

VIII.

Echinoderma

von TH. MORTENSEN, Kopenhagen, & I. LIEBERKIND, Kopenhagen

Mit 126 Abbildungen

Charakteristik Die Stachelhäuter sind radiär-symmetrische Meerestiere von sehr verschiedener Gestalt und Größe, mit einem Kalkskelett und Saugfüßchen, die in Verbindung mit einem Wasserkanalsystem stehen.

Sie werden nach ihrem Bau in fünf Hauptgruppen geteilt, nämlich:
 Seelilien (*Crinoidea*)
 Seesterne (*Asteroidea*)
 Schlangensterne (*Ophiuroidea*)
 Seeigel (*Echinoidea*)
 Seewalzen (*Holothurioidea*).

Der Echinodermenkörper ist radiär-symmetrisch zu einer Achse gebaut, die vom Mittelpunkte der Dorsalseite bis zum Mittelpunkte der Ventral- oder Oralseite geht. Die Symmetrie ist fast immer eine fünfstrahlige, was durch die Anordnung der Saugfüßchen zum Ausdruck kommt. Die Abschnitte, welche Saugfüßchen tragen, werden Radian (*Ambulacra*) genannt, und die Abschnitte, die zwischen den Radian liegen, Interradian oder Interambulacra. Diese Symmetrie ist aber nicht nur eine äußere, auch die inneren Organe (vom Darmkanal abgesehen) sind radiär gebaut. Die Radian können \pm vorspringen (Seesterne, Schlangensterne, Seelilien) und werden dann gewöhnlich „Arme“ genannt, oder sie können mit den Interradian ihrer ganzen Länge nach verbunden sein, wodurch der Körper entweder kugelig oder eiförmig (Seeigel) oder wurmförmig (Seewalzen) wird.

Nur bei den Seelilien und einigen Schlangensteinern (*Gorgonocephalidae*) sind die Arme geteilt.

Systematischer Teil

Bestimmungstabelle der Stachelhäuter

(Echinoderma).

- A.** Arme federförmig, ohne Stacheln. Einige Formen (auch die Jugendformen) durch einen Stiel befestigt
 Seelilien (*Crinoidea*) (s. S. VIII. 3).
- B.** Arme (Radien) nie federförmig; Stacheln meistens vorhanden:
- a) Körper kugelig oder eiförmig; Mund zuweilen mit Zähnen
 Seeigel (*Echinoidea*) (s. S. VIII. 23).
- b) Körper stern- oder walzenförmig:
- 1) Körper sternförmig:
- α) Arme deutlich von der Scheibe abgesetzt; Saugfüßchen nur schwach entwickelt, nicht in einer Furche an der Unterseite der Arme
 Schlangensterne (*Ophiuroidea*) (s. S. VIII. 13).
- β) Arme nicht deutlich von der Scheibe abgesetzt; Saugfüßchen wohlentwickelt in zwei oder vier Reihen in einer Furche an der Unterseite der Arme
 Seesterne (*Asteroidea*) (s. S. VIII. 5).
- 2) Körper walzenförmig; Mund von einem Tentakelkranz umgeben . . . Seewalzen (*Holothurioidea*) (s. S. VIII. 28).

I. Seelilien (*Crinoidea*).

Die Seelilien oder Crinoiden sind Stachelhäuter, die entweder das ganze Leben hindurch oder nur im Jugendstadium vermittels eines gegliederten Stieles festsitzen. Der Körper ist kelchförmig, die Arme sind federförmig. Mund- und Analöffnung befinden sich auf der Ventralseite.

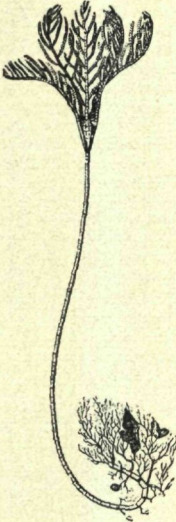


Fig. 1.
Rhizocrinus lofotensis,
schwach vergrößert.
Nach WYVILLE THOMSON aus
Th. MORTENSEN.



Fig. 2.
Zirren einer *Hathrometra sarsi*
(1) und eines
Antedon petasus (2); 6:1.
Nach Th. MORTENSEN.

Bestimmungstabelle der Seelilien.

A. Mit Stiel; Basal- und Radialplatten frei, einen deutlichen Becher bildend:

1. Familie: *Bourgueticrinidae* Lorioi
mit *Rhizocrinus lofotensis* (M. Sars) (Fig. 1).

B. Ohne Stiel, die Jugendstadien ausgenommen; Basal- und Radialplatten vom oberen Glied des Stieles verdeckt:

2. Familie: *Antedonidae* A. H. Clark:

1) Die Cirren mit deutlich dornenförmiger Verlängerung der Unterseite der Glieder

Hathrometra sarsi (Düben & Koren) (Fig. 2).

2) Die Cirren ohne dornenförmige Verlängerung der Unterseite der Glieder [*Antedon* (de Fréminville) (Fig. 2)]:

- a) Der äußere Rand der Brachialia dicker und vorspringend
Antedon bifida (Pennant) (Fig. 3).

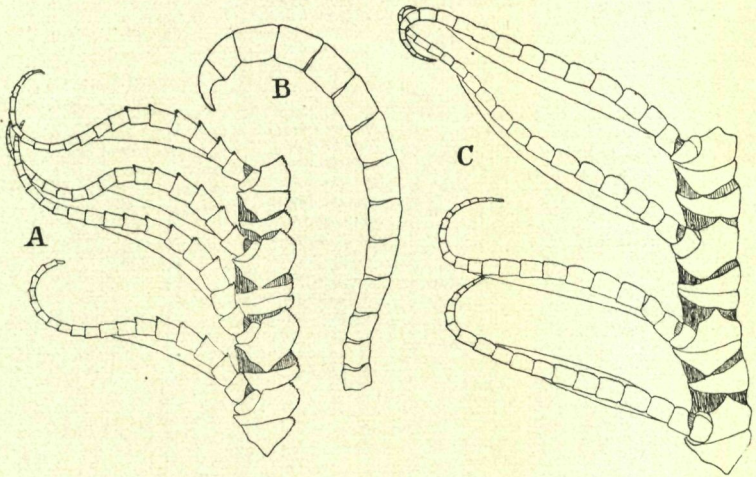


Fig. 3. Teil der Arme mit Geschlechtspinnulae von *Antedon bifida* (A) und *A. petasus* (C); Cirrus von *A. bifida* (B). 7:1. — Nach Th. MORTENSEN.

- b) Der äußere Rand der Brachialia nicht dicker und nicht vorspringend . *Antedon petasus* (Düben & Koren) (Fig. 2, 3).

II. Seesterne (*Asteroidea*).

Die Seesterne oder Asteriden sind freilebende Stachelhäuter mit sternförmigem oder pentagonalem Körper. Die Arme sind gewöhnlich nicht deutlich von der Scheibe abgesetzt. Die Saugfüßchen liegen in einer offenen Furche, an der Unterseite der Arme. Die Geschlechtsorgane und die radialen Blinddärme (Leberschläuche) strecken sich in die Arme hinein. Der Magen ist sackförmig, der Darm sehr schwach entwickelt oder fehlend, der Anus sehr klein oder fehlend. Bei einigen Formen finden sich Pedzellarien.

Bestimmungstabelle der Seesterne.

A. Die Marginalplatten sind deutlich und bilden eine scharfe Grenze zwischen Dorsal- und Ventralseite; Papulae nur auf der Dorsalseite vorhanden; die Saugfüßchen in zwei Reihen (B auf S. VIII. 9):

1. Ordnung: *Phanerozonia* Sladen.

1) Dorsalseite nur mit Paxillen; die Saugfüße enden spitz, ohne Saugscheibe; die dorsalen und ventralen Marginalplatten stehen einander gegenüber; keine radialen Längsmuskeln:

1. Unterordnung: *Paxillosa* Perrier.

a) Die dorsalen Randplatten durch Paxillen ersetzt (Fig. 4); Papulae viellappig; die Geschlechtsorgane in einer langen Reihe an jeder Seite der Arme.

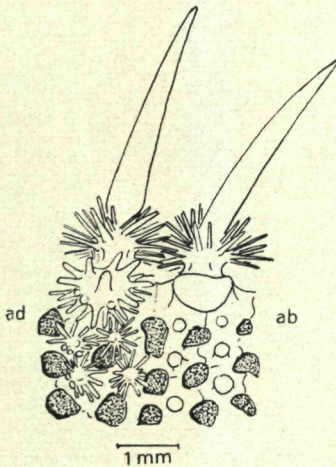


Fig. 4.

Luidia sarsi, Teil der Dorsalseite mit Paxillen, die oberen Marginalplatten und das obere Ende der unteren Marginalplatte; in der rechten Hälfte sind die Stachelchen der Paxillen und oberen Marginalplatte weggenommen.

ad adoral, ab aboral.
Nach I. LIEBERKIND.

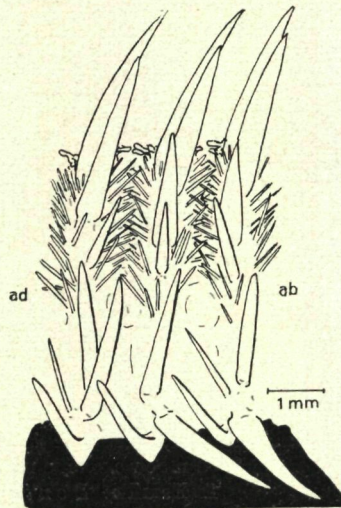


Fig. 5.

Untere Marginalplatten und Furchenbestachelung von *Luidia sarsi*; ad adoral, ab aboral. — Nach I. LIEBERKIND.

1. Familie: *Luididae* (Sladen):

a) Fünf Arme . . . *Luidia sarsi* Düben & Koren (Fig. 4, 5).

β) Sieben Arme *Luidia ciliaris* (Philippi).

b) Sowohl dorsale als auch ventrale Marginalplatten wohl entwickelt; Papulae einfach; Geschlechtsorgane einzeln, an der Basis der Arme

2. Familie:

Astropectinidae (Gray):

a) Die Arme sind breit und flach, von mittlerer Länge; die größten Stacheln der ventralen Marginalplatten bilden einen hervorspringenden Kamm um das ganze Tier herum

Astropecten irregularis (Pennant) (Fig. 6, 7).

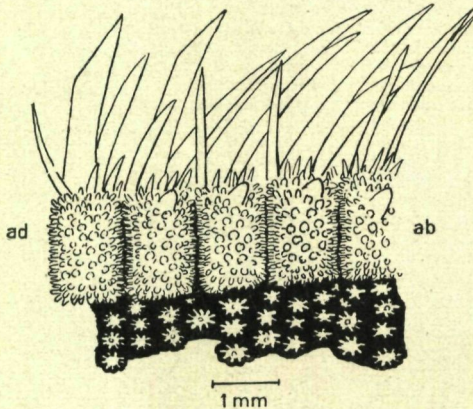


Fig. 6.
Obere Marginalplatten und Paxillen der Dorsal-
seite von *Astropecten irregularis*; ad adoral,
ab aboral. — Nach I. LIEBERKIND.

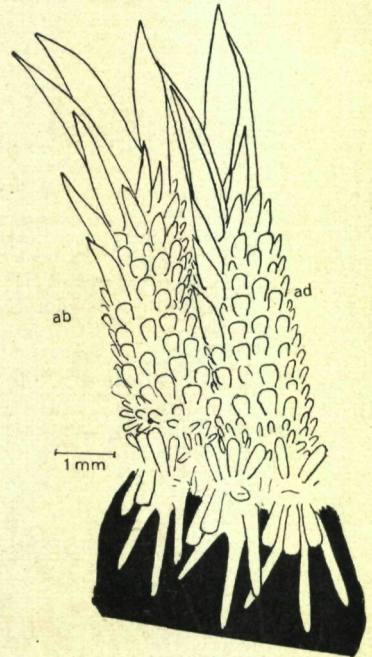


Fig. 7.
Untere Marginalplatten und
Furchenbestachelung bei
Astropecten irregularis; ab aboral,
ad adoral. — Nach I. LIEBERKIND.

β) Die Arme sind schmal, hoch, lang und zugespitzt; kein Kamm *Psilaster andromeda* (Müller & Troschel).

2) Dorsalseite nur mit Paxillen bekleidet; die Saugfüßchen mit Saugscheiben; die dorsalen und ventralen Marginalplatten stehen alternierend; ein paar kräftige radiäre, dorsale Längsmuskeln:

2. Unterordnung: *Notomyota* Ludwig.

1. Familie: *Benthopectinidae* Verrill
mit *Pontaster tenuispinus* (Düben & Koren) (Fig. 8, 9).

3) Dorsalseite mit Paxillen, oder Stacheln bekleidet oder ganz nackt; Saugfüßchen mit Saugscheiben; die zwei Reihen der Marginalplatten stehen einander gegenüber; keine radialen Längsmuskeln:

3. Unterordnung: *Valvata* Perrier.

- a) Die Marginalplatten groß und deutlich, nicht von einer dicken Haut überzogen; Papulae gewöhnlich nur in den Radien

1. Familie:

Goniasteridae Forbes:

- α) Die Marginalplatten (insbesondere die dorsalen) mit kräftigen Stacheln; zahlreiche große alveoläre Pedzellarien

Hippasterias phrygiana (Parelius).

- β) Die Marginalplatten nur mit Körnchen bedeckt;

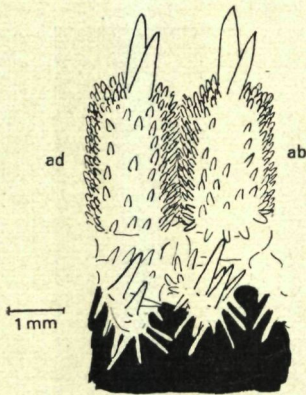


Fig. 8.
Pontaster tenuispinus,
untere Marginalplatten und Furchen-
bestachelung; *ad* adoral, *ab* aboral.
Nach I. LIEBERKIND.

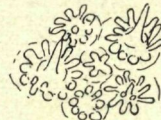


Fig. 9.
Pontaster tenuispinus,
Paxillen von der Dorsalseite.
Nach I. LIEBERKIND.

die Arme sind sehr kurz und sind eigentlich nur fünf vorspringende Ecken an der großen Scheibe; die Pedzellarien zweiklappig, klein, oft fehlend

Ceramaster granularis (O. Fr. Müller) (Fig. 10).

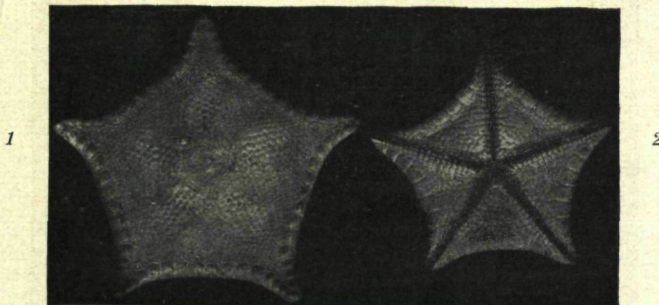


Fig. 10. *Ceramaster granularis*, 1 Ober-, 2 Unterseite; natürliche Größe.
Nach Th. MORTENSEN.

- b) Die Marginalplatten kleiner und undeutlich; die Haut dick und nackt oder mit ganz feinen Stacheln besetzt; Papulae auf der ganzen Dorsalseite

2. Familie: *Poraniidae* Perrier:

- α) Die Dorsalhaut nackt; die Stacheln der unteren Marginalplatten bilden einen deutlichen Fransensaum rings um das Tier . . . *Porania pulvillus* (O. Fr. Müller) (Fig. 11).

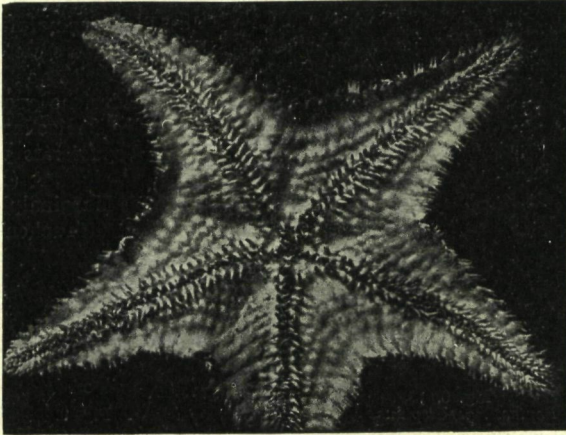


Fig. 11. *Porania pulvillus*, Unterseite; etwas verkleinert.
Nach Th. MORTENSEN.

- β) Die Dorsalhaut mit einer dichten Bekleidung von sehr feinen Stacheln, die wohl meist nur an getrockneten Exem-

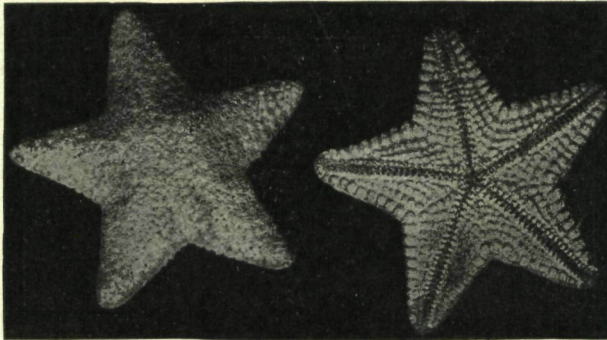


Fig. 12. *Poraniomorpha hispida*, 1 Ober-, 2 Unterseite; natürliche Größe.
Nach Th. MORTENSEN.

plaren deutlich sind; die Marginalplatten bilden nur einen undeutlichen Fransensaum rings um das Tier

Poraniomorpha hispida (M. Sars) (Fig. 12).

B. Die Marginalplatten sind undeutlich und bilden keine scharfe Grenze zwischen Dorsalseite und Ventralseite; die Saugfüßchen in zwei oder vier Reihen; Papulae nicht nur auf der Dorsalseite (A auf S. VIII. 5):

2. Ordnung: *Cryptozoonia* Sladen.

1) Die Stacheln der Dorsalseite sind in Gruppen gesammelt und stehen nie einzeln; Pedzellarien fehlen; die Saugfüßchen in zwei Reihen (ausnahmsweise, bei *Diplopteraster multipes*, in vier Reihen):

1. Unterordnung: *Spinulosa* Perrier.

a) Die Stacheln der Dorsalseite bilden Paxillen:

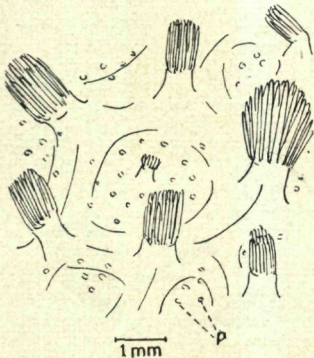


Fig. 13.

Solaster papposus,
Teil der Dorsalseite mit Paxillen
und Papulae (p).
Nach I. LIEBERRIND.

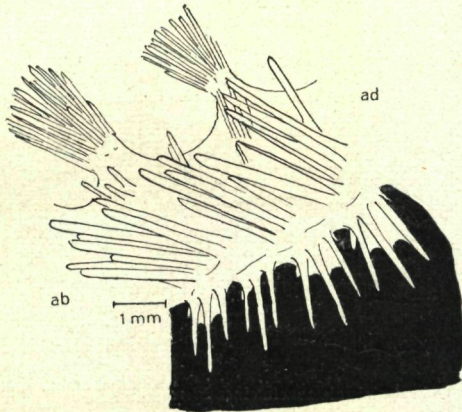


Fig. 14.

Solaster papposus, Teil der Unterseite des Arms
mit Furchenstacheln; ab aboral, ad adoral.
Nach I. LIEBERRIND.

a) Die Paxillen sind frei; keine flossenartige Membran dem Scheibenrand entlang; die Marginalplatten in Paxillen umgebildet

1. Familie: *Solasteridae* Perrier:

*) Die Paxillen der Dorsalseite sind besenförmig, mit langen, schlanken Stacheln und stehen weit voneinander, so daß die Bekleidung der Rückenseite ziemlich offen ist. *Solaster papposus* (Linné) (Fig. 13, 14).

***) Die Paxillen der Dorsalseite sind klein, mit sehr kurzen Stacheln und stehen dicht beieinander

Solaster endeca (Linné) (Fig. 15, 16).

β) Die Paxillen der Dorsalseite sind durch eine dünne angespannte Membran miteinander verbunden (Supradorsal-membran); am Rande des Tieres entlang eine flossenähn-

liche Membran von Stacheln gebildet, die durch eine Haut verbunden sind

2. Familie: *Pterasteridae* Perrier:

†) Saugfüßchen in vier Reihen

Diplopteraster multipes (M. Sars).

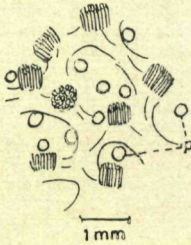


Fig. 15.
Solaster endeca,
Teil der Dorsalseite mit Paxillen
und Papulae (p).
Nach I. LIEBERKIND.

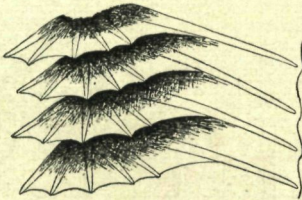


Fig. 17.
Adambulakralstacheln eines *Pteraster
militaris*. — Die langen Stacheln an
der Seite stützen die flossenartige
Membran, die rund um die ganze
Kante der Scheibe läuft; 8:1.
Nach Th. MORTENSEN.

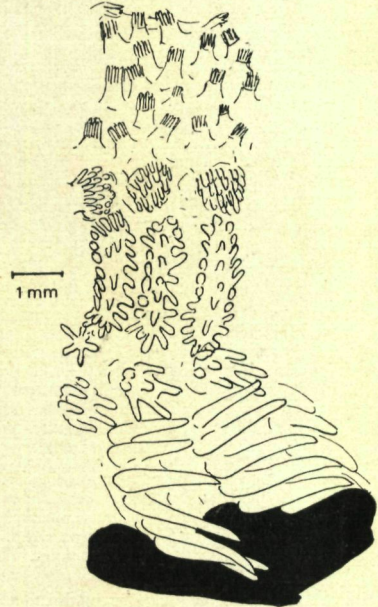


Fig. 16.
Solaster endeca, Teil der Unterseite des
Arms mit Furchenstacheln.
Nach I. LIEBERKIND.

††) Saugfüßchen in zwei Reihen

Pteraster militaris (O. Fr. Müller) (Fig. 17).

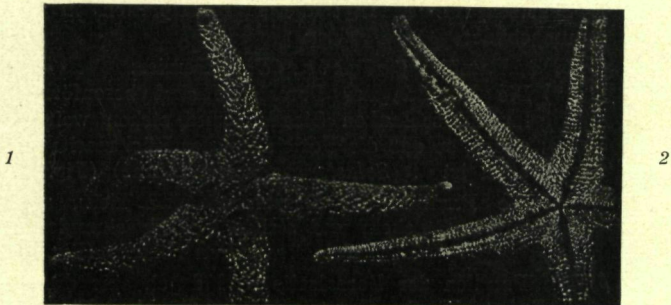


Fig. 18. *Henricia sanguinolenta*, 1 Ober-, 2 Unterseite; natürliche Größe.
Nach Th. MORTENSEN.

b) Die Stacheln der Dorsalseite klein, nicht als Paxillen ausgebildet

3. Familie: *Echinasteridae* Verrill

mit *Henricia sanguinolenta* (O. Fr. Müller) (Fig. 18).

2) Die Stacheln stehen vereinzelt, seltener in Gruppen gesammelt; Pedzellarien (gestielt) vorhanden; Saugfüßchen in vier Reihen

2. Unterordnung: *Forcipulata* Perrier.

a) Das Skelett der Dorsalseite besteht aus regelmäßig geordneten, aber kräftigen Platten; die Stacheln der Dorsalseite klein und

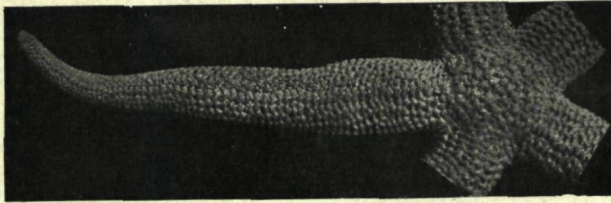


Fig. 19. *Stichastrella rosea*, Oberseite; verkleinert.
Nach TH. MORTENSEN.

in Gruppen gesammelt, die wieder in Längsreihen angeordnet sind

1. Familie: *Stichasteridae* Perrier

mit *Stichastrella rosea* (O. Fr. Müller) (Fig. 19).

b) Das Skelett der Dorsalseite bildet ein unregelmäßiges Maschenwerk; die Stacheln stehen vereinzelt

2. Familie: *Asteridae* Gray:

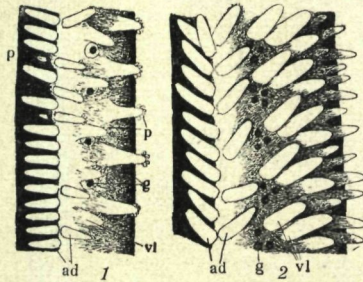


Fig. 20.

Ein Stück der rechten Seite der Ambulakralfurche von *Asterias mülleri* (1) und *Asterias rubens* (2); 8:1. — *ad* Furchenstacheln (Adambulakralstacheln); *g* Papulae; *p* Pedzellarien; *vl* Stacheln an der Seite des Arms. — Nach TH. MORTENSEN.

a) Die Furchenpapillen stehen abwechselnd einzeln oder doppelt; außerhalb dieser stehen zwei bis vier Stacheln in einer schrägen Reihe. *Asterias rubens* (Linné) (Fig. 20).

β) Die Furchenpapillen nur in einer Reihe, jedenfalls an dem größten Teil der Arme:

°) Die Stacheln der Dorsalseite klein, gewöhnlich nur sehr undeutlich in Reihen geordnet; nur ein Stachel außerhalb der Furchenpapillen

Asterias (Leptasterias) mülleri Sars (Fig. 20).

°°) Die großen Stacheln der Dorsalseite stehen in drei deutlichen Reihen am Arm entlang; zwei Stacheln außerhalb der Furchenpapille

Asterias (Marthasterias) glacialis (Linné).

III. Schlangensterne (*Ophiuroidea*).

Die Schlangensterne oder Ophiuriden sind freilebende Stachelhäuter mit rundem, scheibenförmigem Körper, von dem fünf von der Scheibe deutlich abgesetzte Arme ausgehen (Fig. 21 und 22).

Bei einigen Formen sind die Arme verzweigt. Weder Verdauungsorgane noch Geschlechtsorgane erstrecken sich bis in die Arme hinein. Die Saugfüßchen sitzen nicht in einer offenen Furche auf der Unterseite der Arme, sondern in kleinen Poren. Darm, Leberblindschläuche und Anus fehlen. Pedzellarien sind nie vorhanden.

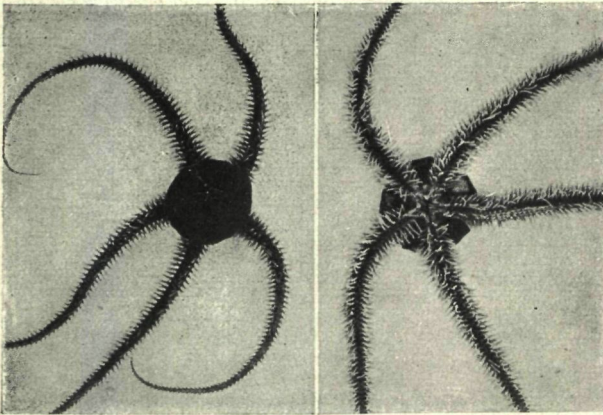


Fig. 21. *Ophiocomina nigra*, Ober- und Mundseite; natürliche Größe.
Nach TH. MORTENSEN.

Bestimmungstabelle der Schlangensterne.

- A. Scheibe und Arme mit Schuppen bekleidet (Ausnahme *Ophiomyxidae*); die Arme sind zur Hauptsache in horizontaler Richtung beweglich; Arme nie verzweigt (B s. S. VIII. 21)

1. Ordnung: *Ophiuræ*:

- 1) Die Armstacheln abstehend (2 s. S. VIII. 19):

I. Scheibe und Arme von einer dicken, nackten Haut bedeckt, welche die Schuppenbekleidung der Scheibe und der Arme versteckt

1. Familie: *Ophiomyxidae* Ljungman
mit *Ophioscolex glacialis* (Müller & Troschel) (Fig. 23).

II. Scheibe und Arme nicht von einer dicken Haut bedeckt:

- a) Kiefer mit Zahnpapillen:

α) Mundpapillen fehlen

2. Familie: *Ophiothrichidae* Ljungman
mit *Ophiothrix fragilis* (Abildgaard) (Fig. 24).

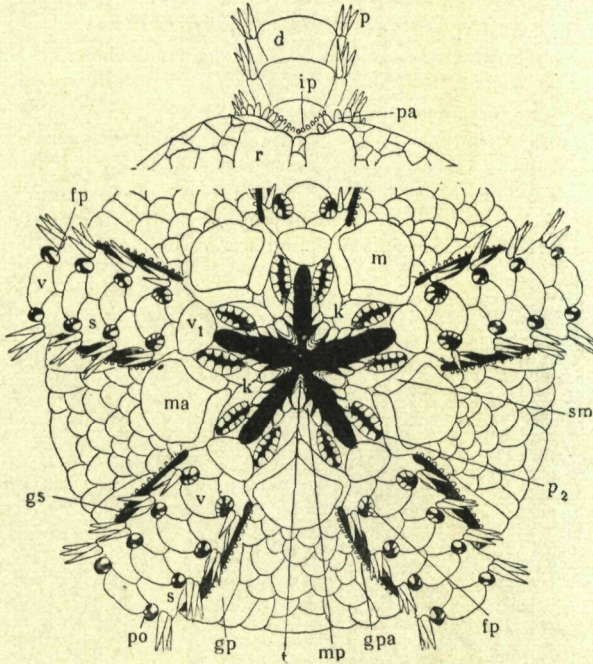


Fig. 22. *Ophiura robusta*. — *d* Arm Rückenplatte oder Dorsalplatte; *fp* Fußpapille; *gp* Genitalplatte; *gpa* Genitalpapillen; *gs* Genital- oder Bursalspalte; *ip* innerer Papillenkamm; *k* Kiefer; *m* Mundschilde; *ma* Materporenplatte; *mp* Mundpapillen; *v* Armstacheln; *pa* äußerer Papillenkamm; *po* Fußporus; *p2* zweiter Fußporus; *r* Radialschild; *s* Arm-Seitenplatte; *sm* Seitenmundschilde; *t* Zähne; *v* Armstachelplatten oder Ventralplatten; *v1* erste Ventralplatte. — Nach Th. MORTENSEN.

β) Mundpapillen vorhanden

3. Familie: *Ophiocomidae* Ljungman

mit *Ophiocomina nigra* (Abildgaard) (Fig. 24).

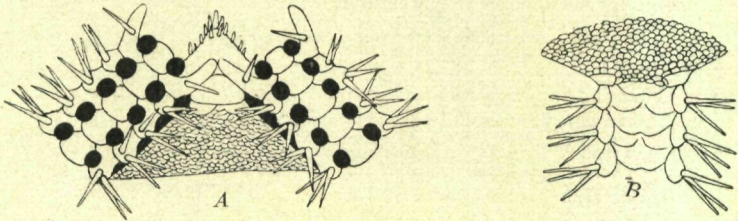


Fig. 23. *Ophiocolax glacialis*; 6.1. — *A* Stück der Mundseite der Scheibe; *B* Rückenseite eines Armes, innerer Teil, mit einem Stück der Scheibe.
Nach Th. MORTENSEN.

b) Kiefer ohne Zahnpapillen:

α') Auf der Spitze jeder Mundecke findet sich eine einzelne Mundpapille:

*) Deutliche Bursalspalten:

aa) Die Mundpapillen bilden mit der Eckmund-

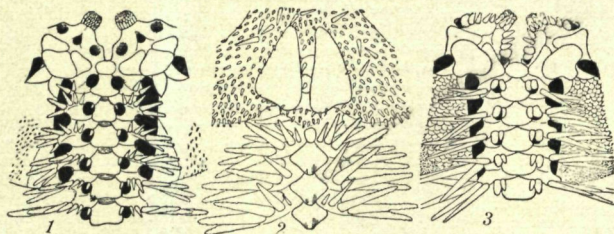


Fig. 24. 1 und 2 *Ophiothrix fragilis*, 1 Mund-, 2 Rückenseite; 3 *Ophiocomina nigra*, Mundseite; 4:1. — Nach TH. MORTENSEN.

papille eine zusammenhängende Reihe; die Dorsalseite der Scheibe ist gewöhnlich mit Körnern oder Stachelchen bedeckt:

4. Familie: *Ophiacanthidae* Matsumoto mit *Ophiomitrella clavigera* (Ljungman)

(Fig. 25).

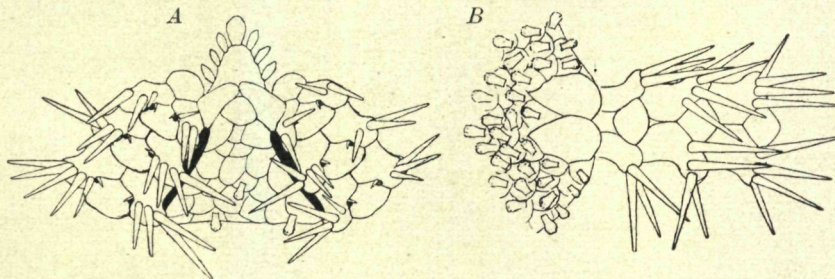


Fig. 25. *Ophiomitrella clavigera*; 9:1. — A Bauchseite, B Rückenseite. Nach TH. MORTENSEN.

ββ) Die Mundpapillen bilden mit der Eckmundpapille keine zusammenhängende Reihe

5. Familie: *Ophiactidae* Mortensen:

†) Die Dorsalschilder der Arme von einem Kranz kleinerer Platten umgeben

Gattung *Ophipholis* Müller & Troschel mit *Ophipholis aculeata* (O. Fr. Müller)

(Fig. 26).

††) Die Dorsalschilder der Arme nicht von einem Kranz von kleineren Platten umgeben (*Ophiactis* Lütken):

°) Zwei Mundpapillen

Ophiactis abyssicola (M. Sars)

(Fig. 27).

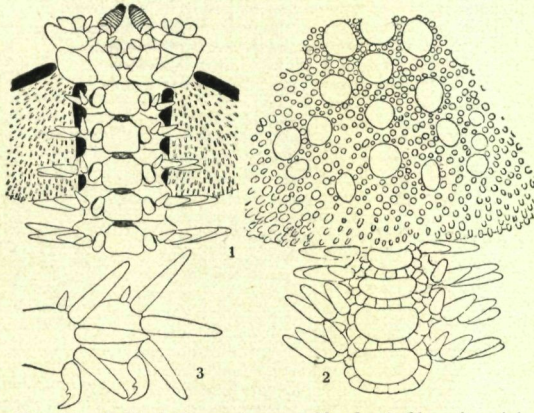


Fig. 26. *Ophiopholis aculeata*, 1 Mund-, 2 Oberseite; 4:1.
3 zwei Armglieder vom äußeren Teil des Armes, von der Seite gesehen
(zeigt den zu einem Haken umgeformten unteren Armstachel; 8:1.
Nach TH. MORTENSEN.

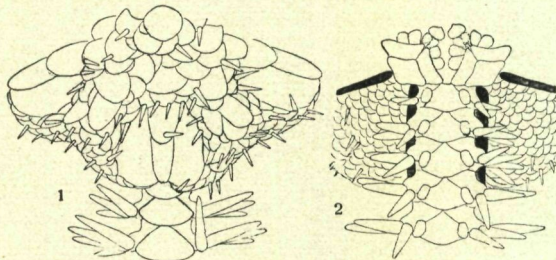


Fig. 27. *Ophiactis abyssicola*, 1 Ober-, 2 Mundseite; 4:1.
Nach TH. MORTENSEN.

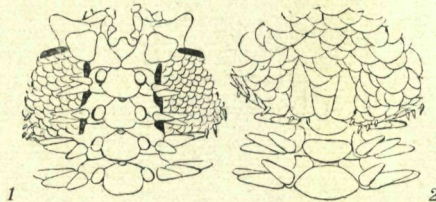


Fig. 28.
Ophiactis balli, 1 Mund-, 2 Oberseite; 8:1.
Nach TH. MORTENSEN.

°°) Eine Mundpapille

Ophiactis balli (Thompson) (Fig. 28).

**) Keine deutlichen Bursalspalten; nur ein dünn-

häutiger Bezirk zwischen den großen Genitalplatten zeigt die Stelle, durch die die Geschlechtsstoffe wahrscheinlich entleert werden (* s. S. VIII. 15)

6. Familie: *Amphilepidae* Matsumoto
mit *Amphilepis norvegica* Ljungman (Fig. 29).

β') An der Spitze jeder Mundecke finden sich zwei gleich große, dicht beieinander stehende Mundpapillen oder

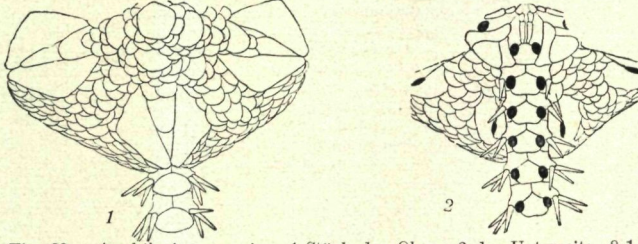


Fig. 29. *Amphilepis norvegica*, 1 Stück der Ober-, 2 der Unterseite; 8:1.
Nach Th. MORTENSEN.

Infradentalpapillen; die Dorsalseite der Scheibe gewöhnlich glatt, ohne Körner oder Stachelchen

7. Familie: *Amphiuridae* Ljungman:

* \dagger) Außer den Infradentalpapillen — und von diesen durch einen Zwischenraum getrennt — eine Mundpapille (\dagger * s. S. VIII. 19):

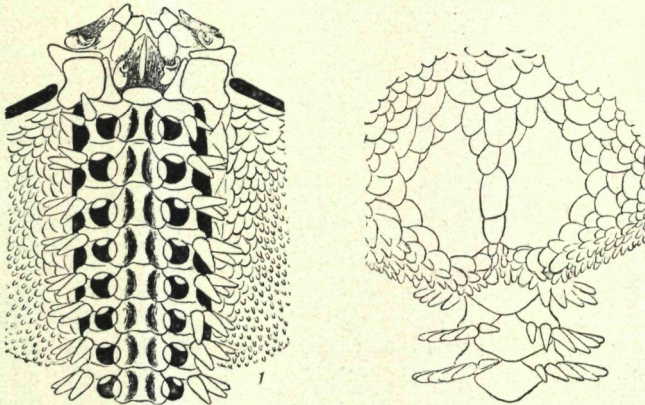


Fig. 30. *Acrocnida brachiata*, 1 Teil der Mund-, 2 der Rückenseite; 9:1.
Nach Th. MORTENSEN.

a α) Die Schuppen auf den Rändern und auf der Unterseite der Scheibe sind wie kleine Stacheln oder Körner geformt

Acrocnida brachiata (Montagu) (Fig. 30).

b β) Keine Schuppen der Scheiben wie Stacheln geformt (Gattung *Amphiura* Forbes):

αα) Fußpapillen fehlen; Unterseite der Scheibe
nackt, ohne Schuppen:

ε) Dorsalseite der Scheibe ganz mit

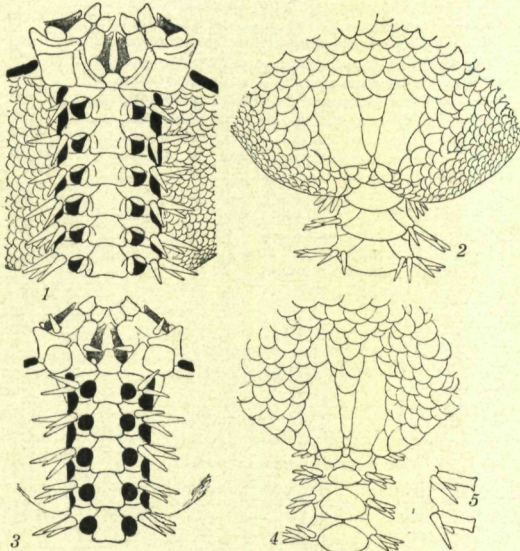


Fig. 31. 1 und 2 *Amphiura chiajei*, 1 Teil der Mund-, 2 der Rückenseite. 3 bis 5 *Amphiura filiformis*, 8:1; 3 Teil der Mund-, 4 der Rückenseite; 5 Armstacheln (zeigt die axtförmige Erweiterung des mittleren Stachels).

Nach TH. MORTENSEN.

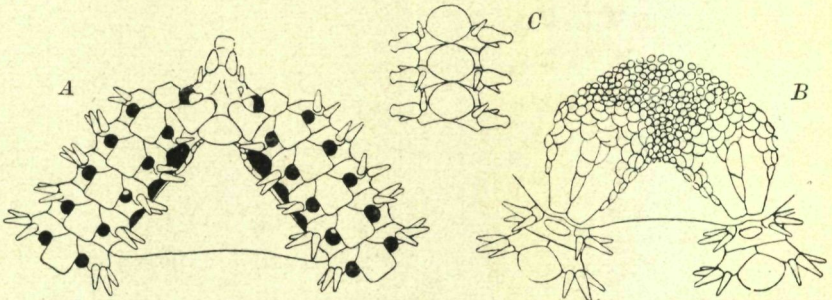


Fig. 32. A bis C *Amphiura borealis*; A Mundseite, B Rückenseite, C Armglied von der Rückenseite; 12:1. — Nach TH. MORTENSEN.

Schuppen bekleidet

Amphiura filiformis (O. Fr. Müller)
(Fig. 31).

εε) Dorsalseite der Scheibe nur teilweise mit Schuppen bekleidet

Amphiura borealis (G. O. Sars)

(Fig. 32).

βββ) Zwei Fußpapillen, sowohl die Dorsalseite als auch die Ventralseite der Scheibe mit Schuppen bekleidet

Amphiura chiajei Forbes (Fig. 31).

†*) Außer den Infradentalpapillen — und mit diesen eine zusammenhängende Reihe bildend — zwei Mundpapillen (*† s. S. VIII. 17)

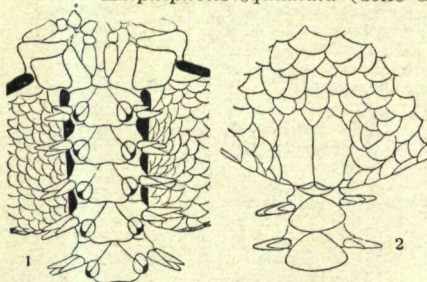
Amphipholis squamata (delle Chiaje) (Fig. 33).

Fig. 33.

Amphipholis squamata, 1 Teil der Mund-, 2 der Rückenseite; 12:1. — Nach TH. MORTENSEN.

- 2) Die Armstacheln vorwärtsgerichtet, gewöhnlich anliegend (1 s. S. VIII. 13)

8. Familie: *Ophiolepididae* Ljungman:

- I. Die Scheibe mit scharfem Rand; nur eine schwache Einbuchtung über den Armen; eine ununterbrochene Reihe von Pa-

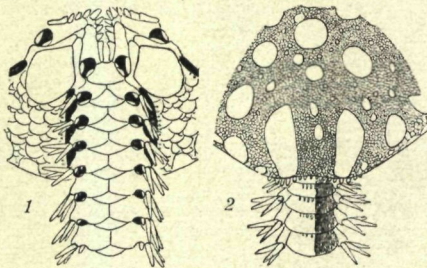


Fig. 34.

Ophiocten sericeum, 1 von der Mund-, 2 von der Oberseite; 4:1. — Nach TH. MORTENSEN.

pillen über Basis der Arme am Rande der Scheibe (Gattung *Ophiocten* Lütken) mit *Ophiocten sericeum* (Forbes) (Fig. 34).

- II. Die Scheibe nicht scharfrandig; eine deutliche Einbuchtung über den Armen mit Papillenkämmen besetzt (Gattung *Ophiura* Lamarck):

a) Poren zwischen den Bauchschildern im proximalen Teil der Arme . . . *Ophiura texturata* Lamarck (Fig. 35).

b) Keine Poren zwischen den Bauchschildern:

α) Die proximale Dorsalplatte durch eine Längslinie in zwei Teile geteilt . *Ophiura carnea* M. Sars (Fig. 36).

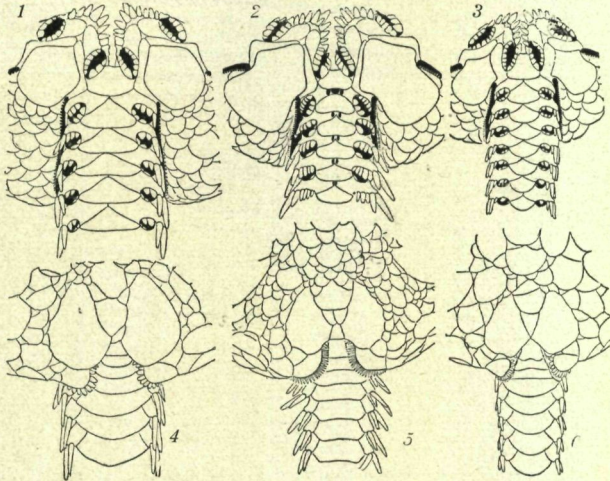


Fig. 35. 1 und 4 *Ophiura sarsi*, 2 und 5 *Ophiura texturata*, 3 und 6 *Ophiura albida*; 4:1; die Figuren der ersten Reihe von der Mundseite, die der zweiten von der Oberseite. Nach Th. MORTENSEN.

β) Die proximale Dorsalplatte herzförmig

Ophiura albida Forbes (Fig. 35).

γ) Die proximale Dorsalplatte weder herzförmig noch durch eine Längslinie in zwei Teile geteilt:

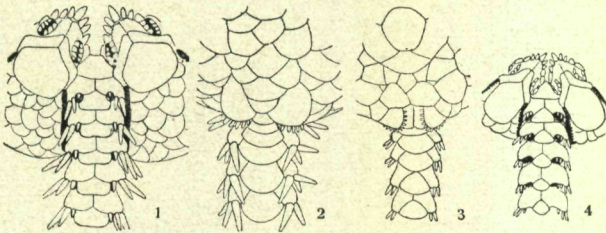


Fig. 36. 1 und 2: *Ophiura robusta*, 1 Mund-, 2 Oberseite; 3 und 4: *Ophiura carnea*, 3 Ober-, 4 Mundseite. 6:1. — Nach Th. MORTENSEN.

*) Die Papillenkämme klein und undeutlich

Ophiura robusta Ayres (Fig. 22, 36).

***) Die Papillenkämme wohl entwickelt:

αα) Jede Primärplatte der Rückenseite von einem

regelmäßigen Kranz von Plättchen umgeben;
kleine Form . *Ophiura affinis* Lütken (Fig. 37).

ββ) Die Primärplatten nicht von einem regel-
mäßigen Kranz von Plättchen umgeben; große
kräftige Form

Ophiura sarsi Lütken (Fig. 35).

B. Scheibe und Arme von einer
weichen Haut oder Körnern be-
deckt, keine deutliche Schuppen-
bekleidung. Die Arme werden ver-
tikal bewegt (eingerollt). Arme ver-
zweigt oder unverzweigt (A. s. S.
VIII. 13).

1') Arme nicht verzweigt; Haut
nackt

9. Familie:

Asteronychidae Verrill
mit *Asteronyx lovéni* Müller &
Troschel¹⁾ (Fig. 38).

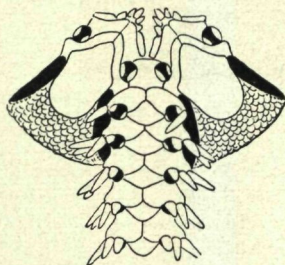


Fig. 37.
Ophiura affinis Lük., Teil der
Unterseite; 8:1.
Nach TH. MORTENSEN.



Fig. 38.
Asteronyx lovéni, auf einer Pennatulide
(*Funiculina*) sitzend; natürliche
Größe. — Nach TH. MORTENSEN.

