SLADENSche Vermutung, daß die Brisingiden die jüngste Seesternform sind, und stürzt die gegenteilige Behauptung und zugleich diejenige von SARS, daß die Brisingiden unter den rezenten Seesternen eine isolierte Stellung einnehmen. Ferner hat LUDWIG schon 1878 jede Beziehung der *Brisinga* zu dem fossilen *Protaster* abgelehnt und angeführt, daß damals die Verwandtschaft dieses Seesternes mit den Asteriden noch gar nicht feststand, und *Protaster* von manchen Forschern für einen echten Schlangensterne gehalten wurde. Heute wird er nach SCHÖNDORF (Jahrb. Nassau. Ver. Nat. Wiesbaden 63. Bd. 1910) zu der zweiten Klasse »Auluroidea« des 3. Unterstammes der fossilen Echinodermen (= Asterozoa) gerechnet, eine Klasse, die sich allerdings äußerlich zum Teil an die Ophiuriden, zum Teil aber auch an die Asteriden anschließt, die jedoch überhaupt keinen rezenten Vertreter besitzt und schon im Silur auftrat. Da die rezente Gattung *Asterias* erst im Lias auftritt und *Brisinga* ihr ähnlich ist, so wird letztere also kaum bis in das vier Formationen ältere Silur zurückreichen. Da wir heute wissen, daß echte fossile Seesterne im jüngeren Kambrium äußerst selten, sicher und häufiger erst im Silur, die Crinoiden aber schon im Mittelkambrium, vielleicht sogar Unterkambrium aufgetreten sind, so fällt die obige SARSSche Bemerkung, die den Seesternen das höhere Alter zuschreibt, weg, und es gelten entgegen seiner Meinung die Crinoiden noch heute für die ältesten aller Echinodermen.

Zustimmen müssen wir Sars, daß er für unsere Art eine besondere Familie der Brisingiden aufstellte — eine Ansicht, die von Ludwig schon 1878 Billigung erfuhr und noch heute gilt —, und daß er ihre Verwandtschaft zu *Asterias* und *Pedicellaster* und zu den Ophiuriden erkannte. Die Verwandtschaft der Asteriden mit den Ophiuriden ist die einzige, die bis heute zwischen den Gruppen des Echinodermenstammes sicher festgestellt ist. Viele Homologien innerhalb dieses Kreises sind jedoch noch sehr unsicher.

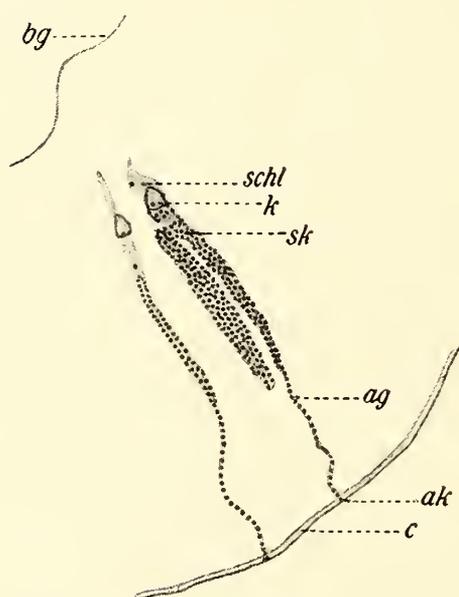
11. Die Drüsengebilde der *Brisinga coronata* und einiger anderer Asteriden; die Lumineszenz bei den Brisingiden.

Die Drüsengebilde der *Brisinga coronata* waren deswegen ein dankbares Objekt für die Untersuchung, weil zur Zeit, in der Sars seine Monographie schrieb, diese Gebilde bei den Asteriden überhaupt noch keine Beachtung gefunden hatten, und weil man hoffen konnte, durch in diesem Sinne sich erstreckende Beobachtungen dem Phänomen der Lumineszenz der Asteriden, im besonderen der Brisingiden etwas näherzutreten. Die Literatur über das Leuchten von Schlangensternen wurde in der Einleitung erörtert und ist, wie die über den gleichen Vorgang bei anderen Tieren, hier öfters heranzuziehen. Maßgebend ist, daß ein Leuchten bei Seesternen nur 1856 von Asbjörnsen beobachtet wurde und zwar an *Brisinga endecacnemos*, wie in der Einleitung ausgeführt ist. Ob die anderen *Brisinga*-Arten gleichfalls leuchten, ist nicht bekannt. Sars hat das Leuchten bei unserer Art vielleicht deswegen nicht beobachtet, weil er sie nicht sofort nach der Bergung in dämmerigem Licht unter Anwendung von chemischen oder physikalischen Reizmitteln untersucht hat. Auch Ludwig vermutet nur das Leuchten noch bei *Odinia* und *Freyella*, weiß jedoch, daß darüber, wie über Entstehung und Nutzen des Leuchtens, Näheres nicht bekannt ist. Es kann seiner Meinung nach ein Lockmittel für Nahrungstiere, andererseits ein Abwehrmittel gegen Feinde sein. Da ich physiologische Studien über diese interessante Naturerscheinung an meinem Material leider nicht machen konnte, so kommt nur eine Erörterung der anatomischen Verhältnisse in Betracht.

Es ist vor auszuschicken, daß weniger Angaben über die Drüsengebilde der Asteriden vorliegen, als über die der Ophiuriden, die seit 1907 in der erwähnten systematischen Weise bearbeitet wurden. Drüsenzellen im Körperepithel wurden bis jetzt festgestellt bei *Astropecten aurantiacus* (Teuscher [74]) in der äußersten Füßschicht, besonders reichlich an der Wurzel der Füßchen und in der Haut, die die Paxillen überzieht. Zellkerne und Ausführungsgänge fand er nicht. Ferner beobachtete

HAMANN (45) solche Zellen im Füßchen von *Astrop. platyacanthus*, in der Saugscheibe von *Solaster papposus* und *Asterias rubens*; auch kennt man sie bei *Echinaster sep.* neben den großen bis in die Cutis reichenden Hautdrüsen. Die HAMANNsche Unterscheidung (45) zwischen »Becherdrüsen« und »schlauchförmigen« Drüsenzellen, die an bestimmten Stellen, z. B. in der Saugscheibe der Füßchen vorkommen, ist hier zu erwähnen. CUÉNOT (34 und 35) bezeichnet die ersten als Schleimdrüsen, die bei Reizung eine reichliche Menge Schleim absondern, die zweiten als maulbeerförmige Drüsen (*cellules muriformes*) und hält diese für Verteidigungswaffen, deren Sekret zur Abwehr anderer Tiere dienen soll.

Die Drüsengebilde der Verdauungsorgane wurden oben erörtert.



Textfig. 13. Zwei Drüsenzellen aus der Saugscheibe von *Brisinga coronata*. Ok. 1, Obj. $\frac{1}{2}$. Ölimm. (Vgl. Taf. 14, Fig. 21.)

Textfig. 23 zeigt sie und andere histologische Verhältnisse der radialen Blinddärme. Bei Längsschnitten durch die Saugfüßchen, sowohl der der Arme als auch der der Scheibe, und somit durch die Saugscheibe erhielt ich mit Eisenhämatoxylin (M. HEIDENHAIN) durch günstige Differenzierung das auf Taf. 14, Fig. 21 gegebene Bild, welches zeigt, daß die Saugscheibe Drüsenzellen in großer Menge besitzt. Sie erschienen auf die Mitte beschränkt, was aber in Wirklichkeit nicht der Fall ist, da sie mit Thionin (BECHERSche Methode) auch etwas mehr seitlich deutlich sichtbar waren. Durch die HEIDENHAIN-Färbung trat ihr langer, sehr dünner Ausführungsgang gut hervor.

Die Zellen selbst sind verschieden groß: von 0,0324 mm bis 0,0564 mm. Sie beginnen mit einer nach dem Innern des sehr verdickten Saugscheibenepithels gelegenen mehr oder weniger ausgeprägten kolbigen Verdickung, die den Kern birgt. Öfters liegt dieser etwas von den Sekretkörnchen entfernt, von ihnen durch eine seiner Oberfläche entsprechende d. h. um ihn gleichsam konzentrisch liegende Schleimhaut getrennt. Der Schleim erstreckt sich oft noch deutlich über den Kern, der im Mittel eine Größe von 0,0045 mm hat, länglich und von den gewöhnlichen Epithelzellkernen nicht zu unterscheiden ist und den Nucleolus meist gut zeigt, hinaus in das Füßchenepithel (Textfig. 13 und 14). Die mehr oder minder großen kolbigen Verdickungen stehen durch ungefähr 0,024 bis 0,033 mm lange und 0,0008 mm dicke,

bisweilen gewundene Ausführungsgänge mit der Cuticula in Verbindung, die mit einem feinen Ausführungsgang durchbrochen wird. Kurz vor dem Austritt markiert ein dickeres Sekretkörnchen die Öffnung der Zelle nach außen. Außen an der Cuticula wurden bei Eisenhämatoxylinfärbung oft schwarze Punkte wahrgenommen, die völlig den Sekretkörnchen gleichen, aber durch Zerreißung dorthin gelangt sein können. Der Austritt der Sekretzellen erfolgte durchaus nicht immer an den schon von J. STERZINGER (73) bei *Astropecten aur.* beobachteten Papillen, »die an die Papillen der *Amphiura squamata* erinnern«. Obgleich HAMANN (45) bei der Bewegung eines ganz jungen Seesternes beobachtet hat, daß die Zellen der Saugplatte in pseudopodienartige Fortsätze ausgezogen werden können, halte ich diese »Papillen« an den Füßchen spitzen älterer Tiere doch für Produkte der Konservierung oder durch darunterliegenden Schleim bedingt, kann ihnen also keine Bedeutung weiter beimessen.

Die lateralen Teile der Füßchen der *Brisinga cor.* hielt ich für frei von Drüsenzellen, bis es mir mit Thionin gelang, auch hier Schleim nachzuweisen, und geeignete Färbung mit Eisenhämatoxylin bestätigte nun das, wenn auch sehr seltene Vorkommen dieser Organe an dieser Stelle. Diese Zellen waren der Höhe des Füßchenepithels und den verschiedenen Kontraktionszuständen der Füßchen entsprechend, verschieden groß. Bei einer Epithelhöhe von 0,032 mm waren zwei Drüsenzellen 0,012 und 0,025 mm lang und 0,004 bzw. 0,0032 mm dick. Ihr zugehöriger Kern war ein 0,004 mm großer Epithelzellkern.

Die Schleimdrüsen in der Saugscheibe von *Brisinga cor.* haben eine ganz andere Form als diejenigen, die ich in der Saugscheibe von *Echinaster sep.* und in der Füßchenspitze von *Astropecten aur.* fand. Die ersteren (Textfig. 15) sind einfache Reihen von viel kleineren Sekretkörnchen, die an den länglichen Kernen beginnen und ziemlich gleichmäßig bis dicht vor die Cuticula verlaufen. Sie entsprechen dem HAMANNschen Bild (45, Taf. II, Fig. 10). Ein Durchbrechen der Cuticula konnte ich hier

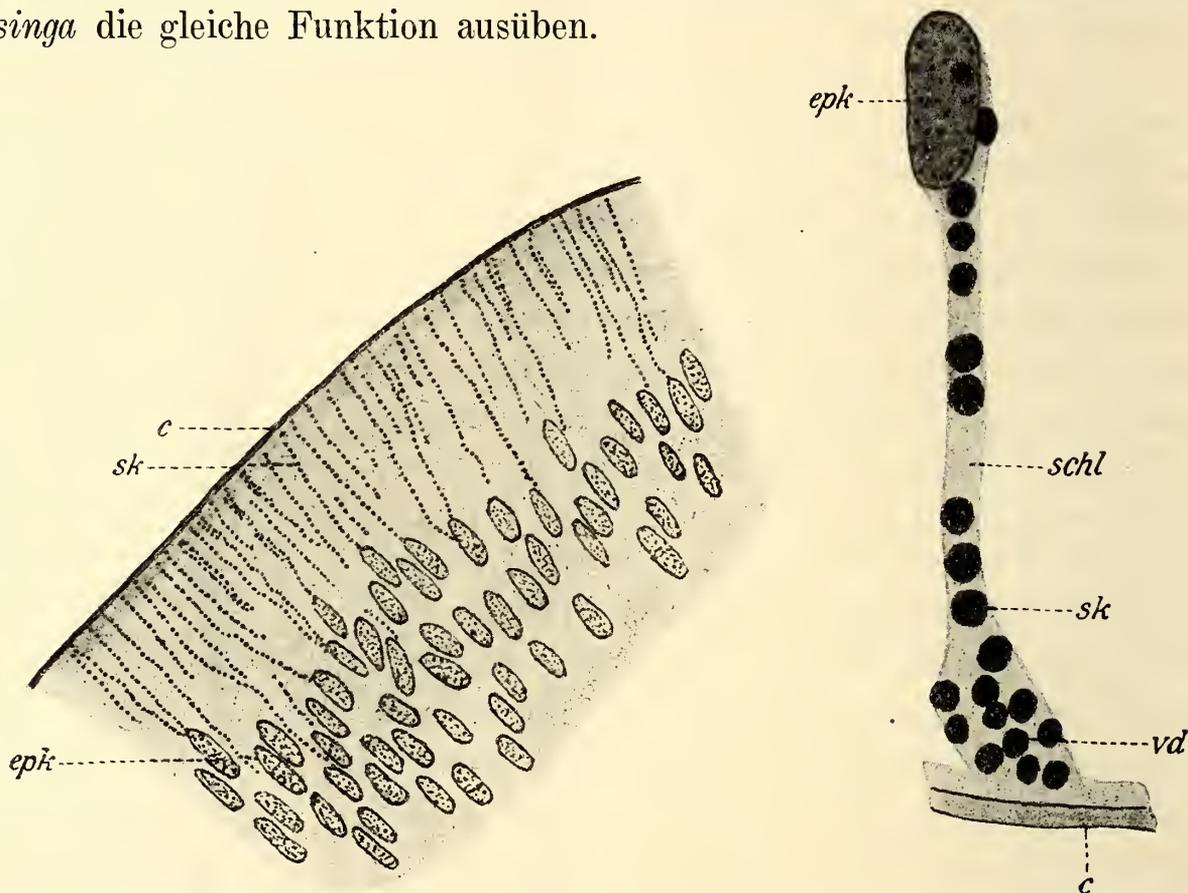


Textfig. 14. Die linke Drüsenzelle der Fig. 13.

