

# Neue Echinodermenfunde aus dem mittleren Dogger des Aargauer Juras

Autor(en): **Hess, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **66 (1973)**

Heft 3

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-164210>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Neue Echinodermenfunde aus dem mittleren Dogger des Aargauer Juras<sup>1)</sup>

Von HANS HESS<sup>2)</sup>

Mit 41 Figuren im Text

## ABSTRACT

The present paper is an Addendum to the author's description of a rich echinoderm fauna from the Upper Hauptrogenstein (probably Upper Bajocian) of Schinznach (Northern Swiss Jura Mts.). The fossils have been found in a localized bed of clay with calcareous streaks within the oolitic rock and are mostly echinoids (many *Pelanodiadema oolithicum* HESS and *Polydiadema ambiguum* HESS but also some *Stomechinus* cf. *polyporus* [AGASSIZ]) which are preserved not only with their lanterns, spines and pedicellariae, but also their spheridia and rosettes of their tube-feet. The few asterozoans (*Advenaster inermis* HESS, *Tylasteria berthandi* [WRIGHT], *Dermaster boehmi* LORIOLO, and *Ophiopetra bathonica* HESS) are all juvenile whereas most of the crowns of the crinoid *Isocrinus nicoleti* (THURMANN) show autotomy of the arms. The new material allows complete descriptions of the peristomial plates of *P. oolithicum* and the apical system of *P. ambiguum*. The structure of the latter leads to a reappraisal of *Polydiadema* and related genera in which the apical system is usually caducous. It is proposed to group such genera in a new subfamily of Pseudodiadematidae, Polydiadematininae n. subfam. On the basis of a complete specimen it is demonstrated that *Cidaris koechlini* COTTEAU is the spine of *Asterocidaris granulosa* (WRIGHT) and therefore a junior synonym. The assignment of this species to *Asterocidaris* and the position of the genus in relation to Hemicidaridae is also discussed. A complete holothurian is described as *Holothuriopsis pawsoni* n.g.n.sp. which is placed in the family Stichopitidae FRIZZELL and EXLINE on the basis of rod-like sclerites in the body-wall. Finally, questions relating to biostratigraphy and ecology of this assemblage are discussed. It is concluded that the echinoderms lived in a localized depression of the sea-bed and were rapidly killed in situ by sedimentation of mud which also seems responsible for *Isocrinus nicoleti* casting off its arms.

## 1. Einleitung

Als die Veröffentlichung über eine bemerkenswerte Echinodermenfauna aus dem oberen Hauptrogenstein von Schinznach (HESS 1972b) bereits weitgehend gedruckt war, gelang dem Verfasser an der gleichen Fundstelle nochmals eine Serie von besonders gut erhaltenen Funden. Diese erfreuliche Spätlese gestattet es, einige bereits beschriebene Arten noch besser zu charakterisieren. Zudem kam eine körperlich er-

<sup>1)</sup> Subventioniert vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

<sup>2)</sup> Im Gerstenacker 8, 4102 Binningen.

haltene Holothurie zum Vorschein, so dass in Schinz nach nunmehr alle 5 Echinodermenklassen vertreten sind.

Erweiterte Beschreibungen sind bei folgenden Arten möglich: *Tylasteria berthandi* (WRIGHT) (Asteroidea), *Ophiopetra bathonica* HESS (Ophiuroidea), *Pelanodidema oolithicum* HESS, *Polydidema ambiguum* HESS, *Stomechinus* cf. *polyporus* (AGASSIZ) und *Asterocidaris granulosa* (WRIGHT) (alle Echinoidea) sowie *Isocrinus nicoleti* (THURMANN) (Crinoidea). Ich benütze die Gelegenheit, um eine Oralseite von *Pentasteria kelleri* HESS zu beschreiben; der Fund dieser bei Schinz nach erstmals aufgefundenen Seesternart wurde von H. HOLENWEG im oberen Hauptrogenstein von Develier (Berner Jura) gemacht.