¹⁾ In meiner Abhandlung über *Asteronyx lovéni* (Zs. wiss. Zool., 101, p. 287) habe ich ein etwas abweichendes Exemplar von *A. lovéni* besprochen, von dem ich sagte: „Nur weiteres Material kann die Aufklärung geben, ob wir hier eine eigene Art oder nur eine Varietät von *A. lovéni* haben, oder vielleicht nur eine Abnormalität.“ Herr EMBRIK STRAND (Riga) hat die Kühnheit gehabt, in seinem Referat von dieser Abhandlung (Arch. Naturgesch., 1913) dieses Exemplar mit dem Namen *A. theodori* zu bezeichnen. Es soll einmal öffentlich dagegen protestiert werden, daß ein inkompetenter Referent, wenn er in den Arbeiten, die er referiert, irgendein etwas abweichendes Exemplar besprochen findet, von dem der Verfasser, nach erstlichem Überlegen aller vorliegenden Facta, zu dem Resultat gekommen ist, daß er es zur Zeit unentschieden sein lassen muß, ob es sich um mehr als eine individuelle Abnormalität handelt, der besagte Referent dann die Gelegenheit wahrnimmt, einen neuen Namen dafür aufzustellen, um seinen Namen daran geknüpft zu sehen. Ein solches Verfahren (der genannte Fall ist nur einer unter vielen) ist nicht ganz anständig und der Wissenschaft nur schädlich. — TH. MORTENSEN.

2') Arme verzweigt oder unverzweigt; Haut mit Körnern besetzt

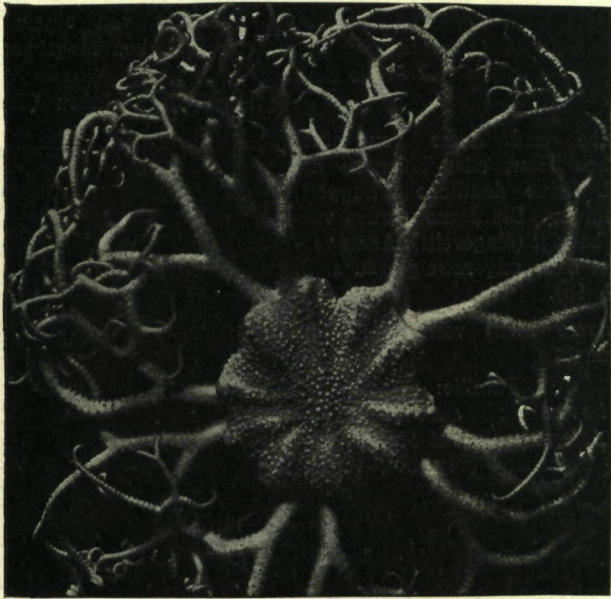


Fig. 39. Medusenhaupt, *Gorgonocephalus caput-medusae* (L.), junges Exemplar; natürliche Größe. — Nach TH. MORTENSEN.

10. Familie: *Gorgonocephalidae* (Verrill)
mit *Gorgonocephalus caput-medusae* (Linné) (Fig. 39).

IV. Seeigel (*Echinoidea*).

Die Seeigel oder Echiniden sind freilebende Echinodermen mit kugeligem, eiförmigem oder scheibenförmigem Körper, mit großen oder kleinen, beweglichen Stacheln besetzt. Die Saugfüßchen stehen in 10 Meridian-Reihen; zu jedem Saugfüßchen gehören zwei Poren in der Schale; Pedzellarien vorhanden (Fig. 40).

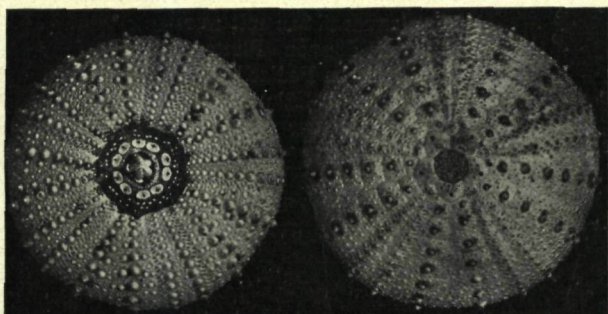


Fig. 40. Schale eines *Echinus elegans* Düb. & Kor.; 1 Mund-, 2 Oberseite. Die Felder mit den beiden Reihen kleiner Knoten sind die Ambulakralfelder, die mit den beiden Reihen größerer Knoten die Interambulakralfelder. Außerhalb der Knotenreihen der Ambulakralfelder liegen die Poren der Saugfüßchen. In der Mitte der Oberseite sieht man das Apikalsystem, in der Mitte der Unterseite das Mundfeld; im Zentrum den Mund mit den 5 Zähnen; um diese herum die Mundhaut mit 5 Paar Bukkalplatten und außerhalb derselben zerstreut kleine Platten. Am Rande des Mundfeldes sieht man 5 Paar kleine Ausschnitte, die Kiemenausschnitte; etwas verkleinert. — Nach TH. MORTENSEN.

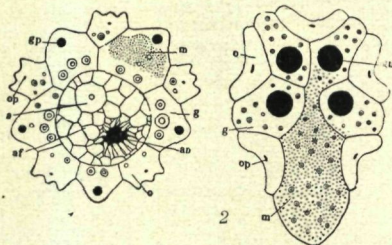


Fig. 41.

Apikalsystem der Echiniden; 1 einer regulären Form (*Strongylocentrotus dröbachiensis*), 2 einer irregulären Form (*Spatangus purpureus*); 6.1.
 a Analplatte; af Analfeld; an Afteröffnung;
 g Genitalplatte; gp Genitalporus;
 m Madreporenplatte; o Okularplatte;
 op Okularporus. — Nach TH. MORTENSEN.

Bestimmungstabelle der Seeigel.

A. Anus innerhalb des Apikalsystems (Fig. 41) (endozyklisch; *Regularia*; B s. S. VIII. 25):

- 1) Ambulakralplatten mit drei Porenpaaren (Fig. 48); die Okularplatten erreichen nicht das Periprokt; die globiferen Pedzellarien mit Seitenzähnen

1. Familie: *Echinidae* Gray:

- a) Peristommembran mit zahlreichen dicken Platten; die globiferen Pedzellarien mit mehreren (bis 9) Zähnen auf jeder Seite der Klappen (Fig. 42, 43, 44)

Gattung *Psammechinus* L. Agassiz mit *Psammechinus miliaris* (Gmelin).



Fig. 42.
Apikalsystem von
Psammechinus miliaris;
2:1.
Nach TH. MORTENSEN.



Fig. 43.
Ambulakralfeld von
Psammechinus miliaris;
2:1.
Nach TH. MORTENSEN.

- b) Peristommembran mit nur wenigen dünnen Platten; die globiferen Pedzellarien mit 1 bis 3 Zähnen auf jeder Seite der Klappen

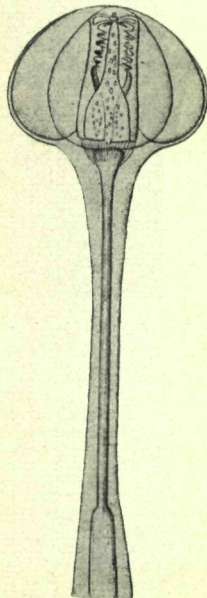


Fig. 44.
Globifere Pedzellarie und Klappe derselben
von *Psammechinus miliaris*.
Nach TH. MORTENSEN.

(Fig. 45) (Gattung *Echinus* Linné):

- a) Primärstacheln auf allen Ambulakralplatten
Echinus elegans Düben & Koren (Fig. 48).
- β) Primärstacheln nur auf höchstens jeder zweiten Ambulakralplatte:
- *) Die Primärstacheln kaum größer als die sekundären. Die Buccalplatten sowohl mit Stacheln als Pedzellarien
Echinus esculentus Linné (Fig. 46, 47).
 - ***) Die Primärstacheln größer und kräftiger als die sekundären. Buccalplatten nur mit Pedzellarien
Echinus acutus Lamarck (Fig. 45).

- 2) Ambulakralplatten mit mehr als drei Porenpaaren (Fig. 48); gewöhnlich erreichen zwei von den Okularplatten das Periprokt; die globiferen Pedizellarien haben keine Seitenzähne (Fig. 45):

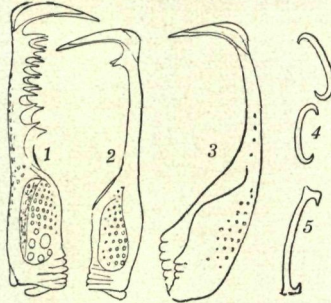


Fig. 45.

Fig. 45. Isolierte Klappen globiferer Pedizellarien, von der Seite gesehen; 1 eines *Psammechinus miliaris*, 100:1; 2 eines *Echinus acutus*, 35:1; 3 eines *Strongylocentrotus dröbachiensis*, 35:1; 4 Spikeln von Saugfüßchen und Pedizellarien eines *Echinus acutus*, 100:1; 5 eines *Strongylocentrotus dröbachiensis*, 100:1. — Nach TH. MORTENSEN.

2. Familie: *Strongylocentrotidae* Gregory
mit *Strongylocentrotus dröbachiensis* (O. Fr. Müller).

B. Anus außerhalb des Apikalsystems (Fig. 41)
(exozyklisch; *Irregularia*):

1') Mund in der Mitte der Unterseite

3. Familie: *Fibularidae* Gray

mit *Echinocyamus pusillus* (O. Fr. Müller)
(Fig. 49).

2') Mund vor der Mitte der Unterseite

4. Familie: *Spatangidae* Gray:

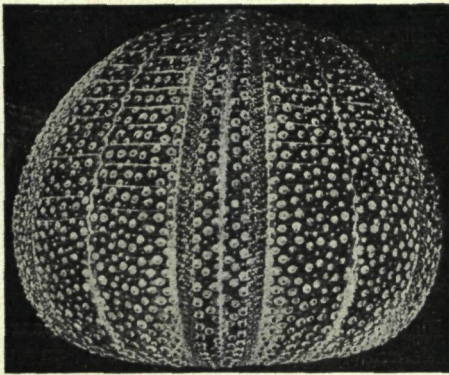


Fig. 46.

Echinus esculentus, Schale ohne Stacheln; natürliche Größe. — Nach KOEHLER aus TH. MORTENSEN.



Fig. 47.

Ambulakralfeld von *Echinus esculentus*; 1:1.
Nach TH. MORTENSEN.

aa) Nur eine subanale Fasciole

Spatangus purpureus O. Fr. Müller.

ββ) Eine subanale und eine innere Fasciole (Gattung *Echinocardium* Gray [Fig. 50]):

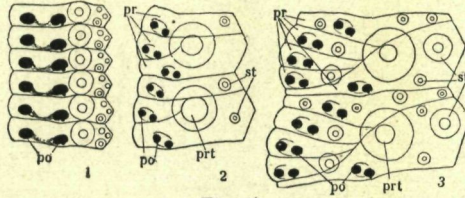


Fig. 48.

Ambulakralplatten verschiedener Echiniden.

1 Einfache, nicht zusammengesetzte, von

Eucidaris tribuloides;

2 zusammengesetzte, oligopore, von *Echinus elegans*;

3 zusammengesetzte, polypore, von

Strongylocentrotus dröbachiensis; 6:1.

po Poren der Saugfüßchen; pr Primärplatten;

prt Primärtuberkel; st Sekundärtuberkel.

Nach TH. MORTENSEN.

†) Vorderes (frontales) Ambulakralfeld sehr vertieft; die Poren derselben in einer unregelmäßigen Doppelreihe

Echinocardium cordatum (Pennant) (Fig. 50).

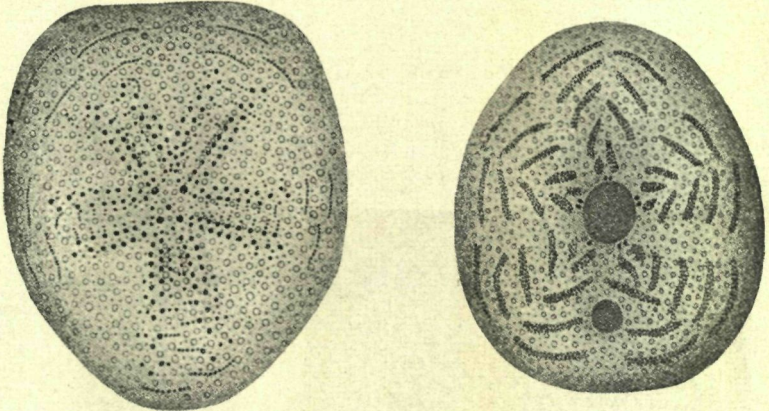


Fig. 49. *Echinocyamus pusillus*, Schale ohne Stacheln; 6:1. — Nach TH. MORTENSEN.

††) Vorderes Ambulakralfeld nicht vertieft. Die Poren in Einzelreihen:

°) Die 1. Platte (Labrum) des hinteren unpaaren Interambulakralfeldes reicht hinten bis an die

2. Ambulakralplatte (Fig. 51)

Echinocardium flavescens (O. Fr. Müller)

(Fig. 50, 51).

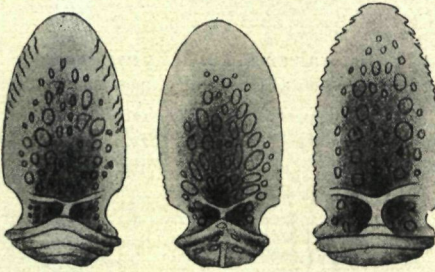


Fig. 50.

Klappen triphyller Pedizellarien; 240:1.
 Von links nach rechts: *Echinocardium cordatum*,
Echinocardium flavescens, *Echinocardium*
pennatifidum. — Nach TH. MORTENSEN.

- o) Labrum reicht nur bis zur Mitte der 1. Ambulakralplatte
Echinocardium pennatifidum Norman (Fig. 50, 51).

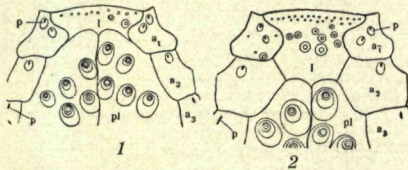


Fig. 51.

Vorderteil des hinteren, unpaarigen Interambulakralfeldes von *Echinocardium pennatifidum* (1) und *Echinocardium flavescens* (2); 3:1
 a_1, a_2, a_3 Ambulakralplatten Nr. 1, 2, 3; l Labrum;
 p Fußporen; pl Plastron. — Nach TH. MORTENSEN.

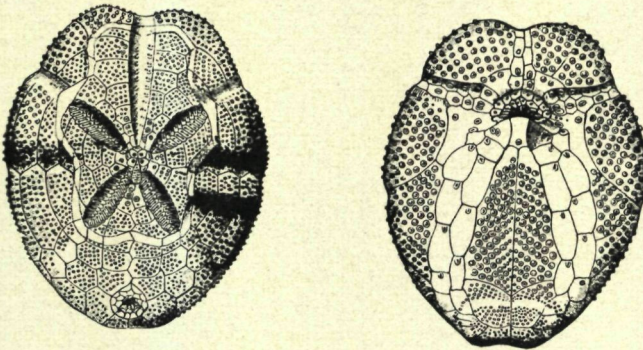


Fig. 52. *Brissopsis lyrifera*, links von der Apikalseite mit den petaloiden Ambulakralen, der peripetalen Fasziole und dem Afterfeld; rechts die Oralseite mit Peristom, Labrum und subanaler Fasziole.
 Nach CLAUD-GROBEN aus S. BECHER.

- yy) Eine subanale und eine peripetale Fasciole
Brissopsis lyrifera (Forbes) (Fig. 52).

V. Seewalzen (*Holothurioidea*).

Die Seewalzen oder Holothurien sind freilebende Echinodermen, meistens mit einem verlängerten wurst- oder wurmförmigen Körper, ohne freie Arme, aber mit einem Kranz von meistens verzweigten Fangarmen (Tentakeln) um den Mund herum, welcher in der Regel am vorderen Ende liegt.

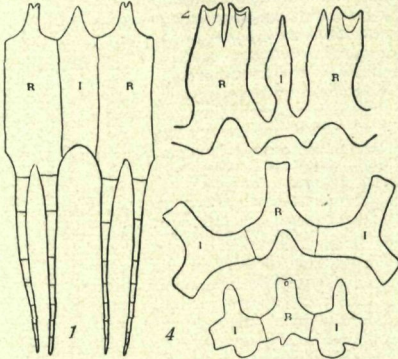


Fig. 53.

Stück eines Kalkringes verschiedener Holothurien.

1 *Thyone fusus*; 2 *Phyllophorus pellucidus*;

3 *Psolus squamatus*; 4 *Myriotrochus vitreus*.

R Radiale; I Interradiale; 2,5:1.

Nach TH. MORTENSEN.

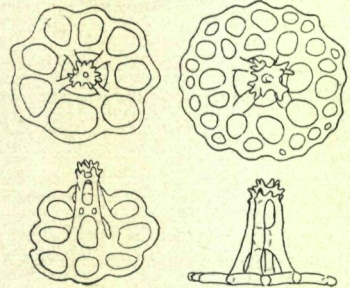


Fig. 54.

Kalkkörperchen von *Mesothuria intestinalis*, von oben und von der Seite gesehen; 145:1.

Nach TH. MORTENSEN.

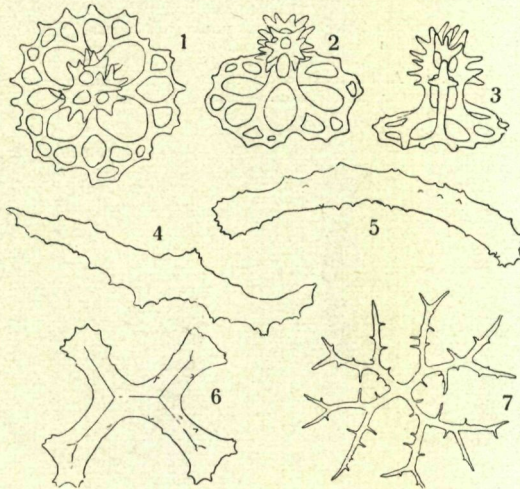


Fig. 55. Kalkkörperchen von *Stichopus tremulus*; 1 bis 3 Platten mit Spitze, von oben und von der Seite gesehen; 4 bis 6 Stäbe; 7 sternförmiges Kalkkörperchen; 200:1. — Nach TH. MORTENSEN.

Um den Schlund herum befindet sich ein Kalkring (Fig. 53). Darmkanal lang, meistens eine Schlinge bildend; Analöffnung am hinteren Ende.

Kein Skelett von regelmäßig geordneten Platten, in der Regel nur kleinere, meistens mikroskopische Kalkkörper in der Haut eingelagert. Die Saugfüßchen niemals in einer Furche.

Bestimmungstabelle der Seewalzen.

A. Mit Saugfüßchen (B s. S. VIII. 31):

- 1) Tentakel schildförmig; Retraktormuskeln fehlen:
 - a) Tentakelampullen fehlen; Wasserlungen fehlen oder sind mit dem Darm nicht durch Blutgefäße verbunden:

1. Ordnung: **Elasipoda.**

1. Familie: *Synnallactidae* Østergren
mit *Mesothuria intestinalis* (Ascanius) (Fig. 54).

- b) Tentakelampullen vorhanden; Wasserlungen wohl entwickelt, die linke mit dem Darms durch Blutgefäße verbunden:

2. Ordnung: **Aspidochirotä.**

Familie: *Stichopodidae* Østergren
mit *Stichopus tremulus* (Gunnerus) (Fig. 55).

- 2) Tentakel baumförmig verzweigt; Retraktormuskeln vorhanden:

3. Ordnung: **Dendrochirotä.**

Familie: *Cucumariidae* Østergren:

- a') Ventralseite zu einer Sohle umgebildet; Saugfüßchen finden sich nur hier ausgebildet

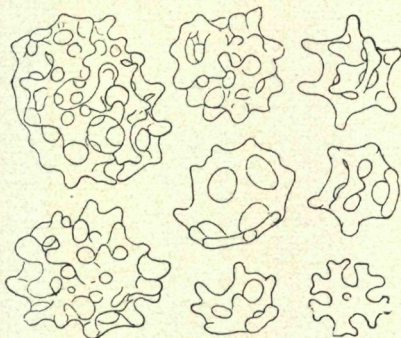


Fig. 56.

Kalkkörperchen von der Kriechsohle eines
Psolus phantapus; 145:1.
Nach Th. MORTENSEN.

1. Unterfamilie: *Psolinae* Østergren
mit *Psolus phantapus* (Strussenfeldt) (Fig. 56).

- b') Ventralseite nicht zu einer Sohle umgebildet; Saugfüßchen über den ganzen Körper verteilt:
 - αα) Zehn Tentakel

2. Unterfamilie: *Cucumariinae* Østergren:

- *) Die Saugfüßchen nicht in deutlichen Längsreihen
Thyone fusus (O. Fr. Müller) (Fig. 53, 57).

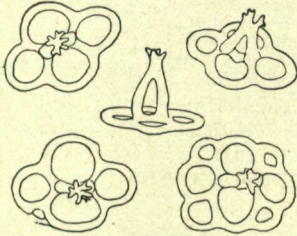


Fig. 57.
Kalkkörperchen von
Thyone fusus; 200:1.
Nach TH. MORTENSEN.

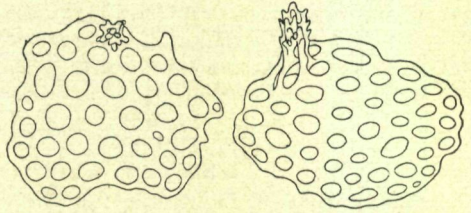


Fig. 58.
Kalkkörperchen von *Echinocucumis hispida*; 50:1.
Nach TH. MORTENSEN.

- ***) Die Saugfüßchen in deutlichen Längsreihen:

†) Die Haut mit Stacheln besetzt

Echinocucumis hispida (Barrett) (Fig. 58).

††) Die Haut ohne Stacheln (Gattung *Cucumaria* Blainville):

- o) Der Körper verlängert und zugespitzt, gewöhnlich mit umgebogenem Vorder- und

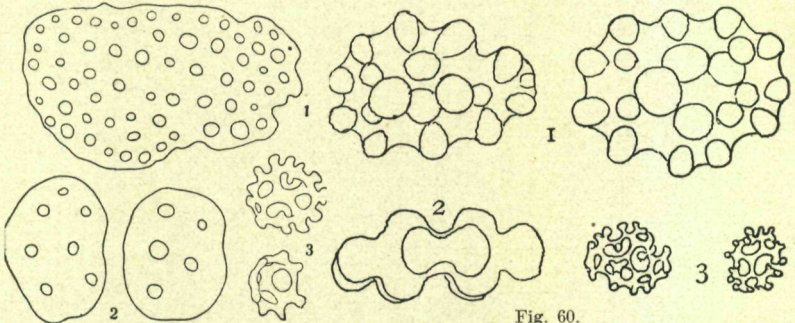


Fig. 59.
Kalkkörperchen von *Cucumaria elongata*; 1 50:1; 2 und 3 145:1.
Nach TH. MORTENSEN.

Fig. 60.
Kalkkörperchen von *Cucumaria lactea*; 1 von der Fläche gesehen; 2 von der Seite gesehen; 3 schalenförmige Körperchen von der äußeren Hautlage; 290:1. — Nach TH. MORTENSEN.

Hinterende

Cucumaria elongata Düben & Koren
(Fig. 59).

- oo) Der Körper nicht verlängert, nicht zugespitzt. *Cucumaria lactea* (Forbes) (Fig. 60).

ββ) Fünfzehn bis dreißig Tentakel

3. Unterfamilie: *Phyllophorinae* Østergren
mit *Thyonidium pellucidum* (Flemming) (Fig. 61).

B. Saugfüßchen fehlen; Tentakel feder- oder fingerförmig (A. s. S. VIII. 29):

4. Ordnung: **Apoda.**

Familie: *Synaptidae*:

1') Die Kalkkörperchen sind Anker oder Ankerplatten

1. Unterfamilie: *Synaptinae* Østergren:

aa) Kalkkörperchen (Anker) vorhanden:

a) Das eine Ende der Ankerplatte nicht als ein Handgriff ausgebildet (Gattung *Leptosynapta* Verrill [Fig. 62]).

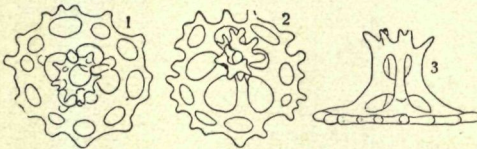


Fig. 61.

Kalkkörperchen von *Thyonidium pellucidum*;

1 von oben gesehen; 2 halb von der Seite gesehen;

3 von der Seite gesehen; 145:1. — Nach Th. MORTENSEN.

†) Die Tentakel mit mindestens zwei Paar Seitenzweigen; es finden sich nur Anker und Ankerplatten in der Haut:

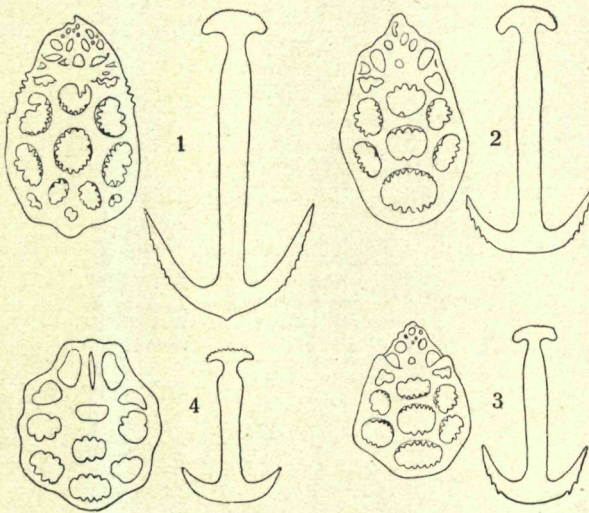


Fig. 62. Ankerplatte und Anker von *Leptosynapta bergensis* (1), von *L. inhaerens* (2), von *L. decaria* (3) und von *L. minuta* (4).

1 etwa 80:1; 2 und 3 etwa 135:1; 4 340:1.

1 bis 3 nach ØSTERGREN; 4 nach BECHER; aus Th. MORTENSEN.

*) Die Seitenzweige der Tentakel in der Regel 8 bis 9 Paar, nicht zunehmend in der Länge nach außen hin. Der Darmkanal bildet eine Schlinge;

Muskelmagen vorhanden; 12 Tentakel

Leptosynapta bergensis (Østergren) (Fig. 62).

**) Die Seitenzweige der Tentakel in der Regel höchstens 7 Paar, zunehmend in der Länge nach außen hin; Darmkanal gerade, ohne Muskelmagen:

°) Zwölf Tentakel, in der Regel mit 5 bis 7 Paar Seitenzweigen

Leptosynapta inhaerens (O. Fr. Müller)
(Fig. 62).

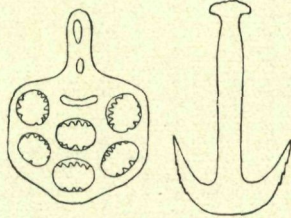


Fig. 63.
Ankerplatte und Anker eines
Labidoplax buski; 200:1.
Nach Th. MORTENSEN.

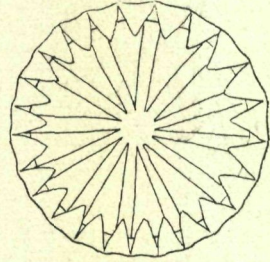


Fig. 64.
Kalkrädchen eines
Myriotrochus vitreus; 200:1.
Nach Th. MORTENSEN.

°°) Zehn Tentakel, in der Regel mit 2 bis 4 Paar
Leptosynapta decaria (Østergren) (Fig. 62).
Seitenzweigen

††) Die Tentakel einfach, unverzweigt; außer Anker und Ankerplatten finden sich auch kleine, 4-löcherige Kalkplatten in der Haut; 10 Tentakel

L. minuta (Becher) (Fig. 62).

β) Das eine Ende der Ankerplatte bildet einen Handgriff
Labidoplax buski M'Intosh (Fig. 63).

bb) Kalkkörperchen fehlen . *Rhabdomolgus ruber* (Keferstein).

2') Die Kalkkörperchen sind 8-strahlige Räder

2. Unterfamilie: *Myriotrochinæ*
mit *Myriotrochus vitreus* (M. Sars) (Fig. 64).

Eidonomie und Anatomie

Allgemeines. — Die Haut der Stachelhäuter ist von einer bewimperten, mit Drüsen und Sinneszellen versehenen Epidermis und einer von Bindegewebsfasern durchsetzten Cutis zusammengesetzt.

Das Skelett ist bei den verschiedenen Klassen \pm wohl entwickelt. Es bildet — von den Seewalzen abgesehen, wo das Skelett nur aus kleinen, in der Haut zerstreuten Kalkkörpern besteht — einen festen Panzer von regelmäßig angeordneten Plättchen.

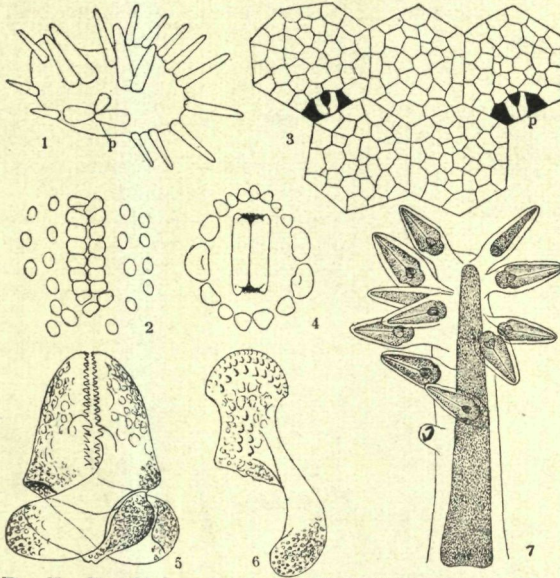


Fig. 65. Verschiedene Formen von Pedicellarien bei Seesternen. 1 Einfachste Form, von *Pontaster tenuispinus*, 13:1; 2 kammförmige Pedicellarien, von *Pseudarchaster parellii*, 13:1; 3 paxillenförmige Gruppen von Körnern der Rückenhaul eines *Ceramaster granularis*, mit zwei klappenförmigen Pedicellarien, 13:1; 4 alveoläre Pedicellarien einer *Hippasteria phrygiana*, 6:1; 5 kreuzförmige Pedicellarien eines *Asterias rubens*, 120:1; 6 eine Klappe derselben, von der Innenseite gesehen, 120:1; 7 Gruppe gerader Pedicellarien auf einem Adambulakralstachel eines *Asterias rubens* (zu unterst sieht man eine kürzlich gebildete Pedicellarie), 10:1. — p Pedicellarie. — Nach Th. MORTENSEN.

Das Skelett besteht vorwiegend aus kohlensaurem Kalk. Zu diesem Grundskelett kommen mehrere kleinere Bildungen hinzu, nämlich Stacheln, Pedicellarien und Sphäridien. Die Skelett-Teile, sowohl die des Grundskeletts als die übrigen Teile, werden von Anfang an intrazellulär als kleine Spicula angelegt (Fig. 111 bis 113).

Die Stacheln können von allen Größen sein, von ganz winzigen Körnern bis zu langen, großen Dornen. Oft sind die Stacheln sehr beweglich und können nach allen Richtungen gedreht werden mittels Muskeln, die sich an ihre Basalteile heften.

Die Pedizellarien sind höchst eigentümliche zangenartige Organe. Sie finden sich nur bei Seesternen und Seeigeln. Sie können sehr verschieden gebaut sein und sind von großem systematischen

Wert. Bei den Seesternen (Fig. 65) finden wir die höchste Ausbildung von Pedizellarien, z. B. bei *Asterias*. Hier bestehen sie aus zwei eigentümlich geformten Klappen, die sich um eine Basalplatte bewegen. Von diesem Pedizellariotypus finden sich gewöhnlich zwei Sorten, gekreuzte (Fig. 66) und gerade Pedizellarien. Sie sitzen in der Haut und können in großen Kränzen rings um die größeren Stacheln angeordnet sein.

Bei den Seeigeln (Fig. 67) bestehen die Pedizellarien aus einem Kopfe, der von drei Klappen zusammengesetzt ist, die von sehr verschiedenem Bau sein können, ferner aus einem Stiele, an dem der Kopf entweder direkt oder durch einen langen Hals eingelenkt ist. Die drei Klappen des Kopfes sind durch kräftige Muskeln miteinander verbunden, so daß sie sich öffnen und schließen können. An der inneren

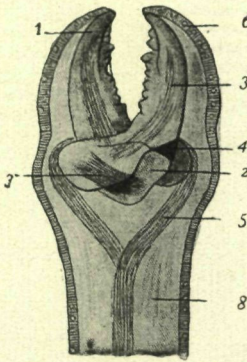


Fig. 66.
Eine gekreuzte Pedizellarie von
Asterias glacialis.

1 Kalkstücke der Zangen;
2 Basalstück; 3 Schließmuskel;
4 Öffnungsmuskel; 5 Axenband;
6 Epithel; 7 Körperwand; 8 Stiel.
Nach CUENOT aus LANG.

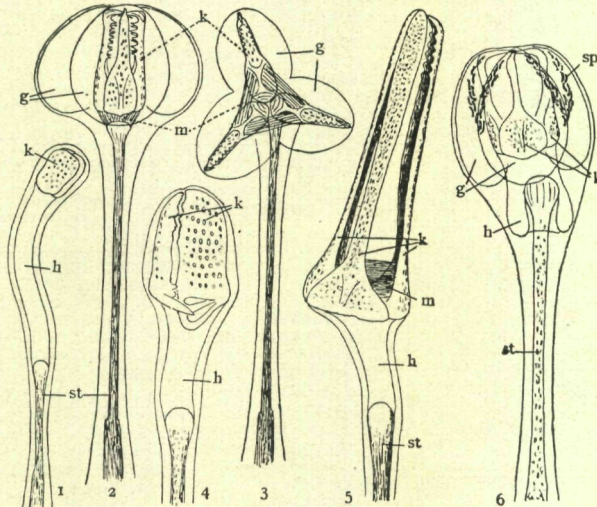


Fig. 67. Verschiedene Formen von Pedizellarien bei Seeigeln.
1 Triplicellate Pedizellarie von *Psammechinus miliaris*; 2 und 3 globifere
Pedizellarien von *Psammechinus miliaris*; 4 ophiocéphale Pedizellarie
von *Psammechinus miliaris*; 5 tridentate Pedizellarie von *Echinus acutus*;
6 globifere Pedizellarie von *Strongylocentrotus dröbachiensis*.
1 bis 4 45:1; 5 12:1; 6 35:1. — g Giftdrüse; h Hals; k Klappen;
m Muskel; st Stiel. — Nach TH. MORTENSEN.

Seite der Klappen findet sich eine kleine Erhöhung mit Sinneshaaren; sobald diese berührt werden, klappt die Zange zusammen. Wie oben erwähnt, sind die Pedzellarien (besonders der Kopf) sehr verschieden gebaut, so verschieden, daß sie in der Systematik gebraucht werden können. Folgende Formen sind vorhanden:

1. Die globifere Pedzellarien (Fig. 67 und 68): Sie sind die einzigen Pedzellarien mit bis zum Köpfchen reichendem Kalkstabe, d. h. ohne Hals (ausgenommen *Strongylocentrotus*). Außerhalb der Klappen liegen große Giftdrüsen, die in der Nähe der Spitze ausmünden. Diese Pedzellarien sind Verteidigungswaffen (s. S. VIII. 78).

2. Die tridentaten Pedzellarien sind ziemlich große Pedzellarien mit Hals; ihre Klappen sind lang und schmal oder löffelförmig. Sie fungieren als Fangapparat.

3. die ophiocephalen Pedzellarien sind kleine mit Hals versehene Pedzellarien mit gedrungenen Klappen, mit einem Kalkbogen an der Unterseite und scharfen Zahnzacken an den Innenrändern. Fangapparat.

4. Die trifoliaten oder triphyl- len Pedzellarien. — Ganz kleine Formen mit blattförmigen Klappen ohne Zähne. Diese Pedzellarien dienen zum Ergreifen von Kot und Detritus und als Putzapparate.

Die hier erwähnten Pedzellarien- formen sind die allgemeinen Typen. Bei den Spatangiden kommt noch eine fünfte Form vor. Alle vier

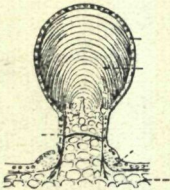


Fig. 69.
Schematischer
Längsschnitt
durch ein Sphäridium von
Spatangus purpureus.
Nach BÜTSCHLI.

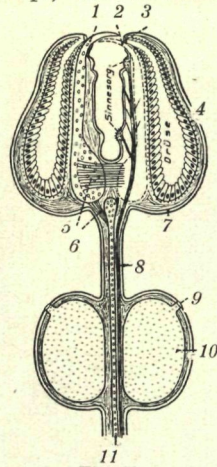


Fig. 68.
Globifere Pedzellarie
(etwas schematisiert und stark
vergrößert).
1, 2 Skelettzangen; 3 Öffnung;
4 Ringmuskelfasern;
5, 6 Muskeln; 7 Epidermis;
8 Nerv; 9 Öffnung; 10 Drüse;
11 Skelettstab. — Nach BÜTSCHLI.

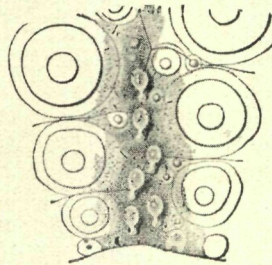


Fig. 70.
Unterer Teil eines Ambulakralfeldes von
Strongylocentrotus dröbachiensis;
in der mittleren Linie eine Reihe
Sphäridien, zwischen den beiden
Reihen Tuberkeln; etwas
vergrößert.
Nach LOVEN aus TH. MORTENSEN.

können bei demselben Tiere vorhanden sein; einige von ihnen können aber auch fehlen. Die Funktion der Pedzellarien ist eine doppelte: teils

werden sie als Reinigungsorgane, teils als Verteidigungswaffen verwandt, auch als Fangapparate können sie benutzt werden (s. S. VIII. 78).

Die Sphäridien (Fig. 69 und 70), die wohl als eine Art Sinnesorgan wirken, finden sich nur bei den Seeigeln.

Der Mund ist bei den regulären Formen der Seeigel und bei den *Clypeastridae* mit 5 kräftigen Zähnen versehen (Fig. 71), die in einem

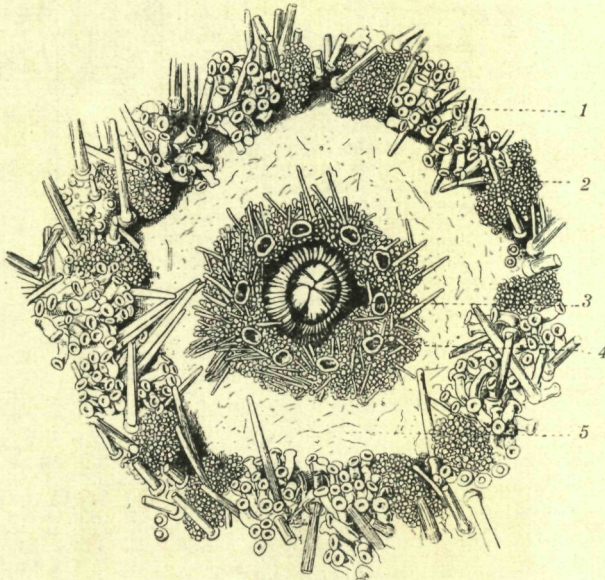


Fig. 71. Mundfeld von *Echinus esculentus*. — 1 Ambulacrum; 2 Kiemen; 3 Zähne; 4 Mundfüßchen; 5 Mundfeld. — Nach KÜENTHAL.

höchst komplizierten Stützapparat sitzen. Dieser Stützapparat wurde von PLINIUS „Lanterne des Aristoteles“ (Fig. 72 und 73) genannt. Es ist ein Kauapparat und kann sehr verschieden gebaut sein, ist deshalb auch von systematischer Bedeutung. Jeder Zahn wird von zwei größeren Kalkstückchen gestützt, den Pyramiden (Kiefern), auf deren oberen Ende zwei andere kleine Stückchen, die Epiphysen, zu finden sind, die in der Mittellinie einander begegnen können und dabei einen Bogen über die Pyramiden bilden. Über dem Zwischenraum der Pyramiden liegt eine unpaare Platte, *Rotula* genannt, und über dieser eine schlanke, etwas gebogene Spange, deren äußeres Ende herzförmig ist; sie heißt *Kompaß* oder *Gabelstück*. Die einzelnen Stücke dieses Kauapparates sind mit Muskeln verbunden, und Muskeln ziehen sich auch von der Lanterne bis zu besonderen *Apophysen* oder *Aurikeln* auf die Innenseite des Mundrandes. Mittels dieser Muskeln kann der ganze Kauapparat ein wenig vor-

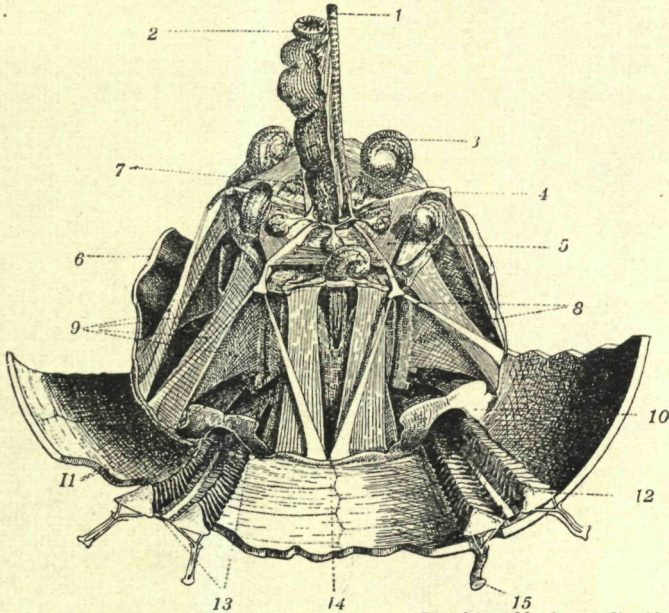


Fig. 72. Kauapparat von *Echinus esculentus*. — Die feine Membran, die über den ganzen Apparat gespannt ist, wurde an den Seiten weggelassen. — 1 Steinkanal; 2 Ösophagus; 3 Zahnwurzelblase; 4 Gabelstück; 5 Kompaßmuskeln; 6 Aurikel; 7 Polische Blase; 8 Gabelstückbänder; 9 Protraktoren; 10 Aurikel; 11 Aurikularmuskeln; 12 Ampulle; 13 Radiärkanal; 14 Kiefer; 15 Füßchen. — Nach KÜKENTHAL.

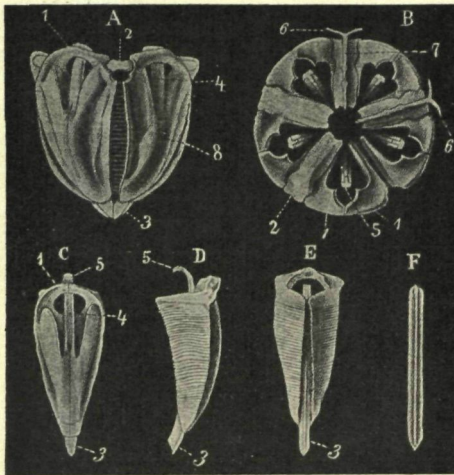


Fig. 73. Kauapparat („Lanterne des Aristoteles“) eines *Echinus*;
 A im Profil; B von der oberen inneren Seite; C eine Einzelpyramide von außen,
 D von der Seite, E von innen; F Zahn.
 1 Epiphysen (Arcus); 2 Rotula oder Zwischenkiefer; 3 freivorragender Teil der Zähne;
 4 mittlerer Teil eines Zahnes; 5 oberer Teil eines Zahnes; 6 die Äste eines Gabelstückes;
 7 Gabelstück (Kompaß); 8 Einzelpyramide oder Kiefer. — Nach LANG.

geschoben werden. Die Zähne bestehen aus einer harten, schmelzartigen Substanz; sie wachsen stets an ihren oberen Enden. Trotz Abnutzung haben sie deshalb immer dieselbe Länge. Mitten durch die Laterne zieht sich der Ösophagus.

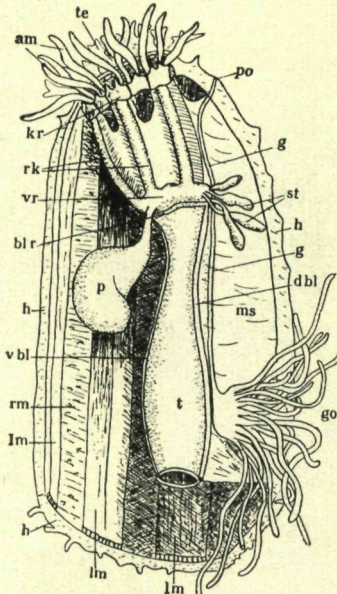


Fig. 74.

Vorderende von *Holothuria tubulosa*.

Leibeswand der linken Seite weggenommen; am Tentakelampullen, vorwärts gezogen, um den Kalkring zu zeigen; blr Blutgefäßring; dbr dorsales Darmblutgefäß; po Geschlechtsöffnung; go Geschlechtsorgane mit Ausführgang (g); h Haut; kr Kalkring; lm Längsmuskeln; ms Mesenterium; p Polische Blase; rk Radiärkanal; rm Ringmuskeln; st Steinkanäle; t Darm; te Tentakeln; vbl ventrales Darmblutgefäß; w Wasserkanalring.

Nach GOODRICH aus TH. MORTENSEN.

Um den Schlund der Seewalzen (Fig. 53 und 74) befindet sich ein Kalkring, aus 5 radiären (Radialia) und 5 interradiären (Inter-radialia) Stückchen bestehend. Die Radialia sind oft mit einer Einbuchtung im Vorderende versehen, über die der Radiärkanal und der Radialnerv ziehen. Das Hinterende der Radialia kann in gabelförmige

Verlängerungen ausgezogen sein (*Thyone*). Bei einigen Tiefseeformen finden sich nur die Radialia entwickelt. Im Hinblick auf den großen Formenreichtum hat dieser Kalkring große systematische Bedeutung.

Die Leibeshöhle der Echinodermen ist gewöhnlich recht geräumig und mit einem Wimperepithel ausgekleidet. Bei einigen Formen finden sich an verschiedenen Stellen besonders stark wimpernde Partien. Alle inneren Organe sind von Leibeshöhlenepithel überzogen.

Die Leibeshöhle ist mit einer Flüssigkeit erfüllt, die eiweißfrei und fast mit Seewasser identisch ist (Leibeshöhlen-, Zölm- oder Periviszeralflüssigkeit) und zahlreiche zellige Elemente enthält.

Diese Amöbozyten können von sehr verschiedenem Aussehen sein.

THÉEL, der diese Gebilde an *Asterias* u. a. genauer studiert hat, spricht von Plasma-Amöbozyten und Blasen-Amöbozyten. Die ersteren sind dadurch charakterisiert, daß sie keine eigentliche Struktur haben. Die Größe des Kernes ist sehr variabel (3.9μ bis 5.1μ). Dicht um den Kern befindet sich ein feines, granuliertes Plasma (Fig. 75).

Diese Plasma-Amöbozyten treiben frei und isoliert in der Körperflüssigkeit umher; zuweilen sind zwei Zellen durch kleine pseudopodiale Vorsprünge verbunden. Bei den isolierten Zellen ist keine aktive Pseudopodialbildung nachweisbar. Die Plasma-Amöbozyten scheinen sehr passiv zu sein. Vielleicht handelt es sich um neugebildete oder ruhende Zellen, die erst später aktiv werden.

Sie können sich in feuchten Kammern zu großen Synzytien vereinigen, die geradezu ein Gewebe bilden, retikulärem Bindegewebe nicht unähnlich (Fig. 76). THÉEL meint, daß dieses Vermögen, synzytiale

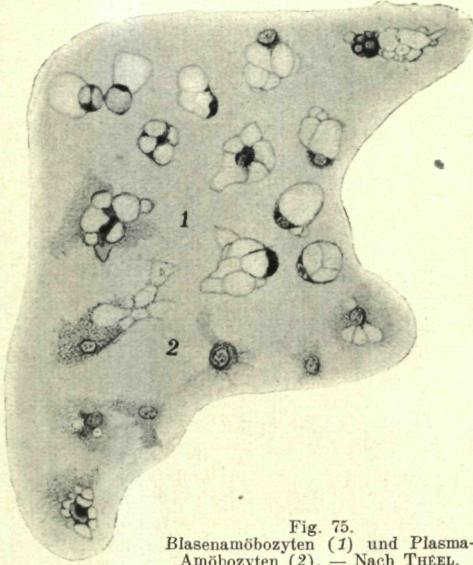


Fig. 75.
Blasenamöbozyten (1) und Plasma-
Amöbozyten (2). — Nach THEEL.