Stark vergrößert.

Ok. 18, $\frac{1}{12}$ Ölimm.

nicht feststellen, wohl aber bisweilen eine kleine distal d. h. nach außen zu gelegene Anschwellung (Textfig. 16 und 24). Diese distale Anschwellung, die in meinen Präparaten der beiden Vergleichsformen als typisch für die Schleimdrüsenzellen, sowohl für die Drüsenzellen der Füßchen-
spitze, wie für die der Rücken-
haut besonders des *Astropecten aur.* erschien, fehlte völlig bei den Drüsenzellen von *Brisinga cor.* Letztere glichen auffällig den von REICHENSPERGER (68a) geschilderten Leuchtzellen der Schlangensterne, so daß die Vermutung nahe-
liegt, daß sie auch bei *Bri-
singa* die gleiche Funktion ausüben.



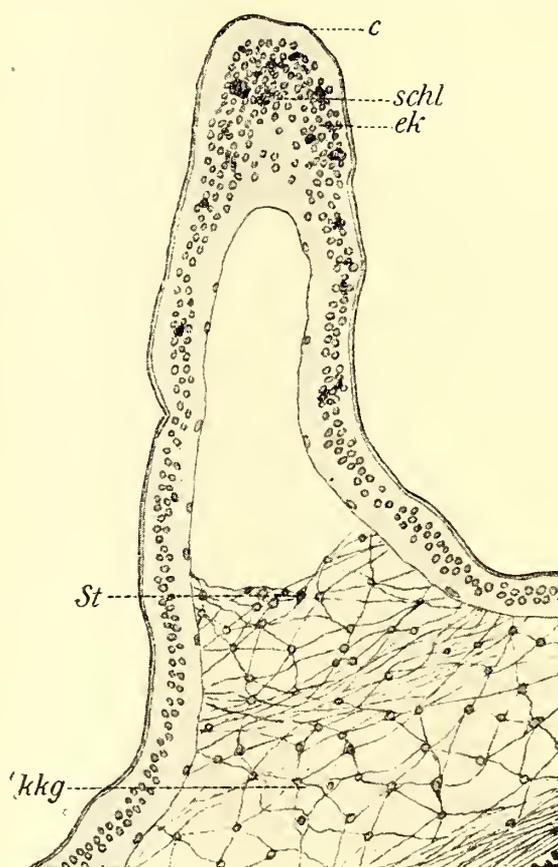
Textfig. 15. Längsschnitt durch die Saugscheibe von *Echinaster sepositus*. Ok. 5, Obj. 7.

Textfig. 16. Isolierte Sekretzelle (sehr stark vergrößert). aus der Saugscheibe von *Echinaster sepositus*.

Diese Meinung wird gestützt durch das Betrachten weiterer Präparate, besonders des Stachelepithels. Es ist zunächst zu unterscheiden zwischen den Scheibenstacheln und den Armstacheln. Die viel kleineren Scheibenstacheln zeigten auf Längsschnitten das auf Textfig. 17—19 dargestellte Verhalten. In dem Epithelüberzug ihrer meist etwas abgerundeten Spitzen fanden sich helle mit einer Plasmafärbung z. B. Orange G leicht zu färbende Stellen, die auf Schleim hindeuteten. In Textfig. 17 bezeichnen die schwarzen Flecke die Stellen, aus denen das körnige Sekret ausgestoßen, und in denen ein homogener Schleim zu sehen war. Oft

zeigten sich auch ganz helle Stellen, deren Rand bei gleicher Färbung etwas dunkler erschien (Textfig. 18), und aus denen das Sekret gleichfalls ausgespritzt war. Ein Kern war in diesen leeren Schleimzellen, die in der Reihe der Epithelzellkerne, meist aber nach dem äußeren Rande des Epithels hin und zwischen anderen noch mit Sekret gefüllten Drüsenzellen lagen (Textfig. 18), selten zu sehen: Ein Verhalten, das sich vielleicht durch ähnliche Vorgänge, wie sie nach REICHENSPERGER (68a) bei dem bei *Amphiura squamata* stattfindenden Kernzerfall sich abspielen, erklären läßt. Die Regel war, daß die deutlich ungrenzten Drüsenzellen an ihrer nach der Innenseite des Epithels zu gelegenen verdickten Seite einen gut sichtbaren Kern bargen, der ganz den übrigen Epithelzellkernen glich, sich aber durch eine feine Schleimschicht, die ihn von den eigentlichen Sekretkörnchen abhob, als dieser Drüsenzelle zugehörig auswies (Textfig. 20). Diese Drüsenzellen traten in großer Menge an der Stachelspitze auf und waren im Verhältnis zu dem 0,02 bis 0,045 mm starken Epithel ansehnlich groß, bis 0,03 mm. Sie von denen der Saugscheibe auf Grund ihrer gedrunenen Form und ihres breiten Ansatzes an der Cuticula zu unterscheiden, liegt kein Grund vor, denn diese Form ist bedingt durch die viel geringere Dicke des Stachelepithels. Ein Durchbrechen der Cuticula fand ich bei diesen Zellen im Gegensatz zu denen in der Saugscheibe nicht und die der Cuticula außen anliegenden Sekretkörnchen waren wohl auch ein Produkt der Zerreißung. Daß oft mehrere Kerne zu einer Zelle zu gehören schienen, zeigt Textfig. 20. Deutlich waren an die Drüsenzellen tretende Nervenfasern zu sehen, die von der Nervenfaserschicht des Epithels kamen.

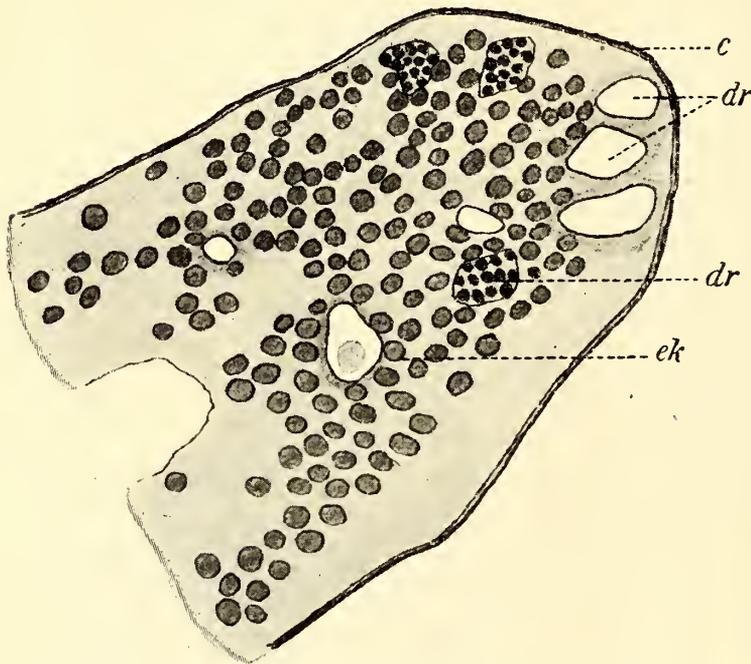
Erwähnen muß ich noch Anhäufungen von acht- bis zehnmal größeren (ca. 0,0024 mm) Körnchen, die im gleichen Schnitt neben den Sekretkörnchen der Drüsenzellen lagen und die mit Eisenhämatoxylin tief-schwarz und äußerst deutlich hervortraten. (Textfig. 19 links). Eine



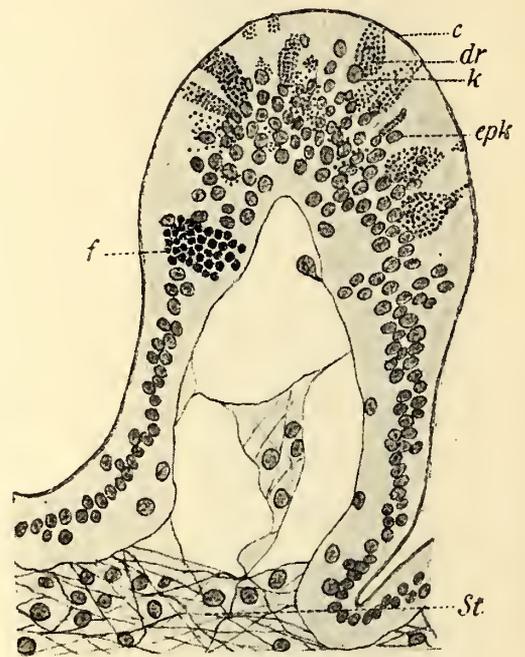
Textfig. 17. Längsschnitt durch einen Scheibenstachel von *Brisinga cor.*

Ok. 3, Obj. 4.

Erklärung für diese selten auftretenden Gebilde fand ich nicht, halte sie aber, da sie auf die Beschreibung ähnlicher Gebilde von REICHENSPERGER (68a) p. 331—32 und CUÉNOT (35) auffällig paßt, und die Zeichnung von REICHENSPERGER (68a, Taf. 11 Fig. 8) mich von der Ähnlichkeit dieser Gebilde überzeugt, für die »corpuscules fusiformes« CUÉNOTS. Den Satz von REICHENSPERGER (68a), ob diese »Ansammlungen als Einzelzellen anzusprechen oder ob sie bestimmten Zellgruppen zugehörig sind«, konnte auch ich nicht entscheiden. Diese groben Körner lagen zwischen den Zellen, oft selbst zellenartig dicht angehäuft, und färbten sich, wie erwähnt,



Textfig. 18. Längsschnitt durch die Spitze eines Scheibenstachels von *Brisinga coronata*.
Ok. 1, $\frac{1}{12}$ Ölimm.



Textfig. 19. Längsschnitt durch einen Scheibenstachel von *Brisinga coronata*. Zahlreiche Drüsenzellen und »corpuscules fusiformes«. Ok. 1, $\frac{1}{12}$ Ölimm.

mit Hämatoxylin noch intensiver, als das kleinkörnige homogene Sekret der in der Nähe befindlichen Drüsenzellen.

Daß diesen Drüsenzellen eine besondere Funktion zukommt, beweisen am besten Schnitte durch die Armstacheln von *Brisinga coronata*. Es ist dabei völlig gleich, ob man Rand- (SARS, Taf. I, Fig. 14 [1]) oder Furchenstacheln (SARS, Taf. I, Fig. 14 [2—4]) oder auch Kalkquerrippen zur Untersuchung nimmt. Das Bild, das man erhält, ist immer dasselbe (Taf. 14, Fig. 22): ein mit Sekretkörnchen vollgepfropftes Epithel der betreffenden Skelettanhänge. Hier war ein genaues Bild einer einzelnen Schleimzelle nicht zu bekommen, da durch die Dünne des Epithels (0,01 bis 0,022 mm) die Sekretkörnchen sich nur nach der Seite ausbreiten konn-

ten und dadurch die einzelnen Drüsenzellen oft so dicht aneinander stießen, daß sie ineinander übergingen. Waren einzelne solche Zellen zu sehen, so stimmten sie mit den weiter unten zu besprechenden Drüsenzellen des Hautüberzuges der Armrücken- und der Mundhaut überein. Das Bild eines Längsschnittes durch einen solchen Stachel gleicht bis auf die durch das dünne Epithel bedingte etwas andere Form der Zellen so sehr den entsprechenden Schnitten durch die leuchtenden Lateralstacheln von *Amphiura filiformis*, die REICHENSPERGER (68a) abbildet, daß ich die Stellen, die bei *Brisinga* leuchten, durch diese »besonderen drüsenartigen Zellen und Zellkomplexe« gekennzeichnet halte und ihnen den Sitz der Lumineszenz zuspreche. Mit Thionin färbten sich diese Stellen sehr schön. Hinzuzufügen ist, daß Drüsenzellen auch an den ventralen Scheibenanhängen z. B. auf den Mundstacheln vorkommen. Sie sind dort etwas größer und zeigen mehr Sekretkörnchen als die der

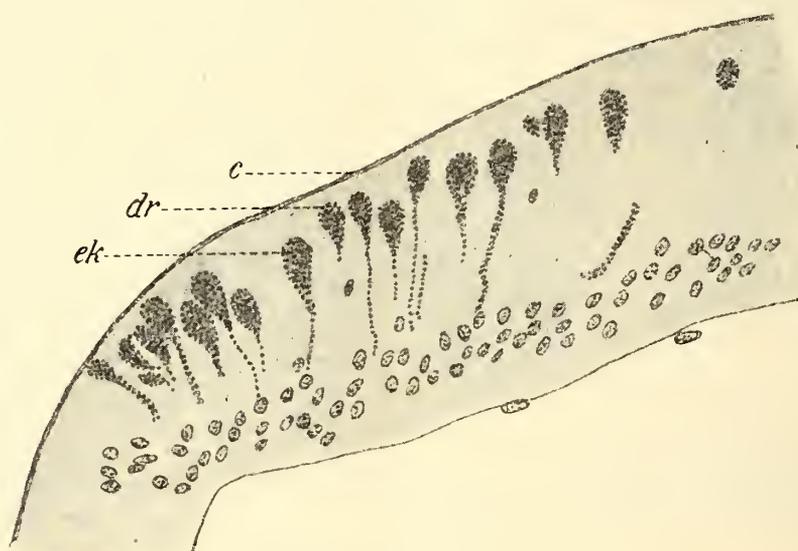


Textfig. 20. Zwei Drüsenzellen aus dem Epithel einer Scheibenstachelspitze von *Brisinga coronata*. Ok. 5, $\frac{1}{12}$ Ölimm.