Dr. David L. PAWSON (Smithsonian Institution) danke ich für Hinweise in bezug auf den Holothurienfund. Die Photographien zur vorliegenden Arbeit stammen von Herrn W. SUTER (Naturhistorisches Museum Basel), die sorgfältigen Zeichnungen von Herrn O. GARRAUX-SCHMID (Basel). Die Aufnahmen mit dem Raster-Elektronenmikroskop verdanke ich Fr. Ch. BRÜCHER (Ciba-Geigy, Basel). Das Material gehört zur Sammlung HESS des Naturhistorischen Museums Basel; es ist mit Ausnahme der Holothurie beim Verfasser deponiert. Ein Teil der Funde ist im Museumsführer abgebildet (HESS 1974), vgl. die entsprechenden Anmerkungen im nächsten Abschnitt.

## 2. Fundumstände und Zusammenstellung des Materials

Mit Ausnahme der beiden Individuen von *Noviaster polyplax* (A 318, abgebildet in HESS 1974, Tf. 2, Fig. 2), welche im Schutt gefunden wurden, stammen alle neuen Funde aus der Tonschicht über der «*Pelanodidema*-Schichtfläche» oder von dieser Schichtfläche selbst. Die stellenweise bis gegen 4 cm mächtige, meist aber dünnere Tonlage konnte in den Jahren 1970 und 1971 auf einer Fläche von etwa 5 m<sup>2</sup> freigelegt werden; bergseits und gegen E keilte die Tonschicht aus, gegen W wurde sie gleichfalls dünner (sie verschwindet dort im Anstehenden). Im Ton wurden die Fossilien teils isoliert gefunden, teils kamen sie auf beiden Schichtflächen von eingeschalteten Kalkbänkchen vor. Diese Kalkbänkchen sind maximal 25 mm mächtig, teils aber nur 1 mm. Die Einschaltungen sind meist linsenförmig oder wellenförmig gebogen. Auf einigen der Bänkchen sind rinnenartige Füllungen von sortiertem Fossildetritus sichtbar.

Wie die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, ist die Fauna dieses eng umgrenzten Fundbezirkes im Vergleich zur Gesamtfauuna des Steinbruchs (HESS 1972b, S. 86) einseitig zusammengesetzt. An erster Stelle stehen die Echiniden, und zwar vor allem *Pelanodidema oolithicum*, während die Asteroidea stark zurücktreten. Bei den Crinoiden fehlt *Pentacrinites dargniesi*, dagegen ist *Isocrinus nicoleti* nicht selten. Die aus dieser Zusammensetzung sowie der Erhaltung gezogenen Folgerungen sind in Abschnitt 4 dargestellt.

Sowohl in der Tonlage selbst als auch auf den Schichtflächen der Kalkbänkchen sind die Fossilien weitgehend mit den Skelettanhängen eingebettet und meist in Lebensstellung erhalten (also die Oralseite nach unten). Von besonderem Interesse sind die auf zahlreichen Echinidengehäusen in der Nähe der Ambulakralporen (also praktisch in situ) erhaltenen Kalkelemente («Rosetten») der Saugscheiben der Ambulakralfüßchen sowie die Sphaeridien. Über das Vorkommen von Rosetten auf

fossilen Echinidengehäusen ist meines Wissens noch nie berichtet worden. Dass an diesem Material auch zahlreiche Pedizellarien erhalten sind, ist fast selbstverständlich. Die besonders gute Erhaltung in der Tonlinse wird durch die an einigen Exemplaren von *Polydiadema ambiguum* noch vorhandenen Apikalfelder unterstrichen, sind doch solche an dieser Echinidengattung noch nie beobachtet worden.

Die isoliert gefundenen Fossilien (vor allem *Pelanodiadema* und *Polydiadema*, aber auch *Isocrinus*) sind plattgedrückt und verlangten sorgfältige Isolierung und Reinigung. Im Gegensatz dazu sind die Echiniden auf der liegenden «*Pelanodiadema*-Schichtfläche» stärker zerfallen, was schon früher festgestellt wurde (HESS 1972b, Tf. 17, Fig. 1, 2; Tf. 18, Fig. 3). Aus diesem Grunde bilden wir keine Funde mehr von dieser Schichtfläche ab.

Die neuen Funde können demnach auf Grund ihres Vorkommens in drei Gruppen eingeteilt werden:

- I. Funde von der liegenden «*Pelanodiadema*-Schichtfläche».
- II. Isolierte Funde aus der Tonlage.
- III. Funde von der Oberfläche der eingeschalteten Kalkbänkchen.