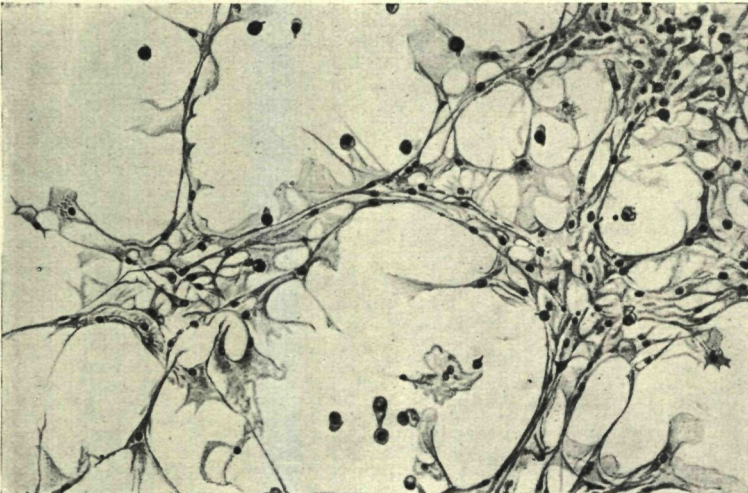


Fig. 76. Netzwerk von Amöbozyten, in feuchter Kammer gebildet; 500:1.
Nach THEEL.

Netzwerke zu bilden, von großer Bedeutung bei der Wundheilung sei (Wunden verursacht durch Selbstverstümmelung oder Verletzungen); vielleicht sind diese Zellen auch bei der Regeneration wirksam. Das ist jedoch noch nicht bewiesen.

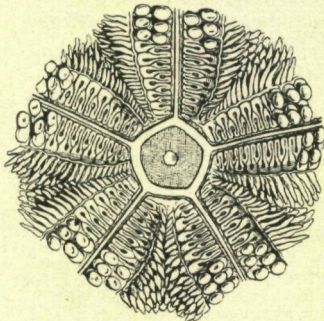


Fig. 77.
Ambulakralnervensystem von *Asterias rubens*; der Ringnerv und die fünf Radiärnerven (einige der Saugfüßchen sind entfernt).
Nach KÜENTHAL.

Bei den Blasen-Amöbozyten (Fig. 75) ist der zentrale körnige Teil von großen Blasen umgeben, die unaufhörlich ihre Form verändern. Größe bis 39 μ . Diese Zellen können auch Pseudopodien aussenden. Ihre Zahl ist sehr verschieden. Wahrscheinlich dürfen sie nur als umgebildete Plasmazellen angesehen werden.

Die Blasen-Amöbozyten können mit den Plasma-Amöbozyten Synzytien bilden, aber niemals für sich allein, im Gegensatz zu den Plasma-Amöbozyten. Über die physiologische Bedeutung dieser Wanderzellen s. S. VIII. 89.

Das Nervensystem ist kompliziert gebaut. Das eine System liegt im Ektoderm; es bildet auf der Unterseite in der Mitte jedes Radius einen radialen Nervenstamm, der als ein Nervenring um den Mund entwickelt ist. Dies ektodermale oder orale

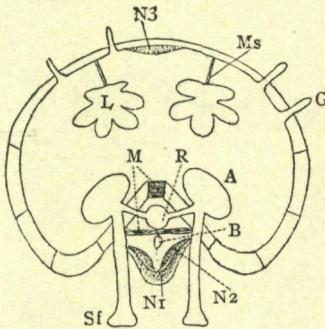


Fig. 78.
Schematischer Querschnitt durch den Arm eines Seesterns.
A Ampulle; B das radiäre Blutgefäß; G Hautkiemen (Papula); L Leber; M Muskeln; Ms Mesenterium; N₁ die radiären Nervenstämme, die in der Oberhaut liegen; N₂ die tiefer liegenden Nervenstämme; N₃ der dorsale Nervenstamm; R der radiäre Wasserkanal; Sf Saugfüßchen.
Nach TH. MORTENSEN.

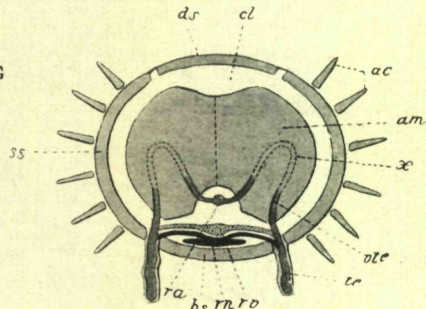


Fig. 79.
Schematischer Querschnitt durch den Arm eines Schlangensesterns;
ac Stacheln; bs Bauchschild; cl Armhöhle (Zölon); ds Rückenschild; ra Fühlerkanal des Wassergefäßsystems; rn Radialnerv des ambulakralen Nervensystems; ss Seitenplatte; te Saugfüßchen; vte Fühlerkanal des Radialgefäßes; x den Wirbel durchsetzender Teil des Fußkanals. — Nach LUDWIG aus LANG.

Nervensystem ist der am besten entwickelte Teil des Nervensystems bei den Seesternen (Fig. 77, 78), Schlangensesternen (Fig. 79), Seeigeln und Seewalzen. Bei den drei letztgenannten liegt es aber nicht, wie bei den

Seesternen, auf der Oberfläche in einer Furche; vielmehr schließt sich bei ihnen diese Furche über dem ektodermalen, oralen Nervensystem zu einem Rohr, an dessen Boden der Nervenstamm eingelagert ist.

Außer diesem oralen Nervensystem besitzen die Echinodermen noch zwei andere. Unter dem eben erwähnten ektodermalen findet sich das sogenannte „tieferliegende“ oder hyponeurale Nervensystem. Dieses ist fast ausschließlich motorisch. Es fehlt den Seeigeln fast ganz, und der Nervenring dieses Systems ist bei den Seewalzen schwach entwickelt.

Das dritte Nervensystem ist das dorsale oder das apikale Nervensystem. Bei den meisten Formen ist es sehr schwach entwickelt; bei den Seewalzen fehlt es sogar; bei den Seesternen ist es besonders stark entwickelt und dient hier der Bewegung der Arme. Bei den Seelilien ist das dorsale Nervensystem von allen drei Nervensystemen das am besten entwickelte.

Von Sinnesorganen sind nur

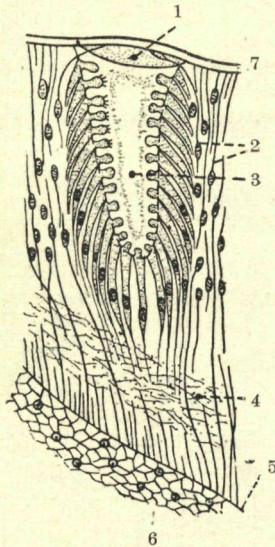


Fig. 80.
Axialschnitt durch ein Auge von *Asterias glacialis*; die punktierten Zellen sind die Schzellen.

1 Linse; 2 Stützzellen;
3 Glaskörper; 4 Nervenschicht;
5 Basalmembran; 6 Bindegewebe;
7 Cuticula. — Nach BÜRSCHLI.

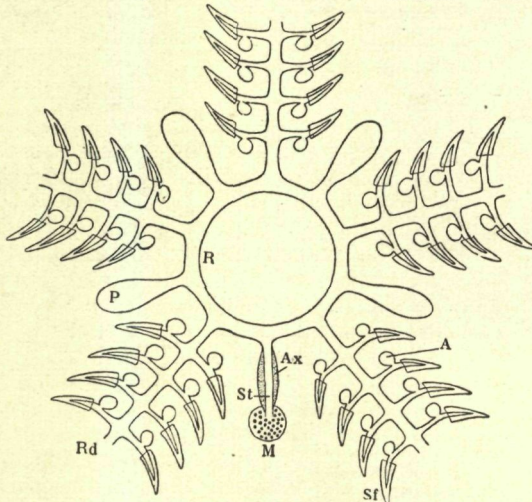


Fig. 81. Schematische Darstellung des Wasserkanalsystems eines Seesterns.

A Ampulle; Ax Axialorgan; M Madreporplatte; P Polische Blase;
R Ringkanal; Rd Radiärkanal; Sf Saugfüßchen; St Steinkanal.

Nach TH. MORTENSEN.

wenige bekannt. Bei den Asteroiden (Fig. 80) befindet sich an der Spitze jedes Arms ein Fühler, auf dessen Unterseite ein roter Fleck — ein Auge — ausgebildet ist. Die Spitzen der Arme sind bei den lebenden Tieren aufwärts gebogen, wodurch die Augen von oben sichtbar werden.

Bei den Ophiuroiden sind keine besonderen Sinnesorgane nachgewiesen. Vielleicht ist das lange, unpaare, dünne Saugfüßchen, das durch die röhrenförmige Terminalplatte ausgestreckt werden kann, als Tastorgan aufzufassen.

Als Geschmacksorgane können vielleicht die bei den Echinoiden vorkommenden Sphäridien angesehen werden.

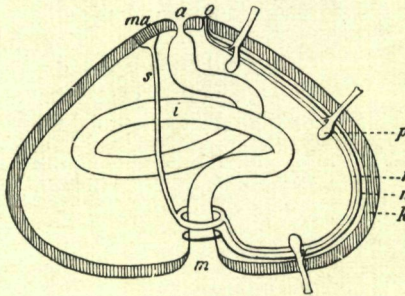


Fig. 82.

Schematischer Längsschnitt durch einen Seeigel. Der Schnitt geht rechts durch einen Radius, links durch einen Interradius; *a* After; *i* Darm; *k* Körperwand; *m* Mund; *n* Radiärnerv; *o* empfindliche Hautstelle (in der Okularplatte); *p* Ampulle; *r* Radiär-Wasserkanal; *s* Steinkanal.

Nach BOAS aus KÜENTHAL.

chen zahlreiche Sinnespapillen.

Das Wassergefäßsystem (Fig. 78, 79, 81, 82, 83) ist ein für die Echinodermen ganz eigenartiges Organ, das sich bei anderen Tiergruppen kaum nachweisen läßt. Es ist ein System dünnwandiger Röhren, das mit Wasser gefüllt ist. Es besteht aus einem oralen, um den Schlund liegenden Ringkanal und fünf (oder mehr, falls mehrere Radien vorhanden sind) von diesem entspringenden Radiärkanälen. Von den Radiärkanälen gehen zahlreiche kleine Seitenäste ab, die je in einem Saugfüßchen enden. Die Saugfüßchen sind zylindrische, sehr ausdehnbare Hautröhren, die bei einigen Formen mit einer Saugscheibe enden. Sie stehen gewöhnlich in zwei Reihen den Radien entlang; nur bei einigen Seeigeln und Seequalen treten sie auch in den Interradien auf. Am Grunde jedes Saugfüßchens findet sich eine Ampulle. Das System wirkt in folgender Weise: Es kontrahiert sich zuerst die Muskulatur der Ampulle; dadurch wird das Wasser aus der Ampulle in das Saugfüßchen getrieben, das dabei vorgestülpt wird, wobei die Saugscheibe dicht an die Unterlage angepreßt wird. Dann zieht sich die Längsmuskulatur des Füßchens zusammen, die ungefähr bis zur Mitte der Endscheibe reicht, und diese

Bei den Synaptiden finden sich an den Radiärnerven Statozysten (Fig. 108) und auf den Tentakeln oder in der Haut kleine Sinnesknospen. Auch schwach entwickelte Sehorgane (Pigmentflecke) sind in einigen Fällen nachgewiesen worden.

Bei *Echinus* sollen die Mundfüßchen bei der Nahrungsaufnahme in lebhafter Bewegung sein und werden vielleicht als Geruchs-, bzw. Geschmacksorgane fungieren.

Bei den Seeilien und Schlangensterne finden sich gewöhnlich auf den Saugfüß-

wird dadurch schwach emporgewölbt. Es entsteht ein kleiner leerer Raum, in den kein Wasser hineindringen kann; und Luft- und Wasserdruck heften dann die Saugscheibe so fest an die Unterlage, daß das Füßchen zerreißt, wenn es mit Gewalt von der Unterlage abgerissen

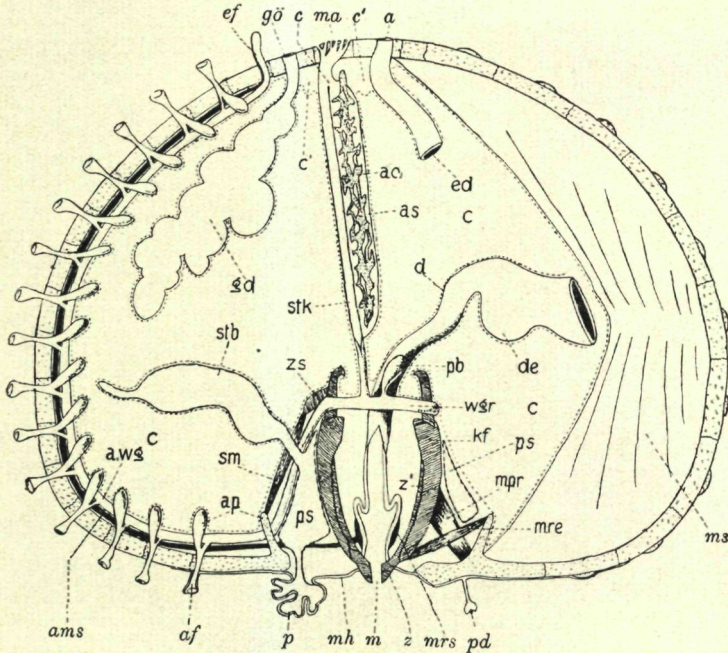


Fig. 83. Halbschematischer, senkrechter Schnitt durch einen regulären Seeigel; links ambulakral, rechts interambulakral; doch ist an den Mundteilen diese Richtung nicht streng eingehalten. — *a* After; *af* Füßchen; *ams* Radiärnerv; *ao* Axialorgan; *ap* Ampullen; *as* Axialsinus (und *c* dessen Mündung in den Steinkanal); *awg* Radiär-Wasserkanal; *C* Hauptcölom; *d* Darm; *ed* Enddarm; *ef* „Fühler“; *gd* Gonade; *kf* Kiefer; *ma* Madreporenplatte; *m* Mund; *mh* Mundhaut; *mpr* und *sm* Musculus protractor; *ms* Muskelseptum; *mre* Musculus retractor; *mrs* Ringnerv; *p* Kiemen; *pb* Polische Blase; *ps* Periösophagealsinus; *stb* STEWARTSche Blase, *stk* Steinkanal; *wgr* Wassergefäßring; *z* Zahn; *zs* Zwischenkiefer.

Nach B. HALLER.

wird. Sobald die Ampullen erschlaffen, fließt das Wasser von den Saugfüßchen in die Ampullen zurück. Am Ringkanal finden sich gewöhnlich größere, sogenannte Polische Blasen.

In einer der Interradien (selten in mehreren) verläuft ein Kanal mit stark kalkinkrustierten Wänden, der sogenannte Steinkanal, vom Ringkanal bis zu einer durchlöchernten Platte, der Madreporenplatte, durch die das Wassergefäßsystem mit Wasser gefüllt wird. Die Madreporenplatte liegt bei den Seesternen und Seeigeln auf der Dorsalseite in einem Interradius. Bei den Schlangensterne fungiert eins der Mundschilder auf der Ventralseite als Madreporenplatte, und

bei den Seewalzen öffnet sich der Steinkanal (oder die Steinkanäle) gewöhnlich in die Leibeshöhle. Bei den Seelilien findet sich keine

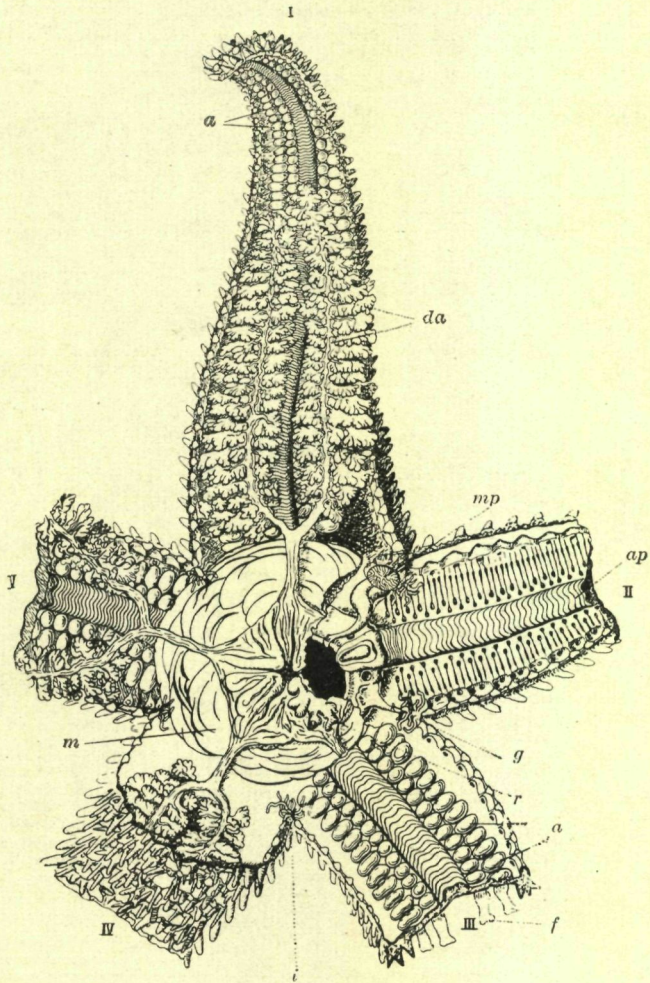


Fig. 84. *Asterias rubens*, vom Rücken aus präpariert; rechts ist ein Stück der Dorsal-
seite des Magens weggeschnitten. — I ganzer Arm mit normaler Lagerung der Organe;
II das Kalkskelett eines Arms; III Arm mit Ampullen; IV ein Stück der Rücken-
haut ist belassen; V mit auseinandergezogenen Darmästen.

a Ampullen; ap Ambulakralplatten; da Darmäste; f Füßchen; g Keimdrüsen;
i Interradius; m Magen; mp Madreporienplatte, darunter Steinkanal; r Rektaldivertikel.

Nach W. KÜENTHAL.

Madreporienplatte, aber an deren Stelle in jedem Interradius auf der
Ventralseite eine Anzahl kleiner Poren, die in die Leibeshöhle hinein-

führen, in die auch die vom Ringkanal ausgehenden zahlreichen kleinen Steinkanäle münden. *Rhizocrinus* hat nur einen Porus und einen Steinkanal in jedem Interradius.

*

Die große Verschiedenheit in der Ernährungsweise der Echinodermen (s. S. VIII. 70 ff.) verursacht natürlicherweise eine große Variation im Bau des Darmkanales. So groß ist die Variation, daß es notwendig sein wird, die verschiedenen Gruppen hier einzeln zu behandeln. Nur kann man im großen und ganzen sagen, daß zwei Haupttypen von Darmkanälen bestehen: ein sackförmiger und ein röhrenförmiger Typus. Erstgenannter findet sich bei den Seesternen und Schlangensterne, letztgenannter bei den Seelilien, Seewalzen und Seeigeln.

Seesterne. — Der Mund befindet sich in der Mitte der Mundhaut. Diese ist mit einer Ringmuskelschicht zum Verschluß des Mundes und mit Radiärmuskeln, die den Mund öffnen, versehen. Es folgt dann der kurze Schlund, der in den großen, sackförmigen Magen (Fig. 84) führt. Dessen Wände sind gewöhnlich stark gefaltet. Bei den meisten Formen ist er durch eine horizontale Kreisfurche in einen größeren unteren und einen kleineren oberen Abschnitt geteilt. Vom oberen Teil des Magens geht eine der Zahl der Arme entsprechende Anzahl Schlauchpaare ab, die Radialblindarme oder Leberblindschläuche, die durch doppelte Mesenterien an der dorsalen Wand der Scheibe und der Arme befestigt sind.

Nach dem Magen folgt der kurze Enddarm. Auch von diesem gehen Blinddärme aus, die sogenannten Rektaldivertikel, die im Gegensatz zu den Leberblinddärmen sehr stark variieren: Bei den *Asteridae* finden sich z. B. zwei einfache Säcke, bei den *Pentacerotidae* 5 (gabelförmige), bei den *Asterinidae* 5 einfache Säcke und bei den *Echinasteridae* und *Astropectinidae* ein fünfklappiger Rektaldivertikel.

Der After liegt auf der Rückenseite, gewöhnlich etwas exzentrisch, und zwar in demjenigen Interradius, der auf die Madreporenplatte, im Sinne des Uhrzeigers gesehen, folgt. Bei den *Astropectinidae* fehlt der After.

Die Seesterne besitzen die Fähigkeit, durch Druck der Leibeshöhlenflüssigkeit, ihren faltigen Magen auszustülpen. Der Magen legt sich

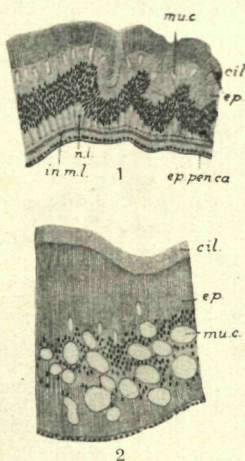


Fig. 85.

Asterias rubens;
1 vertikaler Schnitt durch den Magen, nahe an der Mundseite; 485:1.

cil Zilien; ep Epithel;
ep. per. ca. Körperhöhlenepithel;
in. m. l. innere Muskelschicht;
n. l. Nervenschicht;
mu. c. Drüsenzellen.

2 Transversaler Schnitt durch die Leberblindschläuche; 550:1.
Nach H. C. CHADWICK.

dicht an die Beute, so daß die Verdauungsflüssigkeit wirken kann. Ob die aufgelösten Stoffe direkt absorbiert werden oder in den oberen Abschnitt des Magens geführt werden, steht noch dahin. Wenn der Magen zurückgezogen werden soll, geschieht das durch fünf Paar Retraktormuskeln, die von der Seite des Organes ausgehen und sich nach den Seiten der radialen Erhöhung, die von den oberen Enden der Ambulakralplatten gebildet wird, erstrecken.

Die Histologie des Darmtraktes (Fig. 85) von *Asterias* ist unlängst durch CHADWICK bearbeitet worden. Zu äußerst findet sich eine Endothellage, darunter eine Muskel- und eine Bindegewebslage und schließlich ein bewimpertes, drüsenreiches Darmepithel, von langen, schmalen Epithelzellen zusammengesetzt, die in enger Verbindung mit Nervenzellen stehen. Von anderen Seesternen liegen so gut wie gar keine neueren Untersuchungen vor; aber es ist anzunehmen, daß ihr Darmkanal im großen und ganzen mit der oben angeführten Bauart übereinstimmt.

Als eine spezielle Eigentümlichkeit des Darmkanales der Echinodermen (speziell der Seesterne, Seeigel und Seewalzen) muß das zahlreiche Auftreten von wandernden, amöboidbeweglichen Zellen im Epithel angesehen werden. Ihre Natur ist noch nicht sichergestellt. Wahrscheinlich sind sie mesodermale Wanderzellen, die sich im Darminnern auflösen und ihren Inhalt freigeben (Fermentträger); erneute Untersuchungen sind aber erforderlich.

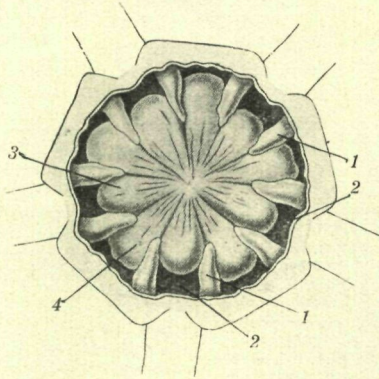


Fig. 86.

Magen und Bursae einer jungen *Ophiura albida* in ihrer natürlichen Lage in der Scheibe, deren Rückenwand abpräpariert ist.

1 Bursae; 2 Scheibenhöhle;
3, 4 Aussackungen des Magens.
Nach LUDWIG aus LANG.

Schlangensterne. — Der Magen der Schlangensterne (Fig. 86) dringt nicht in die Arme ein. Sowohl Blinddärme wie Enddarm und After fehlen. Durch Längsfaltung bildet der Magen Taschen, die sich der Form des Skeletts anpassen.

Seeigel. — Der Mund ist gewöhnlich mit fünf Zähnen ausgerüstet, die einen Teil des großen Kauapparates, der Laterne des ARISTOTELES (s. S. VIII. 86), bilden (Fig. 72, 73). Mitten durch die Laterne zieht sich der Ösophagus. Dieser geht in den röhrenförmigen Darm über, der erst ungefähr einen Kreis beschreibt, dann plötzlich umdreht, denselben Weg zurück-

läuft und sich im Anus öffnet; er bildet also keine vollständige Spirale.

Der Darm besteht aus folgenden Teilen: 1. dem Schlund, der den Kauapparat durchsetzt; 2. dem Teil des Darmes, der vom oberen Teil der Laterne bis zur Leibeswand führt und oft Speiseröhre (oder Magendarm) genannt wird. Die Windung wird als Mittel-

darm und das letzte Stück als Enddarm bezeichnet. Wo der Mitteldarm beginnt, zweigt sich ein Nebendarm ab. Dieser folgt bei den regulären Seeigeln dem Mitteldarm bis zur zweiten Windung, wo er wieder in den Mitteldarm einmündet (Fig. 87).

Seewalzen. — Der Verdauungskanal zerfällt nach OOMEN bei *Holothuria* in folgende Abschnitte:

„1. Schlund (Fig. 88), ein kurzes, wenig muskulöses Stück, das nicht gefärbt ist und zwischen den Fühlerampullen vom Kalkring bis zu einer leicht bräunlich pigmentierten Einschnürung verläuft, die den ersten Sphinkter darstellt, die diesen ersten Abschnitt trennt vom

2. Kropf. Er ist ziemlich stark mit Muskeln versehen, etwa 4 bis 5 cm lang und honigbraun pigmentiert. An beiden Seiten wird er von den proximalen Enden der Gefäßstämme eingefasst, die dorsal und ventral den größten Teil des Darmtraktes begleiten. Kropf und Schlund sind beim frischen Tiere fast stets mit nahrungshaltigem Sand prall gefüllt. In diesem Zustand ist das proximale Ende mehr konisch verjüngt als das distale.

Der Kropf wird abgeschlossen durch einen zweiten, schokoladenbraun gefärbten Sphinkter, den man immer in kontrahiertem Zustande findet. Seiner dicken Wandung verdankt er wohl den Namen „Muskelmagen“.

3. Der Magen hat eine bräunliche Wand, die hier und da unregelmäßige, vom Tonus abhängige radiale Kontraktionen zeigt und den flüssigen Inhalt ein wenig locker umschließt. Diese Verdauungsflüssigkeit enthält meist keine oder nur spärliche Nahrungsteilchen. Er bildet etwa die untere Hälfte des ersten absteigenden Schenkels des Darmtraktes und erstreckt sich dann über den ganzen aufsteigenden Schenkel; in einzelnen Fällen noch eine kleine Strecke darüber hinaus. Während er anfänglich ziemlich schlaff von dieser gelben Flüssigkeit erfüllt erscheint, sieht er in seiner zweiten Hälfte mehr gespannt aus und enthält erst wieder an dieser Stelle zu wurstförmigen Paketchen zusammengeballte Nahrungsmassen. Dieser Teil zeichnet sich aus durch eine dickere muskulöse Wand und ein geringes Lumen. . . . Die Grenze zwischen beiden ist bei jedem Individuum verschieden und dadurch schwer aufzufinden, daß beide Teile oft fließend ineinander übergehen. Magen und Magendarm kennzeichnen sich durch die üppige Entwicklung der Gefäßsysteme an ihrer dorsalen und ventralen Seite.

4. Der eigentliche Darm ist vom Magen und Magendarm deutlich unterscheidbar. . . . Erstens vereinigen sich in ihrer unmittelbaren

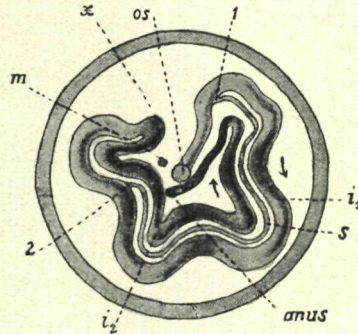


Fig. 87.
Schematische Darstellung des Verlaufes des Darmkanals bei einem regulären Seeigel. os Mund; i_1 , i_2 erste und zweite Darmwindung; s Nebendarm; 1, 2 die beiden Stellen, wo der Nebendarm in den Hauptdarm einmündet. — Nach LANG.

Nähe die beiden Gefäßflechte wieder zu einem einzigen dorsalen und ventralen Gefäß. Zweitens kann man hier im Bau der Wand deutliche makroskopische Verschiedenheiten zwischen den beiden scharf anein-

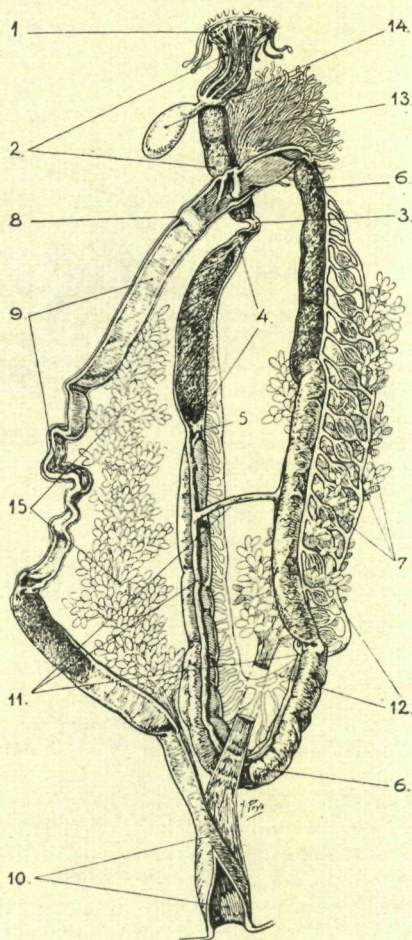


Fig. 88. Übersicht des Darmtrakts einer in der Verdauung begriffenen *Holothuria tubulosa*. — 1 Kalkring mit Fühlerampulle; 2 Schlund; 3 Sphinkter zwischen Schlund und Kropf; 4 Kropf; 5 Sphinkter zwischen Kropf und Magen; 6 Magen; 7 Wundernetze; 8 Grenze von Magen und Darm; 9 Darm (nicht gefüllt); 10 Kloake; 11 ventrale Gefäßstämme; 12 dorsale Gefäßstämme; 13 Gonade; 14 Polische Blase; 15 linker Kiemenbaum.
Nach H. A. P. C. OOMEN.

ander grenzenden Gewebearten feststellen. Die Magenwand ist braun und verhältnismäßig weich und grenzt mit einer scharfen Linie an die blasse muskulöse Darmwand, die von der Konsistenz einer Gelatine-

Gallerte ist. Wenn diese Übergangsstelle gerade frei von Nahrung ist, markiert sich der Darmanfang durch eine deutliche Verschmälerung. Der Darm bildet den zweiten absteigenden Schenkel der Schlinge, in die der Verdauungskanal gewunden ist. An leeren Stellen erscheint er als geschlängeltes Band. Distal mündet er in die geräumige

5. *Kloake*, die wohl keine große Rolle bei der Herausbeförderung der Exkremente zu spielen hat. Sie steht hauptsächlich im Dienste der Atmung durch die beiden Kiemenbäume, die von hier aus in die Körperhöhle hineinragen. Durch verschiedene Muskelbänder ist sie im distalen Teil des Hautmuskelschlauches befestigt.“ Wenn diese Muskeln sich kontrahieren, wird der Enddarm erweitert, und das Wasser strömt ein. Wenn sie erschlaffen, wird das Wasser wieder ausgepreßt.

Seelilien. — Der *Mund* liegt in der Mitte der Scheibe, die *Analöffnung* ungefähr in der Mitte zwischen dem *Mund* und dem *Rand* der Scheibe, in der Regel auf einem hohen, kegelförmigen Vorsprung, dem *Analkegel*. Bei vielen tropischen Formen findet sich jedoch die *Analöffnung* in der Mitte der Scheibe, während der *Mund*, mit den ihn umgebenden *Fußgängen*, an den *Rand* der Scheibe herangedrängt ist. Der *Darmkanal* macht eine *Spiralwindung* (im Sinne des Uhrzeigers); er ist in der Regel mit einigen *sackförmigen* oder *verzweigten Ausbuchtungen*, die möglicherweise als »*Leber*« fungieren, versehen.

*

Eigentliche *Exkretionsorgane* fehlen. Die *Abfallprodukte* werden von den *amöboiden Wanderzellen* aufgenommen. Diese werden entweder in ganz bestimmten Teilen des Körpers gespeichert oder treten durch die *Körperwand* hindurch und gehen im *Freien* zugrunde.

Die *Atmungsorgane* der Echinodermen sind verschieden ausgebildet. Bei den *Asteroiden* finden sich auf der *Dorsalseite* mehrere ganz *dünnhäutige Hautblasen* (*Papulae*), die *hervorgestülpt* werden können. Wahrscheinlich fungieren sie als *Hautkiemen*. — Bei den *Ophiuroiden* findet sich jederseits am *Grunde* der *Arme* auf der *Bauchseite* eine *Spalte*, von zwei *stabförmigen Platten* umgeben, die in einen großen *dünnwandigen Sack* hineinführen. Diese *Säcke* werden *Bursae* genannt (Fig. 89). — Bei den *Echinoiden* sind nur die *regulären Formen* (*Cidaridae* ausgenommen) mit besonderen *Atmungsorganen* ausgestattet. Es finden sich hier am *Peristomrand* der *Schale* *buschförmige Hautausstülpungen*, zwei in jedem *Interradius*, die *Kiemen* (Fig. 83). — Bei den *Seewalzen* spielt, wie oben angeführt, der *Enddarm* eine große Rolle für die *Atmung*. Außerdem finden sich bei vielen *Holothurien* auch sogenannte *Wasserlungen*. Das sind stark *verzweigte, dünnwandige Ausbuchtungen*, die vom *Enddarme* entspringen. In diesen *Wasserlungen* wird das *Wasser* in *Zirkulation* gesetzt durch die *Erweiterung* und *Kontraktion* des *Enddarmes*.

Das *Blutgefäßsystem* ist sehr kompliziert gebaut, und es besteht noch in vielen Punkten *Uneinigkeit* darüber, wie sich das ganze zusammensetzt. Besonders liegt der Grund dafür wohl darin, daß bisher nur *relativ wenige Untersuchungen* über dieses *Organsystem* vorliegen.

Es besteht aus einem Ringkanal und aus Radiärkanälen. Diese letzteren liegen zwischen dem ektodermalen Nervensystem und dem Wassergefäßsystem. Vom Ringgefäß gehen auch Gefäße zum Darm ab, und ein Gefäß, das dem Steinkanal zum aboralen Ringgefäß folgt. Dieses Gefäß ist besonders

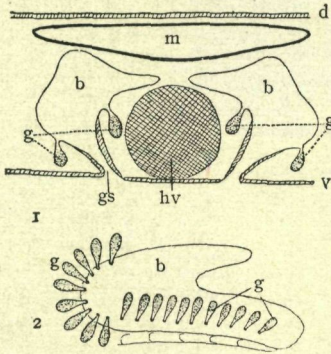


Fig. 89.

- 1: Schematischer Querschnitt durch den Basalteil eines Schlangensterne, innerhalb des Scheibenrandes, um die Lage der Bursae und der Geschlechtsorgane zu zeigen.
 2: Schematische Figur einer Bursa mit darauf sitzenden Geschlechtsorganen. — *b* Bursae; *d* Leibeshöhle, Rückenseite; *g* Geschlechtsorgan; *gs* Genital- oder Bursalspalte; *hv* Armwirbel; *m* Magen; *v* Leibeshöhle, Bauchseite.
 Nach LUDWIG aus TH. MORTENSEN.

ausgebildet und wird Dorsal- oder Axialorgan (Fig. 81, 83) genannt; es wurde früher als »Herz« bezeichnet, aber mit Unrecht. Die Hauptaufgabe dieses Organes scheint zu sein, teils Wanderzellen in sich aufzuspeichern. Vom dorsalen Ringgefäß gehen Äste nach den Geschlechtsorganen ab. Bei einigen Seewalzen können die Darmgefäße höchst komplizierte Gefäßnetze bilden. Das Gefäßsystem wird von einem Lakunensystem (Sinus) umgeben.

Die Geschlechtsorgane der Echinodermen sind sehr verschieden gebaut. Bei den Seelilien findet sich ein Genitalstrang in jedem Arm; nur in den Teilen, die in die Pinnulae hinausreichen, werden reife Geschlechtsprodukte gebildet. — Bei den Seesternen

(Fig. 84) sind die Geschlechtsorgane am Grunde der Arme, zwei in jedem Interradius, ausgebildet; zur Zeit der Geschlechtsreife wachsen die buschförmigen Organe derart, daß sie weit in die Arme hinausreichen. Bei *Luidia* finden sich im Gegensatz zu den übrigen Formen mehrere buschförmige Geschlechtsorgane entlang jeder Seite des Arms. Die Geschlechtsöffnungen sind sehr klein und schwierig nachzuweisen; sie befinden sich gewöhnlich auf der Dorsalseite an der Basis der Arme. — Die Schlangensterne haben ihre Geschlechtsorgane in folgender Weise ausgebildet: Auf der nach der Leibeshöhle zugekehrten Seite der Bursae finden sich die Geschlechtsorgane (Fig. 86). Gewöhnlich sind sie kleine, birnenförmige Organe, die in Reihen angeordnet sind; es gibt aber auch Formen, wo die Geschlechtsorgane große, blattförmige Körper sind. Sie münden in den Bursae aus, und von dem Bursae werden die Geschlechtsstoffe durch die Bursalspalten, die deswegen oft Geschlechtsspalten genannt werden, nach außen geführt. — Bei den Seeigeln (Fig. 83) liegen die Genitalorgane innerhalb der oberen Hälfte der Schale und münden vermittels kleiner Gänge durch die Genitalporen. Die regulären Seeigel haben fünf Keimdrüsen, die zuweilen zusammengewachsen sind; bei den irregulären finden sich deren nur vier, oder gar nur drei oder zwei. — Endlich sind bei den Seewalzen (Fig. 74) die Geschlechtsorgane nur im mittleren Rückeninterradius entwickelt. Sie münden

dorsal am Grunde der Tentakel oder zuweilen auf der Spitze eines Tentakels aus. Nicht selten liegt die Geschlechtsöffnung auf einer kleinen Papille.

Vorkommen Die Echinodermen kommen nur im Meere vor. Brackisches Wasser suchen sie soweit als möglich zu vermeiden. Aus diesem

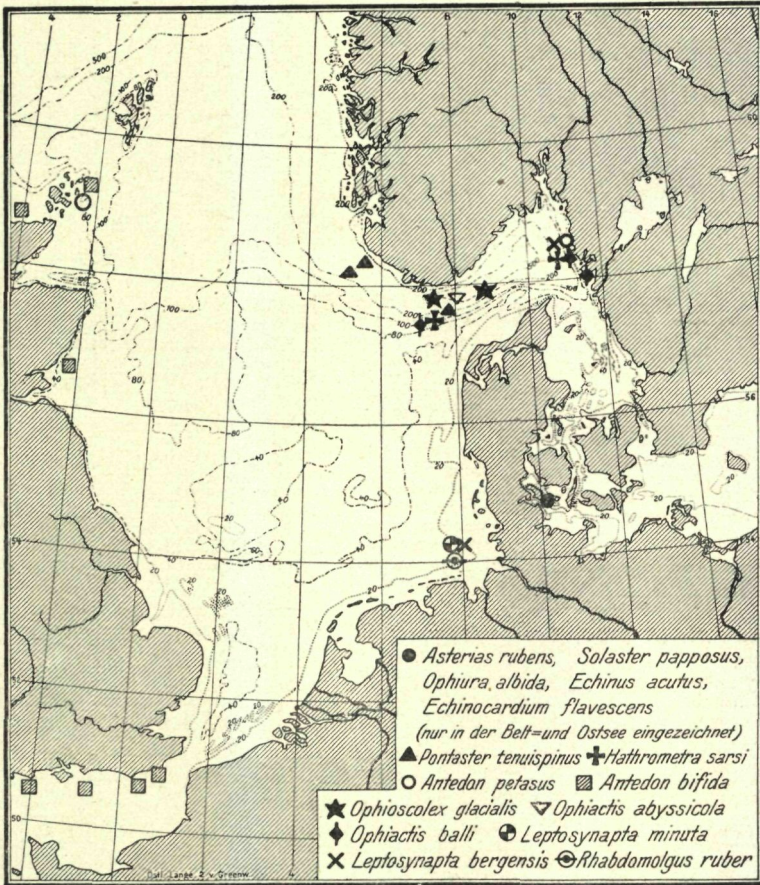


Fig. 90.

Verbreitung einiger wichtiger Echinodermenarten im Nordseegebiete.

Grunde findet man so gut wie gar keine Echinodermen in der Ostsee (s. Fig. 90, 91, 92). — Sowohl die Bodenbeschaffenheit als auch die Tiefe hat einen Einfluß auf die Ausbreitung der Echinodermen. —

Doch sind einige Arten nicht immer an eine bestimmte Bodenart gebunden. Als Beispiel diene *Ophiura texturata*. In der Nordsee scheint diese Art festen Sandboden oder gemischten Boden vorzugsweise aufzusuchen. Im Øresund hat man sie auf abgestorbener *Zostera* und auf Schlamm gefunden, im Kattegat auf gemischtem Boden und Sandboden, in Bohuslän auf Schlamm, in der Oslo-Bucht auf weichem Lehmboden, an der W-Küste Norwegens auf Lehmschlamm, Schalensand, Grus und Steinen.

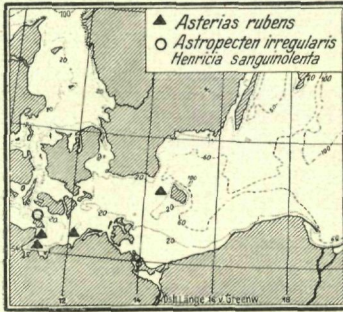


Fig. 91.

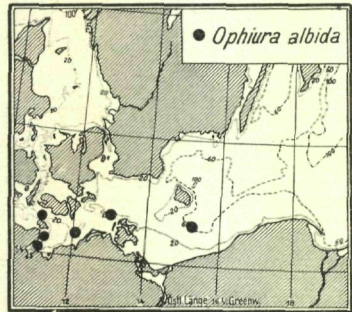


Fig. 92.

Im Gegensatz hierzu sind andere Formen, wie gesagt, recht fest an bestimmte Böden gebunden. Sandboden oder steinigem Boden bevorzugen z. B.: *Acrocnida brachiata*, *Amphipholis squamata*, *Ophiothrix fragilis*, *Ophiocomina nigra*, *Ophiomitrella clavigera*, *Ophiaclis balli*, *Ophiopholis aculeata*, *Hippasteria*, *Stichastrella*, *Echinus acutus*, *Echinus esculentus*, *Echinocyamus*, *Spatangus purpureus*, *Echinocardium cordatum*; Lehm- oder Schlammboden dagegen z. B. *Amphiura*, *Amphilepis norvegica*, *Psilaster andromeda* u. a.

Die verschiedenen Tierformen, die dieselbe Art Boden und Tiefe fordern und deshalb zusammenleben, bilden eine Tiergemeinschaft. In dänischen Gewässern hat C. G. JOH. PETERSEN über diese Tiergemeinschaften Untersuchungen angestellt, die ergeben haben, daß Echinodermen oft in so dominierendem Grade vorhanden waren, daß sie der ganzen Gemeinschaft, zu der sie gehören, das Gepräge geben, weshalb die Gemeinschaften nach ihnen benannt wurden (vgl. auch S. I. e 25 ff. und S. IX. d 79). Dies gilt z. B. für die

Echinocardium-Filiformis-Gemeinschaft (Fig. 93), benannt nach *Echinocardium cordatum* und *Amphiura filiformis*. — Diese Gemeinschaft trifft man in etwa 20 bis 22 m Tiefe im Kattegat an. Von anderen Echinodermen kommen vor: *Ophiura albida* juv. und *Ophiura texturata*.

Brissopsis-Chiajei-Gemeinschaft, benannt nach *Brissopsis lyrifera* und *Amphiura chiajei*. Diese Gemeinschaft findet man im Kattegat in etwa 60 bis 75 m Tiefe.

Brissopsis-Sarsi-Gemeinschaft (Fig. 94), benannt nach *Brissopsis lyrifera* und *Ophiura sarsi*. Diese Gemeinschaft kommt im Skagerak in etwa 186 m Tiefe vor.

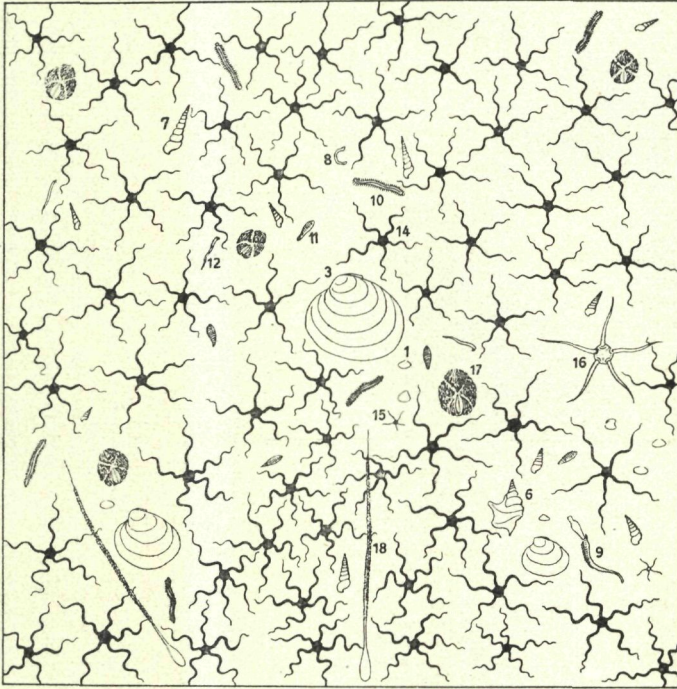


Fig. 93. Tierverbreitung am Meeresboden (auf 0.25 qm):

Echinocardium-Filiformis-Gemeinschaft, in 20 bis 22 m Tiefe (Kattegat); sie enthält auf dieser Fläche an Muscheln: 1 *Abra nitida* 4 Stück, 2 *Corbula gibba* 1 Stück, 3 *Cyprina islandica* 3 Stück, 4 *Axinus flexuosus* 1 Stück, 5 *Nucula tenuis* 1 Stück; Schnecken: 6 *Aporrhais pes pelecani* 1 Stück, 7 *Turitella terebra* 10 Stück, 8 *Chaetoderma nitidulum* 1 Stück; Würmer: 9 *Glycera* sp. 1 Stück, 10 *Nephtys* sp. 6 Stück, 11 *Brada* 5 Stück, 12 *Terebellides strömi* 3 Stück, 13 Nemertinenbruchstück; Ophiuroiden: 14 *Amphiura filiformis* 60 Stück, 15 *Ophioglypha albida* juv. 2 Stück, 16 *O. texturata* 1 Stück; Seeigel: 17 *Echinocardium cordatum* 5 Stück; Pennatuliden: 18 *Virgularia mirabilis* 2 Stück. — Nach PETERSEN aus R. HESSE.

Amphilepis-Pecten-Gemeinschaft, benannt nach *Amphilepis norvegica* und *Pecten vitreus*; Skagerak, 320 bis 328 m Tiefe.

Im Limfjord ist von SPÄRCK & LIEBERKIND eine *Echinocyamus*-Gemeinschaft angetroffen worden. Diese Gemeinschaft lebt innerhalb der 3-Meter-Linie, wo der Boden aus Grus oder Sand besteht.

Wie man bemerken wird, sind Seesterne nicht für die Charakterisierung dieser Gemeinschaft gebraucht worden. Asteriden sind sehr

bewegliche Tiere und nicht in so ausgeprägtem Grade an eine bestimmte Bodenart gebunden. Dies gilt jedenfalls für eine Anzahl Formen.