Scheibenstacheln. Das Epithel der Armstacheln war oft so prall mit Sekretkörnchen gefüllt, daß die Cuticula nach außen gewölbt erschien. Auf den Kalkquerrippen zeigte sich dasselbe Bild, so daß die Zahl der dort zu findenden Sekretzellen in gar keinem Verhältnis zu derjenigen der auf dem gewöhnlichen dorsalen Integument vorkommenden Drüsenzellen steht. Meine Vermutung, daß diese Drüsengebilde eine andere Funktion ausüben könnten, als die bei anderen Seesternen an gleicher Stelle, wird wiederum durch den anatomischen Befund gestützt.

Textfig. 21 zeigt ein Stachelepithel und zwar den seitlichen Teil eines Paxillus von *Astrop. aurantiacus*. An den diesen Dornen ungefähr an Größe gleichkommenden Scheibenstacheln von *Brisinga* fanden sich in den lateralen Teilen dagegen sehr wenig Drüsenzellen. Sie sind hier an der Stachelspitze gehäuft und nur wenige an deren Basis an der Stelle, wo das Stachelepithel in das Epithel der Scheibenrückenhaut übergeht, vorhanden. Die bei *Astropecten aur.* dort auftretenden Drüsenzellen

waren sehr gut nachweisbar, da das Epithel an dieser Stelle wesentlich dicker ist, als auf der übrigen Rücken- und Seitenhaut (Textfig. 23). Ihre Zahl war örtlich geringer als die an den betreffenden Stellen von *Brisinga cor.*, und es trat die typische Form der Schleimdrüsenzellen, wie ich sie eben bei den beiden erwähnten Vergleichsformen immer als bei weitem überwiegend fand, auffällig hervor: vom Kern, der in der Höhe der anderen Epithelkerne liegt, aus ein langer Gang mit einer kolbigen vorderen Anschwellung. Einen Ausführungsgang und ein Durchbrechen der Cuticula konnte ich hier nicht feststellen, wie dies auch J. STERZINGER (73) und TEUSCHER (74) nicht bestimmt bei dieser Art beobachtet haben. Die vordere Anschwellung trat allerdings oft ganz an die Cuticula heran, so daß nur die schnelle Konservierung einen Verschuß dieser Zellgebilde



Textfig. 21. Drüsenzellen aus dem seitlichen Teil des Epithels eines Paxillus-Dornen von *Astropecten aurantiacus*. Ok. 0, Obj. $\frac{1}{12}$ Ölimm.

bewirkt haben wird. Meiner Meinung nach geht die Schleimausstoßung bei *Brisinga* viel explosiver und rascher vor sich als bei diesen Arten, ein Schluß, den man aus der großen Anzahl entleerter Zellen ziehen kann. Daß auch andere Zellformen unter diesen Drüsenzellen bei *Astrop. aur.* vorkommen, zeigt Textfig. 22. Es findet sich hier um den Kern, also in die Tiefe des Epithels verlagert, nochmals eine Verdickung. In dem viel schmälern Epithel der übrigen Armhaut (Textfig. 23) waren diese Drüsenzellen entsprechend umgeformt, d. h. klein, rund und kurz birnenförmig, aber gleichfalls in geringerer Anzahl als auf den Skelettanhängen vorhanden, wie dies bei *Brisinga coronata* auch der Fall ist.

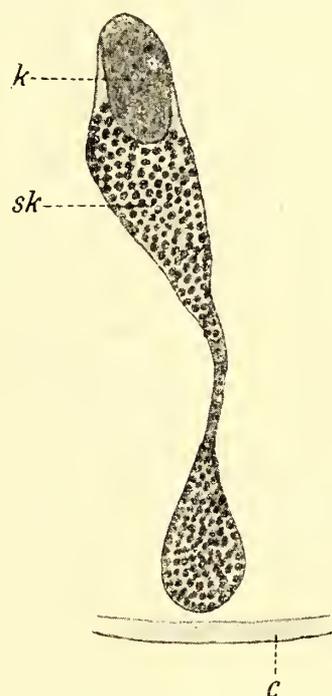
In der Armrücken- und -seitenhaut von *Echinaster sep.* (Textfig. 24) finden sich außer den großen Hautdrüsen Drüsenzellen von der gleichen bei *Astrop. aur.* geschilderten Form. Selten war von der kolbigen Verdickung ein zur

Cuticula verlaufender dünner Ausführungsgang zu sehen. Die Kerne dieser Drüsenzellen lagen entweder in Höhe oder auch etwas hinter den übrigen Epithelkernen, im letzteren Falle am Grunde der Epithelschicht dicht an der Bindegewebeschicht der Epidermis.

Die Betrachtung eines entsprechenden Armquerschnittes von *Brisinga coronata* lehrt uns etwas andere Verhältnisse kennen. Fig. 25 zeigt einen solchen distalwärts gelegenen Schnitt. Wir sehen dort in dem sehr dünnen Körperepithel (0,006 bis 0,009 mm), das der Cutis und dem Leibeshöhlenepithel aufliegt, sechs kleine Häufchen von Sekretkörnern, die wiederum Drüsenzellen bedeuten. Die drei genannten Schichten überspannen die Armleibeshöhle, in welcher man das Grundgewebe der Armwirbel rechts und links liegen sieht. Da die Häufchen dicht mit Körnern vollgepfropft sind, so ist auch hier wieder die dünne Cuticula etwas nach außen gewölbt. Diese Anhäufungen finden sich deswegen auf distalen Schnitten häufiger, weil dort die Kalkquerrippen, die ja an proximalen Teilen fast ausschließlich die Träger dieser Drüsenzellen sind, rückgebildet sind oder ganz fehlen; die Zahl solcher Gebilde, die ich auf einem Armquerschnitt fand, ist wechselnd.

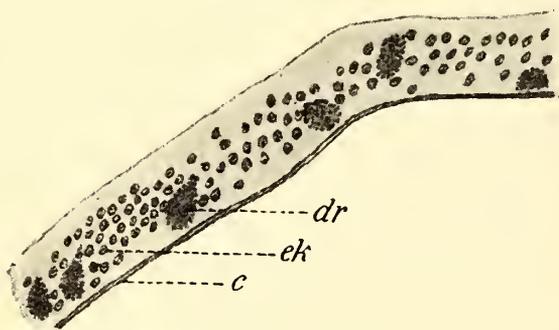
Die Drüsenzellen selbst, die übrigens ganz die gleichen waren wie die wenigen, die ich auf der Scheibenrückenhaut von *Brisinga*, und da wieder häufiger an der Basis der Scheibenstacheln feststellen konnte, zeigen mit diesen folgende Verhältnisse (Textfig. 26): Sie sind je nach der Dicke des Epithels verschieden groß und füllen dieses meist völlig aus. Von der

Nervenschicht des Epithels gehen deutlich Fasern an sie heran. Ihr Kern, den ich oft wegen der zu großen Anzahl Sekretkörnern und der Hämatoxylinfärbung nicht sehen konnte, da manches Sekret erst in Bildung begriffen schien, und ein bestimmter Kern solchen Sekrethäufchen nicht zugesprochen werden konnte, zeigt einen deutlichen Nucleolus und ist ein gewöhnlicher Epithelzellkern (Stützzellkern nach HAMANN), was sich dadurch kundgibt, daß er heller und runder war als die gleichfalls im Epithel und oft dicht neben ihm liegenden länglichen, schwarz gebliebenen Epithelsinneszellkerne. Dieser Unterschied zwischen den Kernen tritt uns im Nervenband noch einmal durch die Hämatoxylinfärbung sehr deutlich entgegen. Die Sekretkörner selbst sind rund und

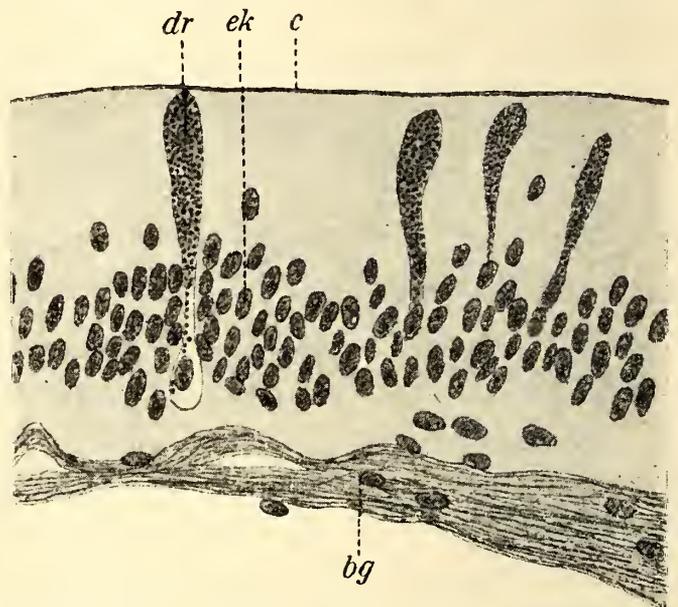


Textfig. 22. Drüsenzelle aus Fig. 21 isoliert.
Ok. 18, Obj. $\frac{1}{12}$ Ölimm.

oft mit einem hellen Hof von Schleim umgeben und dadurch dann, trotz der gedrängten Fülle, gegeneinander von einer Schleimschicht abgegrenzt; oft sind sie auch im Innern hell. Zu erwähnen ist noch, daß viele helle Stellen im Epithel zu finden sind, die auf ausgestoßenes Sekret hindeuten. Die eben beschriebenen Drüsenzellen finden sich trotz des äußerst dünnen Epithels auch in der Mundhaut (Textfig. 27). Sie kommen also überall im Körperepithel, besonders ausgeprägt im Epithelüberzug von Stacheln, Kalkrippen und Kalkkörperchen und, was uns nicht wundernehmen wird, auch in der Zellschicht des Radialnerven, die ja ein umgebildeter Teil des allgemeinen Körperepithels ist, vor, und zwar sehr häufig und in ausgezeichneter Deutlichkeit. In jedem Nervenquerschnitt fand ich zwei bis fünf solcher entleerter und gefüllter Drüsenzellen. Einen mit Eisenhämatoxylin gefärbten Längsschnitt durch diesen Ambulacrarnerven stellt Text-



Textfig. 23. Drüsenzellen aus dem Epithel der Armrückenhaut von *Astropecten aurantiacus*. Ok. 0, Obj. $\frac{1}{12}$ Ölimm.



Textfig. 24. Drüsenzellen aus dem Epithel der Armrückenhaut von *Echinaster sepositus*. Ok. 0, Obj. $\frac{1}{12}$ Ölimm.

fig. 28 dar. Wir erkennen von außen nach innen: die Cuticula; die Zellschicht, die unsere Drüsenzellen besitzt, sehr schön die von HAMANN unterschiedenen zwei Kernformen (schwarze und längliche Sinneszellkerne, in diesem Falle häufiger als die größeren rundlichen Epithelstützellkerne) und verschiedene schwarze Stützfasern zeigt; die Faserschicht mit Kernen, die den als Ganglienzellen gedeuteten Zellelementen zukommen; die Bindegewebslage und endlich das Epithel des radialen Pseudohämalkanals.

Diese Drüsenzellen selbst zeigen ähnliche Form wie die in Textfig. 20 abgebildeten im Scheibenstachel vorkommenden. Auch sie saßen mit breiter Basis der Cuticula auf und bargen am Grunde einen deutlich als

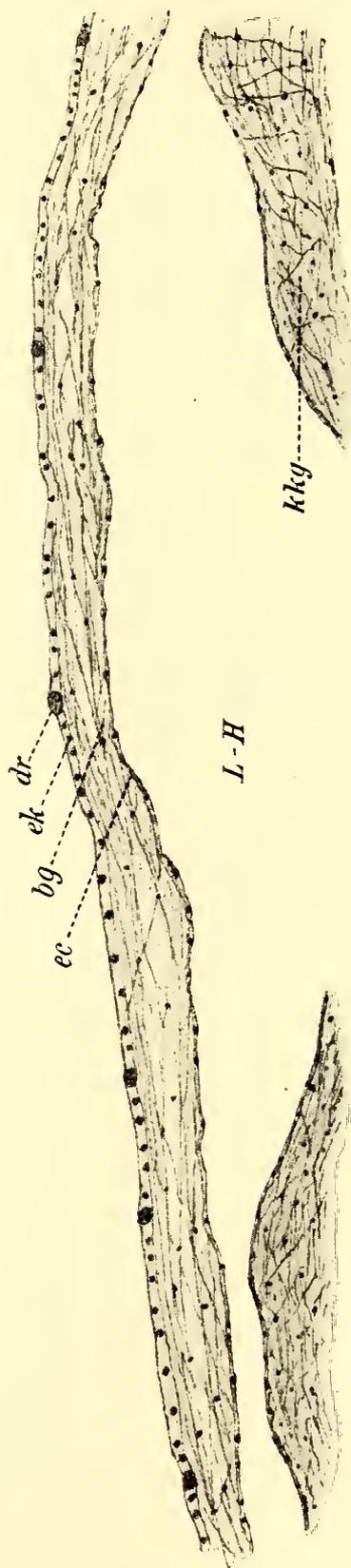
Stützzellkern anzusprechenden 0,0043 mm großen Kern mit gutem Nucleolus und Chromatin. Durchschnittlich waren diese Zellen 0,0136 mm lang; die Dicke betrug 0,0076 bis 0,016 mm. Ihr Inhalt war meist homogen und ein Unterschied in der Beschaffenheit der Sekretkörnchen wie in den eben erwähnten Drüsenzellen seltener zu beobachten. Ein Durchbrechen der Cuticula konnte ich hier nicht feststellen.