*Advenaster inermis* HESS (Asteroidea)

- II: A 303 (Armradius 18 mm).
- III: A 306 (juvenile Oralseite, Armradius 7 mm).

*Pentasteria kelleri* HESS (Asteroidea)

- III: A 305 (Arm aboral, teilweise im Gestein).

*Tylasteria berthandi* (WRIGHT) (Asteroidea)

- II: A 300 (Fig. 1, 2).

*Dermaster boehmi* DELORIO (Asteroidea)

- III: A 304 (juvenile Aboralseite, Armradius 7 mm).

*Ophiopetra bathonica* HESS (Ophiuroidea)

- II: E 822 (Aboralseite, auf *Polydiadema ambiguum*).

*Paracidaris charmassei* (COTTEAU) (Echinoidea)

- I: E 767 (abgebildet in HESS 1974, Tf. 28, Fig. 1), E 799, E 853.
- III: E 840, E 843 (juvenil, mit *Polydiadema ambiguum*).

*Pelanodiadema oolithicum* HESS (Echinoidea)

- I: E 750–752, E 753 (2 Expl.), E 756 (juvenil), E 757, E 758, E 760, E 762 (3 Expl.), E 763 (2 Expl.), E 764 (2 Expl.), E 765, E 766, E 768 (3 Expl., mit *P. ambiguum*), E 798, E 800, E 801, E 804 (mit *P. ambiguum*), E 805 (mit *Stomechinus* cf. *polyporus* und *Ctenostreon?* sp.), E 806, E 807, E 826, E 879 (2 Expl.).
- II: E 780–783, E 768–788, E 791–795, E 797, E 813, E 814, E 816–821, E 842 (Fig. 5), E 854 (Fig. 7) bis 860, E 861 (Fig. 11) bis 863, E 920 (Fig. 9), E 921 (Fig. 13).
- III: E 783–785, E 808 (abgebildet in HESS 1974, Tf. 31, Fig. 3), E 823–833, E 841 (Fig. 10, 38, mit *Holothuriopsis pawsoni* n.g.n.sp.), E 844 (Fig. 6, mit *P. ambiguum* und *Isocrinus nicoleti*), E 848 (Fig. 4, 12, mit *P. ambiguum*), E 851, E 864, E 877 (Fig. 8), E 908.

*Acrosalenia bradfordensis* COTTEAU (Echinoidea)

- I: E 789, E 836.
- II: E 777.
- III: E 812 (abgebildet in HESS 1974, Tf. 33), E 834, E 835, E 840.

*Polydiadema ambiguum* HESS (Echinoidea)

- I: E 803, E 804 (mit *Pelanodiadema oolithicum*), E 880, E 883, E 884, E 888.
- II: E 822 (mit *Ophiopetra bathonica*), E 850 (2 Expl., Fig. 14, 31), E 866 (Fig. 15, 24, 30), E 867–869, E 870 (Fig. 21, 23), E 871–874.



III: E 843 (6 Expl., Fig. 29, mit Resten von *I. nicoleti* und einer juvenilen *P. charmassei*), E 844 (Fig. 18, 19, 22, 25–27; auch abgebildet in HESS 1974, Tf. 32, Fig. 2; mit *P. oolithicum* und *I. nicoleti*), E 846, E 847, E 848 (Fig. 3, 17, 20, mit *P. oolithicum*), E 849, E 852, E 875 (mit *I. nicoleti*), E 881, E 882, E 912 (2 Expl., Fig. 28).

*Stomechinus* cf. *polyporus* (AGASSIZ) (Echinoidea)

I: E 761, E 799 (mit *I. nicoleti* und *Ctenostreon?* sp.), E 805 (mit *P. oolithicum* und *Ctenostreon?* sp.).  
III: E 837, E 838 (Fig. 32–34).

*Asterocidaris granulosa* (WRIGHT) (Echinoidea)

II: E 865 (Fig. 36).

III: E 778 (Fig. 35).