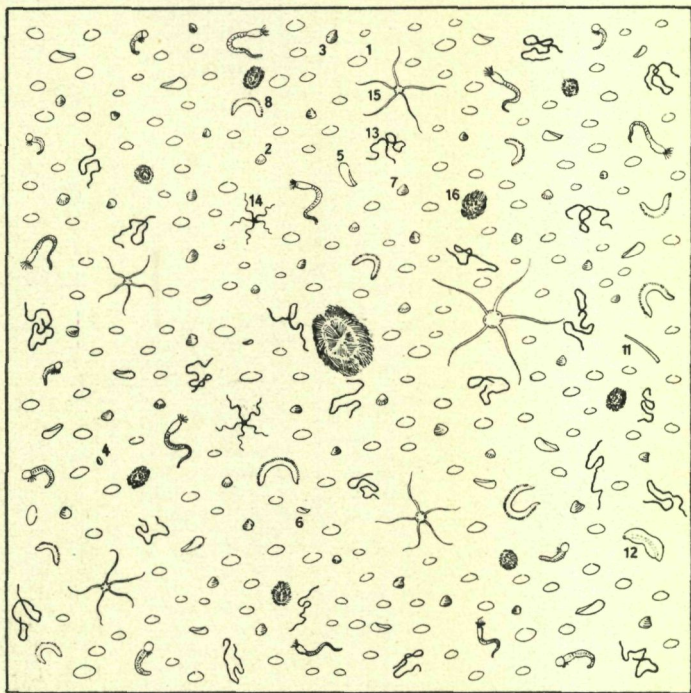


Fig. 94. Tierverbreitung am Meeresboden (auf 0,25 qm):
Brissopsis-Sarsi-Gemeinschaft, in 186 m Tiefe (Skagerak); sie enthält auf dieser Fläche
 an Muscheln: 1 *Abra nitida* 179 Stück, 2 *Cardium minimum* 11 Stück,
 3 *Azinus flexuosus* 20 Stück, 4 *Portlandia lucida* 1 Stück, 5 *Leda pernula* 17 Stück,
 6 *L. minuta* 1 Stück, 7 *Nucula tenuis* 14 Stück; Ringelwürmer: 8 *Aricia*
norvegica 9 Stück, 9 *Artacama proposcidea* 8 Stück, 10 *Melinna cristata* 8 Stück,
 11 *Pectinaria auricoma* 1 Stück, 12 *Eumenia crassa* 1 Stück, 13 *Myriochele heeri* 8 Stück;
 Ophiuroiden: 14 *Amphiuma elegans* 2 Stück, 15 *Ophiura sarsi* 5 Stück;
 Seeigel: 16 *Brissopsis lyrifera* 9 Stück. — Nach R. Hesse.

Asterias rubens wird man z. B. in allen Gemeinschaften antreffen können.

Über die Individuenanzahl von Echinodermen an ihren Lokalitäten hat man bisher nur ganz wenige Aufschlüsse. Diese scheinen jedoch darauf hinauszugehen, daß die Echinodermen in großen Mengen auftreten können. In einem Areal von etwa 140 000 000 qm fand man über 2 Billionen *Ophiura texturata* (SPÄRCK & LIEBERKIND).

Geographische Verbreitung

Die Nord- und Ostsee, mit Kattegat, Skagerak und Beltsee, gehören zur boreo-lusitanischen Region, die sich etwa vom nördlichen Norwegen bis zu den Kapverden erstreckt. Weit aus die meisten der in den N-europäischen Meeren vorkommenden Echinodermen-Arten sind für diese Region eigentümlich (obwohl einige, darunter *Asterias glacialis*, *Ophiothrix fragilis* und *Brissopsis lyrifera* sogar bis S-Afrika verbreitet sind).

Die boreo-lusitanischen Arten sind folgende:

<i>Antedon bifida</i>	<i>Psammechinus miliaris</i>
<i>Antedon petasus</i>	<i>Echinus esculentus</i>
<i>Astropecten irregularis</i>	<i>Echinus elegans</i>
<i>Luidia sarsi</i>	<i>Echinus acutus</i>
<i>Luidia ciliaris</i>	<i>Echinocyamus pusillus</i>
<i>Porania pulvillus</i>	<i>Brissopsis lyrifera</i>
<i>Stichastrella rosea</i>	<i>Echinocardium flavescens</i>
<i>Asterias glacialis</i>	<i>Echinocardium pennatifidum</i>
<i>Asterias rubens</i>	<i>Spatangus purpureus</i>
<i>Ophiothrix fragilis</i>	<i>Thyone fusus</i>
<i>Ophiocomina nigra</i>	<i>Echinocucumis hispida</i>
<i>Ophiactis balli</i>	<i>Cucumaria lactea</i>
<i>Amphiura borealis</i>	<i>Cucumaria elongata</i>
<i>Amphiura chiajei</i>	<i>Stichopus tremulus</i>
<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Mesothuria intestinalis</i>
<i>Acrocrida brachiata</i>	<i>Leptosynapta inhaerens</i>
<i>Amphilepis norvegica</i>	<i>Leptosynapta decaria</i>
<i>Ophiura texturata</i>	<i>Leptosynapta minuta</i>
<i>Ophiura affinis</i>	<i>Leptosynapta bergensis</i>
<i>Ophiura albida</i>	<i>Labidoplax buski</i>
<i>Ophiura carnea</i>	<i>Rhabdomolgus ruber</i>
<i>Gorgonocephalus caput-medusae</i>	<i>Myriotrochus vitreus</i>

Eine andere Gruppe von Arten ist wahrscheinlich über den ganzen N-Atlantik verbreitet, nämlich:

<i>Rhizocrinus lofotensis</i>	<i>Ophiomitrella clavigera</i>
<i>Hathrometra sarsi</i>	<i>Ophiactis abyssicola</i>
<i>Psilaster andromeda</i>	<i>Ophiocten sericeum</i>
<i>Pontaster tenuispinus</i>	<i>Ophiura robusta</i>
<i>Ceramaster granularis</i>	<i>Thyonidium pellucidum</i>
<i>Hippasteria phrygiana</i>	<i>Psolus phantapus</i>
<i>Ophioscolex glacialis</i>	

Arten aus dieser Gruppe, die in größeren Tiefen ihre eigentliche Heimat haben (*Ophiomitrella clavigera*, *Psilaster andromeda*, *Pontaster tenuispinus*, *Rhizocrinus lofotensis*) werden wohl wesentlich als Ausläufer der atlantischen Fauna zu betrachten sein.

Es gibt noch eine Gruppe von zirkumpolaren Arten, die hier in der Nordsee zum Teil ihre Südgrenze haben (*Henricia sanguinolenta*, *Solaster papposus*, *Solaster endeca*, *Pteraster militaris*, *Diplopte-*

raster multipes, *Leptasterias mülleri*, *Ophiopholis aculeata*, *Ophiura sarsi*, *Strongylocentrotus dröbachiensis*). Endlich haben einige Arten eine kosmopolitische Verbreitung (*Echinocardium cordatum*, *Asteronyx loveni*, *Amphipholis squamata*).

Endemische Arten gibt es in der Nord- und Ostsee sicher nicht; es ist eben ein zu kleines Gebiet dafür. Wenn *Leptosynapta minuta* lediglich von Helgoland bekannt ist, so bedeutet das sicher nur, daß diese kleine Form bisher anderswo übersehen wurde.

Die Fauna der südlichen Nordsee ist weit ärmer als die der nördlichen und die des Skageraks. Dies hängt wohl zum großen Teil von den Strömungen ab. Die Einwanderung geht nicht durch den Kanal, sondern von der W-Küste Großbritanniens, um die N-Spitze Schottlands herum und dann an der englischen O-Küste nach S entlang. So ist z. B. *Antedon bifida* (Fig. 90) nur bis Northumberland vorgedrungen, während *Ophiura affinis* und *Brissopsis lyrifera* die Doggerbank erreicht haben.

In die Ostsee dringen nur ganz wenige Arten vor, und zwar nur in deren westlichen Teil. Nur ganz ausnahmsweise können *Asterias rubens* und *Ophiura albida* die Gjedser-Rinne überschreiten (*Asterias rubens* einmal bei Stolp gefunden). Das hängt damit zusammen, daß die Echinodermen überhaupt gegen Brackwasser sehr empfindlich sind.

Die reichste Fauna im behandelten Gebiete haben wir im Skagerak; von da an nimmt sie sowohl gegen das Kattegat und die Ostsee, als auch nach dem S der Nordsee hin allmählich ab.

Verbreitungs-Übersicht

Mit Angaben über Tiefenvorkommen und besiedelte Bodenform

Art	Nordsee	Ostsee	Tiefe in m	Bodenart	Übrige Verbreitung
<i>Antedon bifida</i> (Penn.)	Kanal, W-Küste Englands, Shetland-Inseln bis Northumberland	—	5 bis 200	Fester Boden	Kanal bis Portugal
<i>Antedon petasus</i> (Düb. & Kor.)	Orkney-Inseln, (W-Küste Englands?), Skagerak (Bohuslän)	—	20 bis 325	desgl.	Färöer, Island; Skandinavien bis Tromsö
<i>Hathrometra sarsi</i> (Düb. & Kor.)	Skagerak	—	28 bis 1800	desgl.	Finmarken bis SW-Island; Grönland
<i>Astropecten irregularis</i> (Penn.)	Nordsee (bis Holland)	Als	10 bis 1000	Sand	Kattegat, Lofoten bis Marokko; Mittelmeer (var. <i>pentacanthus</i>)
<i>Psilaster andromeda</i> (Müll. & Trosch.)	Skagerak	—	70 bis 1800	Weicher Boden	N-Norwegen bis Kapverden, Azoren; Grönland
<i>Pontaster tenuispinus</i> (Düb. & Kor.)	Skagerak (Bohuslän)	—	20 bis 1500 (3150)	Schlamm	Spitzbergen bis Biscaya-Bucht; Grönland

Art	Nordsee	Ostsee	Tiefe in m	Bodenart	Übrige Verbreitung
<i>Luidia sarsi</i> Düb. & Kor.	(Kattegat)	—	10 bis 1300	Schlamm oder Sand	Von Christiansund bis Kapverden; Mittelmeer
<i>Luidia ciliaris</i> (Phil.)	Skagerak	—	4 bis 150	desgl.	Von den Färöer bis zu den Kap- verden; Mittelmeer
<i>Ceramaster granularis</i> (O. Fr. Müll.)	Skagerak	—	20 bis 1400	ver- schieden	Finmarken bis Marokko; Grönland
<i>Hippasteria phrygiana</i> (Parel.)	(Kattegat) W- und O-Küste Schottlands	—	20 bis 860	Schlick, Sand- oder Steinboden	Finmarken bis Irland; Grönland; S-Afrika
<i>Poraniomor- pha hispida</i> (M. Sars)	Skagerak 200 bis 600 m	—	90 bis 1170	—	N-Norwegen bis Färöer-Kanal; Grönland
<i>Porania pulvillus</i> (O. Fr. Müll.)	N-Teil der Nordsee, Skagerak	—	10 bis 250	—	Grossbritannien bis Biscaya-Bucht
<i>Henricia san- guinolenta</i> (O. Fr. Müll.)	N-Teil der Nordsee (Kattegat)	W-Teil bis Fehmarn	20 bis 2450	—	S bis zu den Azoren; Grönland; N-Pazifik
<i>Solaster papposus</i> (L.)	(Kattegat) Helgoland, südl. Nordsee	W-Ostsee bis Fehmarn	10 bis 40	—	Arktische Region bis Kanal; Grön- land; N-Pazifik
<i>Solaster endeca</i> (L.)	(Kattegat)	—	20 bis 90 (450)	—	von Spitzbergen bis Island und Grön- land; N-Pazifik
<i>Pteraster militaris</i> (O. Fr. Müll.)	Skagerak	—	100 bis 200 (1100)	—	Zirkumpolar bis Färöer-Kanal; Grönland; N-Pazifik
<i>Diplopteraster multipes</i> (M. Sars)	Skagerak	—	500 bis 600 (1170)	—	Barentsmeer; Grön- land; N-Pazifik bis Japan und Kalifornien
<i>Stichasterella rosea</i> (O. Fr. Müll.)	Skagerak	—	4 bis 366	Sand	Lofoten bis Biscaya-Bucht
<i>Leptasterias mülleri</i> (Sars)	Nordsee bis Helgoland (Kattegat)	—	20 bis 800	—	Schottland bis Spitzbergen; Grön- land; (?) N-Pazifik
<i>Asterias rubens</i> L.	ganze Nordsee bis zur Schelde	W-Teil der Ostsee bis Bornholm (Stolp)	0 bis 200	ver- schieden	Weisses Meer; W-Küste Europas bis zum Senegal; Grönland; N-Amerika
<i>Asterias qtacialis</i> L.	Skagerak, (Kattegat) nördl. Nordsee	—	20 bis 180	—	Finmarken bis Mittelmeer; S-Afrika

Art	Nordsee	Ostsee	Tiefe in m	Bodenart	Übrige Verbreitung
<i>Ophiocolex glacialis</i> Müll. & Trosch.	Skagerak	—	200 bis 600 (1900)	Weicher Boden	Spitzbergen bis Färöer-Kanal; Grönland
<i>Ophiothrix fragilis</i> (Abildg.)	Skagerak, Nordsee bis zur Schelde (Kattegat)	—	20 bis 100 (350)	Fester Boden	Lofoten bis Azoren; Mittelmeer; S-Afrika
<i>Ophiocomina nigra</i> (Abildg.)	Skagerak, (nördl. Kattegat)	—	0 bis 400	Laminarien und desgl.	Trondhjemfjord bis Azoren; Mittelmeer
<i>Ophiomitrella clavigera</i> (Ljungm.)	Skagerak (250 bis 500 m)	—	300 bis 1000	—	Azoren; W-Grönland bis S-Karolina
<i>Ophiactis balli</i> (Thompson)	Skagerak	—	60 bis 400	Steine oder Schill	W-Küst; Norwegens bis Biscaya-Bucht; Kanaren
<i>Ophiactis abyssicola</i> (M. Sars)	Skagerak	—	150 bis 1800	Korallenboden	Finmarken bis Azoren; S-Afrika; Grönland
<i>Ophiopholis aculeata</i> (O. Fr. Müll.)	bis zur südl. Nordsee	—	12 bis 60	Harter Boden	Zirkumpolar bis S-England
<i>Amphiura chiajei</i> Forb.	ganze Nordsee, Skagerak	—	20 bis 200 (1200)	Weicher Boden	Trondhjemfjord bis Mittelmeer; Azoren
<i>Amphiura filiformis</i> (O. Fr. Müll.)	ganze Nordsee, Skagerak	—	20 bis 40 (1000)	Weicher Boden	Trondhjemfjord bis Mittelmeer; Azoren
<i>Amphiura borealis</i> (G. O. Sars)	Skagerak (200)	—	150 bis 800	Korallenboden	Tromsø bis Färöer-Kanal
<i>Acrocnida brachiata</i> (Mont.)	Nordsee	—	0 bis 40	Sand	Küste Großbritanniens
<i>Amphipholis squamata</i> (Chiaje)	S-Teil der Nordsee (Kattegat)	—	1 bis 250	Sand oder Steine	Kosmopolitisch
<i>Amphilepis norvegica</i> Ljungm.	Skagerak	—	100 bis 2900	Schlamm	Lofoten bis Kanaren; Mittelmeer
<i>Ophiocten sericeum</i> (Forb.)	Skagerak	—	66 bis 650 (4500)	Schlamm	SW-Irland, Spitzbergen bis Irland; Grönland
<i>Ophiura texturata</i> Lam.	ganze Nordsee (Kattegat)	—	2 bis 200	Sand	Lofoten bis Mittelmeer
<i>Ophiura sarsi</i> Ltk.	Skagerak (Kattegat)	—	30 bis 300 (3000)	—	Zirkumpolar bis Färöer-Kanal

Art	Nordsee	Ostsee	Tiefe in m	Bodenart	Übrige Verbreitung
<i>Ophiura affinis</i> Ltk.	Nordsee bis zur Doggerbank, Skagerak (Kattegat)	—	8 bis 250 (550)	—	Finmarken bis zur Küste Großbritanniens
<i>Ophiura</i> <i>robusta</i> Ayres	nördl. Nordsee, Skagerak (Kattegat)	—	6 bis 450	—	Bis Spitzbergen; Grönland; (?) N-Pazifik
<i>Ophiura albida</i> Forb.	ganze Nordsee (Kattegat)	westl. Ostsee	4 bis 150 (500)	—	Finmarken bis Azoren; Mittelmeer
<i>Ophiura</i> <i>carnea</i> M. Sars	Skagerak	—	50 bis 1260	—	Trondhjemfjord bis Azoren; Mittelmeer und Kapverden
<i>Asteronyx</i> <i>lovéni</i> Müll. & Trosch.	Skagerak	—	100 bis 1800	Auf Penna- tuliden	Kosmopolitisch
<i>Gorgonocephalus</i> <i>caput medusae</i> (L.)	Skagerak (300)	—	150 bis 1200	Auf Korallen	Trondhjemfjord bis W-Küste Irlands
<i>Psammechinus</i> <i>militaris</i> (Gmel.)	ganze Nordsee, Skagerak (Kattegat)	westl. Ostsee	0 bis 100	ver- schieden	Trondhjemfjord bis Azoren
<i>Echinus</i> <i>esculentus</i> (L.)	ganze Nordsee (Kattegat)	—	10 bis 40 (1200)	Harter Boden	Finmarken bis Portugal
<i>Echinus acutus</i> Lam.	Skagerak (NO-Kattegat)	—	45 bis 200	Sand	N-Norwegen bis Kap Bojador; Mittelmeer
<i>Echinus</i> <i>elegans</i> Düb. & Kor.	Skagerak (53 m)	—	50 bis 2000	Harter Boden	Trondhjemfjord bis Azoren
<i>Strongylocentrotus</i> <i>dröbachiensis</i> (O. Fr. Müll.)	nördl. Nordsee, Skagerak (Kattegat)	—	0 bis 1200	Harter Boden	Bis zum Kanal; Zirkumpolar
<i>Echinocyamus</i> <i>pusillus</i> (O. Fr. Müll.)	ganze Nordsee	westl. Ostsee	10 bis 50 (800)	Sand oder Kiesel- steine	Finmarken bis Kap Bojador; Mittelmeer
<i>Spatangus</i> <i>purpureus</i> (O. Fr. Müll.)	ganze Nordsee, Skagerak (Kattegat)	—	5 bis 800	desgl.	Nordkap bis Azoren; Mittelmeer
<i>Echino-</i> <i>cardium</i> <i>cordatum</i> (Penn.)	ganze Nordsee, Skagerak (Kattegat)	—	0 bis 230	Sand	Kosmopolitisch
<i>Echino-</i> <i>cardium</i> <i>flavescens</i> (O. Fr. Müll.)	ganze Nordsee, Skagerak, N- und O- Kattegat	S. O. Als (?)	20 bis 325	Sand	Finmarken bis Azoren; Mittelmeer

Art	Nordsee	Ostsee	Tiefe in m	Bodenart	Übrige Verbreitung
<i>Echinocardium pennatifidum</i> Norm.	Nordsee, Skagerak (N-Kattegat)	—	5 bis 150	Sand	Färöer bis Mittelmeer
<i>Brissopsis tyrifera</i> (Forb.)	Nordsee bis zur Doggerbank, Skagerak (Kattegat)	—	5 bis 300	Schlamm	Lofoten bis Mittelmeer; S-Afrika
<i>Mesothuria intestinalis</i> (Ascan.)	Skagerak	—	20 bis 2000	Schlamm	Murmanküste bis Mittelmeer; Azoren
<i>Stichopus tremulus</i> (Gunn.)	Skagerak	—	20 bis 1200	Harter Boden	Finmarken bis Kanaren
<i>Cucumaria elongata</i> Düb. & Kor.	(Kattegat)	—	5 bis 150	Schlamm	Trondhjemfjord bis Mittelmeer
<i>Cucumaria lactea</i> (Forb.)	(N-Kattegat) Skagerak	—	0 bis 100	Harter Boden, Schill	Trondhjemfjord bis zur Bretagne
<i>Echinocucumis hispida</i> (Barr.)	Skagerak	—	50 bis 1200 (1800)	Schlamm	Nordkap bis Biscaya-Bucht
<i>Thyone fusus</i> (O. Fr. Müll.)	nördl. Nordsee, Skagerak	—	10 bis 150	Schill	Trondhjemfjord bis Mittelmeer; Madeira
<i>Thyonidium pellucidum</i> (Flem.)	ganze Nordsee, Skagerak (Kattegat)	westl. Ostsee	10 bis 380	Sand	Spitzbergen bis Kanal; Grönland bis Florida
<i>Psolus phantapus</i> (Strussenf.)	Skagerak (Kattegat)	—	0 bis 380	verschieden	Spitzbergen bis Irland; Grönland
<i>Leptosynapta inhaerens</i> (O. Fr. Müll.)	Skagerak (Bohuslän, N-Kattegat)	—	10 bis 50	Schlamm oder Sand	Lofoten bis Frankreich
<i>Leptosynapta decaria</i> (Östergr.)	Skagerak (Bohuslän, Kattegat)	—	40 bis 70	Sand	Trondhjemfjord
<i>Leptosynapta minuta</i> (Becher)	Helgoland	—	20	Schlamm	?
<i>Leptosynapta bergensis</i> (Östergr.)	Skagerak (Bohuslän), Kattegat	—	2 bis 50	Schlamm	Trondhjemfjord Bergen, Färöer
<i>Labidoplax buski</i> (M'Int.)	(N- und O-Kattegat)	—	20 (bis 420)	Schlamm	Finmarken bis Küste Großbritanniens
<i>Rhabdomolgus ruber</i> Keferst.	Helgoland	—	20	Sand	Bretagne
<i>Myriotrochus vitreus</i> (M. Sars)	Skagerak (500 bis 600 m)	—	100 bis 700	Schlamm	Norwegen

Bewegung BAGLIONI gibt folgende Zusammenfassung über die verschiedenen Bewegungsarten der Echinodermen: „Ihrer fast ausnahmslos benthonischen Lebensweise gemäß bewegen sich die Echinodermen fast nur auf dem festen Boden des Meeres, jedoch nicht nur auf horizontalen oder schwach schrägen Ebenen, sondern auch auf vertikalen Wänden (der Felsen im Freien oder der künstlichen Glasaquarien in der Gefangenschaft). Ihre Lokomotionsbewegung ist im allgemeinen eine langsame, mit Ausnahme derjenigen einiger Schlangensterne, welche sehr bewegliche Arme besitzen und ziemlich rasch laufen können. Die Lokomotion erfolgt also durch wahre Kriechbewegungen, und zwar nach folgenden vier verschiedenen Prinzipien, deren jedes bei bestimmten Klassen vorherrscht.

a) Es sind die eigentümlichen zahllosen Füßchen des Wassergefäßsystems, die, indem sie sich ausstrecken oder zurückziehen und durch ihre Saugwirkung auf dem Boden anheften, mittels koordinierter Bewegungen den Tierkörper tragen. Diese Lokomotionsart tritt besonders bei den Seesternen auf, deren Radien steif sind. Sie kann mit den Kriechbewegungen der benthonischen Cephalopoden zum Teil verglichen werden.

b) Es sind die Bewegungen der ganzen Radien in ihrer Längsachse, die, sich schlängelnd und beugend, etwa wie wir es von den Schlangen kennen, den Körper fortzuschaffen vermögen. Diese Lokomotion findet nur bei den Schlangensystemen (und Haarsternen) statt, welche eben bewegliche Arme besitzen.

c) Es sind die langen rigiden Stacheln, welche, sich nach verschiedenen Richtungen bewegend, den Körper tragen. Diese Art der Lokomotion ist den Echiniden (Seeigeln) eigen.

d) Außerdem kommen noch nach ROMANES für die Lokomotion der Echiniden die Pedizellarien, jene eigentümlichen dreizinkigen Zangen dieser Tiere, in Betracht. (Die Pedizellarien dienen sonst hauptsächlich zum Beißen und zum Festhalten der Beute [ROMANES, v. UEXKÜLL]; s. S. VIII. 35/36.) Durch rasches Zukneifen sind sie imstande, den Körper an den Pflanzen des Meeresbodens zunächst so lange festzuhalten, daß die trägeren Saugfüßchen Zeit haben, sich darauf anzuheften.

Schwimmbewegungen kommen nur bei den Haarsternen vor. Eine andere Bewegungsart, die mit der Lokomotion verwandt ist, wurde neuerdings von MANGOLD für einige Echinodermen hervorgehoben und untersucht, nämlich Eingraben im Sande und Ausgraben aus demselben.

Die Echinodermen haben in ihren Ambulakralfüßchen ganz eigenartige Bewegungsorgane ausgebildet. Diese Saugfüßchen stehen innerhalb des Körpers je mit einer Ampulle mit den Radiarkanälen des Wassergefäßsystems in Verbindung. Von hier aus kann Wasser in die Füßchen gepreßt werden, so daß sie sich ausstrecken; durch Kontraktion der muskulösen Wand können die Füßchen sich zusammenziehen. Das Festsaugen ist nur möglich, während die Füßchen ausgestreckt sind.

Die meisten Seesterne und Seeigel bewegen sich mit Hilfe der Saugfüßchen. Gewöhnlich sind die Bewegungen nur recht langsam. Bei

einigen Formen sind Messungen vorgenommen worden. *Asterias* legt z. B., nach PREYER, 5 bis 8 cm in der Minute zurück, *Astropecten* in der Minute 30 bis 60 cm, und *Luidia* soll sich noch schneller bewegen können.

Bei *Astropecten*, der keine Saugscheiben an den Füßchen hat, geht die Bewegung nach ROMANES und EWART, auf eine eigentümliche Weise vorstatten, indem sich nämlich der Körper auf die Spitzen der Ambulakralfüßchen hebt und durch plötzliches Einknicken aller stützenden Füßchen in der beabsichtigten Richtung vorwärts fällt. JENNINGS hat eine Anzahl Versuche mit *Asterias forreri* Loriol über dessen Bewegungen angestellt. Da diese die ausführlichsten sind, die es gibt, und da man vermuten muß, daß sie auch für die europäischen Formen in Betracht kommen, werden sie hier nachstehend näher beschrieben.

Nach JENNINGS' Ansicht ist es ganz irrtümlich, wenn man, wie dies früher geschah, die Hauptfunktion des Saugfüßchens in dem Ziehen sucht, das es ausübt, nachdem es sich festgesaugt hat. „The starfish is supposed to haul itself along, as one might do by attaching ropes in front; then shortening them. This is certainly a mistaken idea, so far as the usual locomotion is concerned.“

JENNINGS wurde hierauf erst aufmerksam, als er sah, daß der *Asterias* imstande war, ebensogut auf losem Sand wie auf festem Boden mit Hilfe seiner Saugfüßchen zu gehen. Wäre die Bewegung wirklich derart, wie früher angenommen, so müßte man vermuten, daß der Seestern sich nicht auf losem Sande würde bewegen können.

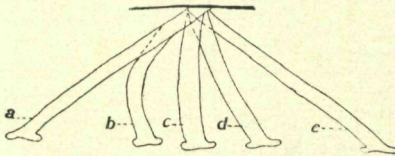


Fig. 95.

Schematische Darstellung eines Saugfüßchens während der Bewegung. — Die Buchstaben a bis e zeigen die nacheinander folgenden Stellungen eines Saugfüßchens. Die Vorwärtsbewegung des Seesternkörpers wird hier nicht gezeigt.

Nach JENNINGS.

Nach Ansicht des genannten Verfassers geht die Bewegung folgendermaßen vor sich (Fig. 95): Jedes Saugfüßchen streckt sich aus in der Richtung, in der die Bewegung erfolgen soll, die Spitze stützt sich auf den Boden, und der proximale Teil des Saugfüßchens wird vorwärts geschwungen. Dadurch wird natürlich auch der Körper vorwärtsbewegt, — mit anderen Worten: die Saugfüßchen wirken eher als Hebestangen. Während sich der Körper vorwärtsbewegt, bleiben die Saugfüßchen etwas gebogen und dadurch kürzer; aber sobald er so weit vorwärts gekommen ist wie möglich, stehen die Saugfüßchen in ihrer vollen Länge nach hinten ausgestreckt. Erst jetzt ziehen sie sich zusammen, werden aber unmittelbar danach wieder nach vorn geführt und ganz ausgestreckt, wonach derselbe Prozeß wieder von neuem beginnt. Irgendein Ziehen ist dagegen nicht von den Saugfüßchen ausgeübt worden. — Ein anderer Umstand, der auch dafür spricht, daß die Annahme JENNINGS' richtig ist, ist der, daß ein Seestern, der sich in Bewegung befindet, sich niemals an die Unterlage mittels irgendeines der Saugfüßchen festgesaugt hat, was man daran ersehen kann,

daß man den Seestern mit größter Leichtigkeit vom Boden entfernen kann. Dagegen saugt sich ein still liegender Seestern häufig an die Unterlage fest, so daß er nur mit Macht entfernt werden kann.

Unter normalen Verhältnissen kriechen die meisten Seesterne nicht viel umher; doch können verschiedene Umstände sie dazu zwingen, sich in Bewegung zu setzen. Besonders durch die von JENNINGS mit *Asterias forreri* angestellten Untersuchungen sind unsere Kenntnisse vor diesen Verhältnissen erweitert worden.

Überführt man einen Seestern von dem einen Behälter in einen anderen, so wird er zuerst hin- und herwandern, als ob er die Verhältnisse untersuchen wollte (»exploratory movements«). Ferner vermeiden die Seesterne solche Gegenstände, die eine Gefahr für sie bedeuten können (Chemikalien, Süßwasser usw.), wogegen sie günstige Bedingungen aufsuchen (Nahrungsmittel, passende Temperatur usw.).

Auch das Licht hat einen Einfluß auf die Bewegung. Einige Formen scheinen positiv phototropisch, andere negativ phototropisch zu sein (s. im übrigen S. VIII. 99).

Die Schlangensterne bewegen sich auf eine Weise, die sehr verschieden ist von der der Asteroiden und Echinoiden. Während die Seesterne mit ihren Füßen so am Grunde haften, daß sie sich nur so weit verschieben können, wie die Länge ihrer Saugfüßchen es gestattet, strecken die Schlangensterne ihre langen beweglichen Arme in der Richtung der Bewegung aus, heften sie mit den Enden an der Unterlage an und beugen dann die Arme nach der entgegengesetzten Richtung, so daß sie den Körper vorwärtsschnellen. Die Bewegungen erinnern einen etwas an Schwimmbewegungen. Der Schlangestern bewegt sich also in kleinen Sätzen oder Sprüngen vorwärts (Fig. 93).

ØSTERGREN beschreibt ferner die Art, wie sich die Füßchen während der Bewegung in vollkommener Koordination zum Teil ausstrecken und ansaugen, während gleichzeitig andere Füßchen loslassen und sich nach vorn strecken, um weiterhin wieder anzugreifen. MANGOLDS Untersuchungen scheinen zu genau denselben Ergebnissen geführt zu haben.

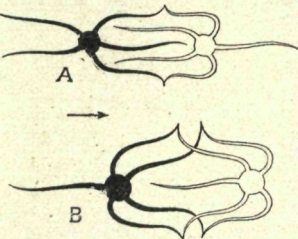


Fig. 96.

Schematische Darstellung der Bewegungsarten eines Schlangensterne (*Ophiura*):

A mit einem Arme, B mit zwei Armen voran. Die im Umriss gezeichnete Figur stellt die Stellung des Schlangensterne nach dem „Sprunge“ dar. — Nach ØSTERGREN aus TH. MORTENSEN.

Über die Bedeutung der Saugfüßchen der Ophiuriden hat lange Uneinigkeit geherrscht. Eine Anzahl Forscher behaupten, daß sie von keinerlei Bedeutung für die Bewegung sind, da ihnen die Saugscheibe fehle, und daß sie nur als Fühlerorgane benutzt werden. Dieser Ansicht wird von anderen Forschern widersprochen, indem diese beobachtet haben, daß die Ophiuriden imstande sind, selbst an Glaswänden emporzuklettern (z. B. *Ophiocomina nigra*, *Ophiopholis aculeata*, *Amphiura chiajei* und *Ophiura albida*). Bei einigen dieser Formen, die von REICHENSPERGER untersucht worden sind, hat dieser zahlreiche Drüsen in den Saugfüßchen festgestellt, und er meint deshalb, daß die

Ophiuriden zum Teil dadurch klettern können, daß sie sich anleben. WINTZELL glaubt jedoch, sich dieser Deutung nicht anschließen zu können, da er denkt, daß man sich schwer einen Schleim vorstellen kann, der erst im Meereswasser steif werden und sich darauf sofort auflösen kann. Außerdem schreibt WINTZELL, daß er auch niemals eine hinterlassene Schleimspur gefunden hat, dort wo ein Ophiuride über eine Glaswand geklettert ist. Ganz gelöst scheint diese Frage also noch nicht zu sein.

Es sind jedoch lange nicht alle Ophiuren, die sich auf diese Art sprungweise fortbewegen. Einige (*Amphiura*, *Ophiactis*) bewegen sich, gemäß PREYER, „wegen der im Verhältnis zum Durchmesser ihrer Scheibe viel größeren Radiuslänge überwiegend oder ausschließlich durch die Schlangenwindungen ihrer Radien und die dadurch herbeiführte Reibung am Boden“. — Nach WINTZELL können auch beide Bewegungsarten vorkommen. Dies bezieht sich z. B. auf *Ophiocomina nigra*.

Um die Beweglichkeit des Armes der Ophiuren zu verstehen, ist es nötig, der Bauart desselben eine kurze Betrachtung zu schenken. Das eigentliche Bewegungselement des Armes ist die Wirbelreihe und die zu dieser gehörenden Muskeln. Diese Wirbel bilden sich stets direkt an der Armspitze und erreichen erst nach und nach ihre endgültige Gestalt. Die ältesten und deshalb am besten entwickelten Wirbel sind die adoralen. Ein Wirbel (Fig. 94) dieser Region besteht

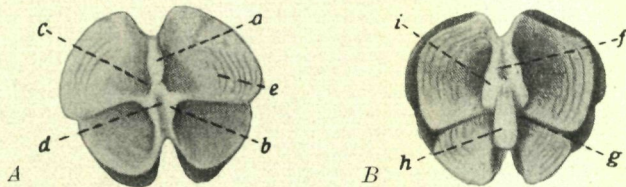


Fig. 97. Wirbel von *Ophiura texturata*. — A Adorale Seite: a oberer medianer Vorsprung; b unterer lateraler Vorsprung; c obere laterale Vertiefung; d untere mediane Vertiefung; e Muskeläste. B Aborale Seite: f obere mediane Vertiefung; g untere laterale Vertiefung; h unterer medianer Vorsprung; i oberer lateraler Vorsprung. — Nach J. WINTZELL.

auf der aboralen Seite aus einer oberen medianen und zwei unteren lateralen Vertiefungen, sowie einem unteren medianen und zwei oberen lateralen Vorsprüngen. Auf der adoralen Seite befinden sich dementsprechend ein oberer medianer und zwei untere laterale Vorsprünge sowie eine untere mediane und zwei obere laterale Vertiefungen. Durch eine Leiste, die quer über den Wirbel geht, teilt sich dieser in eine obere und eine untere Hälfte. Im ganzen entstehen auf diese Weise also vier Felder, an die sich die Muskeln (Musc. intervertebrales) anschließen.

Nach WINTZELL*) können nun folgende einfache Bewegungen der Arme vorkommen:

1. Zusammenziehung der beiden dorsalen Muskelstränge und Erschlaffung der ventralen: Aufwärtsbiegung des Armes.

*) Original in schwedischer Sprache; hier übersetzt.

2. Zusammenziehung der ventralen Muskeln und Erschlaffung der dorsalen: ventrale Beugung des Armes.

3. Zusammenziehung der Muskelstränge der einen Seite und Erschlaffung derjenigen der entgegengesetzten Seite: Biegung des Armes nach der ersten Seite.

4. Zusammenziehung der Muskeln von nur einer „Ecke“ (des oberen, linken Stranges) und Streckung der übrigen drei: Biegung des Armes schräg nach oben (oder nach unten).

Sofern der Bau der Wirbel dies gestattet, erfolgt durch sehr schnelles Zusammenziehen in einigen der obengenannten Fälle ein spiralförmiges Aufrollen der Arme.

Folgende Kombinationen sind denkbar:

1. Wechselweises Zusammenziehen und Erschlaffen der dorsalen und der ventralen Paare des Muskelbündels: eine pendelnde Bewegung in der Vertikalen.

2. Wechselweises Zusammenziehen und Erschlaffen der beiden lateralen Paare des Muskelbündels: pendelnde Schläge in der Horizontalen.

3. Eine Welle von Zusammenziehungen und Streckungen läuft längs des Muskelbündels oder eines der Paare der Muskel-„Stränge“, während sich die Muskeln des entgegengesetzten Bündels oder des entgegengesetzten Paares abwechselnd strecken und zusammenziehen: Krümmung der Arme in der Vertikalen, Horizontalen oder Schrägen.

4. Die Zusammenziehungen und (auf der anderen Seite) die Streckungen laufen rund um den Querschnitt, in der einen oder anderen Richtung: jeder Punkt des Armes beschreibt eine kreisförmige Bahn.

5. Auch soll hier noch eine kombinierte Bewegung erwähnt werden, deren Verlauf im einzelnen, infolge unserer mangelnden Kenntnisse in bezug auf die feinere anatomische Struktur des Bewegungsapparates der Arme, hier jedoch nicht wiedergegeben werden kann: die Drehung der Armbasis, wie sie bei einer Anzahl Formen durch Um-drehung aus der Rückenlage vorkommt.

Natürlich ist der Bau der Wirbel und dadurch auch ein Teil der Bewegungen etwas verschieden bei den verschiedenen Formen; aber es würde zu weit führen, auf Einzelheiten einzugehen.

Durch diese Bewegungen der Arme ist der Schlangensterne imstande, sich von der einen Stelle nach der anderen zu bewegen; auch für die Nahrungsaufnahme können sie bei einigen Arten eine Rolle spielen, wenn auch der erstere Zweck der wesentlichste ist.

Schwimmbewegungen sind bei den Ophiuren nicht mit Sicherheit festgestellt worden. Ganz gewiß kann man beobachten, daß einige Ophiuren, während sie durch das Wasser herabgleiten, die Arme bewegen; doch kann man das nicht mit Berechtigung als Schwimmbewegungen auffassen. Es sind dies im großen und ganzen genau dieselben Bewegungen, wie das Tier sie auf dem Boden vornimmt, wenn es sich dort bewegt. Die tropische Gattung *Ophiopteron*, die als eine schwimmende Form beschrieben wurde, wegen der mit Haut verbun-

denen Armstacheln (LUDWIG), kann nicht schwimmen, sondern ist eine langsam kriechende Form (TH. MORTENSEN).

Die Seeigel bewegen sich langsam, wesentlich mittels ihrer Stacheln auf der Mundseite; diejenigen Formen, die frei auf dem Boden leben, gehen auf der Spitze der Stacheln, beinahe wie auf Stelzen. Die Saugfüßchen sind dagegen von geringerer Bedeutung als Bewegungswerkzeuge auf ebenen Flächen. Will der Seeigel dagegen an Felsen hinaufklettern, benutzt er die Saugfüßchen.

Von einer größeren Anzahl Seeigel ist beobachtet worden, daß sie in besonderen Wohnstätten hausen, die sie sich in Stein oder Sand eingegraben haben. Was das erstere betrifft, so sind, soviel man weiß, unter den in den nordischen Meeren vorkommenden Arten nur zwei imstande, in Stein zu bohren, nämlich *Psammechinus miliaris* (CAILLAUD) und *Strongylocentrotus dröbachiensis*. Aller Wahrscheinlichkeit nach werden die Löcher mit Hilfe der Zähne und durch Bewegen der Stacheln gebohrt. Die irregulären Seeigel graben sich gewöhnlich, mittels der Stacheln, in den Boden ein.

Bei den Holothurien ist die Bewegung der Saugfüßchen von großer Bedeutung, wenn diese auch in ihrer Arbeit von Fühlern und durch Bewegungen des ganzen Körpers unterstützt werden. Wo die Füßchen fehlen, sind es die Fühler und die Körperbewegungen allein, die das Tier bewegen (*Leptosynapta inhaerens*). Was die Synaptiden angeht, spielen auch die Anker und die Ankerplatten eine Rolle bei der Bewegung (Fig. 98, 99).

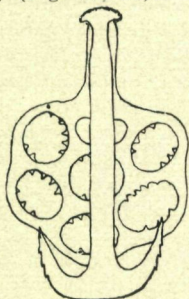


Fig. 98.
Anker und Ankerplatte eines
Labidoplax buski,
wie sie zusammen in der Haut
liegen; 200:1.
Nach TH. MORTENSEN.

Diese Anker und Ankerplatten sind zwei voneinander gesonderte Skeletteile, liegen aber immer beisammen. Der untere Teil des Ankers

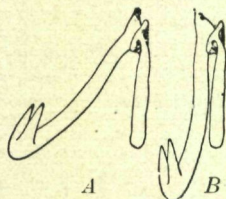


Fig. 99.
Anker und Ankerplatte einer
Synapta,
in den beiden verschiedenen
Stellungen; A bei schlapper Haut,
B bei gestraffter Haut. — Nach
ÖSTERGREN aus TH. MORTENSEN.

(der »Griff«) bildet eine Erweiterung: unmittelbar darüber hat der Anker auf der Innenseite einen Kiel, der als Gelenk dient und um welchen der Anker sich bewegen kann. Es gibt keine besonderen Muskeln, die dieser Bewegung dienen, sie kommt nur durch die Zusammenziehung der Haut zustande. Wenn die Haut gespannt ist, werden die Anker gegen die Ankerplatten gedrückt; dabei werden die Ankerarme aufwärts gedreht und bilden somit kleine Erhöhungen in der Haut, die als kleine Füßchen wirken. Die Haut wird normal nicht

von den Armspitzen des Ankers durchbohrt, sondern die Anker wirken etwa wie die Rippen der Schlangen. Wenn die Haut wieder erschlafft, erheben sich die Anker und die Armspitzen werden dadurch nach innen gedreht. Die Löcher der Ankerplatten sind oft mit feinen Zähnen besetzt.

Was die Bewegungsgeschwindigkeit dieser Tiere betrifft, so hat G. N. PARKER gemessen, daß eine Holothurie (*Stichopus panamense*) etwa 1 m in 15 Min. zurücklegt.

Schwimmbewegungen sind bei einigen Holothuriern (*Bathyploetes natans*) beobachtet worden. Echt pelagische Tiere sind *Pelagothuria* und *Planktothuria*.

Endlich soll hier noch ganz kurz einiges über Crinoiden gesagt werden. Die freilebenden Formen sind wohl einige der beweglichsten Tiere aller ausgewachsenen Echinodermen. Die Fortbewegung geschieht in der Weise, daß fünf Arme, ebenso vielen Paaren angehörig, sich gleichzeitig senken, während die fünf anderen in Hebung begriffen sind, und so immer abwechselnd. Durch diese Bewegungen können die Seelilien aktiv schwimmen und gewähren dabei ein außerordentlich schönes Bild. Man scheint sich jedoch nicht ganz einig darüber zu sein, wie aktiv diese Crinoiden sind. JOHN VAUGHAN THOMPSON, der *Antedon bifida* untersucht hat, beschreibt ihn als „not only free, but leading the most vagrant life of any of the tribe“. W. B. CARPENTER kommt dagegen nicht ganz zu demselben Resultat, indem er meint, daß diese Schwimmbewegungen nur ausgeführt werden, wenn das Tier sich einen neuen Platz suchen will und sofort wieder eingestellt werden, wenn es einen solchen gefunden hat. Als Resultat dieser Untersuchungen schreibt CARPENTER sogar: „The life of the adult *Antedon* is habitually passed (I feel justified in ascerting) so nearly in the same degree of fixedness as that of its pentacrinoid larva that it may almost equally be regarded as representing the life of the typical *Crinoidea*.“ HERBERT C. CHADWICK schließt sich CARPENTERS Anschauung vollständig an, indem auch er *Antedon* nicht als „active animal“ betrachtet.

Zum Schluß soll noch die „Umdreh-Bewegung“ (»righting reaction«) bei den See- und Schlangensterne besprochen werden. Über den allgemeinen Verlauf derselben schreibt J. LOEB: „If a starfish be laid on its back, the tube feet of all the arms are stretched out at once and are moved hither and thither as if feeling for something, and soon the tips of one or more arms turn over and touch the underlying surface with their ventral side. The tube feet of these arms attach themselves to this surface and the animal is then able to turn a somersault and regain its normal position. For this result it is essential that all five arms do not attempt simultaneously to bring the animal into the ventral position. Should the tips of all five, or even four tug simultaneously, it would be impossible for the animal to turn over. In normal starfish having five arms, not more than three begin the act of turning; the other two remain quiet.“

Das geht jedoch nicht immer in gleicher Weise vor sich. Nach

JENNINGS kann man zwischen 6 Grundtypen unterscheiden, die sogar noch weiter variiert und kombiniert werden können¹⁾.

Über die Auflösungsreize der Umdrehbewegung kann folgendes gesagt werden: PREYER meint, daß die Selbstwendung aus rein zentralen Ursachen erfolgt und „es sich hier um eine Bewegung handelt, welche ohne äußere Reflexreize zustande kommt“. Ihm folgt JENNINGS. MOORE dagegen glaubt, daß der Reiz bei Berührung der Rückenhaut mit dem Boden ausgelöst wird. Ihm schließt sich MANGOLD an. Später hat aber WOLF (1925) gezeigt, daß auch rückenhautlose Tiere die Umdrehungen ausführen können; ferner hat sich ergeben, daß frei aufgehängte Tiere ebenfalls die Rückenseite immer nach oben zu kehren versuchen; man müßte demnach annehmen, daß die Seesterne ein Raumorientierungsvermögen besitzen und als statisches Organ der an Mesenterien aufgehängte Darm aufzufassen wäre. Ganz neuerdings hat sich G. FRAENKEL (1928) mit dieser Frage beschäftigt und kommt zu folgendem Schluß: „Da die Dorsalkrümmung immer eintritt, wenn die Füßchen nicht an einer Unterlage festgesogen sind, ist der Auslösungsreiz des Umdrehreflexes in dem Mangel der Berührung für die Saugfüßchen zu erblicken. Als Receptoren fungieren die Füßchen.“ Doch auch diese Deutung scheint durch die Versuche FRAENKELS nicht genügend festgelegt zu sein.

Auch mit den Umdrehbewegungen der Ophiuren haben mehrere Forscher gearbeitet. GLASER (1907) hat gefunden, daß die Umdrehung auf zweierlei Art geschehen kann:

1. Zwei nebeneinander liegende Arme werden so weit nach außen gebogen, bis sie zusammen mit dem zwischen ihnen liegenden Teil der Scheibe eine gerade Linie bilden. An der Basis dieser Arme und an der Kante der Scheibe zwischen ihnen entsteht eine Bewegung, die den nach oben liegenden Teil des Tieres umzudrehen versucht, die gerade Linie als Achse dienend.

2. Ein Arm wird an dessen Basis gebogen, so daß er unter die Scheibe zu liegen kommt, die von den anderen in die Höhe gehoben wird, besonders viel von demjenigen Arm, der dem nach innen gebogenen gegenüberliegt. Auf diese Weise rotiert die Scheibe um den nach innen gebogenen Arm herum und fällt schließlich durch ihr eigenes Gewicht in die richtige Lage.

Die hier erwähnten Arten von Umdreh-Bewegungen findet man besonders bei Formen mit steifen Armen, wie *Ophiura*. Bei *Ophiopholis aculeata* und *Ophiothrix fragilis* geschieht das Umdrehen nach WINTZELL dagegen auf folgende Weise²⁾:

„Alle Arme werden etwas nach oben gebogen (ventral), wie beim beginnenden Anklammerungsreflex. Dabei erhält bald der eine oder ein Paar derselben die Übermacht, legt sich über die Unterseite der

¹⁾ Der große Wert, den man auf die von JENNINGS angestellten Untersuchungen legt, die zu zeigen scheinen, daß „the starfish forms habits“ (daß ein Seestern, der einmal angefangen hat, sich auf eine bestimmte Weise umzudrehen, diese auch stets weiter anwendet), kann nur durch weitere Untersuchungen festgestellt werden.

²⁾ Original in schwedischer Sprache; hier übersetzt.