An der Umbiegungsstelle des Radialnerven ins Füßchenepithel liegen gleichfalls solche Drüsenzellen, während sie, wie erwähnt, in den lateralen Füßchenteilen selbst viel weniger zahlreich sind.

In dem Epithel, das die Pedicellarien überzog, fand ich, wenn auch selten, ebenfalls solche Drüsenzellen, die denen der anderen Skelettanhänge entsprachen.

Erwähnt muß werden, daß Drüsenzellen, wie sie im Armrückenepithel vorkommen (Textfig. 25), auch im Peritonealepithel, z. B. in dem, welches das Cölom der Scheibe auskleidet, als auch in dem, welches die Ampullen überzieht, vorhanden sind. Sie sind dann so lang wie die Höhe des Epithels, also etwa 0,008 mm, aber infolge dieses dünnen Epithels bis 0,024 mm breit. Auch in dem Peritonealepithel waren Körnchen vorhanden, die wohl als Kernzerfallsprodukte anzusprechen sind.

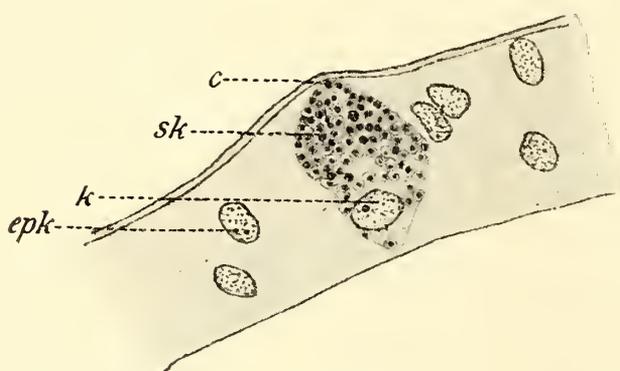
Bei *Astropecten aur.* und *Echinaster sep.* fanden sich auf den lateralen Füßchenteilen gleichfalls wenig Drüsenzellen, während sie auf den benachbarten Stacheln sehr häufig waren. Sie hatten die schlankere Form derjenigen in der Saugscheibe. Im Gegensatz zu *Brisinga coronata* fehlten auf meinen Schnitten durch diese beiden Formen die Drüsenzellen im Radialnerven, der die zwei verschiedenen Kernarten auch sehr gut zeigte, gänzlich. Beide



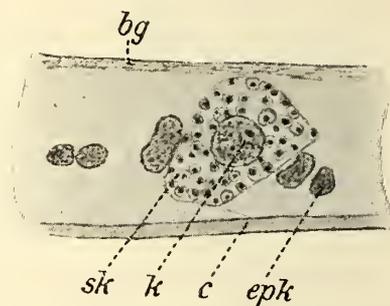
Textfig. 25. Distaler Armquerschnitt von *Brisinga coronata*, um die Drüsenzellen im Epithel der Armrückenhaut zu zeigen. Ok. 0, Obj. 4.

Vergleichsformen besitzen die Drüsenzellen im allgemeinen mehr im dorsalen Teile des Integuments.

Über die Funktion dieser Drüsengebilde, die sich mit Leichtigkeit an sämtlichen Brisingiden, besonders an *Odinia* und *Freyella* werden nachweisen lassen, ist nur auf Grund des anatomischen Befundes schwer etwas auszusagen. Ist das von ihnen abgesonderte Sekret leuchtend oder einfach schleimig, wie wir es bei vielen anderen Seesternen, z. B. *Echinaster sep.* schon kennen? Man weiß, daß die schon erwähnten beiden Arten von Drüsenzellen bei ein und derselben Art vorkommen können und TROJAN (77) hat bei Schlangennestern festgestellt, »daß die Histologie leuchtender und nichtleuchtender Stellen ein und desselben Tieres dieselbe ist«, daß die Unterscheidung — und hier stimmen ihm MANGOLD (54) und REICHENSPERGER (68a) völlig bei — von leuchtendem und nicht-



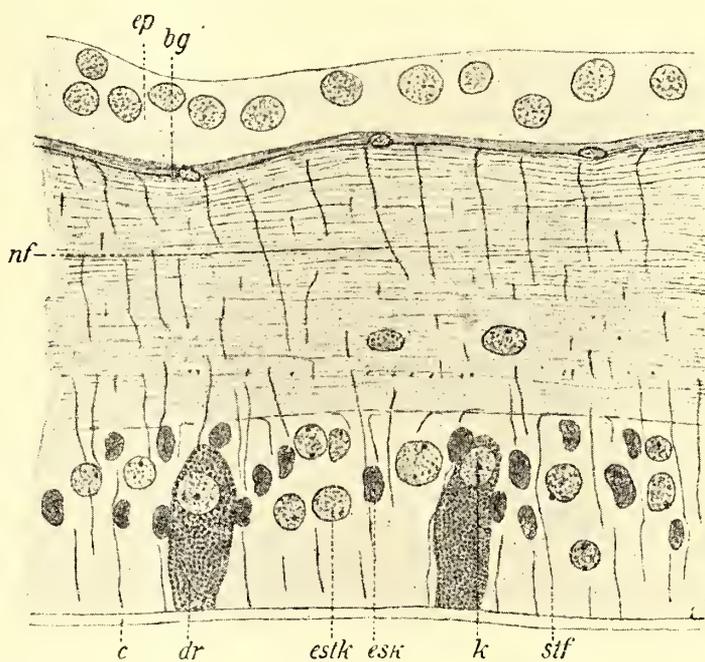
Textfig. 26. Drüsenzelle aus dem proximalen Armrückenhautepithel von *Brisinga coronata*.
Ok. 5, Obj. $\frac{1}{12}$ Ölimm.



Textfig. 27. Drüsenzelle aus dem Epithel der Mundhaut von *Brisinga coronata*.
Ok. 5, Obj. $\frac{1}{12}$ Ölimm.

leuchtendem Schleim, die J. STERZINGER (73) annimmt, nicht möglich ist, und daß wir es bei Ophiuriden kaum mit sekretorischer Lumineszenz zu tun haben. Auch MANGOLD (53) und SKOLOW (72) konnten eine spezielle Leuchtsubstanz als Sekret nicht nachweisen und REICHENSPERGER (68a) sagt: »Nach außen entleert werden wahrscheinlich nur Reste verbrauchten Sekretes.« Festzustellen ist ferner, daß alle vier genannten Forscher im Gegensatz zu J. STERZINGER (73) nachweisen konnten, daß das Leuchten intracellulär bezüglich intraglandulär vor sich geht und der leuchtende Schleim nicht aus gewöhnlichen Epithelzellen, sondern aus Schleimzellen sezerniert wird. Der Auffassung, daß es sich bei *Brisinga* gleichfalls um intracelluläres Leuchten handelt, — was ich nach den Beziehungen zwischen Asteriden und Ophiuriden und nach Kenntnis der auf diesen Vorgang in letzterer Gruppe bezüglichen Arbeiten für das Richtigere halte, — stehen die vielen entleerten Drüsenzellen entgegen. Ferner widersprechen

ihr die prall bis zur Öffnung mit Sekretkörnchen angefüllten Ausführungsgänge der Drüsenzellen der Füßchen, und der Nachweis von Sekretkörnchen außerhalb der Zellen, so daß also die Möglichkeit einer extracellulären Lumineszenz, wie sie bei *Pholas dactylus* stattfindet, vielleicht neben der intracellulären offen bleibt, wenn nicht dieses nach außen abgegebene Sekret nach REICHENSPERGER (68a) »wahrscheinlich ein Rest von verbrauchtem« ist. Für die intracelluläre Lumineszenz, d. h. dafür, daß das Leuchten wie Oxydationen und Fermentreaktionen ein Vorgang ist, der sich innerhalb der Zelle abspielt, spricht andererseits, daß ich keine Ausführungsgänge an Drüsenzellen in den Stacheln, Kalkrippen usw. finden konnte, diese also kaum in Aktion zu treten scheinen. TROJAN (77) und REICHENSPERGER (68a) stimmen ferner im Gegensatz zu J. STERZINGER (73) darin überein, daß »drüsenartige Zellen auch bei *Amphiura squamata* vorliegen, die sich aber nicht mit voller Sicherheit mit dem Leuchten in Verbindung bringen lassen, da sie hin und wieder auch an nichtleuchtenden Stellen zur Beobachtung kamen«. SKOLOW (72) spricht neben den REICHENSPERGERSCHEN »Leuchtzellen« noch »faserige Stränge« als Sitz des Leuchtens an.



Textfig. 28. Vertikaler Längsschnitt durch den Ambulacrarnerv von *Brisinga coronata* mit Drüsenzellen. Ok. 1, Obj. $\frac{1}{12}$ Ölimm.

Übereinstimmend haben alle vier letztgenannten Forscher festgestellt, daß die Füßchen der von ihnen untersuchten Schlangensterne im Gegensatz zu J. STERZINGER, der dies bei *Amphiura squamata* gesehen haben wollte, nicht leuchten, sondern daß im allgemeinen bei diesen Tieren leuchten (MANGOLD 53): Ventralplatten, Lateralplatten und sämtliche Stacheln. Wenn wir diese Ergebnisse mit dem anatomischen Befund bei *Brisinga coronata* in Einklang bringen wollen, so können wir annehmen, daß bei *Brisinga coronata*, und somit bei allen *Brisingiden* und leuchtenden Tiefseeseesternen, sicher sämtliche Stacheln (Scheiben-, Rand- und Furchenstacheln) und die Kalkquerrippen der Arme leuchten. Die Ventral- und Lateralplatten können zum Vergleich nicht herangezogen werden,

da erstere nicht einmal bei allen Ophiuriden vorhanden sind, und nur die letzteren mit Sicherheit den Adambulacralplatten der Seesterne entsprechen. Daß aber diese bei *Brisinga* leuchten sollen, dafür spricht nichts, wenigstens keine anatomische Besonderheit. Es leuchtet meiner Meinung nach, wenn auch weniger intensiv, ferner die ganze ventrale und dorsale Oberfläche des Tieres, wie es schon ASBJÖRNSEN (1856) bei *Brisinga endecacnemos* beobachtet hat, und wie aus der reichen Verteilung der Drüsenzellen geschlossen werden kann. Diese Behauptung wird hauptsächlich gestützt durch den oben hervorgehobenen morphologischen Unterschied zwischen den bei *Brisinga* vorhandenen »Leuchtdrüsenzellen« und den Schleimdrüsenzellen des Vergleichsmaterials. Das physiologische Experiment wird diese Behauptung bestätigen oder berichtigen müssen, denn nur die Verbindung der Physiologie mit der Histologie kann uns Aufschluß über das wunderbare Phänomen der tierischen Lumineszenz bringen.

Daß den Stacheln und Kalkrippen eine besonders starke Leuchtkraft zukommt, ist sicher, wie leicht aus den oben geschilderten Verhältnissen hervorgeht. Auch den Füßchen möchte ich das Leuchtvermögen zuschreiben, da die dortigen Drüsenzellen ganz den REICHENSPERGERSCHEN »Leuchtzellen« (68 a) und nicht den bis jetzt bei anderen Seesternen an derselben Stelle gefundenen Drüsenzellen gleichen. Verhältnismäßig wenig Licht dürften die distalen Armteile produzieren, da dort die Skelettanhänge rückgebildet sind, und die Drüsenzellen kleiner werden, ferner die Tastfüßchen und der Fühler. Die Terminalplatte wird heller als der Fühler erscheinen. Die relative Dunkelheit der Scheibe und der Armrückenhaut wird durch den Glanz der Skelettanhänge (die winzig kleinen Pedicellarien ausgenommen) verdeckt werden, so daß also die ASBJÖRNSENSCHE Bezeichnung unseres Tieres als »véritablement un exemplaire de luxe, une gloria maris« ihre natürliche Begründung gefunden hat.

Aus diesen letzten Erörterungen läßt sich kurz folgendes Wesentliche herausziehen: Die gefundenen Drüsenzellen treten zahlreich in dem Epithel der Saugscheibe der Stacheln und der Kalkrippen, weniger reichlich im dorsalen und ventralen Integument, an letzterer Stelle jedoch im Gegensatz zu den beiden Vergleichsformen *Astropecten aur.* und *Echinaster sep.* und somit wohl im Gegensatz zu den meisten anderen (wenigstens nicht leuchtenden?) Seesternarten sogar im Radialnerven und zwar hier wiederum zahlreicher auf. Auf Grund des anatomischen Befundes dieser Zellen, ihres an manchen Stellen gehäuften Vorkommens, ihrer Lage und des Vergleichens mit entsprechenden Gebilden der erwähnten Seesternarten und der Kenntnis ähnlicher Organe bei Ophiuriden ähneln sie ganz und gar den Leuchtzellen bei Schlangenternen und sind daher als Träger der Lu-

mineszenz bei Seesternen aufzufassen. Diese Leuchtzellen von *Brisinga coronata* besitzen einen großen, oft verdickten Zellkörper mit deutlichem Kern und körniges und schleimiges Sekret. Da sich ähnliche Gebilde auch an Stellen des Körpers finden, die vermutlich nicht leuchten, wie in dem Peritonealepithel, so muß das physiologische Experiment klärend wirken. Insbesondere dürften bei *Brisinga coronata* sicher sämtliche Stacheln und Kalkquerrippen, die Füßchen und das radiale Nervenband leuchten.