*Isocrinus nicoleti* (THURMANN) (Crinoidea)

I: C 871 (vollständig zerfallen, mit *St.* cf. *polyporus* und *Ctenostreon?* sp.).

II: C 867–869, C 873.

III: C 870, C 872 (Fig. 37, mit *P. oolithicum* und *P. ambiguum*), C 873–875 (abgebildet in HESS 1974, Tf. 11), C 876 (mit *P. ambiguum*), C 878.

*Holothuriopsis pawsoni* n.g.n.sp. (Holothurioidea)

III: B 258 (Fig. 38–41, mit *P. oolithicum*).

An weiteren Fossilien wurden gefunden (abgesehen von den bereits im Zusammenhang mit Echinodermen erwähnten Funden):

M 475: *Ctenostreon?* sp. (II).

M 487: *Lopha* sp. (I).

M 468: Limid? (III).

M 470: Terebratulide (III) sowie einige weitere Terebratuliden und ein Rhynchonellide (mit E 823).

G 23: Ein halbes Dutzend noch unbestimmter Bryozoen (II).

W 1: Serpulide (III).

### 3. Beschreibung der Funde

#### 3.1 *Tylasteria berthandi* (WRIGHT) (Fig. 1, 2)

Der in der Tonschicht isoliert gefundene Seestern ist dorsoventral zusammengedrückt, Armradius 28 mm, Scheibenradius 15 mm. Auf den Platten ist fast durchwegs noch die Granulation erhalten (Fig. 2). Erwähnenswert ist das Stück wegen

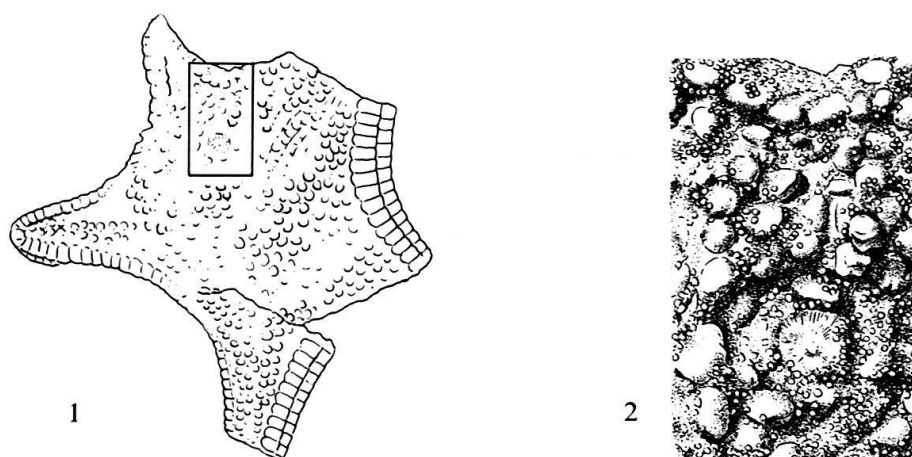


Fig. 1, 2. *Tylasteria berthandi* (WRIGHT), Aboralseite eines juvenilen Individuums. Oberer Hauptrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors A 300. Figur 1: Übersicht in natürlicher Grösse. Figur 2: Ausschnitt (eingerahmt in Fig. 1); etwas unter der Mitte ist die Madreporenplatte zu erkennen.  $\times 4$ .

der erhaltenen Madreporenplatte. Diese ist verhältnismässig klein, annähernd quadratisch und von breiten, teils körnerartig aufgelösten Runzeln bedeckt. In der Mitte ist eine kleine Erhebung sichtbar.

Die Granulation und Bestachelung dieses juvenilen Individuums weicht kaum von den früher beschriebenen, grösseren Exemplaren ab.

### 3.2 *Pentasteria (Pentasteria) kelleri* HESS (Fig. 3)

Dieser Fund (A 319) stammt, wie eingangs erwähnt, aus dem oberen Hauptrogenstein der Montagne de Develier. Der Seestern zeigt die Oralseite und liegt auf einem etwa 50 mm dicken Crinoidenkalk mit *Pentacrinites dargniesi*; das Stück wurde beim Aufschluss an der Strasse Develier–Bourrignon gefunden. Es handelt sich offensichtlich um die im Profil (HESS 1972b, S. 78) erwähnte Bank 7, und zwar liegt der Seestern auf der Bankunterseite, also offensichtlich in Lebensstellung.