Scheibe und befestigt sich mittels der Haken. Gleichzeitig biegt sich die Scheibe, und die übrigen Arme drehen sich um ihre Achsen. Diese Drehung geschieht gewiß nicht immer in zweckmäßiger Richtung, oft sieht man, wie ein Arm (oder auch zwei) den anderen entgegenarbeitet. Eine so ausgeprägte Koordination wie bei der Umdrehung der *Ophiura* findet man also hier nicht. Die Haken können auch oft rein passiv, obwohl sie beweglich sind, einen Arm in einer unbequemen Stellung festhalten, wodurch die Umdrehung ganz wesentlich erschwert werden kann.“

Über die Schnelligkeit, mit der diese Umdrehung vorgenommen wird, hat WINTZELL ebenfalls Versuche angestellt:

Ophiocomina nigra

Etwa 1 min. Pause zwischen jeder Umdrehung; die Zeit in sec.

No.	Durchmesser der Scheibe	Umdrehungen							Durch- schnitt
		1	2	3	4	5	6	7	
I	12 mm	10.0	9.7	8.5	10.9	7.5	10.1	11.8	9.8
II	8 mm	9.0	9.3	8.0	8.2	10.6	13.4	10.0	9.8
III	11 mm	11.1	6.0	5.5	15.6	25.0	17.4	—	13.4
IV	10 mm	3.4	4.5	4.1	6.5	7.1	5.8	11.6	6.1
V	10 mm	5.5	8.2	5.9	9.9	10.0	13.0	5.1	8.2

Max. 25.0; Min. 3.4; Durchschnitt aller Versuche 9.5 sec.

Ophiopholis aculeata

Es wurde nur eine Umdrehung mit jedem Individuum vorgenommen. Die Tiere wurden aus einem Aquarium genommen, worin sie auf natürlichem Boden und in frischem fließendem Wasser $\frac{1}{2}$ Jahr in bestem Wohlbefinden zugebracht hatten. Die Zeit in sec.

No.	Durchmesser der Scheibe	Zeit der Umdrehung	No.	Durchmesser der Scheibe	Zeit der Umdrehung
I	8 mm	45	IX	8 mm	65
II	8 mm	20	X	8 mm	28
III	9 mm	16	XI	9 mm	25
IV	8 mm	35	XII	4 mm	29
V	8 mm	35	XIII	10 mm	29
VI	10 mm	20	XIV	7 mm	19
VII	11 mm	32	XV	7 mm	20
VIII	7 mm	29	XVI	6 mm	17

Max. 65; Min. 16; Durchschnitt 29 sec.

Ophiothrix fragilis

Nach 4-tägigem Aufenthalt in einem Aquarium; 1 min. Ruhepause zwischen jeder Umdrehung; Zeit in sec.

No.	Durchmesser der Scheibe	Umdrehungen								Durchschnitt
		1	2	3	4	5	6	7	8	
I	8 mm	34.0	49.0	15.5	23.0	22.5	28.0	—	—	28.7
II	8 mm	27.5	60.5	20.0	44.0	34.0	38.4	—	—	37.4
III	8 mm	36.0	31.0	30.3	40.0	21.0	50.7	—	—	34.8
IV	8 mm	11.6	26.0	11.0	20.0	20.0	12.3	29.0	12.4	17.8
V	10 mm	48.0	89.5	26.5	38.0	19.0	48.0	—	—	44.8
VI	8 mm	20.8	8.0	15.8	12.0	33.8	16.0	15.6	19.0	17.6

Max. 89.5; Min. 8.0; Durchschnitt 30.2 sec.

Verschiedene Faktoren haben natürlich Einfluß auf diese Umdrehung (Bodenbeschaffenheit, Geschlechtsreife, Müdigkeit usw.). Daß die Tiere ev. bestimmten Armen bei der Umdrehung den Vorzug geben, scheint nicht der Fall zu sein.

Die von WINTZELL gemachten Versuche, die zu beweisen scheinen, daß die Reaktionszeit bei der Umdrehung von der Rückenlage in die normale Lage durch Übung verkürzt werden kann, sollen hier nur eben genannt sein.

Über die Wanderungen von Echinodermen weiß man äußerst wenig. ELMHIRST berichtet von der englischen Küste, daß *Echinus esculentus* in großen Mengen im Frühling und zu Anfang des Sommers zwischen den Ebbe- und Flutstrichen erscheint. Im II. und III. beginnt diese Wanderung nach der Küste hin und bleibt dabei bis VI.; aber dann nimmt die Zahl der Seeigel ab, und im XI., XII. und I. beträgt diese nur ein Minimum. Die Wanderung hängt mit der Brutperiode zusammen, indem die Geschlechtsreife der Individuen zu einem großen Teil um den V. herum liegt. — Eine ähnliche Wanderung in der Brutzeit kennt man von *Solaster papposus*, *Solaster endeca*, *Henricia sanguinolenta* und *Asterias rubens*.

CHAS. H. O'DONOGHUE hat 1924 einige Versuche mit verschiedenen Seesternen angestellt, z. B. *Pisaster ochraceus*, *Euasterias troscheli* u. a. in Departure Bay, B. C. Bei diesen scheint in der warmen Sommerzeit eine Wanderung in tieferes Wasser stattzufinden. Über die Ursache dieser Wanderung weiß man nichts.

Stoffwechsel

1. Ernährung. — Die Kenntnisse über die Ernährung der Echinodermen sind noch sehr mangelhaft. Die Untersuchungen sind zum größten Teil in der Literatur verstreut und oft ohne Zusammenhang. — Außerdem leben die verschiedenen Gruppen der Echinodermen auf so verschiedene Weise, daß es schwierig — wenn nicht unmöglich — sein würde, im Augenblick eine allgemeine Übersicht über die »Ernährung« zu geben. Im nachstehenden werden des-

halb die einzelnen Gruppen jede für sich behandelt werden. Die Gruppen, mit denen die meisten Untersuchungen mit Bezug auf die Ernährung angestellt worden sind, sind die Asteroiden, Echinoiden und Holothurien. Über die Ophiuroiden und Crinoiden gibt es nur wenige Auskünfte.

a) Seesterne. Die Seesterne können in bezug auf die Nahrung und Ernährungsweise in zwei Hauptgruppen eingeteilt werden. Die zu der einen Gruppe gehörenden ernähren sich nur von größeren Tieren und die der anderen Gruppe sind Detritusfresser. Es ist aber nicht möglich, eine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Gruppen zu ziehen. SCHIEMENZ und, nach ihm, EICHELBAUM haben ebenfalls zwei Gruppen aufgestellt, nämlich solche mit konisch zugespitzten Füßchen (z. B. *Astropecten* und *Luidia*) und solche mit wohl ausgebildeten Saugscheiben an den Füßchen (z. B. *Asterias*). Die zu der ersteren Gruppe gehörenden sind nicht imstande, größere Muscheln zu öffnen. Es bleiben ihnen daher als Nahrung nur solche Mollusken und andere Tiere, die sie wegen passender Größe in ihrem Magen aufnehmen können. Diese Einteilung wird selbstverständlich nur dann natürlich sein, sofern die Schalen der Muscheln ausschließlich durch Ziehen mit den Saugfüßchen geöffnet werden. Da jedoch, wie dieses später näher besprochen werden wird, angenommen werden muß, daß beim Angriffe auch ein paralyisierendes Gift angewendet wird, wird diese Einteilung nicht aufrecht erhalten werden können.

Zum Nahrungsfang sind die Seesterne mit mehreren Werkzeugen ausgerüstet. Die Saugfüßchen werden bei unbeweglicher oder schwer beweglicher Beute benutzt. Sollen leichtfüßige Tiere gefangen werden, so werden die Pedzellarien in Gebrauch genommen. Diese erreichen

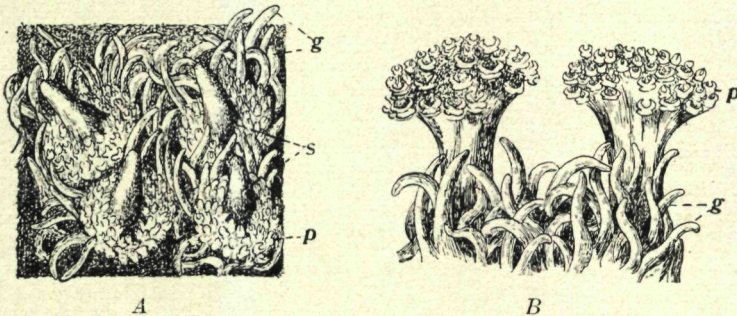


Fig. 100. Teile der Oberfläche eines Seesterns. — *g* Papulae; *p* Pedzellarienbündel rings um den Stachel herum; *s* Stacheln. *A* zeigt das Aussehen bei einem ungereizten Tiere, *B* bei einem gereizten Tiere, bei dem sich die Pedzellarien nach der Spitze der Stacheln emporgehoben haben. — Nach JENNINGS.

bei den Asteriden eine sehr verschiedenartige Entwicklung. Bei den einfachsten Formen sind es gewöhnliche Stacheln*), zu je zwei bis vier zusammengestellt, so daß sie sich gegeneinander bewegen können (*Astropecten*, *Pontaster*) oder auch zwei Reihen Stacheln, die gegen-

*) Diese primitiven Formen von Pedzellarien haben kaum irgend etwas mit dem Beutefang zu tun.

einander greifen (kammförmige Pedzellarien: *Pseudarchaster*); bei anderen sind es ein paar kleine Klappen (klappenförmige Pedzellarien: *Ceramaster*) oder sehr breite, niedrige Klappen, die in Gruben sitzen (alveoläre Pedzellarien: *Hippasteria*). In entwickelterer Form bestehen sie aus zwei eigentümlich geförmten Klappen, die sich um ein Grundglied bewegen; hiervon gibt es in der Regel zwei Arten, gerade und gekreuzte Pedzellarien (*Asterias*, *Brisinga*). Sie sitzen in der Haut mit einem \pm deutlichen, häutigen Stiel und können in großen Kränzen um die größeren Stacheln herum gesammelt liegen; bei den lebenden Tieren stehen diese Kränze oft ganz oben um die Spitze der Stacheln herum, bei konservierten Exemplaren in der Regel am Grunde (Fig. 100). Gerade Pedzellarien befinden sich häufig am oder beim Ansatz der Adambulakralstacheln.

Die gekreuzten Pedzellarien sind die am meisten spezialisierten (Fig. 65). Über ihre Bewegungen kann kurz folgendes angeführt werden: Zum Öffnen der Zangenglieder dienen besondere kleine Muskeln, die von dem untersten Teil dieser Basalstücke ausgehen. Die Schließmuskeln verbinden die unteren Enden der Zangenglieder miteinander, ohne zu dem zwischen diesen gelegenen Basalstück in Beziehung zu treten und laufen in ein langes Muskelband aus, an dem die ganze Zange wie an einem Gummifaden hängt. Es ist leicht begreiflich, daß es einem gepackten Feinde unmöglich ist, sich durch Ziehen an der Zange zu befreien; denn je stärker er zieht, desto mehr zieht das Muskelband die Zangen zusammen und verhindert das Öffnen. Oft beschränkt sich die Wirkung der Pedzellarien auf ein solches Festhalten, bis das Tier zugrunde gegangen ist. — Zuweilen wird aber die von Pedzellarien gefangene Beute durch eine geeignete Bewegung des Armes, auf dem sie sich gefangen befindet, entweder unmittelbar zum Munde geführt oder auf der Ventralseite den Saugfüßchen übergeben und von diesen nach dem Munde gebracht. Die Saugfüßchen sollen sich auch nach oben bewegen können, um die Beute den Pedzellarien abzunehmen. — Nach JENNINGS' Experimenten werden diese Bewegungen wahrscheinlich durch chemische Reize verursacht, und v. UEXKÜLL hat gezeigt, daß die Reflexe der Pedzellarien und Stacheln koordiniert, d. h. ohne Mitwirkung eines übergeordneten Zentrums ablaufen.

Handelt es sich um größere Beute, führt der Seestern diese zum wesentlichen Teil mittels der Saugfüßchen zum Munde hinab und schluckt sie dann ganz, falls ihre Größe das zuläßt, wenn nicht, stülpt er den Magen aus dem Munde heraus und legt ihn über die Beute.

Die Ausstülpung des Magens wird durch Kontraktionen der oralen und aboralen Oberfläche des Tieres verursacht, indem dabei die Zölomflüssigkeit in die Falten des Magens gepreßt wird. Da der Mund zu derselben Zeit weit geöffnet ist, wird der Magen herausgestülpt. Das Einziehen wird durch besondere Muskeln bewirkt.

Falls die Beute eine so große Muschel ist, daß sie nicht durch den Mund eingeführt werden kann, muß sie erst geöffnet werden. Wie das vor sich geht, ist eine brennende Frage gewesen und hat zahlreiche Experimente hervorgerufen. Wenn der Seestern eine große Muschel

aussaugen will, legt er sich in einer sehr charakteristischen Stellung um die Muschel herum, mit den Armen sie dicht umfassend und mit hoch-erhobenem Rücken. Die Frage ist nun die, ob der Seestern die Muschel ausschließlich durch sein konstantes Ziehen der Saugfüßchen an den Schalen öffnet oder ob er eventuell vom Magen, der etwas auf der Schale übergestülpt liegt, ein tötendes oder jedenfalls lähmendes Sekret abgibt. Die erstere Ansicht wird von SCHIEMENZ verfochten: Er hat durch Versuche bewiesen, wie eine Muschel einem plötzlichen Zug von 4000 g widerstehen kann, nicht jedoch einem konstanten Zug von 900 g. Gleichzeitig hat er gezeigt, daß ein Seestern einen Zug von 1350 g leisten kann, und meint deshalb annehmen zu müssen, daß dieser konstante Zug auf die Muschel diese schließlich zum Öffnen bringt (Fig. 101).

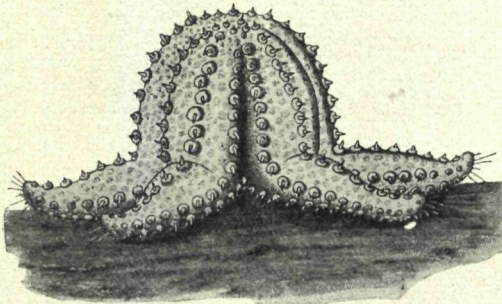


Fig. 101. Seestern (*Asterias glacialis*), im Begriff, eine Muschel zu öffnen.
Nach SCHIEMENZ.

Dieser Ansicht widerspricht EUDES-DESLONGCHAMPS, der gezeigt hat, daß eine Auster, die man von einem Seestern entfernt hat, kurz danach stirbt, selbst wenn sie nicht geöffnet gewesen ist, was darauf hindeuten könnte, daß ein lähmendes oder tötendes Sekret abgesondert wird. CUÉNOT unterstützt diese Ansicht. Vor nicht langer Zeit sind von H. C. VAN DER HEYDE weitere Versuche angestellt worden, die sich der letzteren Anschauung anschließen. VAN DER HEYDES Versuche sind mit *Asterias forbesi* vorgenommen worden, was jedoch kaum einen Einfluß auf das Resultat der Versuche hat. H. C. VAN DER HEYDE hat einen Extrakt vom Magen eines Seesternes in Salzwasser hergestellt. Dieser Extrakt hat in filtriertem Zustande einen höchst eigentümlichen Einfluß auf das Herz der *Pecten*. Wenn man auf das bloßgelegte Herz damit tröpfelt, dauert es nicht lange, bis der Pulsschlag sehr unregelmäßig wird, um dann schließlich bei kontrahiertem Herzzustande im Laufe ganz weniger Minuten aufzuhören. Ähnliche Versuche wurden angestellt mit dem *Musc. adductor*, ebenfalls bei *Pecten*. Hinsichtlich dieses Punktes ist jedoch noch kein endgültiges Resultat erzielt worden, selbst wenn es in hohem Grade wahrscheinlich ist, daß der Extrakt auf die Dauer einen schwächenden Einfluß auf den Muskel ausübt. Ein besseres Resultat haben in diesem Sinne Versuche mit

dem Gastrocnemius des Frosches ergeben. Kurz nachdem der Muskel mit Sekret beträufelt worden ist, verfällt er in eine Reihe tetanischer Zusammenziehungen. Im Anfang reagiert er noch auf elektrische Stimulierung; aber die Reaktion wird schwächer und schwächer und

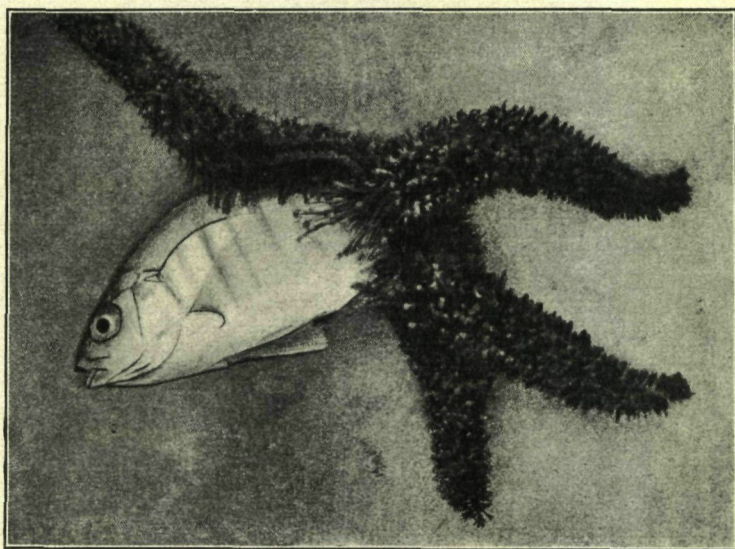
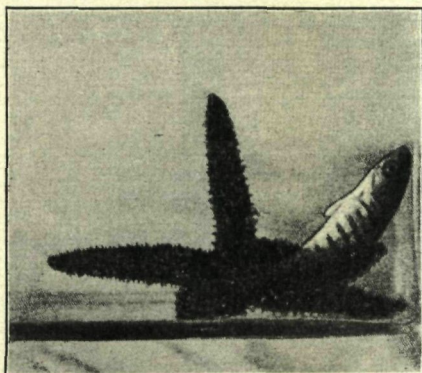


Fig. 102. Photographien eines Seesterns (*Asterias forreri*), der einen lebenden Fisch

gefangen hat. — Nach JENNINGS.

unregelmäßiger, um dann zum Schluß ganz aufzuhören. Der Extrakt scheint, im ganzen genommen, ungefähr dieselbe Wirkung zu haben wie das Sekret aus den Giftdrüsen der Cephalopoden. Die Wirkung

dieses Giftes ist ja gerade charakterisiert durch klonische Kontraktionen, auf die Lähmung der Zentralfunktionen folgt.

Mit Sicherheit kann diese Frage wohl noch nicht als entschieden betrachtet werden; ausgeschlossen ist es im übrigen aber auch nicht, daß beide Anschauungen miteinander vereinbar sind.

Trotz ihrer Langsamkeit ernähren sich die meisten Seesterne als Räuber. Freilich sind ihre Beute gewöhnlich nur langsamere Tiere, wie Muscheln und Schnecken; aber auch Krustazeen und Fische (Fig. 99) können als ihre Nahrung aufgezählt werden. Daß sie gewaltige Räuber sind, erhellt z. B. daraus, daß HAMANN im Magen eines *Astropecten* 10 Exemplare von *Pecten*, 6 *Tellina*, etliche *Conus* und 5 *Dentalium* feststellte.

EICHELBAUM fand in einem *Astropecten irregularis* (Durchmesser 66 mm): Arme von kleinen Ophiuren, zahlreiche Schalentrümmern von Lamellibranchiern, 2 *Tellina*, 2 *Corbula*, 2 *Littorina*, vielfach Reste von kleinen Krebsen, mehrere Copepoden, einige Diatomeen; in einer *Luidia sarsi* (Durchmesser 100 mm; von 58° 7' N 2° 49' O; aus 87 m): Reste von verschiedenen Echinodermen, Arme von Ophiuren (*Ophiothrix* und *Ophiura*) und Asteroiden, 73 kleine Ophiuren (*Ophiothrix* und *Ophiura*), vereinzelte Fragmente kleiner Krebse, Peridineenschalen, Rotaliden, Weichkörper und vereinzelte Borsten von Polychäten.

Für *Psilaster andromeda* (Durchmesser 88 mm; aus Norwegischer Rinne) wird folgendes angeführt: Diatomeen, besonders *Coscinodiscus*, *Chaetoceras*, Rotaliden, Fragmente von anderen Foraminiferen, 7 *Saccamina*, 25 Röhren von *Rhabdammina*, *Peridinium depressum*, Schalenfragmente von Peridineen; zahlreiche Bruchstücke von Polychätenröhren, Weichkörper und vereinzelte Borsten ebenfalls von Polychäten, Bryozoenfragmente (*Membranipora*), zahlreiche Fragmente von Echinoiden, zahlreiche Bruchstücke von Lamellibranchiatenschalen, 21 *Cardium*, 1 *Tellina*, 1 *Pleurotoma*, 1 *Acera* (Fragment), einige Reste kleiner Krustazeen, 1 *Cuma rathkei*. Bodenmaterial etwa drei Viertel des Mageninhaltes. Auch *Solaster* und *Luidia ciliaris* sind sehr gefräßige Raubtiere und verschlingen oft große Echinoiden (*Echinocardium*) und dergleichen.

Was die andere Abteilung, die der Detritusfresser unter den Asteroiden, betrifft, so muß gleich hervorgehoben werden, daß reine Planktonfresser kaum gefunden werden. Sie können auch ab und zu räuberisch leben wie die anderen; aber Detritus oder Bodenmaterial spielen bei ihrer Ernährung auch eine große Rolle. Nach GISLÉN müssen folgende Seesterne als ± ausgeprägte Detritusfresser angesehen werden: *Astropecten*, *Luidia*, *Pontaster*, *Porania*, die alle ± wirksame adorale, durch Bewegung der ektodermalen Zilien hervorgerufene Ströme, welche die Detrituspartikel dem Munde zuführen, zu erzeugen vermögen. Diese Zilienströme können ± deutlich sein, und nach all diesem muß man annehmen, daß die Nahrungsmenge, die sie zuführen, von größerer oder geringerer Bedeutung ist. Bei *Luidia* und *Pontaster* sind sie so wohlentwickelt, daß diese beiden Formen von den Partikeln, die die Ströme ihnen in den Mund führen, leben können sollen (GISLÉN)

Zilienströme sind auch bei den ausgeprägten Raubtieren unter den Asteroiden wohl nachzuweisen, haben aber einen ganz anderen Verlauf. Sie spielen hier nur eine Rolle in Bezug auf die Respiration und Reinhaltung der Oberfläche des Tieres. GISLÉN beschreibt zum Beispiel die Zilienströme bei *Asterias* folgendermaßen: „The current is slightly axifugal on both the ventral and dorsal sides of the arms, i. e. small particles are carried out to the sides of the arms and pushed off there. The inter-radial parts of the oral side ciliate centrifugally. I saw in *Asterias glacialis* the outside of the spines along the ambulacral groove ciliating from the tips towards the bases. On the dorsal side of the animal, it is partly the papulae which ciliate (from the base to the apex, cf. JENNINGS 1907) and partly the bases of the spines. The area nearest a spine is therefore usually clean. The grains which drop down are glued together by the mucus into larger lumps which are transported up on to the spines and afterwards, by the movements of the animal, pushed off from the surface of the body. No definite direction is taken by the currents on the animal's dorsal side, owing to the appearance of a multitude of spines and papulae; only tiny local currents arise, but still these rapidly set the skin between the spines free from dirt. I have not been able to find any current in the ambulacral furrow.“

Das gilt jedoch nur für die voll entwickelten Tiere. Bei ganz jungen Individuen von *Asterias rubens* (Durchmesser 1.0 mm) hat GISLÉN ganz schwache adorale Ströme gefunden. Dieses könnte vielleicht darauf hindeuten, daß die Asteroiden ursprünglich als Detritusfresser, die mehr und mehr zu Raubtieren übergegangen sind, angesehen werden müssen.

Übrig bleibt nun nur noch, ganz kurz den Verdauungsprozeß selbst zu betrachten. Was zuerst die extraorale Verdauung betrifft, so weiß man noch nicht mit Sicherheit, ob die aufgelösten Stoffe unmittelbar resorbiert oder in den oberen Teil des Magens transportiert werden. Höchstwahrscheinlich findet keine unmittelbare Resorption statt, sondern die aufgelöste Substanz wird in den oberen Magen hinaufgeführt. Im Magen dürfte die eigentliche Verdauung stattfinden. Wie groß die Rolle ist, die die radialen Leberblindsäcke bei der Assimilation und Resorption der Nahrungsmittel spielen, ist noch nicht ganz genau festgestellt. Versuche zeigen, daß Extrakt aus den Radialblindsäcken gekochtes (und rohes) Fibrin bei alkalischer oder neutraler Reaktion verdaut, wenig oder gar nicht bei saurer Reaktion. Der Extrakt aus den Radialblindsäcken reagiert alkalisch, während das reine Sekret schwach sauer reagiert. Freie Säure ist zur Zeit der Verdauung nicht nachgewiesen, wird aber während der Verdauung gebildet (ROAF). — Daß die Radialblindsäcke, wie FRENZEL und früher auch CUÉNOT meinte, nur sekretive Funktion haben sollen, muß aufgegeben werden. Von CHAPEAUX und COHNHEIM ist Resorption in den Blindsäcken sicher nachgewiesen worden. Nach Fütterung mit Farbstoffen (Karminfibrin) werden diese schon nach einigen Stunden in der Cöcalwand beobachtet. Auch VAN DER HEYDE schließt sich auf Grund seiner Untersuchungen dieser Anschauung an und sagt,

daß „without any doubt this »liver« like so many other invertebrate livers is primarily and chiefly an organ of resorption“.

Über die im Verdauungskanal vorhandenen Fermente sind eine Reihe Untersuchungen angestellt worden, doch stimmen die Ergebnisse oft nicht miteinander überein. VAN DER HEYDE, der wohl als letzter mit diesen Fermenten gearbeitet hat, hat Trypsin nachgewiesen, das aber an eine begrenzte p_H gebunden zu sein scheint, selbst wenn es ganz gewiß eine weitere Arbeitsbasis hat als das Trypsin bei den Säugetieren. Pepsin dagegen ist bei keinem der untersuchten Echinodermen mit Sicherheit festgestellt worden. Invertase dagegen hat man bei allen Formen gefunden. Ferner ist Amylase (FRÉDÉRICQ, CHAPEAUX und CLERC) und Lipase (GRIFFITHS, STONE und CLERC) nachgewiesen.

Was das Fett anbelangt, so ist unmöglich, im Augenblick etwas Bestimmtes zu sagen. Nach CHAPEAUX wird es nicht im Darm verdaut; es durchsetzt vielmehr die Darmwand in Form einer Emulsion und wird in den Amöbozyten der Periviszeralflüssigkeit (Leibeshöhle) erst verdaut. Dieses wird jedoch von VAN DER HEYDE bestritten. —

Wo die Fermente sezerniert werden, weiß man auch noch nicht mit Sicherheit. Ursprünglich wurden die Blinddärme nur als sezernierende angesehen. Später ist aber sowohl Protease als Amylase in Extrakten des Magens nachgewiesen (COHNHEIM, CHAPEAUX u. a.). Nach CLERC soll sogar der Enddarm einen Extrakt liefern, dem Amylase- und Invertineinwirkung zukommt. Welchen Anteil die Magen- und Leberblindsäcke an der Absorption eigentlich haben, ist noch nicht entschieden.

Wie zirkuliert nun die aufgenommene Nahrung im Körper? Ein eigentliches Blutgefäßsystem mit einem besonderen pulsierenden Organ (Herz) ist ja nicht vorhanden. Es ist daher recht natürlich, daß man seinen Blick auf die Periviszeralflüssigkeit richtete. Wenn diese so aufgefaßt werden soll, daß sie einige der Eigenschaften des Blutes besitzt, also als diejenige betrachtet werden soll, die die „Nahrungsmittel“ im Körper herumführt, so erscheint es eigentlich merkwürdig, daß man niemals diese Stoffe in ihr vorgefunden hat. Außer kleinen Portionen Harnsäure und Amöbozyten hat man niemals Monosen, Aminosäuren, Peptone oder Proteide gefunden. Es kann natürlich die Möglichkeit bestehen — und eine solche scheint auch bei Echinoiden und Holothurien vorhanden zu sein —, daß das Gewebe diese Stoffe ebenso schnell aufsaugt, wie sie in die Periviszeralflüssigkeit hineingelangen. In diesem Falle wird es schwierig sein, je ihr Vorhandensein nachzuweisen.

VAN DER HEYDES Versuche zeigen sehr gut, daß es sich aller Wahrscheinlichkeit nach folgendermaßen verhält: Mittels einer Spritze führte er Glukose und Glyzine in die Leibeshöhle und nahm danach eine Analyse der Cölomflüssigkeit vor. Das Resultat des Experimentes war folgendes:

Glukose

75 mg inj.		150 mg		350 mg		700 mg	
Zeit min	Rest mg	Zeit min	Rest mg	Zeit min	Rest mg	Zeit min	Rest mg
0	2.88	0	5.77	0	13.46	0	26.92
16	0.71	23	3.00	54	4.88	67	5.83
43	0.29	65	1.08	106	3.01	111	6.67
106	0.048	107	0.31	—	—	170	1.21

Glyzine

75 mg		150 mg		380 mg		700 mg	
Zeit min	Rest mg	Zeit min	Rest mg	Zeit min	Rest mg	Zeit min	Rest mg
0	2.88	0	5.77	0	13.46	0	26.92
41	0.74	38	1.48	41	2.09	35	4.88
—	—	60	0.19	57	0.74	66	3.67
—	—	—	—	—	—	184	1.86

Nicht allein die Gewebe, sondern auch die Amöbozyten schienen zum großen Teil „food substances“ aufzunehmen (VAN DER HEYDE). Über die Ursache dieser schnellen Aufsaugung führt VAN DER HEYDE an: „We know that in nature the Echinoderms obtain their food at very irregular intervals and I have often been impressed by the fact that almost all marine animals are, so to say, in a state of constant starvation. If this is true it must be of the utmost importance for the animal to secure whatever it gets and whenever it gets it, in the most rapid and effective way possible. Seen from this standpoint, this rapid withdrawal of substances is without any doubt a property which is highly purposeful in the struggle for life.“

b) Seeigel. Über die Nahrungsaufnahme der Echinoiden ist nicht viel bekannt. Man weiß nur, daß es bei größerer Beute oft sehr lange Zeit dauern kann, bis diese bewältigt ist. Der Rand der Mundhaut kann auch an der Nahrungsaufnahme teilnehmen, indem er sich ganz wie Lippen nach der Seite, von der die Fangorgane die Beute bringen, verlängern kann.

Große Bedeutung haben auch die Pedizellarien beim Beutefang, insbesondere wohl die globiferen. Der Kopf dieser Pedizellarien zeigt freispitzige, bewegliche Zangen. Jede Zange enthält einen großen, dicken Drüsensack, die eigentliche Giftdrüse, welche sich nach dem Ende zu in zwei konvergierende Äste teilt, die sich in der Mittellinie zu einem unpaaren Giftkanal vereinigen, der bis dicht an die Spitze des Endhakens verläuft, um hier dorsal zu münden.

Zur Feststellung der Funktion der globiferen Pedizellarien hat PROUHO sehr instruktive Versuche angestellt. Er brachte in einem

Bassin mehrere hungernde Exemplare von *Asterias glacialis* mit einem *Paracentrotus lividus* zusammen. Die Seesterne greifen den Seeigel sofort an; sobald aber die Saugfüßchen den Seeigel berühren, entfernt dieser seine Stacheln von der Berührungsstelle und beißt mit den demaskierten Giftzangen zu, worauf der Seestern schnell seinen Arm zurückzieht. Berührung mit totem Material genügt nicht zur Entleerung des Giftes.

Das Sekret der Drüsen dringt in dünnem Strahl aus den Spitzen hervor. Auf der Innenseite der Greifzangen von *Sphaerechinus granularis* haben SLADEN, HAMANN u. a. kissenförmige, wimpertragende, epitheliale Erhebungen beschrieben, die als Sinnesorgane fungieren.

Nach v. UEXKÜLL ist der Giftzangenreflex bei *Sphaerechinus* stets mit einem Fluchtreflex verbunden, der durch die Saugfüßchen in der entgegengesetzten Richtung von der, in der der Angriff geschah, ausgeführt wird.

Nach E. KAYALOF kann man nicht nur aus den globiferen Pedicellarien, sondern auch durch Mazeration der anderen drei Typen (tridact., trifol., ophiocephale) giftige Extrakte bekommen. Die Wirksamkeit dieser Extrakte wurde an Mollusken, Krebsen, Fischen, Eidechsen und Kaninchen geprüft. Die meisten dieser Tiere zeigen sich dem Gifte gegenüber sehr empfindlich. So beobachtete die Verfasserin den Tod bei einer kleinen Krabbe durch Einspritzung einer Giftmenge, welche 20 Giftzangen entsprach. Dagegen scheint der Frosch eine natürliche Immunität gegen das Gift zu besitzen, ganz wie der Seeigel selbst. Das Gift scheint hauptsächlich das Zentralnervensystem zu lähmen. —

Über die Nahrung der Echinoiden herrscht keine absolute Einigkeit. Unter den Echinoiden gibt es sowohl ausgesprochene Fleischfresser als auch ausgesprochene Pflanzenfresser. Nach CUÉNOT, AGASSIZ und FEWKES sind die meisten Seeigel Pflanzenfresser. Mit ihren starken Zähnen sollen sie die Algen abweiden.

Echinus esculentus soll, nach ROAF, Pflanzen (Algen) und Tiere, z. B. *Patella*, *Balanus*, fressen. Nach SCOTT ist er rein pflanzenfressend, nach CHADWICK ausschließlich karnivor.

Als Beute der fleischfressenden Seeigel werden zahlreiche Tiere aufgezählt: Mollusken, Krebse, Würmer. Nach EICHELBAUMS Untersuchungen sollen für *Psammechinus miliaris* Hydroidenpolypen (*Campularia* und *Obelia*) die Hauptnahrung bilden. Neben diesen kommen auch Schwämme und endlich Würmer in Betracht. Echinodermen- und Crustaceenreste wurden auch bei diesem Seeigel gefunden. Bei *Echinus norvegicus* sollen Krustazeen in erster Linie als Beutetiere in Betracht kommen. *Strongylocentrotus dröbachiensis* führt auch ein räuberisches Leben, insbesondere sollen Polychäten und Hydroidpolypen gefressen werden. Bodenmaterial wird meist nur in geringer Menge, wahrscheinlich nur soviel davon, als zum Zerkleinern der Nahrung nötig ist, aufgenommen (EICHELBAUM).

DAWSON hat dagegen nie einen Angriff auf lebende Tiere gesehen. Er führt vielmehr an, daß *Strongylocentrotus dröbachiensis* die submarine Mikroflora vom felsigen Untergrunde abweidet.

Gewöhnlich ist der Darm der regulären Seeigel mit Nahrung gefüllt. Die Irregulären nehmen sie meist durch Verschlingen von Sand mit den darin enthaltenen Kleinwesen auf. Bei *Spatangus purpureus* scheinen die Hauptnahrungsobjekte Mollusken und Foraminiferen zu sein, die mit dem Bodenmaterial aufgenommen werden; aber sie sind übrigens auch instände, diese kleinen Tiere einzeln vermittels ihrer pinselförmigen Mundfüßchen herauszusuchen.

Dieselbe Ernährungsweise gilt für *Echinocardium flavescens*, *E. cordatum* und *Brissopsis lyrifera*. *Echinocardium cordatum* liegt tief im Sande eingegraben, oft bis zu 15 bis 20 cm. Ein Kanal führt durch den Sand von der Oberfläche nach dem Tier hinunter. Der Sand wird mit einem von den Stacheln abgesonderten Schleim zusammengeklebt, so daß das Tier in einer kleinen Höhle liegt. Es wird angenommen, daß es die Nahrungspartikel mit den langen Saugfüßchen von der Oberfläche des Sandes nimmt, wonach sie durch den Kanal nach der Unterseite des Tieres geführt werden, wo sie von den pinselförmigen Mundfüßchen ergriffen und in den Mund eingeführt werden. *Echinocyamus pusillus* ernährt sich hauptsächlich von Rhizopoden und Peridoneen, die am oder im Boden leben.

Über die Verdauung kann folgendes gesagt werden: Bei *Sphaerechinus granularis* und im Spatangen-Cöcum ist eine starke Amylase nachgewiesen. Invertin wurde von COHNHEIM und CLERC bei *Sphaerechinus granularis* gefunden, eine Lipase von CLERC bei *Spatangus purpureus*. Ganz interessant ist, daß man während der Verdauung auch in der Leibeshöhle Amylase finden kann.

Wo die Fermente entstehen, ist nicht sicher nachgewiesen. Höchstwahrscheinlich spielen die körnerführenden Zellen des Mitteldarms dabei eine große Rolle. Die körnerführenden Zellen bilden sich, nach FRENZEL, an der Basis des Epithels, und von da wandern sie dann mit amöboiden Bewegungen zwischen den Epithelzellen bis zur Oberfläche des Epithels und schließlich ins Darmlumen aus. Hier lösen sich die roten Körner auf und dürften ein Ferment liefern. Bei Hunger treten die Zellen in verminderter Zahl auf. Die Frage über die Bedeutung dieser Wanderzellen ist aber noch lange nicht entschieden. Zum Beispiel hat SAINT-HILAIRE in der Leibeshöhlenflüssigkeit Formelemente gefunden, die auch mit roten Körnern beladen waren und übrigens denen im Darmlumen sehr ähnlich waren, aber ihre Identität ist noch nicht sichergestellt. — Im Vorderdarm finden sich viele Schleinzellen (Schleimhülle der Nahrungsballen?). Diese können auch wandern, unterscheiden sich aber von den Körnerzellen durch ihre Farblosigkeit. Die Absorption findet wahrscheinlich im ganzen Mitteldarm statt. Insbesondere sind die langen, fadenförmigen Wimperzellen daran beteiligt.

Die Exkremente werden als kleine, kugelige Ballen, mit Schleim vermischt, abgegeben; diese sind Raupenkot nicht unähnlich

und werden von den Stacheln vom Afterpole entfernt. Bei Hunger dauert die Entleerung des Darmes sehr lange.

c) See walzen. Unter den Holothurien kann man in bezug auf die Ernährungsweise zwei Gruppen unterscheiden. Die zu der einen gehörenden füllen ihren Darm mit Bodenmaterial und ernähren sich von den in diesem lebenden Tieren. Zu dieser Gruppe zählen die meisten Aspidochiroten. Die andere Gruppe setzt sich aus den meisten Dendrochiroten zusammen. Diese sind Planktonfresser und ernähren sich von dem, was sich an ihren ausgebreiteten Fühlern festsetzt.

Die von NOLL beobachtete Ernährungsweise der *Cucumaria planci* wird wohl auch für die meisten Dendrochiroten gelten: „Die Nahrung besteht in kleinen Gegenständen, die von dem Wasserstrom mitgebracht werden und an den feinen Zweigen der Tentakelkrone hängen bleiben. Denn wie ein Spinnweben halten die Ästchen der Kiemenkrone alles fest, was mit ihnen in Berührung kommt.

Langsam zieht sich einer der acht großen Arme nach dem anderen zusammen, biegt sich um, taucht in den Mund hinab und wird von diesem unter Beihilfe eines sich ebenfalls umschlagenden kleinen Armes abgestreift und wieder entfaltet. Auch bei nur halb ausgestreckter Kiemenkrone findet diese Art der Nahrungsaufnahme statt. Einmal sind es leblose Körperchen organischer Natur, also verwesende Substanzen, oder vom Boden und den Wänden aufgerührte Schlamnteilchen, die in dieser Weise verzehrt werden, dann aber auch lebende Dinge, Diatomeen sowohl, die von dem Wasserstrom mitgenommen werden, als insbesondere auch kleine Tiere, Infusorien, Crustaceen und selbst Quallen.“

Nach H. A. P. C. OOMEN (1925) können die Holothurien jedoch zwischen den Nahrungsmitteln, die sich ihnen bieten, wählen. „Bis zu einem gewissen Grade sind sie in der Lage, Sand von Nahrungsteilchen zu unterscheiden, wobei sie den Sand, wie ich annehmen möchte, als Auffüllungsmaterial benutzen.“ Um ein Bild von dem Darminhalt zu geben, wird hier folgende von OOMEN angeführte Aufzählung von einer mediterranen *Holothuria* wiedergegeben: „Das Tier lebte auf sandigem Boden zwischen *Posidonia* und Algenrasen in ungefähr 4 m Tiefe. Kropfinhalt: Ein Stück *Cladophora prolifera*, einige Stückchen abgestorbener *Posidoniablätter*, Teilchen von *Sphacelaria* spec. und *Stypicolum* spec., einige kleine Crustaceenlarven, Schalenteilchen von Bivalven, Bryozoen-Kolonien, zahlreiche Foraminiferen in zwei Arten, einige Radiolarien, viele Diatomeen, fast kein Sand, nicht näher bestimmbar Detritusreste. Enddarminhalt desselben Tieres: Viele Reste von *Posidoniablättern* mit Bryozoenkolonien, ein Bruchstück von *Stypicolum*, weiße Reste von Kalkalgen, unbestimmbar, entfärbte Algenreste, leere Skelette von kleinen Crustaceen, Schale einer jungen Mytilide, Nadeln aus Spongien skeletten, leere Foraminiferenschälchen, viele, meist farblose Diatomeenschalen, ein paar unverdaute kleine Eier, wenig Sand.“

Während es bei den anderen Gruppen (speziell Ophiuren und *Asterias*) häufig vorkommen konnte, daß man den Darmkanal ganz leer fand, so ist dies bei Holothurien beinahe niemals der Fall. Man findet

diese Nahrungsmasse fast immer in einer bestimmten Weise im Darmkanale verteilt. „Der Kropf ist stets gefüllt, so daß, wenn z. B. der Darmkanal, wie dies am häufigsten geschieht, vor dem Kropf abreißt, die in ihm enthaltene Nahrung zusammen mit dem vorn befindlichen Sphinkter einen Verschuß bildet, der eher birst, als daß er dem Druck nachgibt. Der eigentliche Magen enthält nur wenig Sandbrocken, die locker in einer goldgelben oder honigfarbenen Flüssigkeit liegen. Daß der eigentliche Magen keine oder nur wenig Nahrung enthält, ist wohl darauf zurückzuführen, daß diese schnell und in kleinen Portionen passiert. In den meisten Fällen reicht die Flüssigkeit bis dort, wo im »Magendarm« oder im Anfang des eigentlichen Darmes die Schlammmassen sich unter dem Einfluß der Darmpéristaltik wieder zu ei- oder wurstförmigen Brocken verdichten. Diese Flüssigkeit füllt unter normalen Umständen niemals prall den Magen. Unter günstigen Umständen kann man aus großen Tieren 15 bis 20 ccm Magenflüssigkeit gewinnen. Gewöhnlich aber handelt es sich um nicht mehr als 10 ccm. Zwar sind wie sonst in Hohlorganen die mit Muskeln versehenen Wände um den Inhalt zusammengezogen, aber ein einfacher Versuch lehrt, daß man unter sehr geringen Druck auch das Doppelte des gewöhnlichen Volums einführen kann.“ (OOMEN)

In diesem Verdauungssaft und im Extrakte der Magenwand und dem Wundernetze finden sich Proteasen, Karbohydrasen und Lipasen. Wo entstehen diese Enzyme? Nach JOURDAN und FRENZEL sollten sich die Fermente in den zahlreichen Drüsenzellen des Darmkanals bilden. Dem tritt aber ENRIQUES entgegen. In den Wundernetzen und den Magenlakunen der Holothurien findet man viele dichroitische, grüne Körnchen, und diese sind von ENRIQUES als übereinstimmend mit den Fermentkörnchen der Mitteldarmdrüse der Mollusken angesehen worden. „Seiner Meinung nach wird das Epithel der Wundernetze von Drüsenzellen gebildet, die ihr Sekret an den Inhalt der Netze abgeben. Hier wird es von den Wanderzellen aufgenommen, von einem Häutchen (»membranella«) umgeben und nach den Magenlakunen transportiert. Dort sollen die Körnerhäufchen ihren Amöbozytenanhang verlieren und einzeln durch die Epithelzellen dringen, um sich dann in Lumen aufzulösen.“

Genau im Einklang hiermit stehen OOMENS Untersuchungen. Er schreibt hierüber: „Meine Beobachtungen stimmen im großen und ganzen mit denen von ENRIQUES überein. Ein exakter Beweis für seine Hypothese ist aber bei der eigenartigen Organisation der Tiere kaum zu erbringen.“

In den größeren Gefäßen des in der Verdauung begriffenen Tieres sieht man sehr viele dieser Häufchen, die aus bräunlich grünen, stark lichtbrechenden Körnern bestehen und, umgeben von Amöbozyten, den Eindruck erwecken, als werden sie in der Längsrichtung fortgerissen. Es dürfte aber sehr schwierig sein, festzustellen, nach welcher Seite dies geschieht. Maximale Anhäufungen dieses Farbstoffs trifft man in den Bindegewebslakunen der Magenwand und in den Wundernetzen. Mehr zerstreut begegnet man ihnen auch in den Lakunen des Darmes und in der Kiemenwand. Wenn, nach ihrer Form zu urteilen, die

Körner auch ein Exkretionsprodukt sein könnten, so spricht doch ihre Verbreitung ziemlich stark dagegen.

Trifft dies nicht zu, so gäbe es noch folgende zwei Möglichkeiten: erstens, daß die Körner ein Zwischenprodukt des Nahrungsstoffwechsels bilden, welcher sich jenseits des Magenepithels vollzieht und von hier aus den Wundernetzen zugeführt werden; zweitens, daß die von ENRIQUES stammende Annahme zutrifft, und man hier tatsächlich nicht lokal entstandene Fermente vor sich hat. Unterschiede zwischen Hunger- und Verdauungszustand können uns hier keine Aufklärung verschaffen. Bei der Verdauung beobachtet man nur eine relative Armut an Amöbozyten und an dichroitischen Körnern, verglichen mit den frischen Präparaten von der Magenwand. Daß dies aber zu deutlichen makroskopischen Farbendifferenzen führen könnte, wie ENRIQUES behauptet, habe ich niemals beobachten können. Vielleicht hängt dies mit der kurzen Hungerzeit zusammen, die die Tiere im Sommer auszuhalten imstande sind.

Die Argumente dafür, daß diese Farbkörnchen enzymatischer Natur sind und nicht ein Zwischenprodukt in der Verarbeitung der Nahrung darstellen, glaube ich in folgenden Punkten zusammenfassen zu können:

1) Fermentkörnchen dieser Art sind bekannt (Mollusken), während derartige Zwischenprodukte niemals beschrieben wurden.

2) Bei frischen (verdauenden) Tieren ist der Magen von einer dichroitisch bräunlichen Flüssigkeit erfüllt, die schon nach kurzer Hungerzeit verschwindet. Nur diese braune Flüssigkeit enthält Enzyme, die sie später verdrängende wasserklare nicht. Bei zunehmender Hungerzeit wird die Fermentaktivität des Magenwandextraktes geringer, während gleichzeitig der Farbstoffgehalt abnimmt. Farbstoffgehalt und Enzymwirkung gehen also einander parallel, und zwar sowohl im Magen, als auch in den Wundernetzen. Wenn die Enzyme, wie sonst zu erwarten wäre, in der Magenwand selbst entstünden, so wäre die kräftige Enzymwirkung des Wundernetzextraktes ziemlich rätselhaft.

Die Bindegewebsschichten in den Wundernetzen zeigen immer eine sehr scharfe Abgrenzung gegen das Lumen. An dieser Grenze findet man zahllose Amöbozyten, die dort eine ansehnliche Lage bilden können. In den kleinen Gefäßen füllen sie das Lumen manchmal gänzlich aus. Oft bekommt man den Eindruck, daß es sich hier geradezu um eine Bildungsstätte der Wanderzellen handelt. Man kennt hier auch wohl Teilungsstadien in der Kernmasse, und das histologische Bild erinnert einigermaßen an eine lymphoide Drüse. Im Epithel der Wundernetze beobachtet man niemals Amöbozyten an den Stellen, wo sich die Farbstoffkörner noch vereinzelt finden.

Daher stelle ich mir den Sekretionsprozeß ungefähr folgendermaßen vor: die Epithelzellen der Wundernetze bilden die dichroitischen Körner, die sich in Häufchen im Bindegewebe ansammeln. Von dort werden sie von den Wanderzellen mitgerissen und nach den Bindegewebslakunen in der Magenwand transportiert. Hier werden die Körner frei, dringen durch die Epithelzellen und lösen sich in der Inhaltsflüssigkeit auf.“

d) Schlangensterne. Bei den Schlangensternen findet man den Magen entweder ganz voll oder auch ganz leer. In ersterem Falle ist der Hauptbestandteil beinahe immer Bodenmaterial, etwa 75%. Alle Reste von Tieren — Echinodermen, Würmern, Muscheln —, die sich im Bodenmaterial befinden, werden von den Verdauungsflüssigkeiten aufgelöst und dann aufgesaugt.