Der Auffassung, daß es sich bei den geschilderten Drüsengebilden, die übrigens MEURER (56) nicht beobachtet zu haben scheint, um Pigmentzellen handelt, widerspricht erstens, daß das Pigment bei *Brisinga* in Gestalt äußerst feiner Körperchen, die wie feiner Staub (also eckig) und nicht wie runde Sekretkörnchen aussahen, in fast allen Epithelzellen verstreut lag. Besonders an den dorsalen, distalen Armabschnitten und in den basalen Teilen der Stacheln und in dem Epithel der Kalkrippen trat es auf. Besondere Pigmentzellen, ebenso Pigment in den Zellen, wie die beschriebenen, habe ich nicht gefunden. Ebenfalls widerspricht jener Auffassung, daß diese Pigmentkörperchen sich ganz anders färbten, z. B. mit Eisenhämatoxylin heller blieben, während in gleichen Schnitten die Sekretkörnchen tiefschwarz aussahen.

Der REICHENSPERGERSCHE Satz (68a), »daß wir eine den Pigmentzellen verwandte Zellart vor uns hätten, wäre allerdings nicht unmöglich, schlosse auch eine Leuchtfähigkeit in keiner Weise aus«, besteht auch für die bei *Brisinga coronata* festgestellten Leuchtzellen völlig zu Recht.

Die Farbe des lebenden Tieres ist ein wenig ungleich. Die dorsale Seite ist mehr oder weniger tiefrot, die Unterseite bleich, oft ganz weiß, was auch damit übereinstimmt, daß ich ventral, besonders im Radialnerven, keine Pigmentkörperchen feststellen konnte. Auf der Rückenseite der Scheibe ist die Farbe weniger rein als auf den Armen und geht häufig in ein gelbliches Braun über. Diese Angaben rühren von SARS her (p. 6) und sind insofern zu beachten, als es die einzigen sind, die wir hierüber von unserem seltenen Tier haben.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die »real blood globules« von SARS sind Wanderzellen = »Amöbocyten« im Wassergefäßsystem und in der Leibeshöhle.

Die Ventile am radialen Wassergefäßkanal von *Brisinga coronata* besitzen eine ausgeprägte Ringmuskulatur. Ihre Funktion ist eingehend erörtert.

Über Anordnung und Lage der TIEDEMANN'Schen Körperchen ist Näheres ausgeführt. Ihre Verbindung mit dem Ringkanal des Wassergefäßsystems wurde festgestellt.

Ob die zahlreichen Hohlräume des Scheibenskelettringes die Funktion der fehlenden POLISchen Blasen übernehmen, oder ob sie nur als Wasserreservoir dienen, konnte nicht entschieden werden.

Die Füßchen von *Brisinga coronata* sind genau wie die der anderen Seesterne gebaut, besitzen also keine Ringmuskelschicht, wie SARS behauptet.

Der radiale Nerv zeigt deutlich zweierlei Zellelemente: Epithelzell- (= Stützzell-) Kerne und Sinneszellkerne. Es finden sich in ihm Drüsenzellen, zu denen ein deutlich als Epithelzellkern anzusprechender Kern gehört.

Der Terminalfühler zeigt keine besondere äußere Hervorragung, die dem Augenpolster augentragender Seesterne entspricht. Dafür ist sein nervöses Epithel an seiner Basis stark nach innen verdickt und umgreift ihn dort ganz. Er besitzt entgegen der Meinung von SARS, wie jedes Füßchen, eine deutliche Längsmuskelschicht.

Die gefundenen Drüsenzellen von *Brisinga coronata* stehen höchstwahrscheinlich in engster Beziehung zum Leuchten des Tieres. Sie entsprechen denen von gleicher Funktion bei Schlangensterne. Bei den Seesternen scheint wie bei den Schlangensterne intracelluläre Lumineszenz zu herrschen. Neben diesen Leuchtzellen kommen gewöhnliche, nichtleuchtende Schleimzellen vor.

Die Schleimdrüsenzellen von *Echinaster sepositus* und *Astropecten aurantiacus* wurden näher beschrieben.

Die gekreuzten und gestielten Pedicellarien von *Brisinga coronata* besitzen nur ein Paar Muskeln.

Eigentliche Pigmentzellen fehlen.

Literaturverzeichnis.

Die mit * versehenen Angaben finden sich in LUDWIGS (24) Literaturnachweis über *Brisinga coronata*, auf den seiner erschöpfenden Vollständigkeit wegen hier besonders hingewiesen sei.

1. 1856. SARS, M., J. KOREN et D. C. DANIELSEN, Fauna littoralis Norvegiae. 2. Livr. Bergen 1856. Fol. enthält: 3., ASBJÖRNSEN, P. CHR., *Brisinga endecaenemos*.
2. 1856. SARS, M., Forhandlingar ved de Skandinaviske Naturforskeres syvende Møde i Christiania p. 209.
3. 1859. BRONN, H. G., Die Klassen und Ordnungen des Tierreiches. 2. Bd. Leipzig und Heidelberg 1859.
4. 1866. HÄCKEL, E., Generelle Morphologie der Organismen. 2. Bd. Berlin 1866. p. 66.
5. SARS, G. O., Nye Echinodermer fra den norske Kyst in: Vid. Selsk. Forhandl. Christiania f. 1871.
6. 1872. THOMSON, WYWILLE, The Depths of the Sea. An account of the general results of the dredging cruises of H. W. SS. »Lightning« and »Porcupine« during the summers of 1868—1869—1870. London 1868—70. 2. Edition ibidem 1874.
7. 1875. *SARS, G. O., On some remarkable form of animal life from the great deep of the Norwegian coast: II. Researches on the Structure and Affinity of the Genus *Brisinga*, based on the study of a New Species: *Brisinga coronata*. Christiania 1875. 4° with 7 pl.
8. 1878. *LUDWIG, HUBERT, Zur Kenntnis der Gattung *Brisinga* in: Zeit. wiss. Z. 31. Bd. p. 216—235. Taf. 15.
9. 1878. VIGUIER, C., Anatomie comparée du squelette des Stelériides in: Arch. Z. expér. Tome 7. p. 33—250. pl. 5—16.
10. 1880. VERRILL, A. E., Notice of Recent Additions to the Marine Fauna of the Eastern Coast of North America in: Amer. Journ. Sc. (3). Vol. 19. 1880. p. 137—140.
11. 1882. *PERRIER, EDM., Note sur les *Brisinga* in: C. R. Acad. Sc. Paris. Tome 95. p. 61—63.
12. 1883. LORIOU, P. DE, Catalogue raisonné de Échinodermes recueillis par M. V. DE ROBILLARD à l'île Maurice. 1 et 2. 4°. Genève 1883.
13. 1884. VERRILL, E. E., Notice of the remarkable Marine Fauna occupying the outer banks of the Southern Coast of New England in: Amer. Journ. Sc. (3). Vol. 28. 1884. p. 213—220. 378—384.
14. 1884. STUDER, TH., Verzeichnis der während der Reise S. M. S. »Gazelle« um die Erde 1874—1876 gesammelten Asteriden und Euryaliden. Abh. Akad. Wiss. Berlin 1884. 64 pp. mit 5 Taf.
15. 1885. VERRILL, A. E., Notice of the remarkable Marine Fauna occupying the outer banks of the southern Coast of New England in: Amer. Journ. Sc. (3). Vol. 29 1885. p. 149—157.
16. 1885. PERRIER, EDM., Sur les *Brisingidae* de la Mission du Talisman in: C. R. Acad. Sc. Paris. Tome 101. p. 441—444.

17. 1891. ALCOCK, A. & H. WOODMASON, Natural History Notes from H. M. Indian Marine Survey Steamer »Investigator« in: Ann. Mag. Nat. Hist. (6). Vol. 7 (Echinoderma p. 12—15 and p. 427—443).
18. 1893. ALCOCK, A., Account of the Collection of Deep-Sea Asteroidea (Natural History Notes from H. M. Indian Marine Survey Steamer »Investigation«), *ibid.* Vol. 11. p. 73—121.
19. 1894. PERRIER, EDM., Les Échinodermes des expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman pendant les années 1880—1883. 1. Partie descriptive, Stélerides. Paris 1894. 431 pp. 26 Taf.
20. 1894. SLADEN, W. PERCY, Report on the Asteroidea collected by H. M. S. »Challenger« during the years 1873—1876 in: Challenger Rep. 7. Vol. 30. London. (Synopsis of the Species included in the Genus *Brisinga*.)
21. 1894. VERRILL, A. E., Description of new species of Starfishes and Ophiurans with a revision of certain species formerly described in: Proc. U. S. Nation. Mus. Vol. 17. p. 280—297.
22. 1895. *MARENZELLER, E. v., Echinodermen gesammelt 1893, 1894 in: Denkschr. Akad. Wiss. Wien. 62. Bd. p. 123—148.
23. 1896. *KOEHLER, R., Rev. Biol. Nord France. 1895.
24. 1897. LUDWIG, HUBERT, Seesterne des Mittelmeeres in: Fauna Flora Golf Neapel. 24. Monogr. 1897. p. 418—438.
25. 1899. — in BRONNS »Klassen und Ordnungen des Tierreichs«. 2. Bd. 3. Abt. Echinodermata. 2. Buch: Die Seesterne. Leipzig 1899.
26. 1905. — Bonn 1905. in: Mem. Mus. of Compar. Z. Vol. 32.
27. 1905. FISHER, WALTER K., 1. New Starfishes from deep water of Kalifornia and Alaska in: Bull. Bur. Fish., Washington. Vol. 24. p. 291—320.
28. 1906. — The Starfishes of the Hawaian Islands: *ibid.* Vol. 23. p. 987—1130.
29. 1907. LLOYD, R. E., Contributions to the Fauna of the Arabian Sea in: Rec. Ind. Mus. 1907. Vol. 1. p. 1—12.
30. 1909. KOEHLER, R., An Account of the Deep-Sea Asteroidea collected by the Royal Indian Marine Survey ship »Investigator« (Astéries recueillies par l'Investigator dans l'Océan Indien. 1. Les Astéries de Mer profonde). Calcutta 1909. 143. p. 14.
31. BARTHELS, P., Die großen Hautdrüsen der *Echinaster*-Arten in: Z. Anz. 29. Bd. 1906. p. 639—640.
32. BECHER, SIEGFRIED, *Rhabdomolgus ruber* Keferstein und die Stammform der Holothurien in: Zeit. Wiss. Z. 88. Bd. p. 549.
33. BÖHM & OPPEL, Leitfaden der mikroskop. Technik. 5. und 6. Aufl.
34. CUÉNOT, L., Contribution à l'étude anatomique des Astérides in: Arch. Zool. Expér. (2). Tome 4. Suppl. bis 2. Mém. 1888.
35. — Études morphologiques sur les Échinodermes in: Arch. Biol. Tome 11. 1891. p. 303—680.
36. — Études physiologiques sur les Échinodermes in: Arch. Zool. Expér. Tome 9. p. 223—259. 1901.
37. DIETRICH, R., Über das Leuchten der Tiere. Gymnasial-Programm Breslau 1888.
38. EHRENBERG, C. G., Vorläufige Mitteilungen einiger bisher unbekannter Strukturverhältnisse bei Akalephen und Echinodermen in: Arch. An. Phys. 1834. p. 577—580 (zur Struktur von *Asterias violacea*).
39. GADEAU DE KERVILLE, Die leuchtenden Tiere und Pflanzen. Leipzig 1893.