Diese Art ist von Schinznach durch Reste von 10 Individuen bekannt, darunter befindet sich nur eine Oralseite, die zudem von einem subadulten Individuum stammt (A 210 c). Das vorliegende Stück gestattet deshalb eine willkommene Ergänzung bzw. Bestätigung der Beschreibung der Oralseite.

Dieser Fund ist im Vergleich zum Typusexemplar von Schinznach (Armradius 90–100 mm) von mässiger Grösse, beträgt doch sein Armradius nur 40 mm und sein Scheibenradius 15 mm. (Der Armradius der obenerwähnten Oralseite von Schinznach beträgt etwa 30 mm). Die Bestachelung ist, offenbar durch Verwitterung, vollständig verschwunden. Es lässt sich immerhin deutlich erkennen, dass die Adambulakralia keinen grossen Stachel trugen, fehlt doch die entsprechende, grosse, hufeisenförmige Warze.

Das Feld der oralen Zwischenplatten ist – bedingt durch die eher kleine Scheibe – sehr beschränkt, reicht es doch nur bis zur 6. Inframarginalplatte (vom Armwinkel gerechnet). Die Inframarginalia sind im Bereich der Scheibe sehr dünn (d. h. breit und kurz) und mit tiefen intermarginalen Känalen versehen (Fig. 3, Armwinkel links oben).

Ihre Aussenfläche ist dicht von körnerartigen Wärzchen bedeckt, welche ursprünglich Dornen trugen. Zusätzlich ist am oberen Rand eine Reihe von drei grösseren, hufeisenförmigen Stachelwarzen entwickelt, welche sich in für diese Seesterne typischer Weise vom Distalrand nach dem Proximalrand hinzieht. (Diese Warzen sind – da gegen die Aboralseite gerichtet – in Figur 3 nicht gut zu unterscheiden.)

Die bei der Beschreibung der Schinznacher Funde gegebene Diagnose wird durch das vorliegende Exemplar bestätigt. *P. kelleri* ist somit bis jetzt die erste Art der Gattung *Pentasteria* s.str., bei der zwar grosse, kegelförmige Supramarginalstacheln entwickelt sind, aber keine grossen Stacheln auf der Mitte der Aussenfläche der Adambulakralia. Leider sind die Adambulakralia ausgerechnet bei *P. boisteli*, Typusart der Gattung, nicht bekannt. – Aus diesem Grund erscheint die Schaffung einer eigenen Untergattung für *P. kelleri* nicht angebracht.

### 3.3 *Ophiopetra bathonica* HESS

Der Schlangensterne *Ophiopetra bathonica* war bis jetzt von Schinznach lediglich durch einige Armfragmente bekannt, die eine sichere Zuordnung nicht zulassen.



Fig. 3. *Pentasteria* (*Pentasteria*) *kelleri* HESS, Oralseite eines subadulten Exemplars auf der unteren Schichtfläche einer Crinoidenbank mit *Pentacrinites dargniesi* T. und J. Oberer Hauptrogenstein, Montagne de Develier. Sammlung des Autors A 319.  $\times 2,2$ .

Auf einem Exemplar von *Polydiadema ambiguum* (E 822, Aboralseite) fand sich nun die Aboralseite eines juvenilen Schlangensterms, der eine grosse Ähnlichkeit mit *Ophiopetra bathonica* aus dem Forest Marble von Chippenham aufweist (HESS 1964,

S. 793). Allerdings ist vom einzig bekannten Holotyp dieser Art nur die Oralseite bekannt, doch stimmen Beschreibung der Scheibe und Armbau weitgehend mit unserem Fund überein. Dessen Scheibendurchmesser beträgt nur 4 mm (gegen 10 mm beim Holotyp), und das Stück eignet sich wegen der Kleinheit und der teilweisen Bedeckung durch die Stacheln des Seeigels nicht zur Abbildung.