Wenn EICHELBAUM schreibt, daß „mit Sicherheit hervorgeht, daß alle Ophiuren, soweit es sich um genauer untersuchte Arten handelt, von tierischer Kost sich ernähren und ein räuberisches Leben führen. Als Hauptnahrung kommen die Würmer in Betracht, und zwar freilebende Polychaeten. In zweiter Linie handelt es sich um Crustaceen, welche für 6 Arten neben den Würmern als Hauptnahrung angesehen werden müssen. Die Schlangensterne sind wohl imstande, sich solcher Tiere, wie Polychaeten und Crustaceen, obwohl diese viel beweglicher sind, zu bemächtigen und die Beute aufzufressen“, so muß das zu einem wesentlichen Grade auf eine verkehrte Deutung der Untersuchung zurückzuführen sein. Bei weitem die meisten der Ophiuren sind sicher Detritusfresser, und die Reste von verschiedenen Tieren, die sich im Mageninhalt befinden, stammen sicher vom Bodenmaterial und nicht von Tieren, die der Schlangensterne selbst gefangen hat.

Betrachtet man die Resultate von EICHELBAUMS Magenanalysen von diesem Gesichtspunkte aus, wird man sie auch so auffassen können, daß sie diese Annahme stützen. Erstens führt EICHELBAUM selbst an, daß „Bodenmaterial habe ich bei den von mir untersuchten Arten immer gefunden; es bildete ca. drei Viertel des Mageninhaltes“. Bei Tieren, die als ausgeprägte Raubtiere betrachtet werden müssen, wird dieses niemals stattfinden. Zweitens findet man in den Verzeichnissen über Magenanalysen stets angegeben, daß es sich entweder um Fragmente von Muscheln, Crustaceen oder Echinodermen, Stacheln von Echiniden, Borsten von Polychaeten, Diatomeen oder selten einmal um ganz kleine Würmer (Nematoden?) handelt.

Sowohl BLEGVAD und C. G. JOH. PETERSEN als auch WINTZELL betrachten auf Grund der von ihnen vorgenommenen Magenanalysen die Ophiuroiden als Detritusfresser. — Natürlich soll dies nicht so aufzufassen sein, daß die Ophiuriden nur und ausschließlich Detritusfresser sind. Ab und zu können sie sich sicher eines kleineren Tieres bemächtigen; doch muß dies mehr als eine Ausnahme denn als Regel angesehen werden.

Bei den größeren Formen (*Ophiura*) hat man beobachtet, wie sie sich entweder über die Beute legen und daran fressen oder auch diese mit den Armspitzen umschlingen und sie in den Mund hineinführen. Bei Detritusfressern scheint besonders die Wasserströmung eine große Rolle bei der Einführung der Nahrung in den Magen zu spielen.

Bei einzelnen Formen, wie *Amphiura chiajei*, *Amphiura filiformis* und *Ophiocoma nigrum*, scheinen auch Pflanzen (Algen) eine große Rolle als Nahrungsmittel zu spielen.

Nach v. UEXKÜLLS Untersuchungen sind die Schlangensterne sehr gefräßig; so erwähnt er, daß sie mindestens jeden dritten Tag mit Fischstücken gefüttert werden müssen, „um sie bei vollem Wohlergehen

zu erhalten“. Man muß jedoch annehmen, daß dies nur für die größeren Formen gilt. Kleinere Schlangensterne, die, wie *Amphiura*, im Boden eingegraben leben, können recht lange in einem Aquarium lebend erhalten werden, ohne daß man ihnen Nahrung irgendwelcher Art zuführt, abgesehen von dem, was möglicherweise mit dem durchlaufenden Wasser eingeführt werden kann.

Über die Ernährungsweise von *Asteronyx* schreibt GISLÉN (1924) wie folgt: „I also examined the contents of the stomach in a number of specimens of *Asteronyx loveni*. I found here masses of for the most part unrecognizable detritus, organic matter containing abundant fat globules. These animals are found clinging upon the Pennatulid *Funiculina quadrangularis*, which pushes down into the clay of the bottom, by its stalk. Owing to the complete absence in the stomach of *Asteronyx* of any bottom-material, one was enabled to form the conclusion that these animals do not leave their elevated position to collect food from the bottom. Regarding the origin of the masses of detritus, which filled the stomachs of the animals I was long doubtful. If it was of planktonic origin one might certainly have expected to meet with some identifiable remains, like those I shall describe from the stomachs of the Crinoids: crustacean casings, diatom-tests etc. Softer objects also may usually be identified for a fairly long time in the stomachs of the Crinoids. As the material was so transformed as to be quite unrecognizable, I thought it possible that in some way the animals, perhaps being commensals, might get up food out of the stomachs of the *Funiculinas*, and therefore I examined a number of these latter, but with a negative result. The inconsiderable remains I found there could not possibly be enough to supply an *Asteronyx* with food. I found an answer to the problem, however, in a couple of specimens, which were fixated shortly after their capture — the rest of the animals were not preserved until some time after they were taken. I found in these specimens whole tentacle-crowns of *Funiculinas*, some in a completely, others in a partly, undigested condition. Even in the first specimens examined I had observed the tentacles, which disintegrate last, as small ovoid bodies, but could not explain their origin. The tentacle-crowns have no spicules, thus differing from the other parts of the *Funiculina*-colony, and may therefore be digested easily and quickly without leaving any traces after them. I assume therefore, contrary to MORTENSEN (1912), that *Asteronyx*, at least in certain cases, nourishes itself upon the pinched-off *Funiculina*-polyps. I have actually found that the rachis is sometimes scraped quite bare from polyps on the part where the *Asteronyx* sits. In other cases it looks as though the parts scraped clean begin to regenerate small polyps anew.“

Über die Verdauung der Schlangensterne ist nicht viel bekannt. Eine Fermentsekretion wurde erst von FRENZEL beobachtet. Später hat WINTZELL bei *Ophiura ciliaris* ein stärke-, eiweiß- und möglicherweise auch ein Fett spaltendes Ferment gefunden; aber Näheres über den Verlauf der Verdauung ist unbekannt.

e) Seelilien. Schon früh war man im klaren darüber, daß die Crinoiden Detritusfresser sein müßten, nicht weil viele und eingehende Magenanalysen vorgenommen worden waren, sondern weil man den

starken Zilienstrom in den Ambulakral-Rinnen, die alle zum Mund hinabführen und die aller Wahrscheinlichkeit nach nur Nahrung zum Munde führen können, bemerkt hatte. Der Mageninhalt hat sich bei den untersuchten Exemplaren als aus Diatomeen, Radiolarien, Foraminiferen, Algen, kleinen Krustazeen und anderen pelagischen Organismen (CARPENTER, CHADWICK, A. H. CLARK, H. L. CLARK u. a.) bestehend erwiesen. Auch bei den jungen Pentacrinoid-Stadien scheint der Mageninhalt derselbe (SEELIGER, MORTENSEN u. a.) zu sein. Über *Isometra vivipara* berichtet MORTENSEN einen eigenartigen Fall von Kannibalismus, indem die jungen Larven von *Isometra vivipara* von ihren älteren Geschwistern (im Pentacrinoid-Stadium) gefangen und gefressen werden.

GISLÉN (1924) hat eine Anzahl Untersuchungen über die Ernährung der Crinoiden angestellt. Besonders folgende Formen sind zu den Experimenten benutzt worden: *Antedon petasus*, *Hathrometra tenella* var. *sarsi*, *Rhizocrinus lofotensis*. GISLÉN schreibt: „A hungry *Antedon*, when not irritated, sits immovably fastened to the substratum with out-stretched arms, slightly curved upwards. The pinnules are spread out from the arms almost at right angles, and the tentacles, arranged in groups of three on the pinnules, are stiffly stretched out. If a plankton sample or a few grains of carmine with some crabliver is put into the water of the aquarium, the arms and pinnules at once become very active. The tentacles all beat rapidly in towards the ambulacral furrow. This, the margins of which generally lie pressed tightly together, opens as soon as any grains fall upon it, with a wavy movement proceeding towards or away from the mouth. The mouth, only a narrow slit before, opens to its widest extent, and becomes rounded. After some time the tentacles straighten themselves again, but now and then, when tiny grains fasten on the papillae, the tentacles are whipped with rapid, nervous movements towards the ambulacral groove, and then again straighten out as quick as lightning. Some of the groups opposite each other usually whip in at the same time towards the furrow, but one cannot observe any flexing in of the pinnules proceeding along the arms. As REICHENSPERGER has shown, unicellular mucous glands open on the papillæ of the tentacles. Small particles are fastened to the tentacles by their secretion, and with rapid motions of the tentacles are cast into the ambulacral groove, where the ciliary current takes hold of them and carries them to the mouth.“

REICHENSPERGER ist der Ansicht, daß das in den Papillen der Tentakeln gebildete Sekret giftig ist; dem wird jedoch von GISLÉN widersprochen. Letzterer hat versucht, lebende *Pinnulae* mit frisch gefangenem Plankton in Verbindung zu bringen, ohne jedoch jemals bemerkt zu haben, daß dieses irgendwie beeinflußt wird von den vorhandenen *Pinnulae*. Andererseits hat er häufig große Mengen Copepoden im Darm des *Heliometra eschrichti* vorgefunden, was vielleicht darauf hindeuten kann, daß sie auf die eine oder andere Weise imstande gewesen waren, sie zu paralisieren, da diese Tiere ja eine recht kräftige Eigenbewegung haben. Die Frage kann also noch nicht als endgültig entschieden betrachtet werden.

An den Tentakeln der Crinoiden befinden sich Sinneshaare, die wahrscheinlich eine Art Organ für Geschmack und Getast darstellen. GISLÉN versuchte, Pikrinsäure auf sie zu tröpfeln, und sofort bewegten sich die Arme heftig. Dasselbe war der Fall, wenn Sublimat anstatt Pikrinsäure verwendet wurde. Die Arme versuchten sich um die angegriffene Stelle zu legen. Es wurde dagegen ein ganz anderes Resultat erzielt: „When old putrefying crab-liver was added to the fluid containing the grains of carmine, the pinnules were flexed in towards the sides of the arms.“

Mit Bezug auf die Organismen, die den Crinoiden als Nahrung dienen, schreibt GISLÉN folgendes: „*Antedon petasus*. All the samples were brought from »Smedjan«, Kristineberg, Sweden, where the animals were dredged from a depth of 30—40 metres. 1. A rough sample. The recently dredged animals were put into a vessel of sea-water, where they were allowed to stay for some hours and the abundant excrement evacuated was collected. Contents: Detritus, small grains of sand, threads of algae, diatoms, some peridineans, crustacean larvae (0.30—0.50 mm long), small copepods (0.09×0.18 mm), macerated pieces of plants (one piece 0.40×0.60 mm), a half digested Myzostomid. 2. A lump of excrement, taken directly from the anal opening: Detritus, diatoms (*Coscinodiscus*, *Navicula*, *Nitschia*, etc.), copepods, an ostracod, a veliger larva, a *Ceratium*, a few living *Infusoria*. 3. Some food, sucked from the mouth by means of a pipette: Detritus, diatoms, copepods (empty casings), some ostracods, 1 veliger larva, nauplius larvae, empty podiae of small crustaceans, a peridinean, some few spongespicules.“

Die Ambulakralfurchen spielen also, wie aus obigem hervorgeht, eine große Rolle für die Aufnahme der Nahrung. Jede dieser Furchen erstreckte sich ursprünglich an allen Armen entlang bis hin zu den Pinnulae, wie sie dies noch jetzt bei den gestielten Crinoiden tut. Bei den *Comatulidae* ist sie dagegen von den proximalen Pinnulae, die sich zu einer Art Tastorgane (oral-pinnulae) entwickelt haben, verschwunden. Bei gewissen *Tropiometridae*, bei denen sich Geschlechtsstoffe nur in einer Anzahl Pinnulae (genital-pinnulae) entwickeln, fehlt auch sehr häufig die Ambulakralfurche. Weiter können noch mehrere Variationen bei den verschiedenen Formen vorkommen, manchmal kann die Ambulakralfurche so sehr reduziert sein, daß es schwer ist, zu verstehen, daß sie überhaupt noch eine Bedeutung für die Aufnahme der Nahrung haben kann.

Mit Bezug auf die Verdauung der Crinoiden sind keine Untersuchungen angestellt worden.

*

2. Stoffumlauf, Exkretion.

Wie aus Obenstehendem hervorgeht, ist die Nahrungsaufnahme und Verdauung der Echinodermen bis jetzt nur mangelhaft untersucht worden. Viel besser steht es auch nicht, wenn man sich nach Untersuchungen über die Verteilung der aufgesaugten Nahrung im Organismus und über die Exkretion umsieht, denn auch hier weiß man nur

wenig. Ein regelmäßiges, „pulsierendes“ Gefäßsystem, das als Transportweg für die aufgesaugten Nahrungsstoffe angewendet werden könnte, fehlt; und bisher ist es auch unmöglich gewesen, ein bestimmtes Exkretionsorgan nachzuweisen.

Daß man bei der Untersuchung der Möglichkeiten einer Verteilung der Nahrungsstoffe im Körper auf die Periviszeralflüssigkeit seine Aufmerksamkeit lenkt, ist natürlich, wie schon oben hervorgehoben wurde. Diese Flüssigkeit, die mit allen Organen in Berührung steht, muß sicher die Endprodukte des Stoffwechsels in sich aufnehmen. Auch müssen die zahlreichen amöboid beweglichen Wanderzellen eine große Rolle spielen bei der Weiterverbreitung und Verteilung von gewissen Nährstoffen, z. B. Fett, im Körper.

Man hat die Periviszeralflüssigkeit auch mehrfach auf einen Gehalt an aufgelösten Exkretstoffen untersucht. So hat z. B. SANZO bei *Psammechinus microtuberculatus*, *Arbacia pustulosa*, *Sphaerechinus granularis* und *Holothuria tubulosa* kleine Mengen von Harnstoff oder einer harnstoffähnlichen, kristallinischen Verbindung gefunden. Bei den Seeigeln fand er in 100 ccm Leibeshöhlenflüssigkeit etwa 2 bis 4 mg, bei den Holothurien etwa 1 mg des harnstoffähnlichen Körpers.

Hierüber hinaus ist es bisher nicht möglich gewesen, mit Sicherheit aufgelöste Nahrungsstoffe oder Exkretstoffe in der Periviszeralflüssigkeit nachzuweisen.

Über die Ausscheidung der aufgelösten Exkrete ist nur wenig bekannt. Es sind keine wahren Emunktorien vorhanden. Obgleich sie einfach an den äußeren oder inneren Körperoberflächen vor sich geht, so ist sie doch nicht als eine gewöhnliche Diffusion zu bezeichnen, sondern muß als eine echte exkretorische Tätigkeit angesehen werden. Hiermit stimmt überein, daß der Darm streckenweise mit einem Epithel ausgekleidet ist, das die Fähigkeit besitzt, in der Leibeshöhle injiziertes, aufgelöstes Säurefuchsin usw. in Form von Vakuolen oder Körnchen zu sammeln und in das Darmlumen abzugeben. Auch die respiratorischen Oberflächen müssen als Austrittsorte für die gelösten Exkretstoffe angesehen werden.

Mit weit größerer Bestimmtheit als von den gelösten Abfallstoffen läßt sich von gewissen festen Exkretpartikeln sprechen. Diese Abfallstoffe, die entweder fortgeschafft oder auf jeden Fall beiseite geschafft werden müssen, so daß sie dem Organismus nicht schaden, geschieht auf etwas verschiedene Art und Weise bei den verschiedenen Gruppen. In einigen Fällen werden die Exkrete von den Amöbozyten aufgenommen und mit diesen aus dem Körper hinausgeführt. Es ist hier also die Rede von einer intrazellulären Ausscheidung. Die Stellen, die als „Ausscheidungsstellen“ in Betracht kommen, sind in der Regel die Teile des Organismus, die als Respirationsorgan fungieren. Bei den Asteroiden sammeln sich nach und nach mehr und mehr exkretbeladene Wanderzellen in Papulae und werden durch diese ausgeschieden (Fig. 103). Ob dieses durch Zerreißen der Papulae geschieht oder dadurch, daß die Wanderzellen durch die Wand gehen oder vielleicht auf beide Weisen, weiß man nicht ganz genau. Fremdkörper (Tusche, Karmin) werden

auf dieselbe Weise aus dem Körper des Seesterns ausgeschieden. In gleicher Weise spielen bei den Echinoiden die Mundkiemen und bei den Holothuriern die Wasserlungen eine Rolle bei der intrazellulären Exkretion. Auch die Saugfüßchen haben wahrscheinlich Bedeutung als Durchgangsstellen für die Wanderzellen.

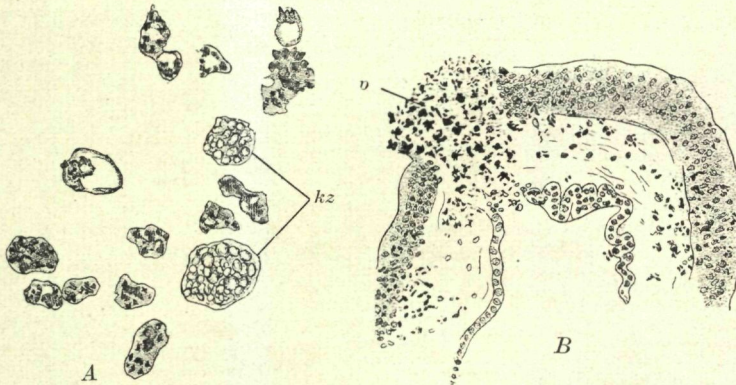


Fig. 103. *Asterias rubens*, nach Injektion von Tusche in die Leibeshöhle; A tuschehaltige Wanderzellen aus dem Inneren einer Hautkieme, kz tuschefreie Körperzellen; B Schnitt durch die Spitze einer Hautkieme, aus der bei p ein Tropfen tuschehaltiger Wanderzellen austritt. — Nach DURHAM aus WINTERSTEIN.

Weshalb es gerade die Respirationsorgane sind, die als „Exkretionsorgane“ eine Rolle spielen, hat VAN DER HEYDE durch die Annahme erklärt, daß die Amöbozyten Sauerstoff gegenüber positiv chemotropisch sind, weshalb sie unwillkürlich gegen die dünnhäutigsten Stellen des Organismus, d. h. der Respirationsorgane, streben.

In anderen Fällen werden die Exkrete nicht durch die Wanderzellen ausgeschieden, sondern werden aufgespeichert. Diese zwei Prozesse — intrazelluläre Ausscheidung und Exkretspeicherung — ergänzen einander in der Weise, daß in jenen Echinodermenordnungen, in denen der eine der zwei Prozesse schwächer ausgebildet ist, der andere um so stärker entwickelt erscheint.

Diese intrazelluläre Exkretion ist besonders bei den Seesternen stark entwickelt; infolgedessen befinden sich fast gar keine Ablagerungen von Konkrementen oder konkrementartigen Zellen in den Geweben. Ganz anders bei Echinoiden, wo die Speicherung der größten Umfang hat. CUÉNOT hat hier solche Ablagerungen nachgewiesen, teils frei im Gewebe, teils in Zellen als bräunlichgelbe Körner, Konkreme und Kristalle. Sie sind vor allem im subkutanen Bindegewebe, um die Mesenterien und im Axialorgan vorhanden und werden nach diesen Stellen durch die Wanderzellen hingeführt.

Bei *Psammechinus miliaris* hat GIARD Mengen von bräunlichen Konkrementen sowohl in den Hoden als auch in den Ovarien nachgewiesen. Bei den Seiegeln ist übrigens besonders das Axialorgan eine Stelle, die für diese Exkretspeicherung bevorzugt wird.

PERRIER war einer der ersten, der dieses Axialorgan der Seeigel als wahres Exkretionsorgan auffaßte, besonders als er meinte, einen Ausführungsgang (Emunktorium) nachgewiesen zu haben. Sowohl HAMANN als auch CUÉNOT zeigten jedoch später, daß diese Anschauung irrig war; denn weder bei den Seeigeln noch bei den Seesternen konnte ein Ausführungsgang nachgewiesen werden. Später wurde dann PERRIERS Auffassung wieder aufgenommen, z. B. von P. & F. SARASIN. Zur Zeit ist hierüber etwas Sicheres jedoch noch nicht festgestellt. Als Exkretionsorgan kann es wohl nicht aufgefaßt werden; vielleicht spielt es aber eine Rolle als Exkretspeicher. Übrigens ist wohl die Hauptfunktion des Organs in der Bildung der Lymphkörperchen zu suchen.

Dasselbe, was hier über das Axialorgan der Seeigel gesagt ist, wird auch für das der Seesterne gelten können.

Bei den Holothurien scheint die Speicherung zwar gleichfalls eine große Rolle zu spielen, insbesondere bei den lungenlosen Holothurien, z. B. den *Synaptidae*, wo die intrazelluläre Ausscheidung vollständig in den Hintergrund tritt. Bei den Holothurien wird die Exkretspeicherung besonders in das subkutane und das lakunäre Gewebe, das Mesenterium, die Polische Blase usw. abgesetzt.

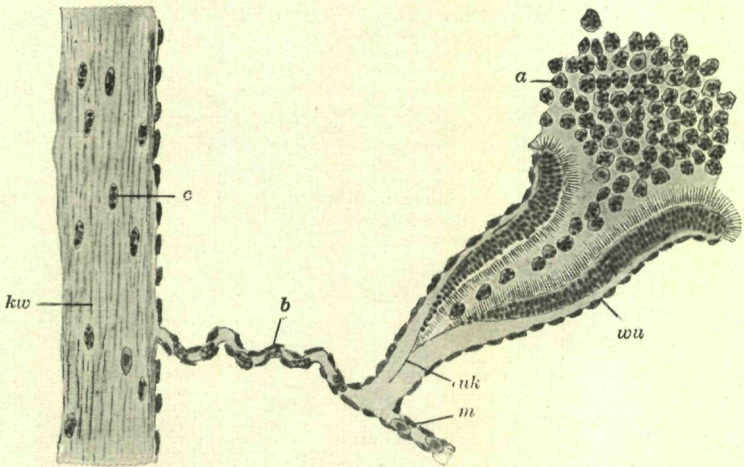


Fig. 104. Durchschnitt durch eine Wimperurne eines Synaptiden, einige Stunden nach Injektion von Tusche in die Leibeshöhle; *a*, *b*, *c* tuschehaltige Wanderzellen (*a* an der Urnenmündung, *b* im Mesenterium, *c* im Bindegewebe); *kw* Körperwand; *m* Mesenterium; *uk* angeblicher Kanal im Urnenstiel; *wu* Wimperurne.
Nach SCHULTZ aus WINTERSTEIN.

Bei den *Synaptidae* stehen besondere, nur bei dieser Gruppe vorkommende Organe in Verbindung mit der Exkretspeicherung, nämlich die Wimperurnen (Fig. 104). SEMON hat bei *Synapta digitata* im Hohlraume dieser Urnen regelmäßig Haufen von zusammengeballten, mit Körnern beladenen Amöbozyten gefunden. Weiter fand er, daß

diese Zellen durch den Stiel der Urnen ins Innere des Mesenteriums und weiter in das subkutane Gewebe wandern, wo sie selbst, oder wenigstens ihre Inhaltskörper, stets reichlich angetroffen werden. Später ist etwas Ähnliches von CLARK bei *Leptosynapta inhaerens* gefunden. Dieser Auffassung wird von CUÉNOT widersprochen. Mit Sicherheit ist die Frage jedoch noch nicht entschieden.

Auch die Geschlechtsorgane scheinen bei den Holothuriern als Aufspeicherungsstellen benutzt zu werden (Fig. 105). Jedenfalls hat RUSSO bei *Holothuria tubulosa* und *forskáli* während der sexuellen Ruheperiode kleine Klümpchen von braungelben Körnern gefunden.

Über die chemische Natur dieser Stoffwechsel-Endprodukte weiß man noch gar nichts; doch scheint es, als ob anorganisches Material ihre wesentlichste Grundlage bilde.

Da es, wie dies bereits angedeutet worden ist, so zu sein scheint, daß die räuberisch lebenden Echinodermen oft Hunger leiden müssen (H. C. VAN DER HEYDE), so müßte man annehmen, daß sie ganz besonders die Fähigkeit besäßen, Nahrung-Reserven zu bilden, wenn es ihnen gelungen sein sollte, eine gute Beute zu fangen, um dadurch Vorrat für schlechte Zeiten zu haben. Einer der wenigen, der in dieser Richtung Experimente machte, ist VAN DER HEYDE. Er hat untersucht, inwieweit *Asterias* Nahrung, speziell von den wichtigsten Stoffen, wie Fett, Kohlehydrate (Glykogen) und Proteine, aufspeichert.

Was erstens das Fett anbetrifft, so zeigte es sich durch Auszug mit Alkoholäther, daß höchstens 51.5 mg Fett vorhanden war, was nur als eine äußerst geringe Menge bezeichnet werden kann. Leider gab VAN DER HEYDE nicht an, wie groß der Seestern war, aber man muß wohl annehmen, daß es ein Exemplar gewöhnlicher Größe war, mit dem er gearbeitet hat. PÜTTER fand ebenfalls bei Holothuriern (*Cucumaria grubei*) nur ganz geringe Mengen Fett, 0.014% des Gesamtgewichts. Kohlehydrate, die sich sozusagen bei allen Invertebraten als aufgespeicherte Nahrung in Form von Glykogen finden, scheinen nach VAN DER HEYDE bei Seesternen zu fehlen, bei *Thyone* dagegen vorhanden zu sein.

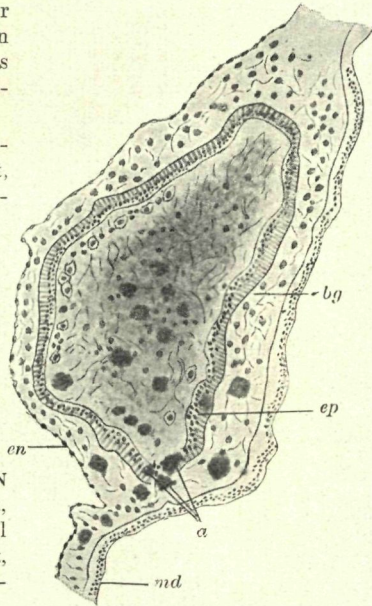


Fig. 105.
Querschnitt durch den Geschlechtsleiter von *Holothuria*, zur Zeit sexueller Untätigkeit. — Wand und Lumen des Kanals enthalten braungelbe Körnermassen, die in der Figur als dunkle Flecken angedeutet sind; *md* dorsales Mesenterium; *en* Leibeshöhlenepithel; *bg* Bindegewebe; *ep* Epithel des Kanals. Bei *a* Austritt von Körnermassen in das Kanallumen.
Nach RUSSO aus WINTERSTEIN.

Was die Proteine betrifft, so findet man „protein crystalloids“ bei den Echinodermen in den Wanderzellen (CUÉNOT). Aller Wahrscheinlichkeit nach spielen sie eine Rolle als Speichernahrung. Außerdem hat CUÉNOT im Bindegewebe der Hartteile der *Ophiactis virens* Reservestoffe (Eiweiß) nachgewiesen. Über p_H im Verdauungskanal wird folgendes angegeben: *Arbacia* $p_H = 7.2$ bis 7.8 , *Thyone* $p_H = 7.6$, *Asterias* $p_H = 7.2$ bis 7.9 .

*

3. Sekretion.

Abgesehen von den Pedzellardrüsen sind die meisten Drüsen der Echinodermen einzellig. Becher- oder Schleimdrüsen, welche bei Reizung des Tieres eine reichliche Menge Schleim absondern, findet man bei *Astropecten*, *Asterias*, *Antedon rosacea* und *Pentacrinus decorus*. Bei einigen Ophiuroiden hat REICHENSBERGER Drüsengebilde in den Füßchen beschrieben, deren schleimiges Sekret zum Festheften der Füßchen dient. Das klebrige Sekret der Schleimzellen an den Pinnulae des weiblichen *Antedon* dient zur Befestigung der nach außen beförderten Eier. Einige Holothurien bilden sich eine Art röhrenförmiges Nest aus von ihrer Haut sezerniertem Schleim. Bei *Echinaster sepositus* und *Henricia sanguinolenta* sind größere in die Kutis der Rückenhaut hinunterreichende Hautdrüsen (fadenziehender Schleim) festgestellt worden. Eigentlich bestehen sie aus mehreren Einzeldrüsen, die sich an ihren Mündungen zu einer kurzen Röhre vereinigen.

Giftdrüsen sind von HAMANN an den Keulenstacheln der *Ophiomastix annulosa*, *Ophiocreas* und *Astroschema* nachgewiesen. Die Drüsenzellen der Tentakelpapillen von *Antedon* und *Pentacrinus* sollen denselben Zweck erfüllen wie die Nesselkapseln der Aktinien. Die maulbeerförmigen Zellen, die von CUÉNOT bei *Astropecten*, *Asterias*, *Echinaster sepositus* beschrieben worden sind, liefern wahrscheinlich auch ein giftiges Sekret.

Eine Anzahl Echinodermen haben die Fähigkeit, leuchten zu können. Diese Produktion von Licht kann auch passend hier unter Sekretion behandelt werden, da diese Fähigkeit mit der Tätigkeit besonderer Drüsen zusammenhängt. Unter den nordischen Asteroiden ist *Brisinga* der einzige, der als lichtproduzierend angegeben wurde. Etwas besser verhält es sich mit den Untersuchungen mit Bezug auf das Leuchten der Schlangensterne. Bei folgenden Arten ist es beobachtet worden: *Amphipholis squamata*, *Amphiura filiformis*, *Ophiopsila aranea*, *Ophiopsila annulosa*, *Ophiocantha bidentata*, *Ophiocolex glacialis* und *Ophiothrix*, bei letzterem jedoch etwas zweifelhaft.

Amphipholis squamata war der erste leuchtende Stachelhäuter, der beschrieben wurde. Über die Lokalisation der Lumineszenz haben früher Uneinigkeiten geherrscht. MANGOLD konnte aber durch genaue Untersuchungen feststellen, daß die Lumineszenz allein in den proximalen Teilen der Basalplatten der Stacheln auftritt, so daß man also in jedem Wirbel zwei leuchtende Felder beobachten kann.

REICHENSPERGER hat histologische Untersuchungen bei derselben Art angestellt und meint, daß das Leuchten durch Schleim erzeugt wird, „der von den Zellen des äußeren Epithels an der Spitze der Füßchen sezerniert wird, sich in den Intrazellularräumen sammelt und

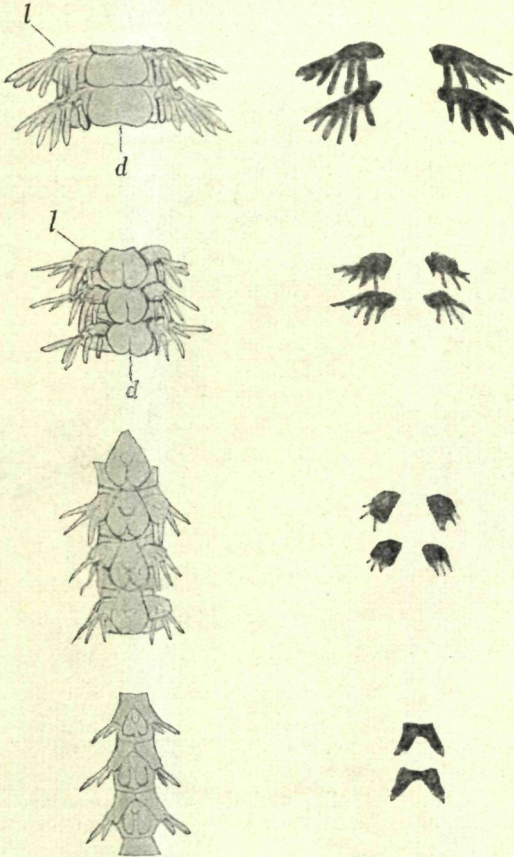


Fig. 106.

Sitz des Leuchtens bei *Ophiopsila annulosa*; Dorsalansicht einiger Armwirbel und die entsprechenden Leuchtbilder (leuchtende Stellen dunkel gezeichnet); l laterale, d dorsale Platte. — Nach MANGOLD aus WINTERSTEIN.

durch Öffnungen in kleinen Papillen am vordersten Ende ausgestoßen wird“. Bei demselben Seelilienstern, der lebendgebärend ist, konnte MANGOLD nachweisen, daß bereits die noch nicht ausgekrochenen Jungen mit ihren kaum 2 mm langen Armen auf mechanische Reize mit Leuchten reagieren; sogar durch die Berührung mit dem mütterlichen Körper können sie zum Leuchten gebracht werden.

Ophiopsila annulosa ist derjenige Schlangensterne, dessen Leuchtvermögen physiologisch am besten untersucht worden ist. MANGOLD hat durch Experimente gezeigt, daß die Fortleitung der Leuchterregung allein durch die an der Ventralseite der Arme entlang verlaufenden radialen Nervenstränge erfolgt und durch den Nervenring von dem einen Arm nach dem anderen geleitet wird (Fig. 106).

REICHENSBERGER hat auch bei *Ophiopsila* über die Histologie der Gewebeelemente, die die Leuchtenergie produzieren, wichtige Beiträge

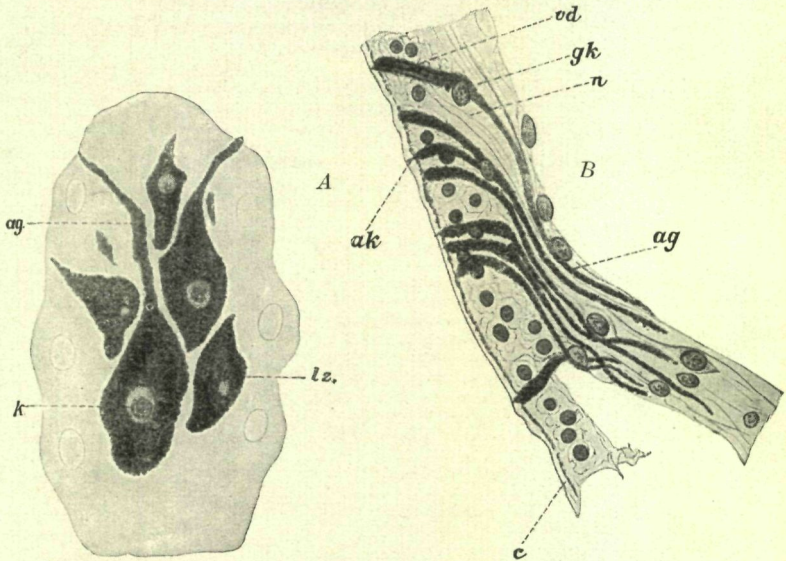


Fig. 107. A Leuchtzellen von *Ophiopsila*; ag Ausführungsgang; k Drüsenkern; lz Leuchtzellen. B Lateralstachel von *Ophiopsila*, Teil eines Längsschnittes; ag Ausführungsgänge der Leuchtzellen, ak Mündungskanäle; gk Ganglienzellkern; n Nervenfasern; vd Verdickung. — Nach REICHENSBERGER aus WINTERSTEIN.

geliefert. Er hat bei den von ihm untersuchten Formen (*Ophiopsila annulosa*, *Ophiopsila aranea*) charakteristische Drüsenzellen tief im Bindegewebe gefunden, welche bei den nichtleuchtenden Schlangenternen gar nicht vorkommen. Die Leuchtzellen sind große, platte Zellen mit langen Ausläufern, die in das Epithel führen (Fig. 107).

1909 unternahm TROJAN ähnliche Untersuchungen wie REICHENSBERGER; er meint, diese Drüsenzellenkomplexe auch auf nichtleuchtenden Stellen gefunden zu haben, so daß erneute Untersuchungen in hohem Grade erforderlich erscheinen, um diese Frage klarzustellen, um so mehr, als SOKOLOW auch bei nichtleuchtenden Ophiuren Zellen gefunden hat, die mit den von REICHENSBERGER beschriebenen identisch sein sollen. Bei *Ophiopsila annulosa* und *O. aranea* sind die lichtproduzierenden Stellen sehr verschieden. Bei ersteren leuchten die Ventral- und Lateralplatten, sowie sämtliche Stacheln, während bei *Ophiopsila aranea* die Stacheln niemals leuchten.

Bei *Amphiura filiformis* hat MANGOLD in Neapel Untersuchungen angestellt, die ergaben, daß bei dieser Art nur die Stacheln leuchten.

WYVILLE THOMSON sah auf der Fahrt des »Porcupine« lebende *Ophiacantha bidentata* und hatte Gelegenheit, an ihnen grünes Licht zu beobachten, das sich zuweilen vom Rande der Körperscheibe nach ihrer Mitte hin, zuweilen von den fünf Armspitzen gleichzeitig nach der Mitte hin verbreitete. Diese Beobachtung deckt sich nicht ganz mit SOKOLOWS Beobachtungen einer *Ophiacantha bidentata* von der Murmanküste, der Lumineszenz an den Stacheln und den Lateralplatten nachwies. Nach den meisten Untersuchungen zu urteilen, ist die Lumineszenz der Schlangensterne eine rein intrazelluläre.

GODLEWSKIs Angaben in bezug auf das leuchtende Sperma bei *Ophiothrix* und *Ophiopsila* sollen hier nur erwähnt werden, weil die Möglichkeit der Gegenwart mariner Leuchtbakterien nicht ausgeschlossen ist.

4. Respiration.

War schon das Studium der Verdauung der Echinodermen mangelhaft, so ist dies in noch höherem Grade bei der Respiration der Fall. Es liegen sozusagen gar keine Experimente vor, die als Beweis für die verhältnismäßig zahlreichen Hypothesen, die aufgestellt sind, dienen könnten. Verschiedene Organe hat man bei verschiedenen Gruppen dafür angesehen, daß sie im Dienste der Respiration ständen.

Bei den Seesternen betrachtet man die dünnwandigen, kleinen Blasen, Papulae, die sich zwischen den Stacheln befinden, als Atmungsorgane. Wie bereits früher (s. S. VIII. 89) angeführt, spielen diese auch eine Rolle bei der Exkretion.

Diese Hautkiemen oder Kiemenbläschen (Fig. 98), wie die Papulae oft genannt werden, sind kleine Ausstülpungen der Leibeshöhle, an denen die Kalkbedeckung ganz fehlt. Die Körperwand ist an diesen Stellen stark verdünnt; folglich wird dadurch ein Gasaustritt ermöglicht. Die Papulae sind imstande, sich zusammenzuziehen, was durch eine dünne, in ihrer Wand gelegene Muskelschicht ermöglicht wird. Durch diese Kontraktion und mittels ihrer reichen Wimperbekleidung sind die Papulae imstande, die sie füllende Leibeshöhlenflüssigkeit zu erneuern.

Bei den Ophiuren sind die Bursae die Respirationsorgane. Die Bursae wurden zuerst von LUDWIG (1878) nachgewiesen, der hierüber wie folgt schreibt: „Wenn ich eine Vermutung über die Funktion der Bursae der Ophiuren aussprechen soll, so ist es die, daß wir in ihnen die bisher nicht bekannten Respirationsorgane dieser Tiere vor uns haben; ich bin mir dabei aber wohl bewußt, daß es zur vollen Sicherung dieser Ansicht noch der Beobachtung am lebenden Tier bedarf.“

Versuche an lebenden Tieren sind angestellt worden von APOSTOLIDÈS, CUÉNOT, WINTZELL u. a., die alle ergeben haben, daß das Wasser in den Bursae ständig erneuert wird; aber darüber, wie dies vor sich geht, scheint man sich uneinig zu sein. Bei mehreren Ophiuren sind von Zeit zu Zeit pulsierende Bewegungen der Rückenhaut beobachtet worden, die von einigen mit der Respiration in Verbindung

gebracht worden sind (APOSTOLIDÈS, FJELSTRUP, CUÉNOT). Dagegen schreibt z. B. WINTZELL diesen Bewegungen keine Bedeutung für das Atmen zu; er meint vielmehr, daß diese ein starkes Aus- und Einpumpen des Wassers im Magensack verursachen, wobei alle Kleinkörper, die eingeführt worden sind, z. B. von den Zilienströmungen, und sich dann an der Wand der Schleimhaut festgesetzt haben, wieder ausgestoßen werden.

Die Respiration in den Bursae (Fig. 86) wird dagegen nach Ansicht desselben Forschers vor allem durch die Zilienbewegungen an der inneren Wand der Bursae bewerkstelligt. Auch die Saugfüßchen werden von mehreren Forschern für die Respiration von Bedeutung erachtet (DUJARDIN, HUPÉ, LANG, ØSTERGREN, REICHENSBERGER u. a.).

Über den Sauerstoffverbrauch hat WINTZELL Versuche angestellt. Die Durchschnittszahl des Sauerstoffverbrauchs der verschiedenen Arten per mg N während 24 Stunden ist folgende:

<i>Amphiura chiajei</i> . . .	0.056
<i>Ophiopholis aculeata</i> . . .	0.124
<i>Ophiura albida</i> . . .	0.128
<i>Ophiocoma nigra</i> . . .	0.207
<i>Ophiothrix fragilis</i> . . .	0.271

Hieraus scheint hervorzugehen, daß der Sauerstoffverbrauch umso größer ist, je größer die Bewegungen sind.

Bei den Echinoiden dürfte nur der den Kauapparat umgebende Teil der Leibeshöhle Bedeutung für die Respiration haben (v. UEXKÜLL). Bei den meisten regulären Seeigeln ist dieser Abschnitt mit kleinen Ausstülpungen versehen, die außen als 5 Paar buschförmige Anhänge dicht an der Peristomwand hervortreten. Es sind dies die sogenannten Kiemen. Aber auch im Innern des Seeigels (Fig. 00) befinden sich Ausbuchtungen. Die, welche in den Radien liegen, werden Gabelblasen oder STEWARTSche Organe genannt, die fünf interradianalen Zahnblasen. Die erstgenannten werden oft als »innere Kiemen« bezeichnet. Über diese Deutung schreibt WINTERSTEIN aber mit Recht: „Diese Deutung, die offenbar nur einen Sinn haben könnte, solange man an eine offene Kommunikation der Leibeshöhle mit dem Seewasser glaubte, ist vollkommen unberechtigt, da durchaus nicht einzusehen ist, auf welche Weise sie die Funktion von Kiemen sollten erfüllen können. Wenn sie, was sehr zweifelhaft ist, überhaupt in irgend welcher Beziehung zur Atmung stehen, so könnte ihnen höchstens eine mechanische Aufgabe zufallen.“

HAMANN hat auch angenommen, daß das Wassergefäßsystem eine respiratorische Rolle spielen könnte. Er war nämlich der Meinung, daß ständig ein frischer Strom von Meerwasser durch den Steinkanal läuft. Da dies jedoch nicht der Fall zu sein scheint, muß dieser Standpunkt aufgegeben werden. Möglicherweise hat das Wasserkanaalsystem, wie schon angedeutet, eine indirekte respiratorische Bedeutung, wobei sicher besonders die Saugfüßchen eine Rolle spielen werden. Es ist übrigens von jeher eine Streitfrage gewesen, inwieweit das Wasserkanaalsystem stets mit frischem Meerwasser versehen wird oder nicht.

Bei der einen Gruppe ist diese Möglichkeit jedoch ausgeschlossen, nämlich bei den Holothurien, bei denen gewöhnlich keine direkte Verbindung mit dem sie umgebenden Wasser vorhanden ist. Bei den übrigen Echinodermen, Asteroiden, Ophiuren, Echinoiden, steht das Wasserkanalsystem in direkter Verbindung mit der Oberfläche durch den Steinkanal und die Madreporenplatte. Hier stände also nichts im Wege dafür, daß man sich ein Einströmen des Meerwassers denken könnte. LUDWIG scheint ja auch etwas Ähnliches bei den Asteroiden bewiesen zu haben. Immerhin ist dies aber, wie HAMANN sehr richtig sagt, eine schwer zu klärende Frage. Wenn ständig Meerwasser durch die Madreporenplatte hineinläuft, muß auch wieder Wasser herauslaufen, da das System nur eine begrenzte Menge Flüssigkeit enthalten kann. Etwas derartiges ist jedoch nicht nachgewiesen worden. Es wäre danach natürlich, ebenso wie das CUÉNOT tut, anzunehmen, daß überhaupt keine Strömungen stattfänden. Außerdem kommt hinzu, daß die Flüssigkeit, die das Wasserkanalsystem enthält, absolut kein Meerwasser, sondern eine Flüssigkeit ist, die derjenigen ähnelt, die sich in der Leibeshöhle findet, eine eiweißhaltige Flüssigkeit mit zahlreichen Amöbozyten.

Eine direkt respiratorische Bedeutung hat das Wasserkanalsystem sicher nicht, vielleicht eine indirekte als Transportweg für O_2 und CO_2 ; aber es fehlen in diesem Punkte Untersuchungen gänzlich.

Auch der starke Wasserstrom, der durch den sogenannten Nebendarm hindurchgeht, spielt für die Respiration eine große Rolle. Bei *Psammechinus miliaris* hat PERRIER gezeigt, daß ein kontinuierlicher Wasserstrom durch den Ösophagus in den Nebendarm vordringt und wieder in die zweite Darmschlinge hineingeführt wird. Hierdurch wird die Verdauung in der ersten Darmschlinge nicht gestört. Durch die dünne Wand des Nebendarmes wird ein Gaswechsel mit der periviszeralen Leibeshöhle ermöglicht. HENRI meint, daß dieser Wasserstrom nicht allein durch die Flimmerbewegung verursacht wird, sondern auch durch eine schwache Peristaltik, die am Ösophagusende beginnt.

Die Respirationsorgane der Holothurien sind, wie schon früher erwähnt, die Wasserlungen (Fig. 88). Sie entspringen aus dem oralen Ende der Kloake und bestehen gewöhnlich aus zwei Hauptstämmen, die entweder frei oder zusammengewachsen sind. Gewöhnlich zweigen sich von diesen Hauptstämmen zahlreiche Seitenäste ab, die wiederum geteilt sein können. Die von SEMPER vermuteten Öffnungen an der Spitze der Zweige der Wasserlungen, durch die eine Verbindung zwischen der Leibeshöhlenflüssigkeit und dem Inhalte der Wasserlungen hergestellt werden sollte, sind nicht mit Sicherheit festgestellt worden.

Die Lungen werden mit Seewasser „ventiliert“. Diese Ventilation kommt gewöhnlich zustande durch rhythmische Kontraktionen der Kloake und des gemeinsamen Basalteils der Lungen. Bei der Aus- und Einspülung des Atemwassers sind die Atmungsorgane selbst so gut wie gar nicht wirksam, doch können die einzelnen Endäste und ihre endständigen Erweiterungen sich sicher individuell und ohne

irgend welche Regel zusammenziehen und wieder aufblähen, wodurch der Wasserinhalt der Organe zur Zirkulation gebracht wird.

TIEDEMANN'S Untersuchungen scheinen nicht mit den hier angegebenen Resultaten übereinzustimmen. Seiner Anschauung nach wird die Füllung und Entleerung der Wasserlungen durch die Kontraktion und Expansion der Muskelwandungen derselben herbeigeführt. Außerdem legt er — und sicher mit Recht — großes Gewicht auf die Kontraktion und Expansion des ganzen Körpers. SEMPER und HÉROUARD schließen sich ihm an, indem sie die Bewegung der Kloake und des ganzen Körpers für bedeutungsvoll für die Respiration ansehen.

Die ganze Funktion der Wasserlungen ähnelt in gewisser Weise also derjenigen der Kiemen, nur besteht der Unterschied, daß das „respiratorische Wasser“ mit der nach innen gewendeten Seite des Organs in Verbindung kommt und nicht, wie bei den Kiemen, mit der Außenseite.

Von besonderem Interesse sind einige von TIEDEMANN vorgenommene Untersuchungen, die zeigen, wie Holothurien, wenn sie sich längere Zeit in einem Gefäß mit Wasser, das von Exkrementen getrübt war, befanden, das Hinterende ihrer Körper an die Oberfläche des Wassers brachten, um durch die Kloakenöffnung Luft einzuatmen. Als der hintere Teil des Tieres unterbunden wurde, starb das Tier schon nach einigen Stunden. Es handelt sich also, wie WINTERSTEIN dies später bewiesen hat, um eine wirkliche Luftatmung. Die aufgenommene Luft bleibt in der Kloake liegen und dient zur Durchlüftung des mit aufgenommenen Atemwassers.