40. GIESBRECHT, Über das Leuchten der pelag. Copepoden und das tierische Leuchten im allgemeinen in: Mitt. Z. Stat. Neapel. 11. Bd. 1895.
41. GREGORY, J. W., The Stelleroidea. Ray-Lancaster, A Treatise on Zoology Pt. 3 Echinoderma. London 1900.
42. HÄCKEL, E., Über die Augen und Nerven der Seesterne in: Zeit. Wiss. Z. 10. Bd. p. 183—190.
43. — Über die Kometenform und den Generationswechsel der Echinodermen: *ibid.* 30. Bd. Suppl. 1878. p. 424—445.
44. HAMANN, OTTO, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. 1. Die Holothurien (*Pedata*) und das Nervensystem der Asteriden: *ibid.* 34. Bd. 1883. p. 145—190.
45. — Beiträge zur Histologie der Echinodermen: Heft 2. Die Asteriden anatomisch und histologisch untersucht. Jena 1885.
46. HOFFMANN, C. K., Zur Anatomie der Asteriden in: *Niederländ. Arch. Z.* 2. Bd. 1872. p. 1—32.
47. JICKELI, CARL F., Vorläufige Mitteilung über das Nervensystem der Asteriden in: *Z. Anz.* 11. Bd. 1888. p. 339—342.
48. KÜKENTHAL, W., Leitfaden für das zool. Praktikum. Jena 1910. p. 127.
49. LANGE, RICHARD, Beiträge zur Anatomie und Histologie der Asteriden und Ophiuren in: *Morph. Jahrb.* 2. Bd. 1876. p. 241—286.
50. LEE & MEYER, Grundzüge der mikroskop. Technik für Zoologie und Anatomie. 3. Aufl. 1907.
51. LORIOU, P. DE, Notes pour servir à l'étude des Échinodermes in: *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève.* Vol. Suppl. 1891. 31 pp.
52. LUDWIG, HUBERT, Beiträge zur Anatomie der Asteriden in: *Zeit. Wiss. Z.* 30. Bd. 1877. p. 99—102.
53. MANGOLD, E., Leuchtende Schlangensterne und die Flimmerbewegung bei *Ophiorthrix fragilis* in: *Arch. Ges. Phys.* 118. Bd. 1907. p. 613—640. 15 Fig.
54. — Über das Leuchten und Klettern der Schlangensterne. in: *Biol. C. B.* 28. Bd. 1908. p. 169—176.
55. — Sinnesphysiol. Studien an Echinodermen. 1. Reaktion auf Licht und Schatten in: *Zeit. Allg. Phys.* 9. Bd. p. 112—146.
56. MAYER, PAUL, Über Schleimfärbung in: *Mitt. Z. Stat. Neapel.* 3. Bd. 1896.
57. MEURER, WALD., Über Augen bei Tiefsee-Seesternen. Bonner Diss. Köln. 1907.
58. OWSJANNIKOW, PH., Über das Nervensystem der Seesterne in: *Bull. Acad. Sc. St. Pétersbourg.* Tome 15. 1871. p. 310—318.
59. ÖSTERGREN, HJ., Über die Funktion der Füßchen bei Schlangensteinern in: *Biol. C. B.* 26. Bd. 1904. p. 559—566.
60. PFEFFER, W., Die Sehorgane der Seesterne in: *Z. Jahrb. Abt. Morph.* 14. Bd. 1901. p. 523—548.
61. PFLÜGER, E., Über die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen in: *Arch. Ges. Phys.* 10. Bd. 1875. p. 275—300.
62. PIETSCHMANN, O., Zur Kenntnis des Axialorgans und der ventralen Bluträume der Asteriden in: *Arb. Z. Inst. Wien.* 16. Bd. 1906. p. 63—87.
63. PREYER, M., Über die Bewegungen der Seesterne in: *Mitt. Z. Stat. Neapel.* 3. Bd. 1886/87.
64. PLESSNER, HELMUTH, in: *Z. Jahrb. Abt. Allg. Z. Phys.* 33. Bd. 1913.
65. PROUHO, M., Du sens de l'odorat chez les Étoiles de mer in: *C. R. Acad. Sc. Paris.* Tome 110. 1890. p. 1343.

66. PÜTTER, AUG., Leuchtende Organismen in: Zeit. Allg. Phys. 5. Bd. 1905.
 67. REICHENSFELDER, AUG., Zur Kenntnis des Genus *Ophiopsila* Forb. in: Zeit. Wiss. Z. 89. Bd. 1908. p. 174.
 68a. — Die Drüsengebilde der Ophiuren: *ibid.* 91. Bd. 1908.
 68b. — Über Leuchten von Schlangensterne in: Biol. C. B. 28. Bd. 1908. p. 166—168.
 69. ROMANES, GEORGE, J. & J. COSSART EWART, Observations on the Locomotor System of Echinodermata in: Philos. Trans. R. Soc. London. Vol. 172. 1882. p. 829 bis 885.
 70. ROUSSEAU, E., Eine Methode zur Entkalkung und Entkieselung der Schwämme in: Zeit. Wiss. Mikr. 14. Bd. p. 207.
 71. SCHNEIDER, K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Leipzig 1902.
 72. SOKOLOW, IWAN, Zur Frage über das Leuchten und die Drüsengebilde der Ophiuren in: Biol. C. B. 29. Bd. p. 637—648. 6 Fig.
 73. STERZINGER, IRENE: Über das Leuchtvermögen von *Amphiura squamata* Sars in: Zeit. Wiss. Z. 88. Bd. p. 358—384. T. 23 und 24.
 74. TEUSCHER, R., Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. 3. Asteridae in: Jena Zeit. Naturw. 10. Bd. 1876. p. 453—516.
 75. TIEDEMANN, FRIEDR., Anatomie der Röhrenholothurie des pommeranzfarbigen Seesterns und Stein-Seeigels. Landshut 1816.
 76. TROJAN, E., Das Leuchten der Schlangensterne in: Biol. C. B. 28. Bd. 1908.
 77. — Leuchtende Ophiuriden in: Arch. Mikr. Anat. 73. Bd. p. 283—312.
 78. — Die Lichtentwicklung bei *Amphiura squamata* Sars in: Z. Anz. 34. Bd. p. 776 bis 781.
 79. VIVIANI, Phosphorescentia maris. Genua 1805.
 80. VOGT, CARL & EMIL YUNG, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Braunschweig 1888. 1. Bd. p. 581—618.
 81. WILSON, H., The nervous system of the Asteridae with observations on the structure of the organs of sense and remarks on the reproduction of lost rays in: Trans. Linn. Soc. London. Vol. 23. 1860. p. 107—123.

Erklärung der Bezeichnungen und Abbildungen.

In allen Figuren bedeutet:

<i>Bl</i> , Blutlakunen;	<i>L</i> , Langesche Nerven (Hyponeuralsystem);
<i>F</i> , Fühler;	<i>L-H</i> , Leibeshöhle (Enterocöl);
<i>Fn</i> , Füßchen;	<i>M</i> , Magen;
<i>FnHo</i> , Füßchenhohlraum;	<i>Me</i> , Mesenterien;
<i>Fst</i> , Furchenstacheln;	<i>Mh</i> , Mundhaut;
<i>GBl</i> , Genitalblutgefäß;	<i>Mp</i> , Madreporenplatte;
<i>Gp</i> , Genitalporus;	<i>OBl</i> , oraler Blutgefäßbring;
<i>Ho</i> , Hohlräume des Scheibenskelettringes;	<i>P</i> , Pedicellarien;
<i>Kq</i> , Kalkquerrippen;	<i>Ps</i> , Pseudohämalkanal (Hyponeural-
<i>Kqst</i> , Stacheln der Kalkquerrippen;	kanal);
<i>Kz</i> , Keimzellen;	<i>Qum</i> , Armquermuskeln;

<i>R</i> , Regenerationsstellen;	<i>c</i> , Cuticula;
<i>Rdbl</i> , Radialer Blinddarm;	<i>dr</i> , Drüsenzellen
<i>RK</i> , Radialkanal des Wassergefäßsystems;	<i>ep</i> , Epithel;
<i>RW</i> , Ringkanal;	<i>ec</i> , Cölomepithel;
<i>Rgn</i> , Ringnerv;	<i>ek</i> , Körperepithel;
<i>Rn</i> , Radialnerv;	<i>epk</i> , Epithelkern;
<i>Rst</i> , Randstacheln;	<i>esk</i> , Epithelsinneszellkern;
<i>RBl</i> , radiale Blutgefäße;	<i>estk</i> , Epithelstützzellkern;
<i>Sch</i> , Schizocöl;	<i>end</i> , Endothel;
<i>Schl</i> , schlauchförmiger Kanal;	<i>f</i> , »corpuscules fusiformes«;
<i>Schl</i> , Wandung des schlauchförmigen Kanals;	<i>hm</i> , hyaline Membran;
<i>Schst</i> , Scheibenstacheln;	<i>i</i> , interradiale Räume;
<i>Ssch</i> , Saugscheibe;	<i>k</i> , Drüsenzellkern;
<i>Sp</i> , Sinnespolster;	<i>kkg</i> , Kalkgrundsubstanz;
<i>St</i> , Stachelachse;	<i>lm</i> , Längsmuskelfasern;
<i>StK</i> , Steinkanal;	<i>mj</i> , Muskelfasern;
<i>T</i> , Terminalplatte;	<i>mk</i> , Muskelkerne;
<i>Tf</i> , Tastfüßchen;	<i>nj</i> , Nervenfasern;
<i>Ti</i> , Tiedemannsche Körperchen;	<i>nz</i> , Nervenzellschicht;
<i>W</i> , Wurm;	<i>ö</i> , Öffnung;
<i>Z</i> , Zentralgeflecht des Blutgefäßsystems;	<i>pg</i> , Pigment;
<i>Zr</i> , Zwischenrippe;	<i>r</i> , radiale Räume;
<i>a</i> , After;	<i>rm</i> , Ringmuskelfasern;
<i>ab</i> , Amöbocyten;	<i>schl</i> , Schleim;
<i>ag</i> , Ausführungsgang;	<i>sk</i> , Sekretkörnchen;
<i>ak</i> , Ausführungskanälchen;	<i>stf</i> , Stützfasern;
<i>ap</i> , Ampulle;	<i>vd</i> , Verdickung;
<i>bg</i> , Bindegewebe;	<i>vs</i> , Ventilspalt;
<i>bgz</i> , Wanderzellen des Bindegewebes;	<i>vt</i> , Ventiltasche;
	<i>w</i> , Wimpern.

Tafelerklärung.

Tafel 12.

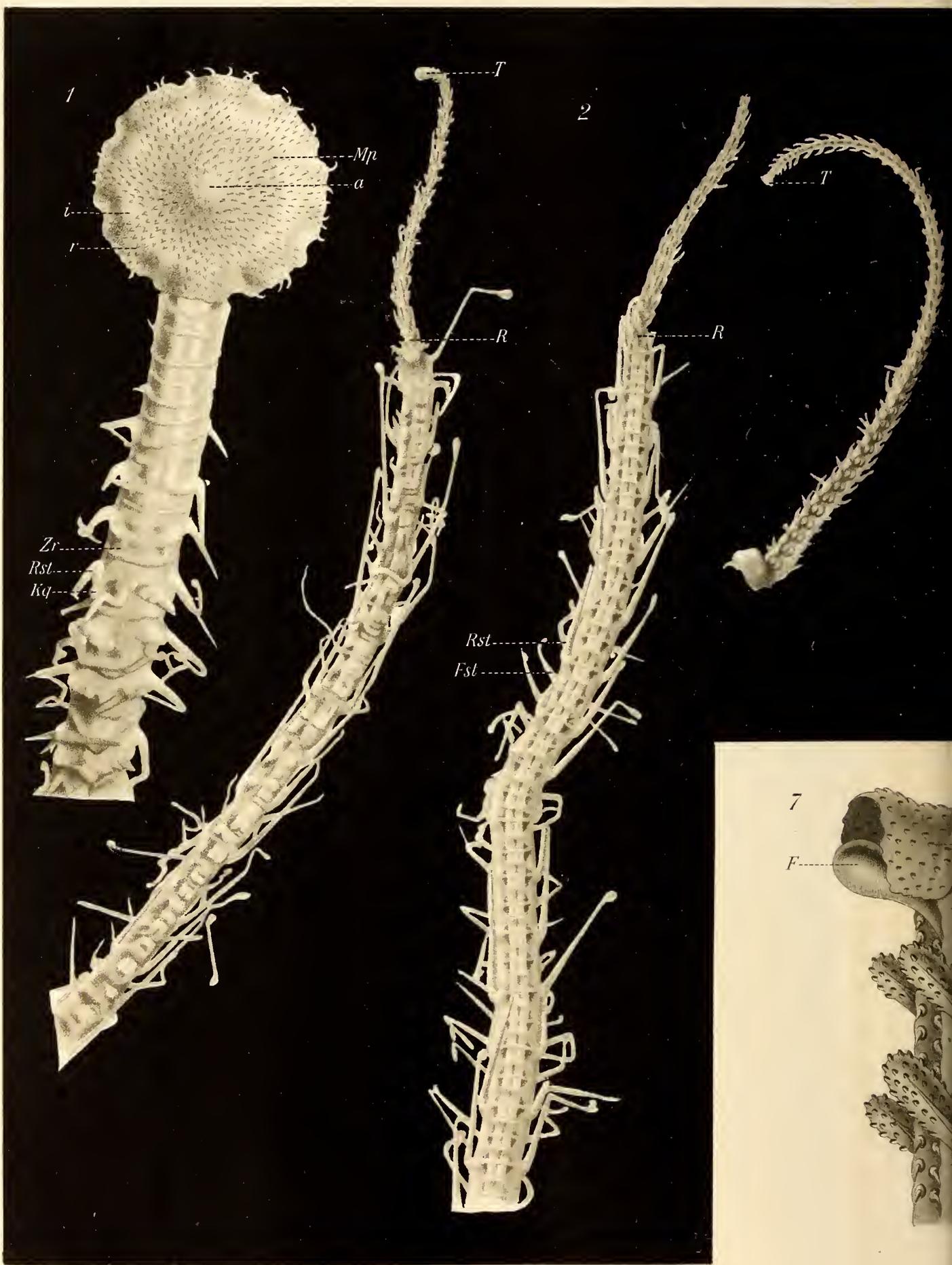
- Fig. 1. Scheibe mit Arm *c*, Vergr. etwa 2.
 Fig. 2. Arm *a* (links), Arm *c* (rechts). Vergr. etwa 2.
 Fig. 3. Armstücke *d* und *e*. Vergr. etwa 2.
 Fig. 4. Distales Ende des Armes *a* in natürlicher Lage. Ok. 3; Obj. 2.
 Fig. 5. Terminalfühler der Terminalplatte in eine Ebene gedrückt (etwas schematisiert).
 Fig. 6. Terminalplatte in vorhergehender Figur vom Rücken gesehen (etwas schematisiert).
 Fig. 7. Terminalplatte seitlich; Fühler etwas herausgehoben, um die Form zu zeigen (etwas schematisiert).