### 3.4 *Pelanodiadema oolithicum* HESS (Fig. 4–13)

#### Corona

Exemplar E 842 zeigt Ambulakral- und Interambulakralfelder bis zum Apikalfeld wesentlich besser als die bisherigen Funde von Schinznach (Fig. 5). Man erkennt deutlich, dass die Interambulakralplatten gegen den Scheitel keine Primärwarzen mehr aufweisen und fast nackt sind. Die gleichfalls ausgezeichnet und mit allen Suturen erhaltenen Ambulakralfelder zeigen selbst in der Nähe des Ambitus eine zum Teil leicht unregelmässige Entwicklung der Grossplatten. Im Prinzip lassen sich aber die aus drei einfachen Platten zusammengesetzten Grossplatten bis fast zum Apikalfeld verfolgen.

An einem von innen sichtbaren Exemplar lässt sich die Abschrägung der Platten gut beobachten (Fig. 6, obere Suture der mittleren Platte rechts vom Ambulakralfeld). Am gleichen Stück ist auch erkennbar, dass auch die Genitalplatten des Scheitels solche Abschrägungen besitzen (obere Platten mit Pore).



Fig. 4. *Pelanodiadema oolithicum* HESS, juvenil (links), und *Polydiadema oolithicum* HESS (rechts); rechts unten Teil eines Gehäuses von *P. oolithicum* von innen. Ein Teil der Ambulakralzone ist in Figur 12 (*P. oolithicum*) bzw. Figur 20 (*P. ambiguum*) vergrössert dargestellt. Oberer Hauptrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 848. Etwa  $\times 1,5$ .

#### Apikalfeld

Das Apikalfeld war bei den schon beschriebenen Funden nur an einem juvenilen Individuum gesamthaft sichtbar (HESS 1972b, Abb. 61). An einem subadulten, leider etwas gestörten Gehäuse war der Scheitel nur teilweise erhalten. Aus diesen beiden



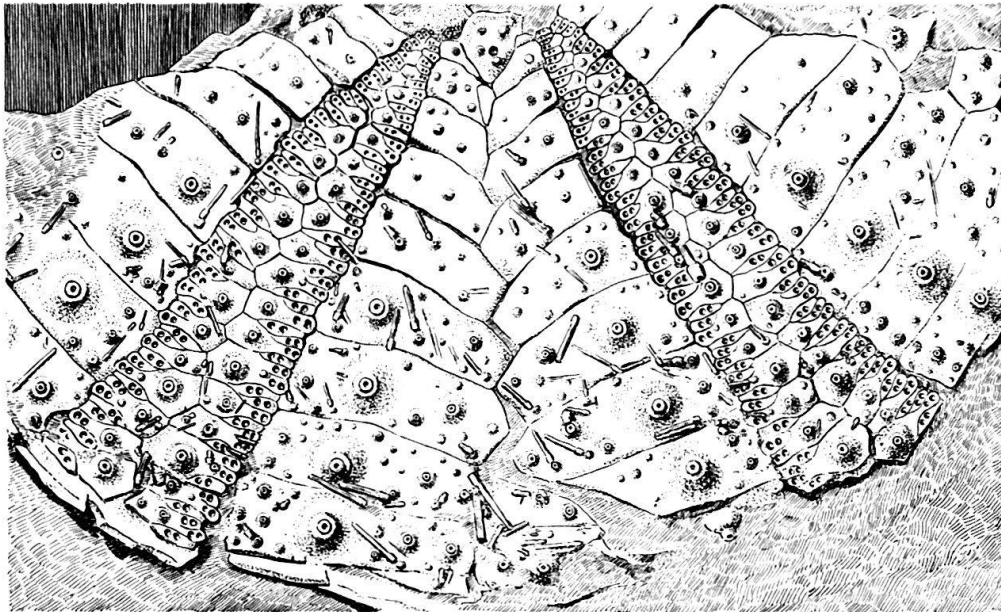


Fig. 5. *Pelandiadema oolithicum* HESS, Teil einer Aboralseite mit einer Ozellarplatte (oberer Abschluss des Interambulakralfeldes). Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 842.  $\times 2$ .