Andere Organe, denen man bei Holothurien respiratorische Bedeutung beimessen kann, sind die Tentakel. Jedenfalls ist von WINTERSTEIN beobachtet worden, daß sich diese stets, wenn das Tier Atemnot hat, so weit wie möglich herausstrecken. Die Saugfüßchen spielen dagegen, infolge ihrer recht dicken Haut und ihrer häufig nur geringen Zahl, kaum eine Rolle für die Respiration. Die Darmrespiration, der von einigen (SEMPER) eine große Bedeutung beigemessen worden ist, spielt nach neueren Untersuchungen (WINTERSTEIN) kaum eine wichtige Rolle. Die Wimperurnen haben vielleicht insofern eine respiratorische Nebenfunktion, als sie die Leibeshöhlenflüssigkeit in lebhafter Zirkulation versetzen können (SEMPER, CUÉNOT). Die *Synaptidae* entbehren sonstiger, spezieller Atmungsorgane, und die Respiration erfolgt höchstwahrscheinlich durch die zarte Haut.

Bei den Crinoiden spielen, nach CUÉNOT, vielleicht die Tentakel für die Respiration eine Rolle. Mehrere Forscher haben auch eine rhythmische Kontraktion des Anus beobachtet, durch die Wasser aufgenommen und wieder herausgeschleudert wird, und dieser Funktion Bedeutung für die Respiration beigelegt. Die Leibeshöhle steht übrigens mit dem Seewasser durch zahlreiche Poren in Verbindung, und es besteht deshalb eine Möglichkeit für direkte Atmung durch die Leibeshöhle. Auch die Zilienströmungen auf der Oberfläche des Tieres stehen hier sowohl als bei den anderen Gruppen im Dienste der Respiration (GISLÉN).

Sinnesorgane und Sinnesleben Wenn die Untersuchungen über die Physiologie des Nervensystems der Echinodermen nur so verhältnismäßig lückenhaft sind, so beruht dies vielleicht auch darauf, daß die Anatomie und Histologie des Nervensystems noch recht unbekannt ist, so daß sich den Physiologen hier keine Stütze bietet. Physiologische Untersuchungen des Nervensystems sind sozusagen nur bei Asteroiden, Ophiuren und Echinoiden vorgenommen worden, von denen man wieder die Asteroiden am besten studiert hat.

Nur wenige Versuche mit Bezug auf das Reagieren der Echinodermen auf Licht sind angestellt worden. ROMANES, EWART und PREYER sowie v. UEXKÜLL haben mit diesen Problemen gearbeitet. Der letztgenannte Forscher fand, daß ein Seeigel (*Centrostephanus longispinus*) nach kurzdauernder Beschattung mit Wenden der Stacheln nach der beschatteten Seite reagiert. Weitere Experimente ergaben, daß dieser Reflex auf Beschattung abhängig von der Erhaltung der innerlich gelegenen Radialnerven ist, wogegen er vom Nervenring und von den sogenannten Ozellarplatten unabhängig ist, im Gegensatz zu dem Reflex auf mechanische Reizung, die beim kleinsten Schalenstück noch voll erhalten bleibt, selbst nachdem die innere Seite der Schale mit Sandpapier abgerieben worden war.

Hieraus schließt v. UEXKÜLL, daß es bestimmte Opticusfasern geben muß, die nach den Radialnerven abbiegen und nicht mit dem allgemeinen Nervenganglienplexus zusammenliegen, der sich unter der Oberhaut befindet und zur Auslösung der Reflexe nach mechanischer Reizung genügt. Ferner muß man annehmen, daß die Aufnahmeorgane über das ganze Tier zerstreut liegen.

Auch die Richtung der Lokotionsbewegungen des Tieres wird zum Teil durch Lichtreize bestimmt, indem sie allgemein die stark beleuchteten Orte vermeiden. MANGOLDs Untersuchungen an *Arbacia lixula* — einem anderen Seeigel — stimmen genau mit den hier erwähnten überein.

Auch die Schlangensterne besitzen eine große Lichtempfindlichkeit, deren Sitz, ebenso wie bei den Echinoiden, wahrscheinlich in der Haut liegt. Frühere Forscher (ROMANES, EWART u. a.) haben behauptet, daß die Ophiuren nicht auf Licht reagieren. v. UEXKÜLL dagegen (1905) schreibt über *Ophiura texturata*: „Fällt ein plötzlicher Schatten auf das so ruhende Tier, so schlagen die fünf Arme gleichzeitig herab, und das blaß sandfarbene Tier wird plötzlich um eine Nuance dunkler.“ MANGOLD (1909) hat festgestellt, daß auch *Ophioderma longicauda*, *Ophiopsila annulosa*, *Ophiopsila aranea* und *Ophiothrix fragilis* auf Licht reagieren; und COWLES kommt zu folgendem Resultat: „I think it may be said that Ophiuroids react negatively to brightly lighted fields unless some other factor changes the reaction.“ Schließlich hat WINTZELL ebenso wie andere gefunden, daß Ophiuren negativ phototropisch sind. In diesem Falle wurden Versuche mit *Ophiocomina nigra*, *Ophiothrix fragilis* und *Ophiopholis aculeata* angestellt.

Folgende Seesterne sind untersucht: *Asterina gibbosa* und *Pentagonaster placenta*. Letztgenannter reagiert positiv phototropisch auf

direktes Sonnenlicht, während die andere Art negativ ist. Merkwürdigerweise reagieren sie ebenso gut, wenn die Armspitzen mit den Augen abgetrennt werden. Es scheint also auch bei den Seesternen eine diffuse Lichtempfindlichkeit der Haut zu bestehen. Der rote Augenfleck, der sich an der Armspitze befindet, wurde — recht natürlich — als besonderes lichtperzipierendes Organ angesehen. Versuche, vorgenommen von ROMANES und PREYER, scheinen diese Theorie auch zu bestätigen, doch haben spätere Untersuchungen, wie erwähnt, Zweifel an dieser Annahme erregt, und erneute Untersuchungen sind deshalb höchst wünschenswert.

Bei Asteroiden, Ophiuren, Echinoiden und Crinoiden sind keine statischen Organe nachgewiesen worden. Bei den *Synaptidae* wurden solche (Fig. 108) dagegen bereits beschrieben und abgebildet von JOHANNES MÜLLER (1850) und BAUER (1862). MANGOLD schreibt über diese Organe (Fig. 108): „Die 10 Statocysten der Synaptiden liegen in der Kopffregion nahe dem Ursprung der 5 Radialnerven

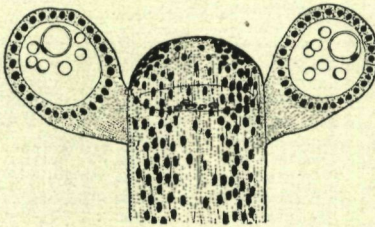


Fig. 108.
Statocysten an den Radiärnerven von
Leptosynapta bergensis; stark vergrößert.
Nach BECHER.

aus dem Nervenring und zwar je eine an jeder Seite der Radialnerven, die sich an der Basis der Statocyste mit einer kegelförmigen Verbreitung ansetzen. Die Wand der großen Bläschen besteht aus einer einfachen Lage kubischer Zellen, die an der den Nerven zugekehrten Stelle etwas höher sind und sich mit Thionin bordeauxrot färben. Die gleiche Färbung nehmen auch die merkwürdigen Inhaltkörper (Statolithen) an, die ihrem Baue nach aus einer Zelle bestehen, die durch einen kugelförmigen Einschluß so stark aufgetrieben ist, daß ihr Kern zu einer flachen Scheibe geworden ist. Bei *Rhabdomolgus* fand BECHER in jedem Bläschen bis 8 solcher Innenzellen, währenddem bei der am meisten untersuchten *Leptosynapta inhaerens* nur 1 oder 2 vorkommen. Bei *Leptosynapta bergensis* dagegen, die BECHER als hauptsächlichstes Beobachtungsmaterial benutzte und die auch in Helgoland vorkommt, finden sich zuweilen 20 solcher Inhaltkörper in jeder Blase, von denen sich in höchst auffälliger Weise stets je einer durch seine bei weitem bedeutendere Größe unter den übrigen auszeichnet. Der Aggregatzustand des Einschlusses dieser Innenzellen ist allem Anscheine nach der feste. Da sie sich bei Zusatz von Säuren ohne eine Gasentwicklung auflösen, so ist offenbar kohlensaurer Kalk in diesen Statolithen nicht vorhanden, was um so auffallender ist bei einem Tiere, in dessen übrigen Gewebe in so reichlichen Mengen Kalk abgelagert ist (SEMON).“

Natürlich ist auch viel über die mögliche Funktion dieser Organe diskutiert worden. Versuche, von SEMON angestellt, ergaben, daß die Holothurien taub sind und daß die Bläschen nicht Hörorgane sein können; später wurden sie dann als statische Organe erkannt. Es

sollen hier die von CLARK diesbezüglich angestellten Untersuchungen kurz besprochen werden.

Auf einem Brette, das schräg unter Wasser aufgehängt war, so daß z. B. das rechte Ende desselben nach dem Boden herunter zeigte, brachte CLARK eine *Synapta* an, mit dem Tentakelkranz nach der rechten Seite gerichtet, in diesem Falle also nach unten. Das Tier begann sofort am Brett hinabzuwandern. Als er langsam das rechte Ende des Brettes hob, wobei er aufpaßte, daß er keine Bewegung des Wassers hervorrief, blieb die Holothurie augenblicklich stehen, sobald das Brett eine horizontale Stellung einnahm. Fuhr er nun fort, das rechte Ende zu heben, so daß das Brett schließlich so angebracht war, daß sein linkes Ende nach unten zeigte, kehrte die Holothurie sofort um und setzte ihren Weg abwärts fort. Diese Versuche wurden variiert und wiederholt, aber immer mit demselben Resultate: das Tier kroch am Brette h i n a b. Diese Versuche beweisen deutlich, daß das Tier ein Organ besitzen muß, daß es ihm klarmachen kann, was oben und was unten ist — mit anderen Worten: ein statisches Organ. CUÉNOT und BECHER halten diese Gebilde auch für statische Organe, und BECHER gibt der Ansicht Ausdruck, daß gerade Organe mit dieser Funktion von größter Bedeutung für das Tier sein müssen, die ganz im Meeresboden vergraben leben, denn nur durch diese wird ihnen Klarheit darüber werden können, was eigentlich oben oder unten ist. In neuerer Zeit hat v. BUDDENBROCK eine Anzahl Versuche mit *Synapta* angestellt.

Sowohl Geruchs- als auch Geschmackssinn sind sicher bei den meisten Echinodermen gut entwickelt vorhanden. Zahlreiche Versuche haben ergeben, daß sie imstande waren, ihrer Beute von großer Entfernung aus auf die Spur zu kommen. Dagegen ist es sehr schwer, den Sitz dieser beiden Sinne festzustellen. Auch scheint es schwierig zu sein, diese beiden Sinne auseinander zu halten.

Daß die Saugfüßchen auf Grund der zahlreichen Sinneszellen, die im Epithel zerstreut liegen, als Sinnesorgane fungieren, ist wohl ohne Zweifel, doch welcher Art, ist nicht leicht mit Bestimmtheit zu unterscheiden. NAGEL u. a. hält sie für den Sitz eines Geschmacksvermögens, PROUHO dagegen erblickt in den Saugfüßchen Geruchsorgane.

Bei den Schlangensterne hat v. UEXKÜLL (an *Ophiura*) durch Experimente nachgewiesen, daß alle Glieder der Arme eigene Receptionsorgane für die Nahrungswitterung haben. Die Freßbewegungen geschehen durch charakteristisches Einrollen der Arme. Wahrscheinlich liegen die Witterungsorgane in den Tentakeln. *Ophiothrix fragilis*, die keine vagile Lebensweise führen, sondern gewöhnlich stillsitzen und ihre Arme nur langsam bewegen, reagieren ganz anders auf Futterreiz. Die Armmuskulatur beteiligt sich gar nicht am Erfassen der Beute, sondern die Nahrung wird durch den besonders ausgebildeten Tentakel von den Armspitzen nach dem Munde geführt. Bei den Holothurien, die z. B. von NAGEL untersucht wurden, konnte kein Geschmackssinn nachgewiesen werden.

Tastsinn, und zwar einen ausgezeichneten, findet man bei Echinodermen (ROMANES, PREYER und MANGOLD). Kommt ein Schlangenstein auf seiner Wanderung mit dem einen oder anderen festen Gegenstand in Berührung, so wird dieser ein Faktor für die Art der Bewegung (Stereotropismus, contact stimulus). Die Ophiuroiden sind positiv stereotropisch; sie suchen mit dem Boden in Berührung zu kommen und graben sich dann in diese ein (*Amphiura*), kriechen unter Steine usw.

Auch die Schwerkraft hat einen gewissen Einfluß. PREYER spricht von „einer Tendenz nach oben“, die LOEB später bei *Cucumaria cucumis* und *Asterina gibbosa* untersucht hat; er sah, wie die Tiere am Boden des Aquariums so lange umherkrochen, bis sie an eine Vertikale gelangten, um dann an dieser bis dicht unter den Wasserspiegel emporzuklettern. Nach seiner Bezeichnungsweise sind sie also negativ geotropisch. Auch BAGLIONI hat etwas Ähnliches bei *Psammechinus microtuberculatus* gefunden. Er meint, daß die biologische Bedeutung dieses Reflexes in dem Umstande zu suchen ist, daß die Tiere danach trachten, Orte mit den größten Sauerstoffkonzentrationen zu erreichen, z. B. den Wasserspiegel.

Später hat MANGOLD durch Untersuchungen an *Asterina gibbosa* bemerkt, daß die Tiere sowohl im Hellen als auch im Dunkeln, sowie in luftfreiem Wasser stets nach der Oberfläche hinstreben. Die ganze Frage scheint recht problematisch zu sein. Ob man überhaupt diesem Wandern der Tiere nach der Oberfläche der Aquarien einen so großen Wert beimessen kann, ist fraglich. Jedenfalls bedarf es hier neuer Untersuchungen.

Fortpflanzung 1. Seesterne. — Die Asteroiden sind getrenntgeschlechtlich. Nur in ganz wenigen Fällen sind hermaphroditische Individuen gefunden, wie z. B. bei *Asterias glacialis* (P. BUCHNER), *Asterias rubens* (RETZIUS) und *Asterias groenlandica* (I. LIEBERKIND). In allen diesen Fällen handelt es sich nur um vereinzelte Exemplare. Hermaphroditismus wird von der im Mittelmeer lebenden *Asterina gibbosa* (CUÉNOT) angegeben und zwar protandrischer Hermaphroditismus.

Sekundäre Geschlechtscharaktere sind bei Echinodermen überhaupt sehr selten. Bei *Luidia ciliaris* sind jedoch ♂ und ♀ auch äußerlich ziemlich sicher erkennbar, indem die Farbe des ♀ rot, die des ♂ bräunlich ist (TH. MORTENSEN).

Eine eigentliche Paarung findet nicht statt. Eier und Samen werden direkt ins Wasser entleert. Die Geschlechtsöffnungen finden sich auf der Rückenseite; in Fällen, wo Brutpflege besteht, sind sie nach unten, nach der Oralseite hin, verlegt. Bei *Leptasterias mülleri* und dem diesem nahe verwandten *Leptasterias gröenlandica* ist von I. LIEBERKIND (1920) eine besondere Genitalpapille nachgewiesen worden.

Die Laichzeit fällt auf etwas verschiedene Zeiten des Jahres. Für bei weitem die meisten scheint der Frühling und der Sommer die Laichperiode zu sein:

Luidia ciliaris (Sommer),
Solaster endeca (III. bis IV.),
Asterias glacialis (Sommer);

für andere dagegen der Herbst und der Winter:

Luidia sarsii (IX. bis V.),
Stichastrella rosea (VIII. bis IX.).

Diese Angaben gelten nur für die nordischen Gewässer. Bei Arten, die auch weiter nach dem S hin leben (Mittelmeer), findet man häufig hier einen ganz anderen Teil des Jahres als Laichzeit. Dies ist z. B. der Fall bei *Luidia ciliaris*, die in nordischen Meeren im Sommer laicht, im Mittelmeere dagegen vom XI. bis I. Ebenso verhält es sich mit *Asterias glacialis*, der im Mittelmeer sowohl im Sommer als auch im Winter zu laichen scheint, in nordischen Meeren dagegen nur im Sommer.

Unbekannt ist die Laichzeit bei mehreren Arten, wie *Psilaster andromeda*, *Pontaster tenuispinus*, *Ceramaster granularis*, *Hippasteria phrygiana*, *Poraniomorpha hispida*, *Porania pulvillus*, *Pteraster militaris*, *Diplopteraster multipes*.

Einige Seesternarten haben dotterreiche, andere dotterarme Eier. Die ersteren haben in den allermeisten Fällen eine verkürzte Entwicklung, während die letzteren pelagische Larven haben. Die Größe der Eier ist etwas verschieden. Sie beträgt gewöhnlich zwischen 0.1 und 0.5 mm. Für *Asterias rubens* ist die Größe der Eier mit 0.16 bis 0.19 mm angegeben worden, für *Asterias glacialis* mit 0.17 mm.

Durch die Farbe und Menge ihrer Deutoplasmen erscheinen die Eier ± intensiv gefärbt, z. B. hellrosa bis ganz blaß bräunlich bei *Asterias glacialis* und gelblich bei *Asterias rubens*. Über die Menge der Eier, die abgegeben wird, schreibt GEMMILL, daß ein *Asterias rubens* von einem größten Durchmesser von etwa 14 cm etwa 2 500 000 Eier im Laufe von 2 Stunden abgab. Bei *Luidia ciliaris* berechnet TH. MORTENSEN die Anzahl der Eier auf mindestens 200 Millionen.

Nur von wenigen Seesternen kennt man die Entwicklung in den meisten Details, und zwar bei *Asterina gibbosa*, *Henricia sanguinolenta*, *Solaster endeca*, sowie *Asterias rubens* und *Asterias vulgaris*.

Für einige Seesterne ist Brutpflege sichergestellt, und diese haben alle verkürzte Larvenentwicklung. Klassische Beispiele bieten *Henricia sanguinolenta* und *Leptasterias mülleri*. Die Brutpflege dieser beiden Arten geschieht in folgender Weise:

Aus ihrem Körper bildet die Mutter eine Glocke, indem sie sich mit den Spitzen ihrer dicht aneinandergestellten Arme auf einem Stein oder etwas ähnlichem befestigt und gleichzeitig die Scheibe emporhebt. In den dadurch entstandenen Hohlraum werden die Eier abgelegt. Jetzt bleibt die Mutter in derselben Stellung stehen, bis die Jungen entwickelt sind. Die Entwicklung der Jungen dauert ungefähr 2 Wochen. Während dieser Zeit ist es der Mutter unmöglich, Nahrung einzunehmen, denn die Eier und später die Jungen versperren den Mund. Die Jungen bekommen keine Nahrung von der Mutter, sie liegen ganz frei in der „Bruthöhle“, ohne irgendeine Verbindung mit dem Mutterorganismus. Sie müssen sich ausschließlich vom Eidotter ernähren.

Bei dem diesen Arten nahe verwandten *Leptasterias grönlandica* werden die Eier in den Magensack selbst aufgenommen, in dem die ganze Entwicklung vor sich geht (I. LIEBERKIND).

Bei *Pteraster militaris* ist ebenfalls Brutpflege nachgewiesen (DANIELSEN & KOREN). Der Brutraum befindet sich hier auf dem Rücken und entsteht dadurch, daß die pinselförmig ausgebreiteten Paxillen von einer dünnen Haut überdeckt sind, die wie ein Dach über dem ganzen Rücken liegt. Zwischen dieser Supradorsalmembran und der eigentlichen Oberfläche des Körpers liegt der Brutraum, der durch Öffnungen mit dem Meerwasser in Verbindung steht.

Bei einer Anzahl von Seesternen — jedoch bei keiner der in der Nord- und Ostsee lebenden Arten — findet man eine ganz besondere ungeschlechtliche Vermehrung durch Querteilung des Körpers in zwei Hälften, indem die Teilungsebene mitten durch die Scheibe geht, oder durch Abtrennung einzelner Arme. Natürlich steht dieses Verhältnis in gewisser Beziehung mit der großen Regenerationsfähigkeit der Asteroiden in Verbindung.

Verschiedene Arten schnüren ihre Arme ganz dicht an der Scheibe ab, wenn diese beschädigt wurden oder sich unter ungünstigen Verhältnissen befinden; dies geschieht z. B. oft bei *Asterias glacialis*. Ganz besonders bezieht sich dies jedoch auf *Brisinga*, die häufig beim Fang alle ihre Arme abwirft, so daß nur die kleine, ringförmige Scheibe zurückbleibt. Bei einigen tropischen Arten (*Linckia*) kann ein einzelner abgeworfener Arm den ganzen Seestern Neubilden.

Zuweilen können bei dieser Art von Regeneration Anomalien auftreten. Z. B. können sich die Arme gabelförmig neu bilden, wie es bei *Asterias rubens*, *Asterias glacialis*, *Astropecten irregularis* u. a. sehr oft vorkommt.

Durch HELEN DEAN KING ist das Regenerationsvermögen der Seesterne mittels des Experiments studiert worden, und zwar an *Asterias vulgaris*. Nach HAMANN (BRONN) soll folgendes über diese Untersuchungen zitiert werden: „Wenn man die dorsale Fläche der Scheibe mit der Madreporenplatte entfernt, so ist bereits in 3 Wochen das fehlende Stück ersetzt, bis auf letztere, die erst nach 2 Monaten gebildet ist. Führt man einen senkrechten Trennungsschnitt durch die Scheibe, welcher im Winkel zweier Arme beginnt und bis zur Mitte der Basis des gegenüberliegenden geht, so trennt sich die Scheibe in 2 Teile, indem die 2 und 3 Arme jeder Seite des Schnittes in entgegengesetzter Richtung sich bewegen. Jeder der beiden Teile regeneriert zu einem neuen Individuum. Von größtem Interesse sind aber folgende Experimente: Es wurden einzelnen Tieren zwei Arme abgeschnitten und ihnen dafür zwei Arme anderer Individuen angeheilt, was ohne weiteres gelang. Über die Regeneration eines einzelnen Armes erfahren wir, daß der dicht an der Scheibe abgelöste Arm eines Seesternes wohl bis zu 2 Wochen am Leben bleiben, keineswegs aber den ganzen Seestern regenerieren kann. Verbleibt jedoch $\frac{1}{5}$ der Scheibe an dem Arm, so ist die Regeneration ausnahmsweise möglich. Nur wenn die Hälfte der Scheibe an dem losgelösten Arm vorhanden ist, tritt Regeneration ein.“

2. Schlangensterne. — Die meisten Schlangensterne sind getrenntgeschlechtlich. Hermaphroditisch sind unter den nordischen Arten nur folgende: *Amphiura borealis*, *Amphipholis squamata* und *Ophiomitrella clavigera*, sowie *Ophiacantha anomala*. Eier und Sperma werden von den Geschlechtsorganen in die Bursae entleert und von hier weiter nach außen durch die Bursalspalten (Fig. 109). Bei den hermaphroditischen Arten bleiben die Eier in den Bursae liegen und machen hier ihre ganze Entwicklung durch. Die Eier der Ophiuriden sind gewöhnlich rötlich.

Bei den Schlangensternen ist ebenso wie bei den Seesternen die Entwicklung bis jetzt nur von ganz wenigen Arten genauer studiert, nämlich *Ophiothrix fragilis*, *Ophiura brevispina* und *Amphipholis squamata*, sowie *Ophionereis squamulosa*.

Bei einigen Formen kennt man die Periode, während welcher sie geschlechtsreif werden, ebenso kennt man die Larvenform selbst, weiter jedoch nichts:

Ophiopholis aculeata: IV. bis VII.

Ophiocomina nigra: VII. bis VIII.

Ophiura texturata: Sommer.

Ophiura affinis: VII. bis VIII.

Ophiura sarsii: ? (*Ophiopluteus compressus* ?).

Ophiura albida: VIII. bis IX. (*Ophiopluteus paradoxus*).

Amphiura filiformis: Sommer und Herbst (*Ophiopluteus mancus*).

Amphiura chiajei: Herbst (*Ophiopluteus dubius* ?).

Völlig unbekannt ist die Entwicklung folgender Formen: *Acrocrida brachiata*, *Amphilepis norvegica*, *Ophiura robusta*, *Ophiactis abyssicola*.

Die Ophiuren haben gewöhnlich pelagische Larven (s. S. VIII. 115), mehrere Arten haben aber direkte Entwicklung ohne pelagische Larve. Letzteres gilt durchgehend für Ophiuren mit großen dotterreichen Eiern.

Vier der in nordischen Meeren lebenden Schlangensterne sind vivipar, nämlich: *Amphiura borealis*, *Amphipholis squamata*, *Ophiomitrella clavigera* und *Ophiacantha anomala*; sie sind ebenfalls hermaphroditisch. Die ganze Entwicklung des Eies erfolgt in den Bursae, und die Jungen kommen erst heraus, wenn sie eine recht ansehnliche Größe erreicht haben.

Einige Ophiuren vermehren sich durch Teilung. Die Scheibe teilt sich mitten durch, und jede Hälfte regeneriert das Fehlende. Diese Art der Vermehrung findet man besonders häufig bei der Gattung *Ophiactis*, z. B. *Ophiactis nidarosiensis* und *Ophiactis virens*. Das steht natürlich in einer gewissen Verbindung mit der besonders gut entwickelten Regenerationsfähigkeit der Ophiuren. Sehr oft findet man bei Ophiuren, daß ein Arm oder auch mehrere in Regene-

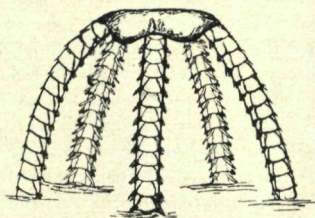


Fig. 109.
Amphiura bei Entleerung der
Geschlechtsstoffe.
Nach Th. MORTENSEN.

ration sind. In einzelnen Fällen, z. B. *Amphiura filiformis*, kann es sogar vorkommen, daß die ganze Scheibe abgeworfen und regeneriert wird.

3. Seeigel. — In dieser Echinodermengruppe finden sich nur getrenntgeschlechtliche Arten. (Abnormer Hermaphroditismus ist nur von VIGUIER und HERBST bei *Sphaerechinus granularis* beobachtet worden.)

Geschlechtsdimorphismus ist bei keiner der in nordischen Meeren lebenden Formen festgestellt worden. Dagegen kennt man bei fremden Formen Beispiele hiervon (*Hemiaster cavernosus* usw.). Eier und Sperma werden in das umgebende Meerwasser entleert. Eine Begattung oder ein ihr ähnlicher Vorgang ist bisher nicht beobachtet worden und kommt wohl sicher nicht vor.

Brutpflege findet sich bei keiner der nordischen Arten.

Die Laichzeit scheint in den Frühling oder Sommer zu fallen:
Psammechinus miliaris: Frühling.

Echinus esculentus: Frühling.

Strongylocentrotus dröbachiensis: Frühling (sehr früh, vielleicht auch im Winter).

Echinocyamus pusillus: Sommer.

Spatangus purpureus: Sommer.

Echinocardium cordatum: Sommer.

Nur an einzelnen Echiniden hat man die Entwicklung durch alle Stadien beobachtet, unter den nordischen bei: *Psammechinus miliaris*, *Echinus esculentus*, *Echinocyamus pusillus* und *Echinocardium cordatum*.

Dagegen kennt man die ersten Entwicklungsstadien mehrerer Arten, was besonders damit in Verbindung steht, daß künstliche Befruchtung sich bei dieser Tiergruppe so leicht durchführen läßt und deshalb die experimentelle Embryologie hier in so großem Maßstabe hat arbeiten können. — Auch Bastarde sind bekannt, z. B. von

Echinus esculentus × *Echinus acutus*,

Echinus esculentus × *Psammechinus miliaris*,

Echinocardium flavescens × *Echinocardium pennatifidum*.

4. Seewalzen. — Die Seewalzen sind gewöhnlich getrenntgeschlechtlich, doch sind mehrere Arten hermaphroditisch, z. B. die meisten *Synaptidae*, gewöhnlicherweise derart, daß Eier und Samen in der gleichen Keimdrüse, aber zu verschiedenen Zeiten entwickelt werden. Die Geschlechtsstoffe werden unmittelbar in das Wasser entleert. Einige Seewalzenarten haben dotterarme, andere dotterreiche Eier. Die dotterarmen Eier sinken zu Boden, während die dotterreichen an den Wasserspiegel emporsteigen (*Cucumaria frondosa*).

Nur von verhältnismäßig wenigen nordischen Holothurien kennt man die Entwicklung in Einzelheiten. J. und S. RUNNSTRÖM haben *Cucumaria frondosa* und *Psolus phantapus* studiert und S. RUNNSTRÖM *Leptosynapta inhaerens*. Die ersten Jugendstadien sind von *Rhabdomyolus ruber* bekannt (BECHER).

Ebenfalls hat man nur spärliche Angaben über die Zeit, während welcher die Geschlechtsreife eintritt; doch scheinen Frühling

und Sommer die Zeiten zu sein, in denen dies am häufigsten der Fall ist. Was *Cucumaria frondosa* betrifft, so behaupten J. und S. RUNNSTRÖM, daß die Geschlechtsperiode von Ende II. bis Ende III. dauert. Im arktischen Gebiet scheint diese *Cucumaria* doch erst im Sommer (VI. bis VII.) geschlechtsreif zu werden. Die Zeit der Geschlechtsreife der *Leptosynapta inhaerens* trifft nach S. RUNNSTRÖM Ende des VIII. oder Anfang des IX. ein.

Die Größe der Eier von *Cucumaria frondosa* und *Psolus phantapus* ist 0.5 bis 0.6 mm im Durchmesser. Die Eier von *Cucumaria* sind im allgemeinen etwas dunkler rot als die von *Psolus*; die von *Leptosynapta inhaerens* messen 0.2 mm im Durchmesser.

Mehrere Seewalzen sind vivipar, von den nordischen Arten aber nur *Leptosynapta minuta*. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Querteilung findet normal statt bei einigen tropischen Seewalzen, unter den nordischen nur bei *Cucumaria lactea* und *Psolus valvatus*.

Im übrigen ist die Regenerationsfähigkeit außerordentlich wohlentwickelt bei Holothuriern. Die meisten, besonders die größeren Arten, ziehen sich, in der Regel, unter ungünstigen Verhältnissen (beim Fang; sofern sie nicht genügend frisches Wasser haben) sehr stark zusammen und stoßen dadurch ihren Darm und die übrigen inneren Organe durch den After oder durch die Haut, an irgendeiner beliebigen Stelle, wo sie geborsten ist, aus. Das ganze regeneriert dann im Laufe kürzerer oder längerer Zeit (bei *Stichopus tremulus* im Laufe von 2 bis 3 Wochen; bei einer tropischen Form hat man beobachtet, daß die Regeneration im Laufe von 9 Tagen vollzogen war). Auch das Vorderende, mit Kalkring und Tentakeln, kann regeneriert werden, auf jeden Fall bei den Dendrochiroten. Bei Synaptiden, wo der Körper unter ungünstigen Verhältnissen meistens in größeren oder kleineren Stücken abgeschnürt wird, regeneriert das Vorderende (nicht aber die anderen Stücke) den ganzen Körper.

5. Seelilien. — Die Seelilien sind getrenntgeschlechtlich. Wenn die Eier entleert werden, bleiben sie bei einigen Arten in kleinen Klumpen um die Geschlechtsöffnung herum an den Pinnulae sitzen und machen hier die ersten Entwicklungsstadien durch; und erst wenn die Larve ihre volle Gestalt erhalten hat, bricht sie aus der Eihaut heraus. Bei anderen (z. B. *Antedon petasus*) sind die Eier frei; der Embryo ist dann einfach wimperbekleidet, wenn er aus der Eischale herausbricht, und erhält erst später die für Seelilienlarven charakteristischen Wimperbänder.

Die Laichzeit der nordischen Crinoiden ist nur für *Antedon petasus* bekannt, indem bei dieser Art die Geschlechtsreife im Sommer eintritt. Bei *Hathrometra sarsii* treten die Pentacrinoidstadien vom III. bis VIII. auf; aber da man nicht weiß, wie lange Zeit sie benötigen, um dieses Stadium zu erreichen, kann nichts über den Beginn der Laichzeit gesagt werden.

Die Eigröße beträgt für *Antedon bifida* 0.50 mm (WYVILLE THOMSON), für *A. petasus* 0.15 mm.

Außer der obenerwähnten Festheftung der Eier hat man Brutpflege bei keinem der nordischen Crinoiden gefunden. Dagegen kommt echte Brutpflege bei einigen antarktischen Formen, *Isometra* und *Notocrinus*, vor.

Selbst wenn nicht ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung stattfindet, so ist doch die Regenerationsfähigkeit der Cri-

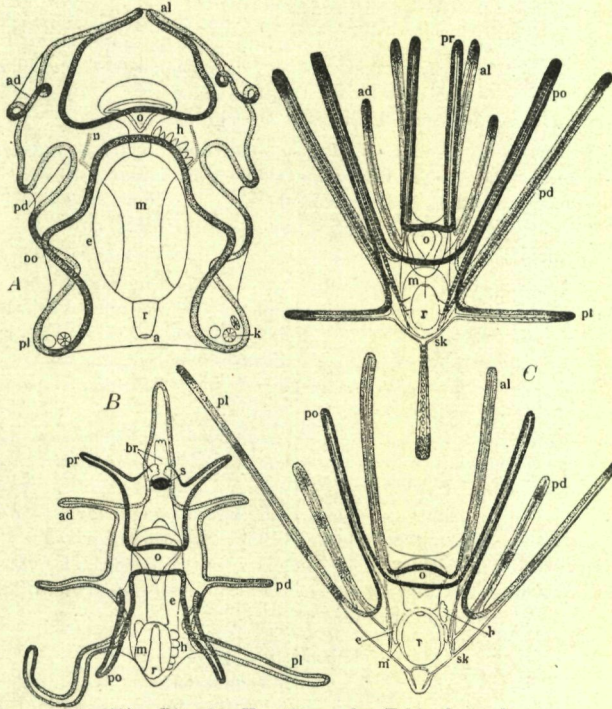


Fig. 110. Die vier Haupttypen der Echinodermenlarven.

A: *Auricularia*, Larve einer Seewalze (*Synapta*); B: *Bipinnaria* (im *Brachiolaria*-Stadium), Larve eines Seesterns (*Asterias*); C: *Ophiopluteus compressus*, Larve eines Seiegels (*Echinocardium cordatum*); D: *Echinopluteus*, Larve eines Seeigels (*Echinocardium cordatum*). A nach SEMON; B nach A. AGASSIZ, ein wenig geändert; alle aus TH. MORTENSEN. a Afteröffnung; ad anterodorsaler oder vorderer Rückenarm; al anterolateraler oder vorderer Seitenarm; br *Brachiolaria*-Arme; e Enterocölblasen; h Anlage des Wasserkanalsystems (Hydrocöl); k Kalkrädchen; m Magen; n Nervensystem; o Mund; pd posterodorsale oder hintere Rückenarme; pl posterolaterale oder hintere Seitenarme; po postorale oder hintere Mundarme; pr präorale oder vordere Mundarme; r Enddarm (Rectum); s Saugscheibe; sk Skelett.

noiden ganz außergewöhnlich gut entwickelt. Mit größter Leichtigkeit brechen die Arme ab, ebenso die übrigen Körperanhänge; auch die ganze Scheibe mit den Eingeweiden kann abgeworfen und regeneriert werden (CARPENTER, DENDY). Daß PRZIBRAM mit Erfolg Transplantation sowohl der Scheibe als auch der Arme bei *Antedon rosacea* vorgenommen hat, soll hier nur erwähnt sein.

Entwicklung und Larven

Da die Echinodermlarven im Plankton sehr häufig sind, soll hier eine Gesamtübersicht und Charakteristik der Larven sowie ein Bestimmungsschlüssel gegeben werden.

Die vier Haupttypen der pelagischen Echinodermlarven (Fig. 107): *Auricularia* (Seewalzen-Larven), *Bipinnaria* (Seestern-Larven), *Ophiopluteus* (Schlangenstern-Larven) und *Echinopluteus* (Seeigel-Larven) lassen sich alle von einem einfachen Grundtypus ableiten. Nur die Seelilien-Larven können nicht darauf zurückgeführt werden; die wenigen Seelilien-Larven, die man bisher kennt, sind alle tonnenförmig, mit getrennten, ringförmigen Wimperbändern. Ähnliche Larvenformen kennt man auch bei den anderen Klassen, besonders bei den dendrochiroten Holothurien, wo scheinbar nur tonnenförmige Larven vorkommen.

Die Seesternlarven unterscheiden sich von den anderen Echinodermlarven teils dadurch, daß derjenige Teil der Wimperschnur, der vor dem Munde liegt, auf der Bauchseite, von dem übrigen Teil getrennt ist, so daß zwei gesonderte Wimperbänder vorhanden sind, und teils dadurch, daß ihnen das Skelett vollkommen fehlt und daß sie auch andere für Larven charakteristische Kalkbildungen nicht besitzen. Die Seewalzenlarven haben eigentümliche Kalkbildungen (Räder oder sternförmige Körper), die Schlangenstern- und Seeigellarven ein kräftig entwickeltes Kalkskelett, das nichts mit dem Skelett des entwickelten Tieres zu tun hat, sondern bei der Umwandlung resorbiert wird.

Der Mund der Larve liegt auf der Bauchseite in einer Querfurche, die von einem Wimperband eingefasst ist. Der vordere Teil der Speise-

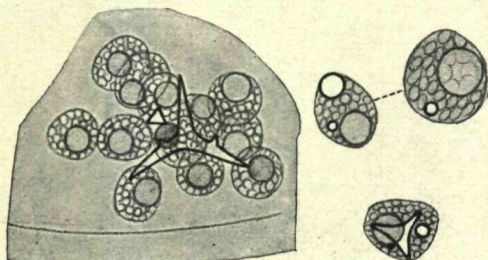


Fig. 111.
Entwicklung der primären Kalkspicula bei Seeigeln.
Nach WOODLAND aus WINTERSTEIN.

röhre ist glockenförmig erweitert, der Magen recht groß, kugelförmig; der Enddarm biegt in der Regel nach der Bauchseite hin um, wo sich der Anus öffnet. An den Seiten des Darmkanals liegen zwei Paar kleiner Blasen, die vorderen und hinteren Enterozölblasen. Von der linken vorderen Blase geht ein Kanal aus, der sich auf der Rückenseite durch eine Pore, die Rückenpore, öffnet. Um diese Pore bildet sich später die Madreporenplatte. Aus derselben Enterozölblase entwickelt sich auch das Wasserkanalsystem (das Hydrocöl), zuerst in Gestalt von 5 fingerartigen Ausbuchtungen, die hufeisenförmig neben der Speiseröhre liegen; nach und nach schließt es sich wie ein Ring (Wasserkanalring) um die Speiseröhre, und die 5 Ausbuchtungen bilden die Radiärkanäle.

Verschiedene Modifikationen dieser Verhältnisse treten auf, wie schon früher erwähnt; doch lassen sie sich auf den hier geschilderten Entwicklungsgang zurückführen.

Über die Anlage der Skelett-Teile, sowohl der Larven als auch des vollentwickelten Tieres, soll hier kurz folgendes angeführt werden: Schon früh bildet sich in den ersten Mesenchymzellen die erste Anlage des Larvenskeletts (Echiniden und Ophiuriden) in Form eines Dreistrahlers auf jeder Seite des Urdarms. SEMON (1887/88) hat Beobachtungen

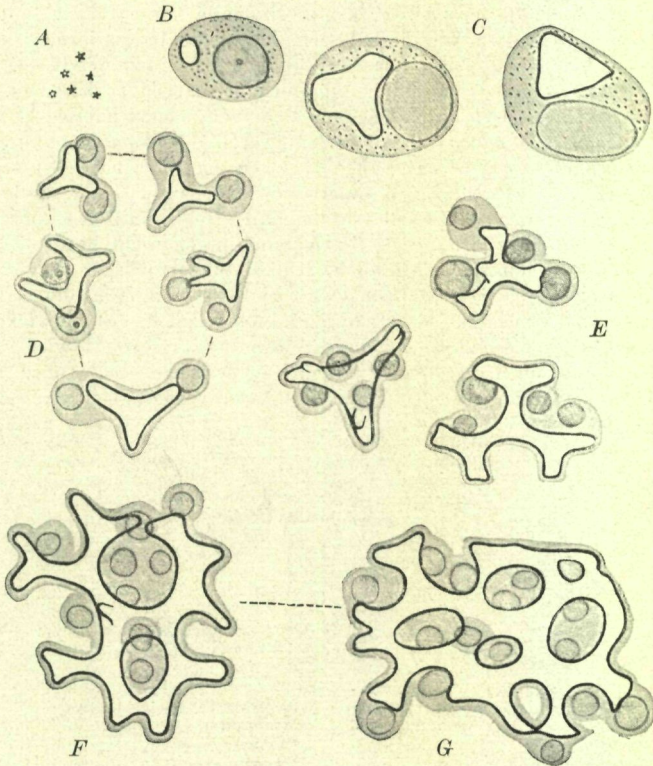


Fig. 112. Entwicklung der durchlöchernten Kalkplatten. *A* junge Amphipuren, an denen die Spicula-Entwicklung studiert wurde, in natürlicher Größe; *B* erstes Auftreten eines Kalkkörnchens in einer Zelle; *C* bis *G* Auswachsen desselben und beginnende Teilung der Zelle. — Nach WOODLAND aus WINTERSTEIN.

über die erste Anlage dieser Skelett-Teile gemacht. Er fand, daß sie als ein kleines, kaum sichtbares Kalkkörnchen in einer Mesenchymzelle erscheint, das beim Wachsen nach und nach die Gestalt eines kleinen Tetraeders annimmt. Während des Wachsens sinkt sie aus der Mutterzelle heraus und kommt somit interzellulär zu liegen. Etwa gleichzeitig mit dieser Lageveränderung tritt auch eine Veränderung im

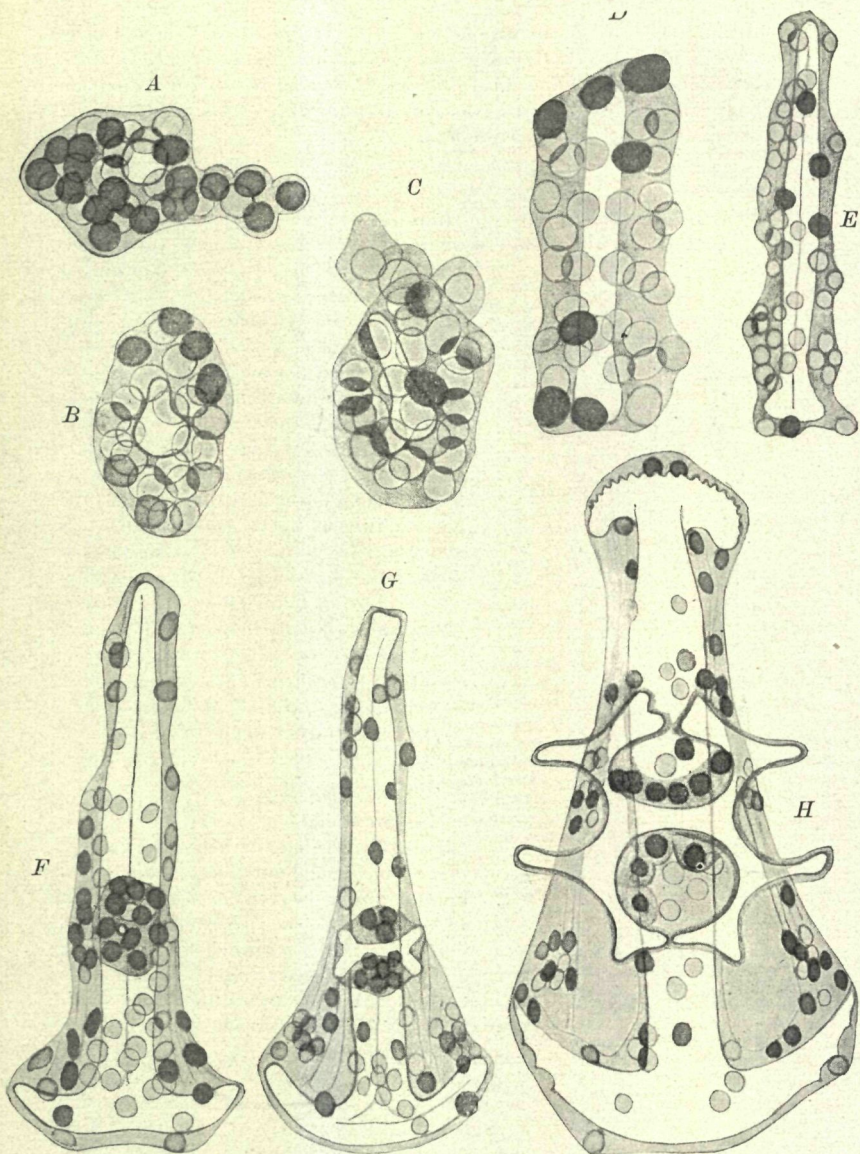


Fig. 113. Entwicklung des Ankers und der Ankerplatte bei *Leptosynapta inhaerens*.
 A Ein Syncytium aus dem Hautepithel mit der ersten Anlage eines Ankers in Form eines ruhenden Kalkkörnchens (weiß); B bis D das Körnchen wächst zur Keulenform aus; E erste Anlage des Ankerbogens; F in einem besonderen Zellen(kern)klumpen entsteht (etwa in der Mitte der Innenseite des Ankers) ein kleines Kalkkörnchen als erste Anlage der Ankerplatte, deren weiteres Wachstum in G und H gezeigt wird.
 Nach WOODLAND aus WINTERSTEIN.

Wachstumsmodus des Kalkkörpers ein. Er vergrößert sich nicht mehr gleichmäßig in den 4 Richtungen des Tetraeders, sondern 3 Ecken des letzteren wachsen zu Armen aus, die sich zwischen die Mesenchymzellen schieben. Der Tetraeder wird von nun an zum dreistrahligen Spiculum, in dessen Mitte man noch deutlich den ursprünglichen Tetraeder sehen kann. Allmählich legen sich mehrere Mesenchymzellen längs der Skelettanlage.

WOODLAND untersuchte die Bildung des Skeletts bei *Echinus esculentus* und fand ebenfalls, daß es seinen Ursprung von einem rundlichen

Kalkkörnchen nimmt, doch konnte er nicht, wie SEMON, feststellen, daß dieses sich zuerst zu tetraedrischen Kristallindividuen entwickelte, sondern meint, daß es durch Auswachsen nach 3 Seiten hin unmittelbar zu einem kleinen Dreistrahler wird (Fig. 108).

Nach WOODLAND nimmt die Plattenbildung ihren Ursprung von intrazellulär entstandenen Dreistrahlern, die aus rundlichen Kalkkörperchen hervorgehen. Durch Weiterentwicklung (durch wiederholte Gabelung in ein und derselben Ebene) entstehen die durchlöcherten Kalkplättchen (Fig. 109).

Auch die Stacheln werden als dreistrahlige Kalkkörper angesehen. Was die Anlage des Ankers und der Ankerplatte bei Synaptiden betrifft, verweisen wir auf Fig. 108, die das Ganze sehr deutlich veranschaulicht.

1. Seelilien-Larven. — Die Larven der Crinoiden nehmen, wie gesagt, eine Sonderstellung unter den Echinodermen-Larven ein und führen ein sehr kurzes freischwimmendes Dasein. Sie sind gewöhnlich tonnenförmig und mit 5 Wimperbändern besetzt. Die Larve hat keinen Mund und kann somit keine Nahrung zu sich nehmen. Sie zehrt vielmehr von dem Dottervorrat, der im Ei enthalten war. Innen in der Larve bildet sich das Skelett der Seelilie, und zwar so, daß der Stiel der Becher an deren Hinterende liegt; das Vorderende der Larve wird folglich das hintere Ende (Stiel) der Seelilie, während der Mund der Seelilie am hinteren Ende der Larve entsteht. Wenn die Larve eine kurze Zeit umherschwommen ist (höchstens einige Tage), setzt sie sich mit dem Vorderende auf einer Alge

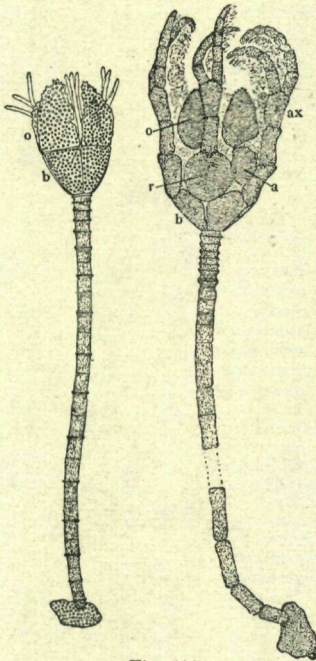


Fig. 114.