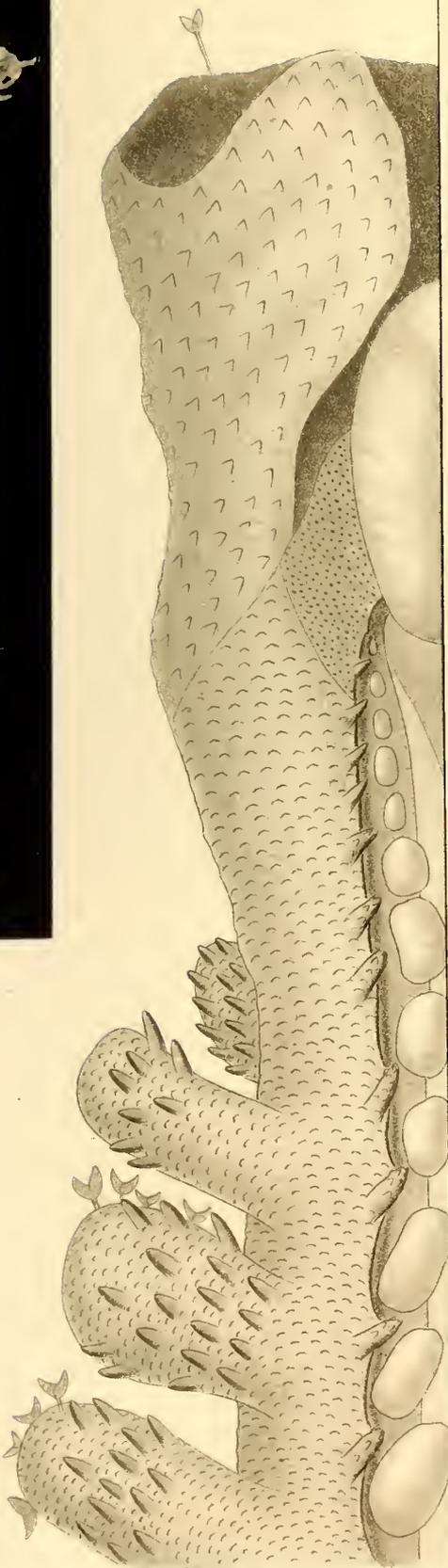
Tafel 13.

- Fig. 8 und 9. Schizocölräume der dorsalen Körperwand mit Bindegewebswanderzellen. Ok. 2, Obj. 4.
- Fig. 10. Amöbocyten = »blood globules Sars« aus dem Radialkanal des Wassergefäßsystems. Ok. 5, Obj. 4.
- Fig. 11. Horizontalschnitt durch den Radialkanal des Wassergefäßsystems, um die Ventile zu zeigen. Ok. 5, Obj. 2.
- Fig. 12. Steinkanal, schlauchförmiger Kanal und Zentralgeflecht des Blutgefäßsystems quer geschnitten. Ok. 0, Obj. 4.
- Fig. 13. Querschnitt durch die Ambulacralrinne, der den unteren Armquermuskel nicht getroffen hat. Ok. 5, Obj. 4.
- Fig. 14. Querschnitt durch die Ambulacralrinne, der den unteren Armquermuskel getroffen hat. Ok. 3, Obj. 4.
- Fig. 15. Querschnitt durch das Armstück *d*. Ok. 3, Obj. 4.

Tafel 14.

- Fig. 16. Vertikaler Längsschnitt durch Fühler und Terminalplatte. Ok. 1, Obj. 4.
- Fig. 17. Der mittlere Teil des Sinnespolsters der vorhergehenden Figur vergrößert. Ok. 3, Obj. $\frac{1}{12}$ Ölimm.
- Fig. 18. Querschnitt durch ein Genitalblutgefäß. Ok. 5, Obj. 7.
- Fig. 19. Querschnitt durch den proximalen Teil des Armes *c* (radialer Blinddarm noch unpaar), um die Genitalblutgefäße zu zeigen. Ok. 1, Obj. 4.
- Fig. 20. Vergrößerter Teil aus Fig. 15. Ok. 5, Obj. $\frac{1}{12}$ Ölimm.
- Fig. 21. Längsschnitt durch eine Saugscheibe von *Brisinga coronata*. Ok. 3, Obj. 7.
- Fig. 22. Längsschnitt durch einen Randstarhel derselben Art. Ok. 0, Obj. 4.
-





T

Kq

Rst

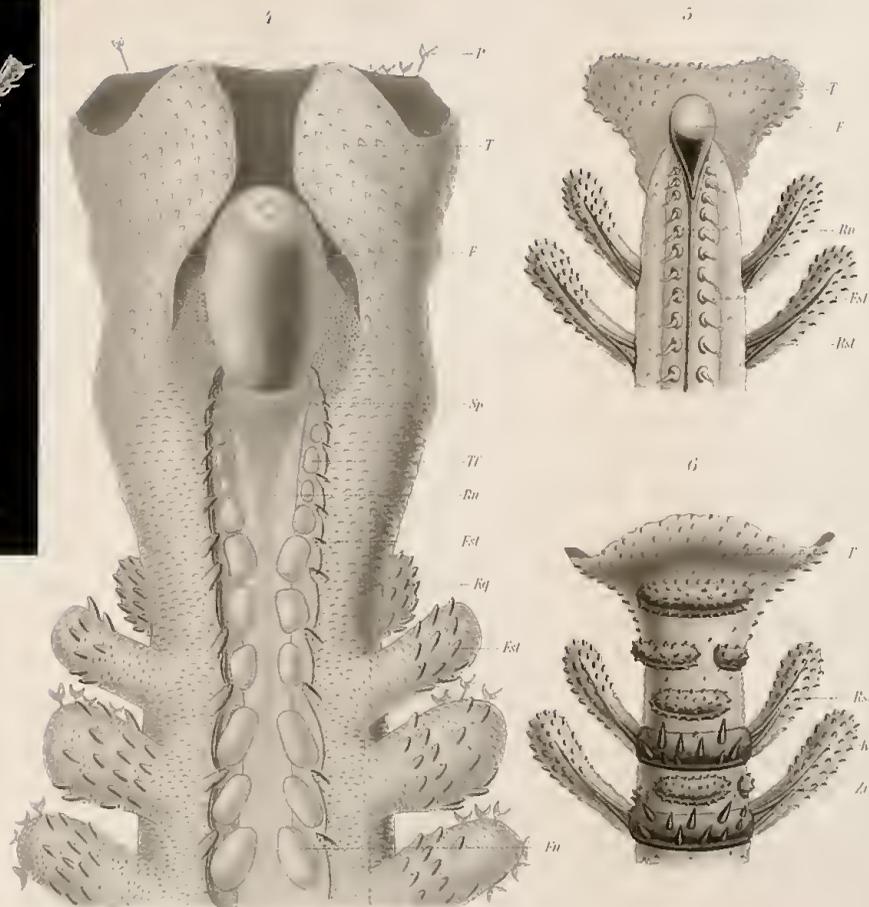
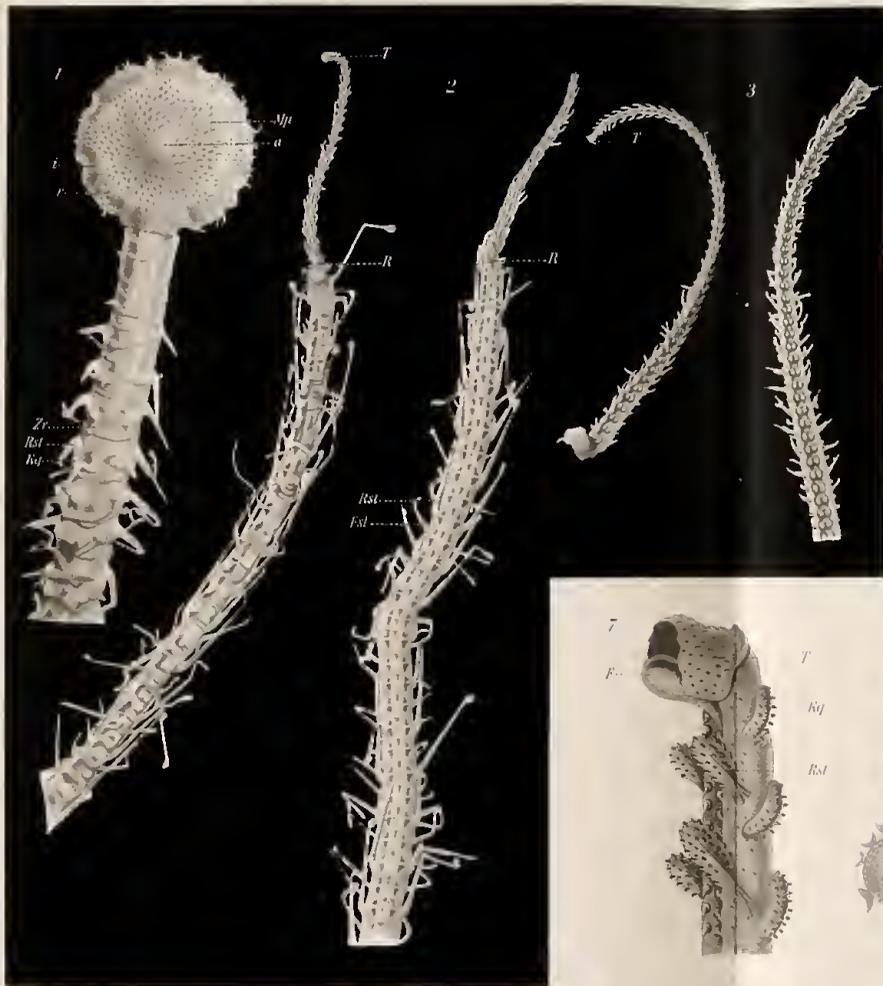