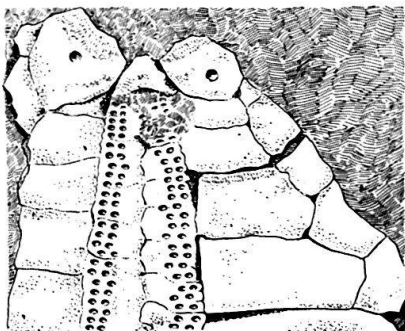


Fig. 6. *Pelandiadema oolithicum* HESS, adapikaler Teil von Ambulakral- und Interambulakralzone in Innenansicht, oben Apikalplatten (zwei Genitalplatten mit Pore, dazwischen eine Ozellarplatte). Man erkennt deutlich die Abschrägung einer Interambulakralplatte (in der Mitte) sowie der Genitalplatten. Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 844/C 872.  $\times 2$ .

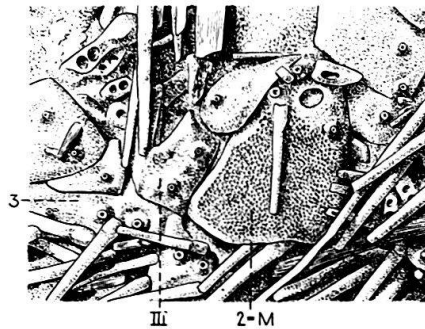


Fig. 7. *Pelandiadema oolithicum* HESS, Teil eines Scheitels mit Bestachelung. 2 und 3 = Genitalplatten (M = Madreporenplatte), III = Ozellarplatte in Kontakt mit Scheitelöffnung. Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 854.  $\times 4$ .



Fig. 8. *Pelandiadema oolithicum* HESS, Teil eines Scheitels mit der grossen Madreporenplatte (Bildmitte), darüber Plättchen der Scheitelöffnung. Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 877.  $\times 4$ .