Zwei Entwicklungsstadien (Pentacrinoid-Stadien) eines Haarsterns (*Antedon petasus*); das jüngere Stadium 40-, das ältere 20-mal vergrößert; beim älteren Stadium sind 9 Stielglieder ausgelassen.

a Analplatte; ax Axillarplatte;
b Basalplatte; o Oralplatte;
r Radialplatte.

Nach TH. MORTENSEN.

oder etwas ähnlichem fest. Nach merkwürdigen inneren Umformungen öffnet sich der Becher, die ersten Fangarme strecken sich aus, und die junge Seelilie beginnt nun selbst Nahrung zu sich zu nehmen (Fig. 111).

Zuerst bildet sich das Skelett des Bechers aus zwei 5-zähligen Kränzen schön gitterförmiger Kalkplatten, die Basalplatten (unterer Kranz) und Oralplatten (oberer Kranz) genannt werden; die letzteren bilden 5 Klappen um den Mund. Bald zeigt sich ein neuer Kranz Platten, die Radialplatten, in den Zwischenräumen zwischen den beiden ersten Kränzen. Danach bilden sich dann über den Radialplatten zwei Platten, nämlich die Costalplatte oder zweite Radialplatte und die Axillarplatte; sie hat zwei äußere Gliedflächen und von jeder derselben geht eine Anzahl Platten ab, aus denen die Armwirbel entstehen. Neben der einen Radialplatte liegt eine kleine Platte, die Analplatte, die später bei den meisten jetzt lebenden Formen verschwindet. Mit dem Wachsen der Radialplatten werden die Oral- und Basalplatten nach und nach auseinander gedrängt. Die Oralplatten bleiben am Mundrande liegen und schwinden nach und nach bei den meisten Haarsternen. Die Basalplatten erleiden eine eigenartige Verwandlung; sie verschwinden allmählich ganz von der Oberfläche des Bechers, werden aber innen im Becher zu einer kleinen Platte, der Rosette, ausgebildet, die wie ein Deckel über der Höhlung im Rückenknopf liegt. Dieser entsteht aus dem oberen Stielglied, das sich sehr erweitert und nach und nach die Radialplatten verdeckt. Auf dem Rückenknopfe entwickeln sich die Cirren. Nachdem ein paar Cirren-Kreise entstanden sind, löst sich die junge Seelilie von dem Stiele ab, der dann abstirbt, und setzt sich auf dem Meeresboden mittels ihrer Cirren fest. Das gestielte Jugendstadium der Haarsterne wird Pentacrinoid-Stadium genannt.

2. Übersicht über die Haupttypen der pelagischen Echinodermen-Larven.

- 1) Ein Skelett fehlt; höchstens findet man isolierte Kalkkörperchen 2.
— Ein Skelett ist vorhanden 3.
- 2) Vorderer Teil der Wimperschnur nicht von dem übrigen Teil getrennt; Kalkräder oder sternförmige Körperchen sind vorhanden
Seewalzen-Larven (*Auricularia*); s. S. VIII. 122.
— Vorderer Teil der Wimperschnur von dem übrigen Teil getrennt; keine Kalkkörper . Seestern-Larven (*Bipinnaria*); s. unten.
- 3) Das Skelett besteht aus 2 symmetrischen Hälften; hintere Seitenarme nach vorn gerichtet, kräftig entwickelt
Schlangensterne-Larven (*Ophiopluteus*); s. S. VIII. 115.
— Das Skelett besteht im I. Stadium aus zwei, im II. Stadium aus vier paarigen Teilen und einem oder zwei unpaaren Teilen; hintere Seitenarme fehlen oder sind nach hinten oder zur Seite gerichtet
Seeigel-Larven (*Echinopluteus*); s. S. VIII. 118.

3. Seestern-Larven.

Einige der in unseren Meeren lebenden Seesterne (*Henricia*, *Leptasterias mülleri*, *Pteraster*) haben Brutpflege und direkte Entwicklung,

die übrigen freischwimmende Larven und eine verwickelte Metamorphose. Die Larven von *Solaster* und wahrscheinlich auch einiger anderer unserer Seesterne, deren Entwicklung noch unbekannt ist, sind klein und stark reduziert, ohne Mund.

Die meisten Seesterne haben eine sehr entwickelte Larvenform, die sogenannte *Bipinnaria* (Fig. 115 A/C), die einige Zeit (einige Wochen) lang ein pelagisches Leben führt, indem sie von Diatomeen u. a. kleinen pelagischen Organismen lebt. Bei einigen Bipinnarien (Larven von *Asterias* und *Porania*) sind die 3 vorderen Arme auf der Bauchseite mit kleinen Pa-

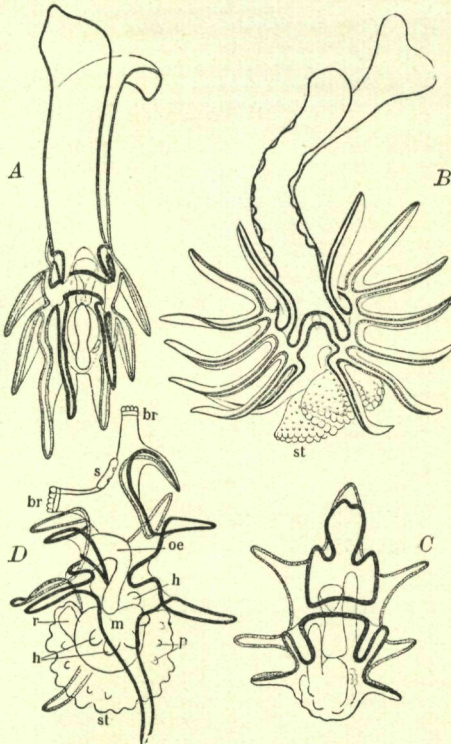


Fig. 115.

Seestern-Larven. — A Junge *Bipinnaria* einer *Luidia* (*sarsi*?) ; 16:1. — Nach GARSTANG. B *Bipinnaria* einer *Luidia sarsi*, der Verwandlung nahe (am Hinterteil sieht man den jungen Seestern); 3:1. — Nach JOH. MÜLLER. C *Bipinnaria* eines *Astropecten irregularis* (?); 35:1; D *Brachiolaria*-Stadium eines *Asterias rubens* (die Seesterne-Anlage sieht man am Hinterteil); 10:1. br *Brachiolaria*-Arme; h Anlage des Wasserkanal-systems; m Magen; oe Speiserohr; p Stacheln; r Enddarm; s Saugscheibe; st Seestern. Nach TH. MORTENSEN.

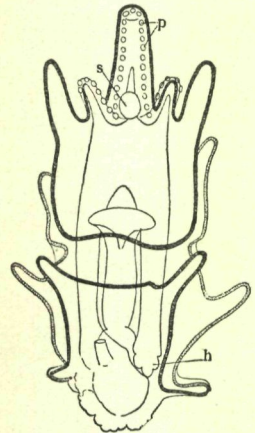


Fig. 116.

Larve von *Porania pulvillus* im *Brachiolaria*-Stadium; etwa 25:1. h Anlage des Wasserkanal-systems; p Papillen; s Saugscheibe. — Nach GEMMILL aus TH. MORTENSEN.

pillen besetzt, die in einem Kranz um die Spitze herumsitzen oder in einer Reihe auf jeder Seite des Armes; am Grunde zwischen diesen Armen befindet sich eine größere Saugscheibe, mittels der sich die Larve festsaugen kann (während der Verwandlung). Solche Larven werden *Brachiolaria* (Fig. 115 D, 116) genannt, die aber nur ein besonderes Stadium der gewöhnlichen *Bipinnaria* repräsentiert.

Übersicht über die Seestern-Larven (*Bipinnaria*).

- 1) Vorderer Teil des Körpers sehr verlängert . *Luidia* (Fig. 115 A, B).
 — Vorderer Teil des Körpers nicht verlängert 2.
 2) Die vollentwickelte Larve hat ein *Brachiolaria*-Stadium 3.
 — Die vollentwickelte Larve hat kein *Brachiolaria*-Stadium
 Astropecten (Fig. 115 C).
 3) Papillen in einem Kranz an der Spitze der *Brachiolaria*-Arme
 Asterias (Fig. 115 D).
 — Papillen in einer Reihe an den Seiten der *Brachiolaria*-Arme
 Porania (Fig. 116).

4. Schlangensterne-Larven.

Die meisten Schlangensterne haben freischwimmende, pelagische Larven, *Ophiopluteus*, von einer sehr charakteristischen Form, mit langen Armen, von denen die hinteren Seitenarme kräftiger entwickelt und \pm schräg nach vorn gerichtet sind. Sie haben ein gut entwickeltes Skelett, bestehend aus zwei getrennten Teilen, die am Hinterende des Tieres zusammenstoßen (Fig. 117). Vom Körperstab, der einfach sein kann oder dreifach (zurücklaufender Stab), so daß er 2 Maschen bildet, gehen Stäbe ab, die die Arme stützen und danach benannt werden; nach hinten verlängert sich der Körperstab in einen Endstab, der in der Regel eine dreiteilige Spitze hat. Ein wenig von der Spitze entfernt gehen ein paar Querstäbe ab, die nach innen gerichtet sind und sich mit denen der entgegengesetzten Seite treffen und auf diese Weise einen Ring unter dem Magen bilden. Von den Querstäben können kürzere oder längere Dornen abgehen.

Das ganze Körperskelett ist von besonderer Bedeutung für die Unterscheidung der verschiedenen Larvenarten. Die Larvenarme können schmal oder breit sein und von verschiedener Länge, oft sehr lang. Der Lar-

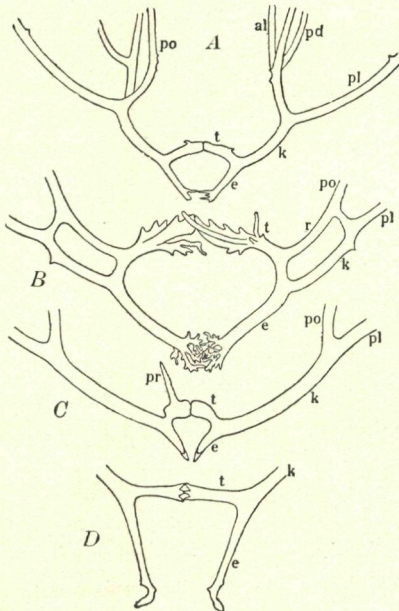


Fig. 117.

Skelett verschiedener Schlangensterne-Larven

(*Ophiopluteus*); A *Ophiocoma nigra*, 145:1;B *Ophiopluteus ramosus*, 100:1;C *Ophiothrix fragilis* 100:1;D *Ophiopluteus dubius* (nur der hintere Teil

des Skelettes): 100:1.

al Vorderer Lateralstab; e Endstab;

k Körperstab; pd Postdorsalstab oder hinterer

Rückenstab; po Postoralstab; pr Fortsatz am

Querstab; r rücklaufender Stab; t Querstab.

In B ist nur der rücklaufende Stab auf

der Bauchseite gezeichnet; ein entsprechender

Stab befindet sich auch auf der Rückenseite,

so daß das Körperskelett an jeder Seite zwei

Maschen bildet. — Nach TH. MORTENSEN.

venkörper kann eigentümliche Erweiterungen haben, die Wimperlappen. Häufig findet man ein Wimperbüschel am Hinterteil, bisweilen einen Wimperring um das Hinterende herum. Im allgemeinen sind die Armspitzen, besonders die der hinteren Seitenarme, stark pigmentiert. Der Magen ist in der Regel grün. Einige Ophiurenlarven sind \pm rudimentär, mit schwach entwickelten Armen und Wimperschnüren (*Ophiura affinis*). Bei der Verwandlung wird der ganze Larvenkörper mit dessen Skelett entweder vollständig resorbiert oder die hinteren Seitenarme bleiben unverändert und fungieren als Schwebesegelsystem für den jungen Schlangenstern, bis dieser soweit ist, daß er in das Grundstadium übergeht, wo dann diese Arme abgeworfen werden. Die jungen Ophiuren können sich übrigens während ziemlich langer Zeit pelagisch halten, indem dann die ausgestreckten Saugfüßchen als Schwebesegelsystem fungieren. Das Larvenstadium dauert nur einige wenige Wochen. Die Larve lebt von ganz kleinen pelagischen Organismen.

Übersicht über die Schlangenstern-Larven
(*Ophiopluteus*).

- 1) Vollentwickelte Larvenform; Arme gut entwickelt; Wimperschnur deutlich 2.
— Rudimentäre Larvenform; nur die hinteren Seitenarme gut entwickelt; Wimperschnur undeutlich . *Ophiura affinis* (?) (Fig. 118).

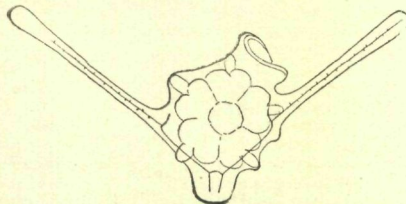


Fig. 118.

Larve von *Ophiura affinis* (?), der Verwandlung nahe; in der Mitte sieht man den jungen Schlangenstern; etwa 50:1.

Nach TH. MORTENSEN.

- 2) Ein Wimperring um das Hinterende des Körpers herum (Skelett unbekannt) *Ophiopluteus coronatus*.
— Kein Wimperring um das Hinterende des Körpers 3.
3) Körperstab einfach 4.
— Der Körperstab bildet zwei Maschen 11.
4) Hinterer Rückenarm fehlt } *Amphiura filiformis*
(*Ophiopluteus mancus*) (Fig. 119 C).
— Hinterer Rückenarm vorhanden 5.
5) Hinterer Seitenstab ein Gitterstab . *Ophiura texturata* (Fig. 120).
— Hinterer Seitenstab ein einfacher Stab 6.
6) Ein paar Wimperlappen am Grunde der hinteren Seitenarme; ein oder zwei nach innen gerichtete Fortsätze an der Spitze der Endstäbe
Ophiocomina nigra (Fig. 119 B).

— Keine Wimperlappen, keine nach innen gerichteten Fortsätze an der Spitze der Endstäbe 7.

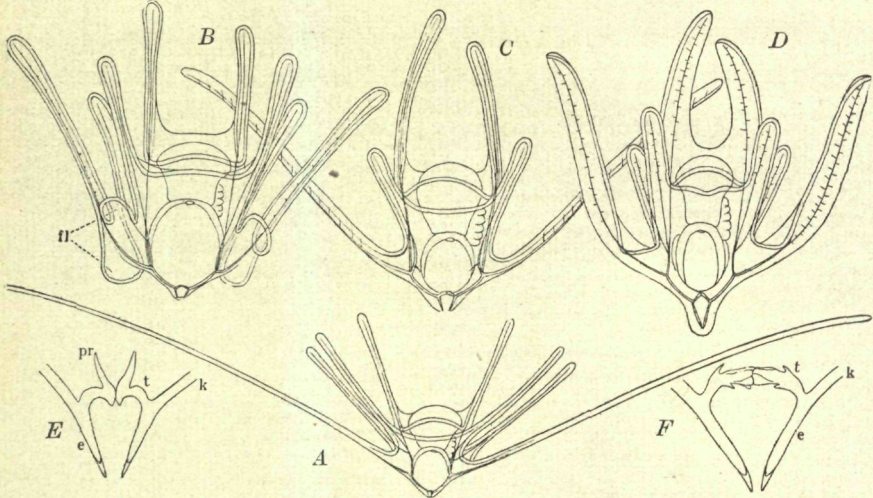


Fig. 119. A, B, C, D Verschiedene Arten von Schlangensterne-larven (*Ophiopluteus*); E und F hinterer Teil des Körperskeletts zweier *Ophiopluteus*-Arten.
 A *Ophiothrix fragilis*, 30:1; B *Ophiocomina nigra*, etwa 45:1;
 C *Amphiura filiformis*, etwa 50:1; D *Ophiura albida*, etwa 50:1; E *Ophiopholis aculeata*, Skelett, 100:1; F *Ophiopluteus compressus*, Skelett, 100:1.
 e Endstab; fl Wimperlappen; k Körperstab; pr Fortsatz am Querstab; t Querstab.
 In B sind die Wimperlappen auf der Rückenseite nach hinten gerichtet; am lebenden Tiere sind sie alle nach außen gerichtet. — Nach TH. MORTENSEN.

- 7) Querstäbe mit ein oder zwei nach vorn gerichteten Dornen 8.
- Querstäbe ohne nach vorn gerichtete Dornen 9.

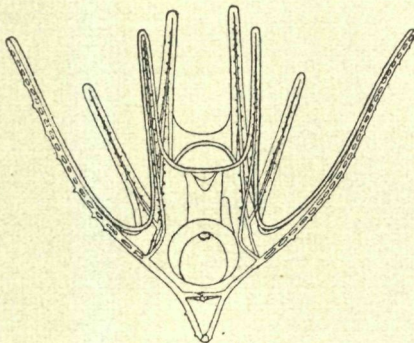


Fig. 120.
 Larve von *Ophiura texturata*; etwa 25:1.
 Nach TH. MORTENSEN.

- 8) Ein nach vorn gerichteter Dorn von den Querstäben; hintere Seitenarme sehr lang, stark nach außen gerichtet
Ophiothrix fragilis (Fig. 119 A).

- Zwei nach vorn gerichtete Dornen von den Querstäben, sowohl auf der Rücken- als auch der Bauchseite; hintere Seitenarme mittellang, nicht stark nach außen gerichtet. *Ophiopholis aculeata* (Fig. 119 E).
9. Alle Arme breit und flach; die Querstäbe nach oben gebogen, } *Ophiura albida*
einfach } (*Ophiopluteus paradoxus*) (Fig. 119 D).
- Alle Arme schmal 10.
- 10) Querstäbe gerade, mit kleinen Dornen an der Spitze
. *Ophiopluteus dubius*.
— Querstäbe nach oben gebogen, flach, ein wenig erweitert und gezackt
. *Ophiopluteus compressus* (Fig. 119 F).
- 11) Querstäbe groß, verzweigt *Ophiopluteus ramosus*.
— Querstäbe ganz kurz, nur mit ein paar Zacken an der Spitze
. *Ophiactis balli*.

Von den hier erwähnten Larvenformen kennt man *Ophiopluteus coronatus* und *ramosus* noch nicht aus deutschen Meeren; doch kann man sie aller Wahrscheinlichkeit nach auch hier finden. Zu welcher Art von Schlangensterne diese beiden Larven gehören, kann man mit irgendwelcher Berechtigung nicht mutmaßen. Auch weiß man nicht, zu welcher Art von Schlangensteinen *Ophiopluteus compressus* und *O. dubius* gehören; doch hat man hier Gründe zu vermuten, daß *O. compressus* zu *Ophiura sarsi* und *O. dubius* zu *Amphiura chiajei* gehören kann.

5. Seeigel-Larven.

Alle bei uns lebenden Arten Echiniden haben, soweit bekannt, pelagische Larven, *Echinopluteus*, die mit einem sehr komplizierten Skelett ausgerüstet sind. Es muß zwischen zwei Larvenstadien unterschieden werden: Stadium I mit nur 2 Paar Armen, Postoral- und vorderen Seitenarmen; Stadium II mit der vollen Anzahl von Armen (Fig. 121).

Bei den Larven der regulären Echinoiden erfolgt bei dem Übergange von Stadium I zu Stadium II eine teilweise Resorption und Umbildung des Körperskeletts. Im Gegensatz zu den Ophiurenlarven, wo das Skelett nur aus zwei symmetrischen Hälften besteht, ist das Larvenskelett hier, bei den vollentwickelten Larven, aus 4 paarigen Teilen zusammengesetzt, nämlich: 1) Körperskelett mit Postoral- und vorderem Lateralstab, und 2) hinterer Dorsalstab, sowie außerdem 3) ein unpaarer Teil, der Rückenbogen, von dem der Präoral- und der vordere Dorsalstab ausgehen. Bei den meisten Larven (jedoch nicht bei den *Echinus*- und *Echinocyamus*-Larven) befindet sich noch ein unpaarer Skelett-Teil, nämlich der hintere Querstab, von dem aus die Stäbe nach den hinteren Seitenarmen und, bei den Spatangidenlarven, die unpaare hintere Verlängerung entspringen. Wo hintere Lateral- oder Seitenarme vorhanden sind, sind diese gerade nach der Seite oder schräg nach hinten gerichtet, niemals nach vorn, wie bei den Ophiurenlarven. Am Körperskelett findet man oft einen „rücklaufenden“ Stab, der zusammen mit dem Körperstab einen „Korb“ oder einen „Rahmen“ bildet (z. B. *Echino-*

cyamus-Larven). Einige Larven weisen im Stadium II eigentümliche Wimperbildungen auf, „Epauletten“ oder breite Lappen, „Wimperlappen“, von der Wimperschnur eingefasst. Es ist dies im ganzen genommen eine besonders komplizierte, aber höchst charakteristische und oft außerordentlich hübsche Larvenform.

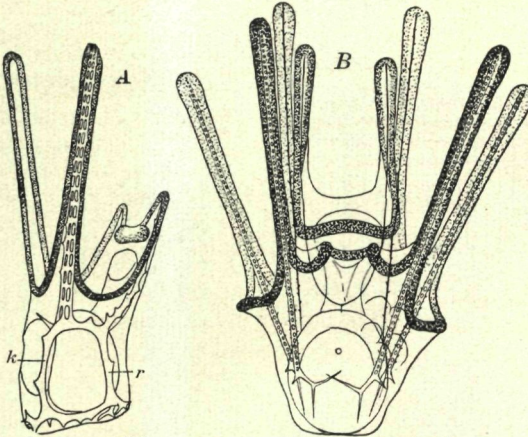


Fig. 121. Larve von *Echinocyamus pusillus*; A erstes Stadium, von der Seite (das Skelett nur an der nach oben gerichteten Seite gezeichnet; nach THEEL); B zweites Stadium, von der Mundseite.
 k Körperstab; r rücklaufender Stab. — A etwa 100:1, B 35:1.
 Nach TH. MORTENSEN.

Übersicht über die Seeigel-Larven (*Echinopluteus*)*).

- 1) Vom Hinterteil des Körpers geht eine unpaare, nach hinten gerichtete Verlängerung ab (Spatangiden-Larven) 5.
- Keine unpaare Verlängerung vom Hinterteil des Körpers 2.

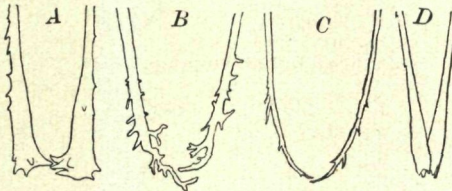


Fig. 122.
 Hinterteil der Körperstäbe im Larvenstadium I,
 A von *Psammechinus miliaris*; B von *Echinus acutus*;
 C von *Echinus esculentus*;
 D von *Strongylocentrotus dröbachiensis*; etwa 100:1.
 B und C nach SHEARER, A und D nach
 TH. MORTENSEN.

- 2) Das Körperskelett bildet einen „Rahmen“ oder „Korb“; keine Epauletten; Postoral- und Postdorsalstäbe gitterartig 3.

*) Gänzlich unbekannt sind noch die Larven von *Echinocardium flavescens* und *Ech. pennatifidum*.

- Das Körperskelett bildet keinen „Korb“; Epauletten sind vorhanden (II. Stadium); keine Gitterstäbe 4.
 3) Hinterer Querstab und hintere Seitenarme sind vorhanden
 (*Cidaris cidaris*).
 — Hinterer Querstab und hintere Seitenarme fehlen
Echinocyamus pusillus (Fig. 121).

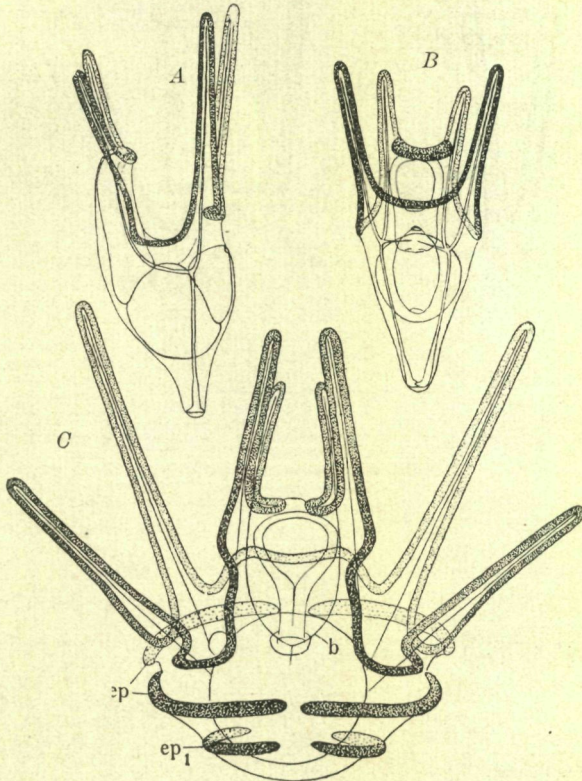


Fig. 123. A und B Larven von *Psammechinus miliaris* im Stadium I; A von der Seite, B von der Mundseite gesehen; C vollentwickelte Larve (Stadium II) von *Echinus esculentus*, von der Rückenseite gesehen; etwas schematisch; etwa 120:1.
 b Rückenbogen; ep vordere Epauletten; ep₁ hintere Epauletten.
 Nach Th. MORTENSEN.

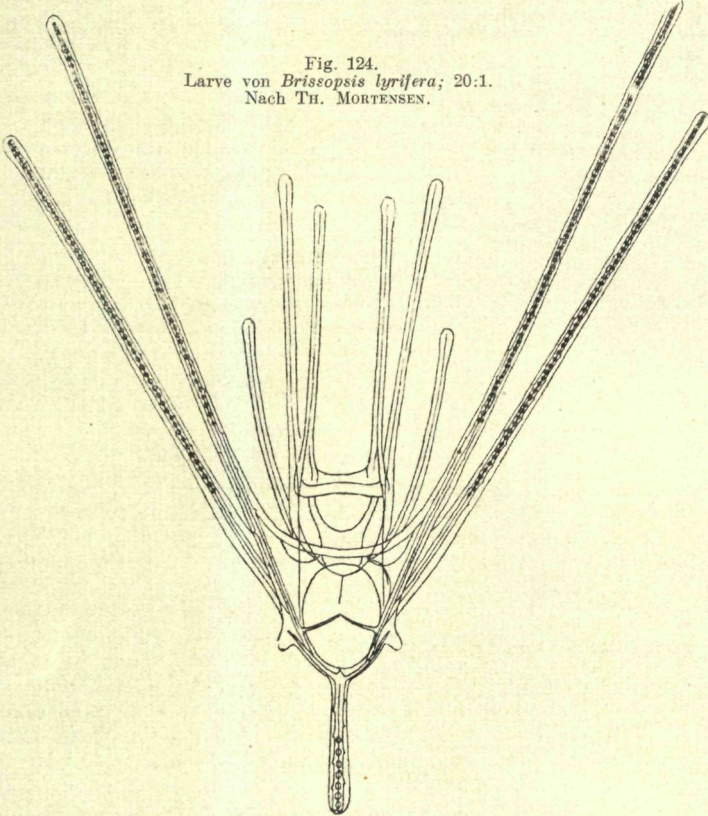
- 4) Epauletten nur am Grunde der Postoral- und der hinteren Dorsalarme, nicht um das Hinterteil des Körpers; im Stadium I der Körperstab an der Spitze etwas erweitert
Psammechinus miliaris (Fig. 122 A; 123 A, B; 126).
 — Außer den Epauletten am Grunde der Postoral- und der hinteren Dorsalarme auch ein Paar um das Hinterende herum, wo sie einen

beinahe geschlossenen Ring bilden können; im Stadium I ist der Körperstab einfach kolbenförmig oder etwas verzweigt

{ *Echinus esculentus* und *E. acutus*;
 { *Strongylocentrotus dröbachiensis*
 { (*Echinopluteus coronatus*) (Fig. 122 D).

- 5) Hinterè Seitenarme lang, mit Skelettstab 6.
 — Hinterè Seitenarme ganz kurz, ohrenförmig, ohne Skelettstab
Brissopsis lyrifera (Fig. 124).
 6) Hinterer Lateralstab stark dornig, besonders am Hinterrande entlang; unpaare hintere Verlängerung nicht besonders lang, oft sogar sehr kurz *Echinocardium cordatum*.

Fig. 124.
 Larve von *Brissopsis lyrifera*; 20:1.
 Nach TH. MORTENSEN.



- Hinterer Lateralstab nur wenig dornig; unpaare hintere Verlängerung sehr lang *Spatangus purpureus* (Fig. 125).

Die Larven von *Echinus esculentus* und *E. acutus* können im Stadium II schwierig mit Sicherheit voneinander unterschieden werden. Die Larve von *Strongylocentrotus dröbachiensis* ist noch zu wenig bekannt,

um bestimmt angeben zu können, wodurch sie sich im II. Stadium von den Larven der beiden *Echinus*-Arten unterscheidet. Im I. Stadium sind die 3 Larven an der Form des Körperstabs erkenntlich. Bei *Ech. esculentus* sind die Körperstäbe schwach dornig, nicht verdickt an der Spitze, die recht stark nach innen gebogen ist; bei *Ech. acutus* sind sie ziemlich stark und unregelmäßig stachelig oder an der Spitze schwach verzweigt. Die Spitze ist nur wenig nach innen gebogen; bei *Strongylocentrotus dröbachiensis* sind sie kolbenförmig oder an der Spitze schwach verzweigt, nicht nach innen gebogen.

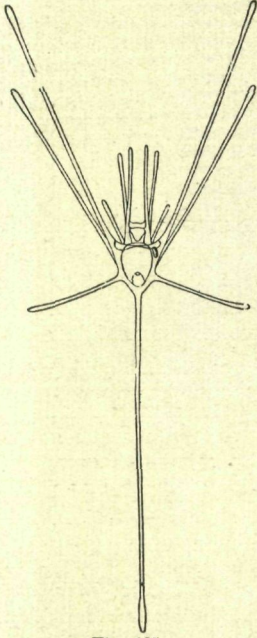


Fig. 125.
Larve von *Spatangus
purpureus*; 25:1.
Nach Th. MORTENSEN.

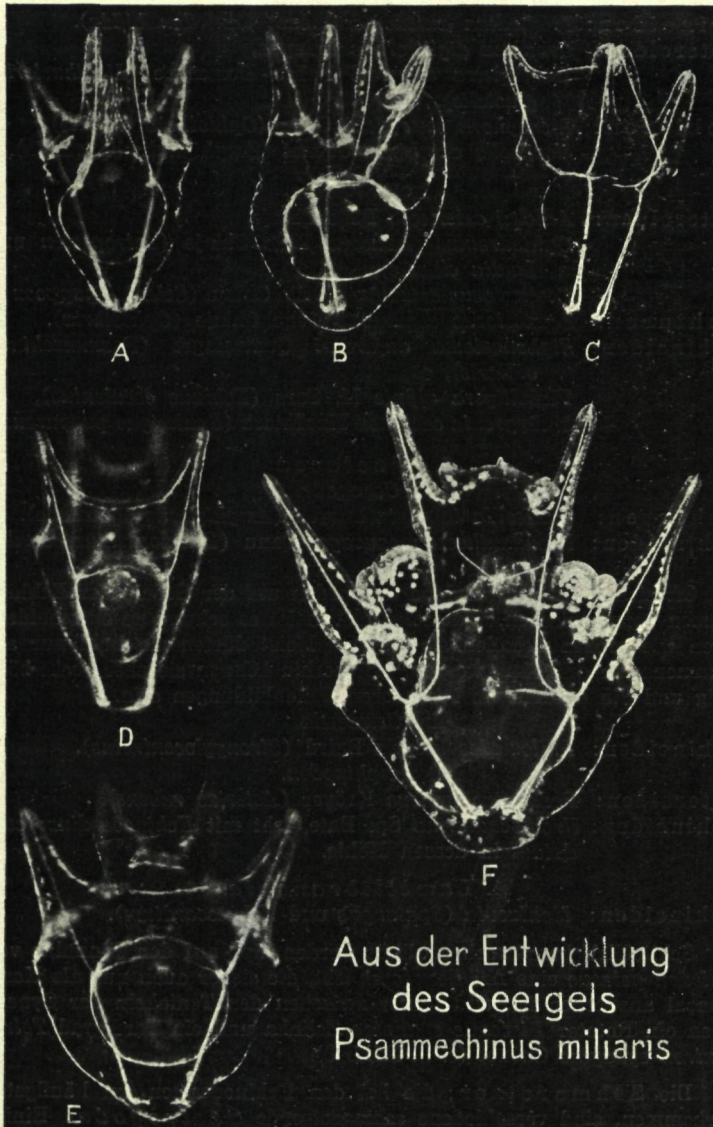
6. Seewalzen-Larven.

Verschiedene Holothurien, wahrscheinlich die meisten Aspidochiroten, haben eine pelagische Larve, die sogenannte *Auricularia* (Fig. 110 A). Diese Larve hat kein Skelett, nur isolierte Kalkspikeln (meistens schön geformte Räder). Sie unterscheidet sich von den Seesternlarven, denen ebenfalls ein Skelett fehlt, dadurch, daß der präorale Teil der Wimper schnur (Frontalfeld) nicht von der Wimper schnur der Rückseite getrennt ist, sondern mit derselben am Vorderteil der Larve zusammenhängt. Bisher hat man in unseren Gewässern *Auricularia*-Larven nicht gefunden. Es scheint, daß kein Dendrochiroten eine *Auricularia*-Larve hat; alle dazu gehörenden Formen haben scheinbar eine direkte Entwicklung, mit einer einfachen, tonnenförmigen (oft roten), mit Wimperringen versehenen Larve.

Beziehungen zur Umwelt

Durch ihr Skelett haben die Echinodermen einen Schutz wie nur wenige andere Tiere, und die Anzahl ihrer natürlichen Feinde ist relativ gering. Nur ganz wenige dienen anderen Tieren zur Nahrung. Fische, Gastropoden und ihre eigenen Verwandten, wie z. B. Seesterne, sind ihre Feinde. An bestimmten Lokalitäten bilden sogar die Echinodermen die Hauptnahrung einiger Fische (*Ophiopholis* für *Gadus*). Weiter sollen *Echinocyamus pusillus* z. B. von *Pleuronectes limanda*, *Solea vulgaris*, *Rhombus maximus*, *Rhombus laevis*, *Gadus callarias*, *Gadus aeglefinus* gefressen werden. *Echinus* (juv.) ist in *Gadus aeglefinus* gefunden worden, *Ophiura albida* in *Pleuronectes limanda* und *Drepanopsetta platessoides*, *Strongylocentrotus* (juv.) in *Gadus aeglefinus*, *Ophiopholis aculeata* in *Gadus callarias*, *Psammechinus* in *Trigla gurnardus*.

Die Echinodermen beherbergen eine recht ansehnliche Schar von Kommensalen und Schmarotzern. Von den Kommensalen kann man folgende nennen:



Aus der Entwicklung
des Seeigels
Psammechinus miliaris

Fig. 126. Mikrophotographien der Plutei von *Psammechinus miliaris*,
aufgenommen im Gießener Zoologischen Institut von W. E. ANKEL.
Die künstliche Befruchtung wurde ausgeführt mit Material aus der Umgebung von
Sylt, geliefert von der Biologischen Anstalt Helgoland.
Aus „Natur und Museum“, Frankfurt 1927.

1. *Ciliata*.

- Crinoiden: *Trichodina antedonis* Cuénot (*Antedon bifida*).
 Asteroiden: *Uronema digitiformis* Maupas,
Hemispera asteriasi Fabre - Domergue (*Marthasterias glacialis*).
 Ophiuren: *Licnophora auerbachii* Cohn (*Ophiothrix fragilis*),
Vorticella amphipholis Cuénot (*Amphipholis squamata*).

2. *Vermes*

- Asteroiden: *Acholoë astericola* Delle Chiaje,
Ophiodromus flexuosus Delle Chiaje (*Astropecten* und
Luidia ciliaris),
Scaliceretus communis Delle Chiaje (*Solaster papposus*).
 Ophiuren: *Scaliceretus communis* Delle Chiaje (*Ophiothrix*).
 Echinoiden: *Siphonostoma dujardini* Quatrefages (*Psammechinus miliaris*),
Flabelligera affinis M. Sars (*Echinus esculentus*),
Malmgrenia castanea MacIntosh (*Spatangus purpureus*).

3. *Crustacea*a) *Copepoda*.

- Ophiuren: *Cancerilla tubulata* Dalyell (*Amphipholis squamata*).
 Echinoiden: *Pseudanthescus sauvagei* Canu (*Echinocardium cordatum*).

Oft sieht man verschiedene Copepoden auf der Schale der Echinodermen herumkriechen. In vielen Fällen ist es schwer zu entscheiden, einen wie großen Schaden sie stiften. Meist dürfen sie wohl nur als Kommensalen aufgefaßt werden. Immerhin können sie aber recht böseartig und die Ursache zu besonderen Gallenbildungen sein.

b) *Ostracoda*.

- Echinoiden: *Philomedes brenda* Baird (*Strongylocentrotus*).

c) *Amphipoden*.

- Asteroiden: *Podalirius typicus* Kröyer (*Asterias rubens*).
 Echinoiden: *Urothoë marina* Sp. Bate, lebt mit *Echinocardium cordatum* in dessen Höhle.

4. *Lamellibranchia*.

- Echinoiden: *Montacuta* (*Spatangus* und *Echinocardium*).

Schließlich kann noch erwähnt werden, daß auf den Pinnulae von *Antedon petasus* eine Art *Loxosoma* lebt, die sicher auch nur als Kommensal anzusehen ist, und ferner zwischen den Tentakeln der Synaptiden ein Rotator *Discopus synaptae* Zelinka und ein Tardigrad *Tetraektron synaptae* Cuénot (s. S. XI. b 3).

Die Schmarotzer, die bei den Echinodermen am häufigsten vorkommen, sind verschiedene schmarotzende *Gastropoda*. Einige derselben sitzen nur fest auf dem Wirte, andere leben ein wenig eingeböhrt, und wieder andere im Wirte selbst. Es handelt sich um die Gattungen *Thyca*, *Mucronalia*, *Pelsenceria*, *Stylifer* u. a. Besonders letztere, die man bei verschiedenen Echinoiden, Asteroiden und Holothu-

rien findet, ist stark umgeformt und sitzt in der Haut eingegraben. Die größte Umformung sieht man wohl aber bei *Entoconcha mirabilis* Joh. Müller (*Labidoplax digitata*), *Enteroxenos ostergreni* Bonnevie (*Stichopus tremulus*) und *Entocolax ludwigi* Voigt (*Myriotrochus rinki*). Diese Gastropoden, deren Körper in einen langen, wurmförmigen Sack verwandelt ist, leben in der Leibeshöhle der Seewalzen; meist sitzen sie fest an der Speiseröhre oder am Darm. Nur durch ihre Larven, die typische Schneckenlarven sind, ist es möglich gewesen, die Stellung dieser merkwürdigen Tiere im System zu konstatieren. Eine stark umgeformte Muschel, *Entovalva mirabilis* Voeltzkow, ist schmarotzend in der Speiseröhre eines Synaptiden gefunden worden.

Außer diesen Mollusken gibt es noch zahlreiche andere Schmarotzer. Einige der wichtigsten folgen nachstehend:

1. Protozoa.

a) Ciliata.

Holothurien: *Trichodina synaptae* Cuénot (in der Leibeshöhlenflüssigkeit von *Leptosynapta inhaerens*).

b) Flagellata.

Echinoiden: *Oikomonas echinorum* Cuénot (in der Leibeshöhlenflüssigkeit mehrerer Seeigel).

c) Sporozoa.

Holothurien: *Syncystis synaptae* Ray Lankester,

Urospora synaptae Cuénot,

Gonospora mercieri Cuénot (in der Leibeshöhlenflüssigkeit mehrerer Synaptiden).

Echinoiden: *Lithocystis schneideri* Giard (in der Leibeshöhlenflüssigkeit von *Spatangus* und *Echinocardium cordatum*).

2. Vermes.

Echinoiden: *Oncholaimus echini* Leydig,

Ichthyonema echinorum Gemmill und Linstow,

Syndesmus echinorum Shipley (*Echinus esculentus*),
Mehrere Turbellarien (*Stichopus tremula*).

Ophiuren: *Felldistomum fellis* (Olsson) (im Magen von *Ophiura albida* — die geschlechtsreifen Stadien in *Anarrhichas lupus*).

Auf den Seelilien findet man sehr oft einen höchst merkwürdigen Schmarotzer, nämlich *Myzostoma*. Gewöhnlich kriechen diese Parasiten frei auf der Scheibe herum; sie können aber auch bei einigen Formen Zysten bilden, in denen sie leben.

3. Crustacea.

a) Isopoda.

Crinoiden. Bei *Hathrometrea sarsi* wird häufig ein Isopode gefunden, *Munna boeckii* Kröyer. Dieser lebt auf den Armen und Pinnulae der Haarsterne und verzehrt die Saugfüßchen seines Wirtes. Die Farbe dieser Krebstiere ist genau dieselbe wie die der Seelilien, und sie sind deshalb am lebenden Tiere schwierig zu entdecken.

b) Copepoda.

Asteroiden. Bei *Henricia* kann man oft einen kleinen Copepoden, *Asterochaeres lilljeborgi* Boeck, finden. Er lebt auf der Haut der Seesterne, wo er sich sehr lebendig bewegt. Er saugt wahrscheinlich seine Nahrung aus seinem Wirte, genau so wie eine Laus ihre Nahrung aus dem Wirtstier saugt.

Scottomyzon gibbosum (Scott)

(auf der Haut von *Asterias rubens*).

c) Cirripedia.

In der Körperhöhle von *Henricia sanguinolenta*, *Solaster papposus* und *S. endeca* lebt die stark umgebildete *Dendrogaster astericola* Knipowitsch; bisher nur in arktischen Gewässern gefunden.

Ophiuren. In den Bursae von *Amphipholis squamata* findet sich ein stark umgestalteter schmarotzender Copepode, die *Philichthys amphiuroides* Hérouard.

Zum Schluß soll noch bemerkt werden, daß auch ein Orthonectide, *Rhopalura giardi* Metschnikoff, in den Geschlechtsorganen von *Amphipholis squamata* lebt.

Die Chlorophytee *Coccomyxa ophiuroides* Rosenvinge schmarotzt bei *Ophiura texturata*; sie löst nach und nach den Kalk auf und tötet zuletzt das Tier.

Über die Anpassung der Echinodermen an ihre Umgebung soll nur gesagt werden, daß man bei mehreren Formen eine Übereinstimmung ihrer Färbung mit der der Umgebung feststellen kann.

Viele Seeigel bedecken sich gern mit kleinen Steinen, Algenstückchen, Schalen und dgl., die sie mit ihren Saugfüßchen festhalten. Der Zweck dieser Maßnahmen ist wohl, ihre Umgebung zu „täuschen“, außerdem aber sicher auch, um sich gegen zu starkes Licht zu schützen. Viele Arten kommen erst in der Nacht hervor, um sich Nahrung zu suchen, und liegen den größten Teil des Tages in ihrem Versteck unter Steinen und dgl.

Über die Teilnahme der Stachelhäuter an Biozönosen wurde oben schon gesprochen (s. S. VIII. 52).

Wirtschaftliche Bedeutung Der Schaden, den die Echinodermen für den Menschen verursachen können, ist nicht besonders groß. Abgesehen davon, daß *Asterias rubens* und *glacialis* Austern, Miesmuscheln und Fischen, die schon im Netz gefangen sind, einigen Schaden zufügen können, besteht wohl in dieser Beziehung kein näherer Kontakt zwischen dieser Tiergruppe und dem Menschen. Auch der Nutzen, den man den verschiedenen Echinodermen beimessen kann, ist im großen und ganzen gering. Nur ganz wenige Fische leben von ihnen (s. S. VIII. 122), und vom Menschen werden die Gonaden gewisser Echiniden als Nahrungsmittel verwendet. Im N werden sie überhaupt nicht benutzt. Dagegen werden in S-Frankreich, nach VILLENEUVE, jährlich 100 000 Dutzend Seeigel für Nahrungszwecke gebraucht. *Echinus melo* und *Echinus microtuberculatus* finden besonders auf Korsika und in

Algier Verwendung als Nahrungsmittel, *Echinus esculentus* und *Sphaerechinus granularis* in der Provence und in Portugal, während man in Neapel und im Adriatischen Meer besonders *Paracentrotus lividus* verwendet. Die Geschlechtsorgane gewisser Holothuriern (*Cucumaria planci*, *Holothuria tubulosa*) sowie die von *Astropecten aurantiacus* sind ebenfalls eßbar. In O-Asien verwendet man in großem Maßstabe getrocknete Holothuriern (»Trepang«) als Nahrungsmittel.

Literatur

- BECHER, S.: Stachelhäuter, in: Handwörterbuch d. Naturwiss., **9**; 1913.
 MAC BRIDE, E. W.: Text-Book of Embryology, **1** (Invertebrata); 1914.
 *BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreichs, **2.3**.
 CHADWICK, H. C.: *Echinus*; in: Liverpool Marine Biology Committee; Memoirs, **3**; 1900.
 — *Antedon*; in: Liverpool Marine Biology Committee; Memoirs, **15**; 1907.
 — *Echinoderm Larvae*; in: L. M. B. C.; Memoirs, **22**; 1914.
 — *Asterias*; in: L. M. B. C.; Memoirs, **25**; 1923.
 EICHELBAUM, R.: Nahrung und Ernährungsorgane von Echinodermen; in: Wiss. Meeresunters., Abt. Helgoland, **11**; Kiel 1909.
 HESSE, R.: Tiergeographie auf ökologischer Grundlage; Jena 1925.
 JORDAN, H.: Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere, **1**, Ernährung; Jena 1914.
 KOEHLER, R.: Les Echinodermes des mers d'Europe, **1, 2**; Paris 1922, 1927.
 LIEBERKIND, I.: Echinodermen; in: F. DAHL, Die Tierwelt Deutschlands, Teil 4; 1927.
 MORTENSEN, TH.: Echinodermenlarven d. Plankton-Expedition; in: Ergebn. Plankton-Exped., 1898.
 — Pighude; in: Danmarks Fauna, 1924.
 *— Echinoderms of the British Isles; Oxford 1927.
 — Studies of the development and larval forms of Echinoderms; Kopenhagen 1921.
 *WINTERSTEIN, H.: Handbuch der vergl. Physiologie; 1910—1924.
 WINTZELL, JOHAN: Ophiuridernas Biologi och Fysiologi; Uppsala 1918.

Kurzes Inhaltsverzeichnis

	Seite
Charakteristik	VIII. 1
Systematischer Teil	
Bestimmungstabelle der Klassen	VIII. 2
I. Seelilien (<i>Crinoidea</i>)	VIII. 3
II. Seesterne (<i>Asteroidea</i>)	VIII. 5
III. Schlangensterne (<i>Ophiuroidea</i>)	VIII. 13
IV. Seeigel (<i>Echinoidea</i>)	VIII. 23
V. Seewalzen (<i>Holothuroidea</i>)	VIII. 28
Eidonomie und Anatomie	VIII. 33
Vorkommen	VIII. 51
Geographische Verbreitung	VIII. 55
Bewegung	VIII. 61
Stoffwechsel	
1. Ernährung	VIII. 71
2. Stoffumlauf, Exkretion	VIII. 87
3. Sekretion	VIII. 92
4. Respiration	VIII. 95
Sinnesorgane und Sinnesleben	VIII. 99
Fortpflanzung	VIII. 102
Entwicklung und Larven	VIII. 109
Seestern-Larven	VIII. 113
Schlangensterne-Larven	VIII. 115
Seeigel-Larven	VIII. 118
Seewalzen-Larven	VIII. 122
Beziehungen zur Umwelt	VIII. 122
Wirtschaftliche Bedeutung	VIII. 126
Literatur	VIII. 127