Fig. 8

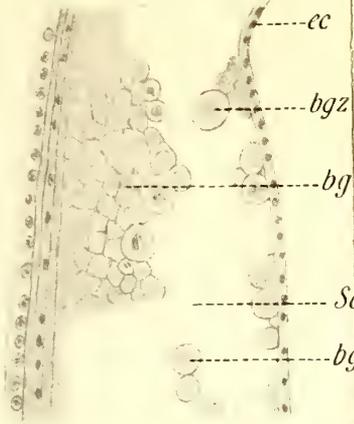


Fig. 9

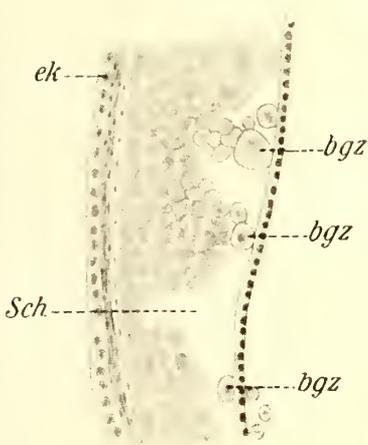


Fig. 14

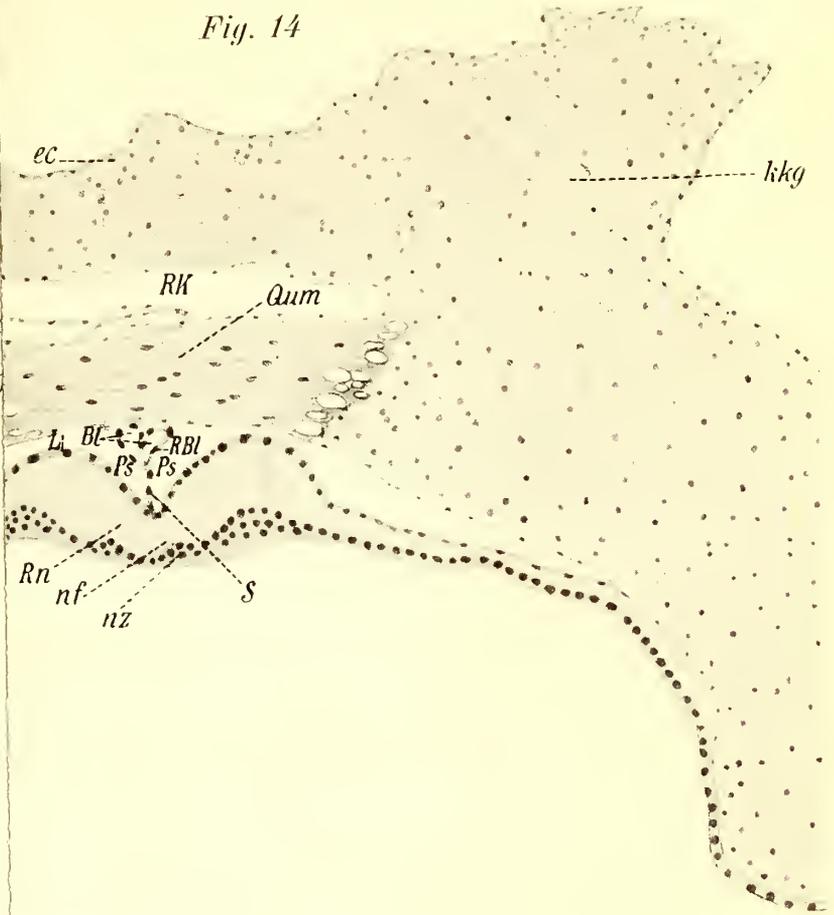
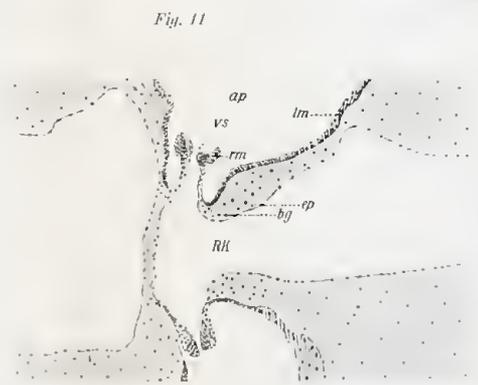
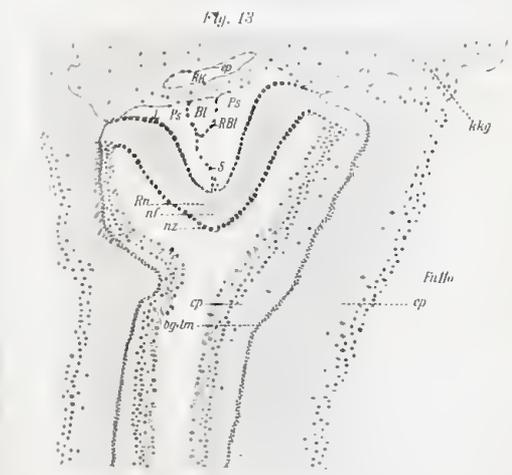
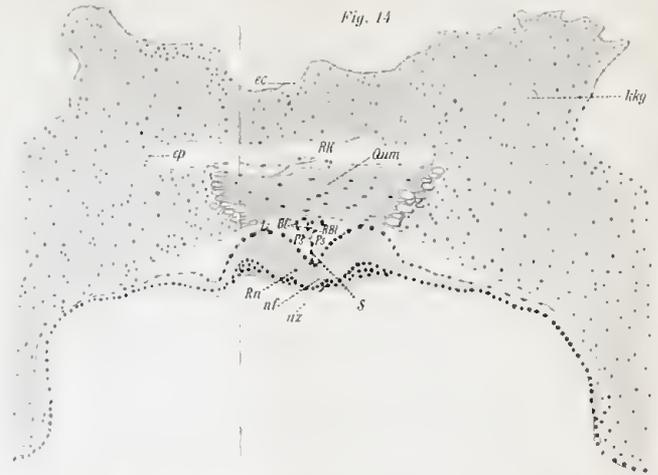
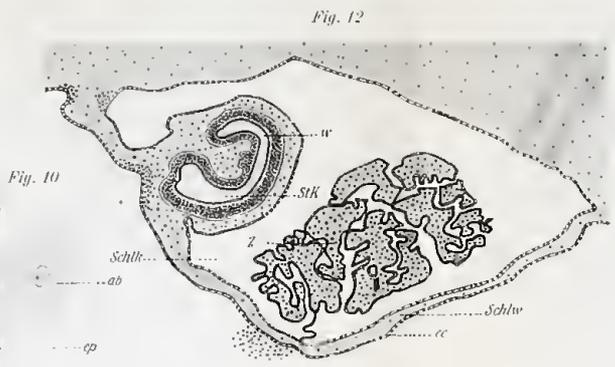


Fig. 15





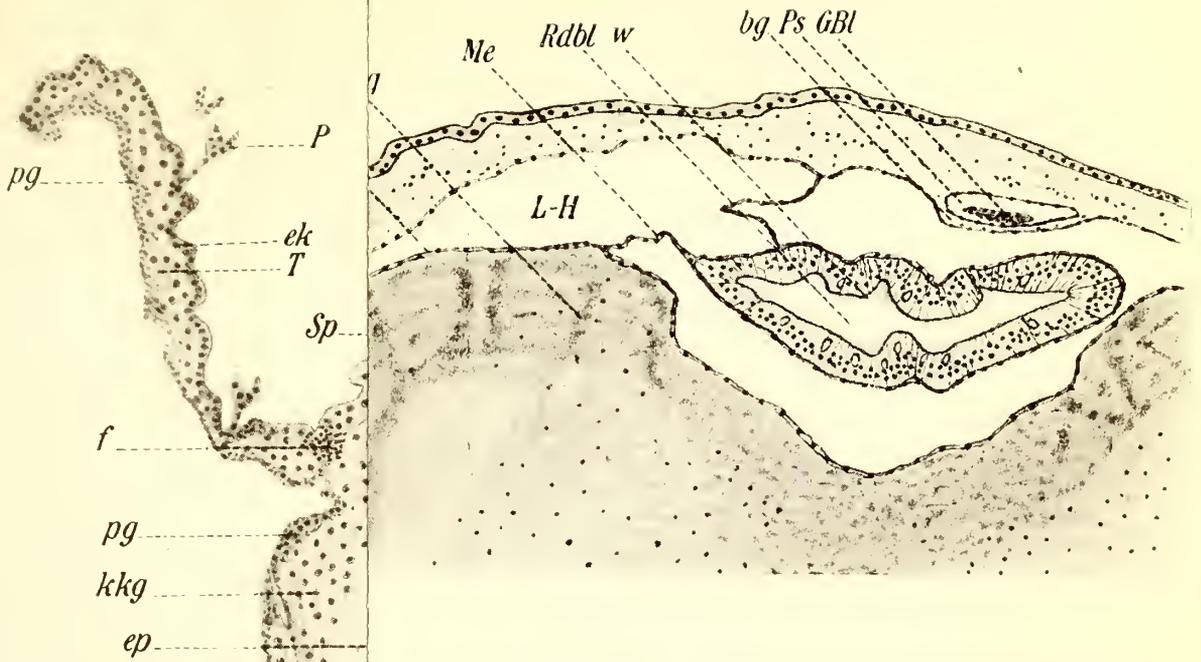


Fig. 21

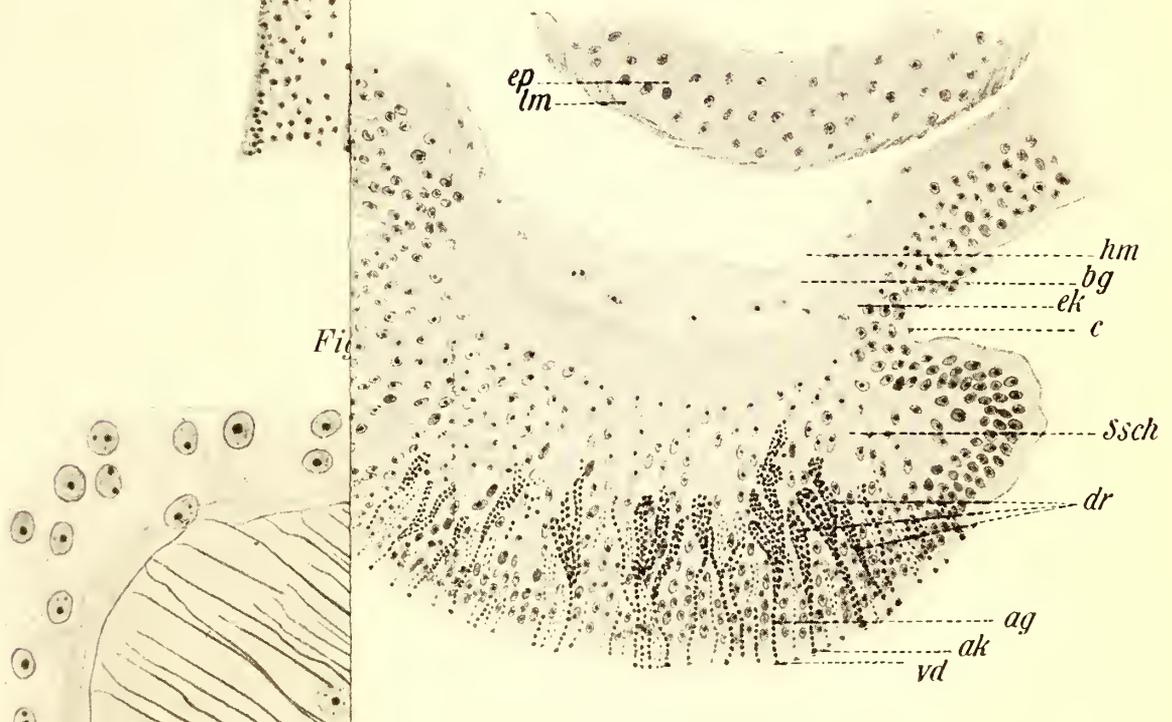
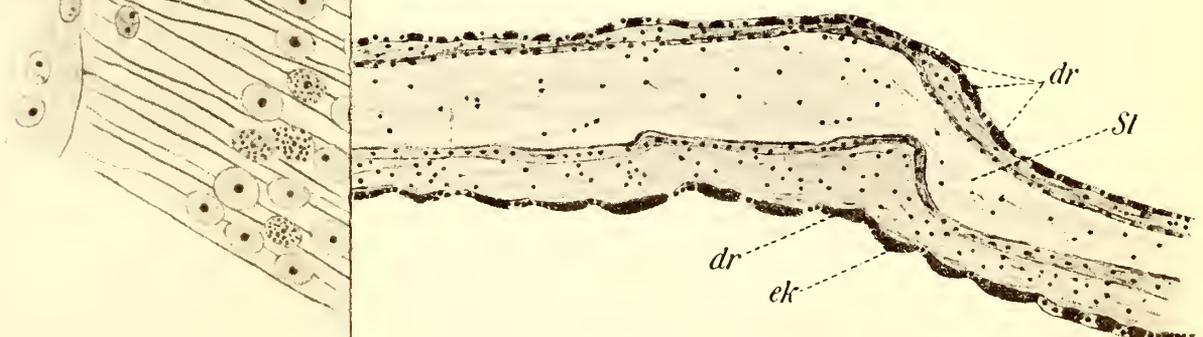
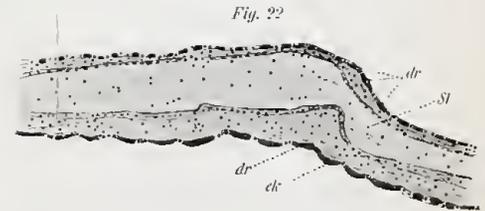
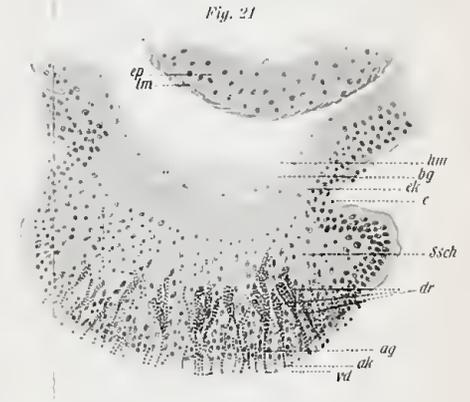
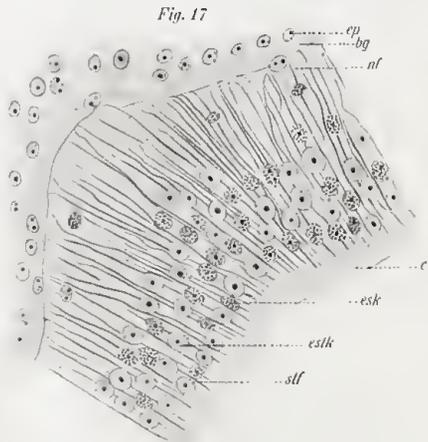
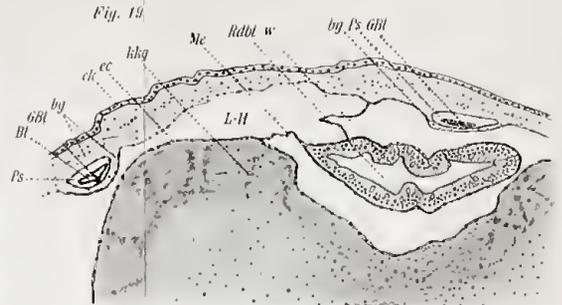
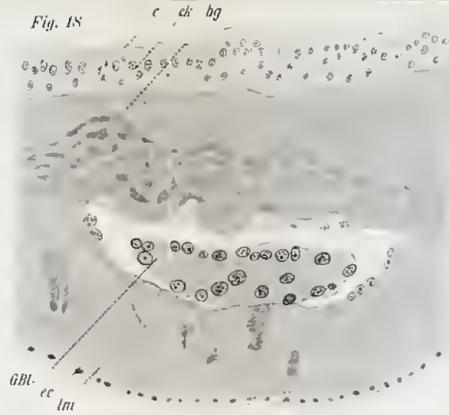
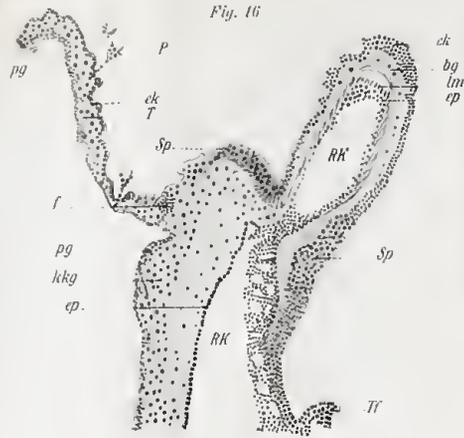


Fig. 22





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel](#)

Jahr/Year: 1914-1921

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Thust Kurt Albert

Artikel/Article: [Zur Anatomie und Histologie der Brisinga coronata Gr. O. Sars unter besonderer Berücksichtigung der Lumineszenz der Brisingiden. 367-432](#)