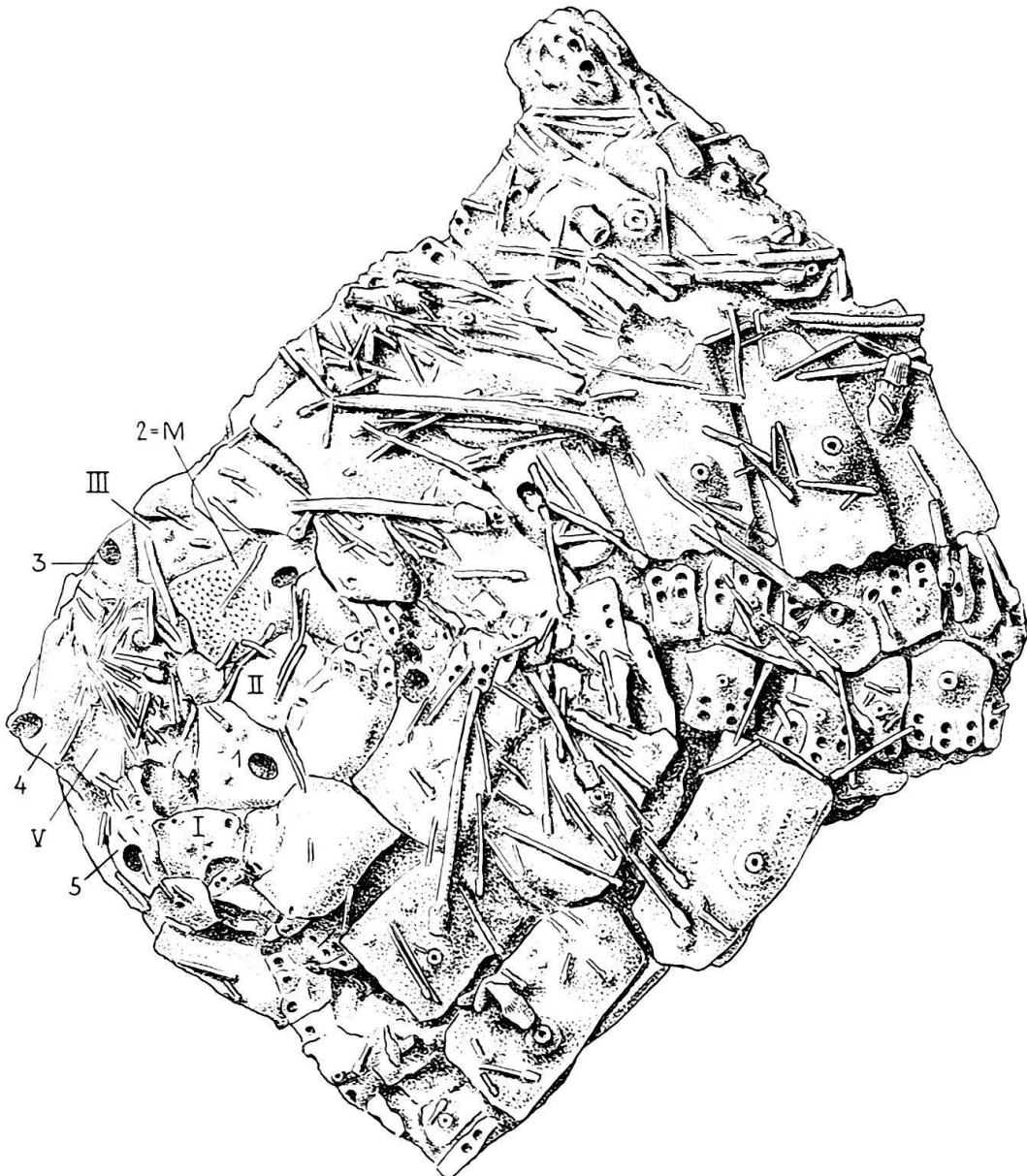


Fig. 9. *Pelanodiadema oolithicum* HESS, Apikalfeld und Teil der Aboralseite, 1-5: Genitalplatten (M = Madreporenplatte), I-V: Ozellarplatten (IV nicht erhalten). Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 920.  $\times 6$ .

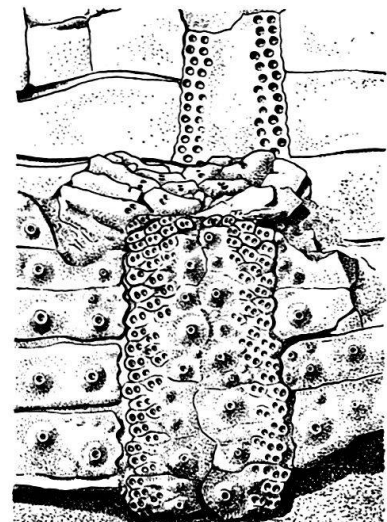


Fig. 10. *Pelanodiadema oolithicum* HESS, unterer Teil des Ambulakralfeldes und peristomale Ambulakralplättchen (oben), darüber Gehäuse von innen, vgl. auch Figur 38. Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 841.  $\times 2$ .



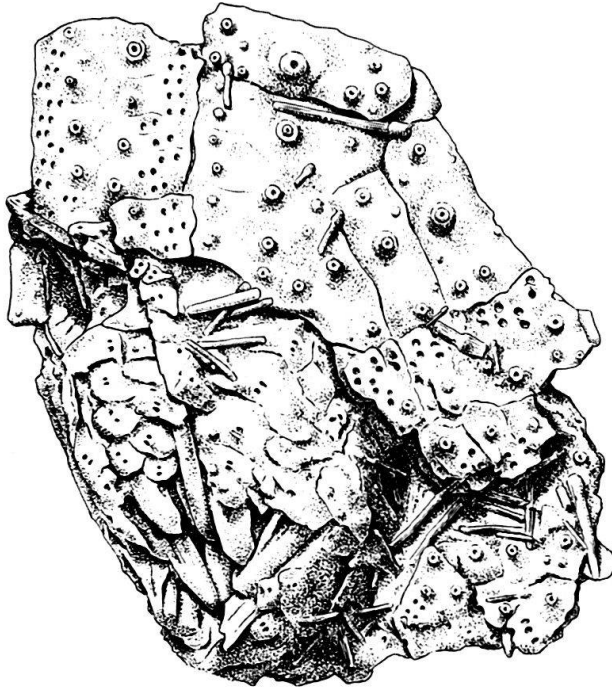


Fig. 11. *Pelanodiadema oolithicum* HESS, Kauapparat mit Peristomalplättchen und unterer Teil des Gehäuses (oben anschließend). Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 861.  $\times 4$ .

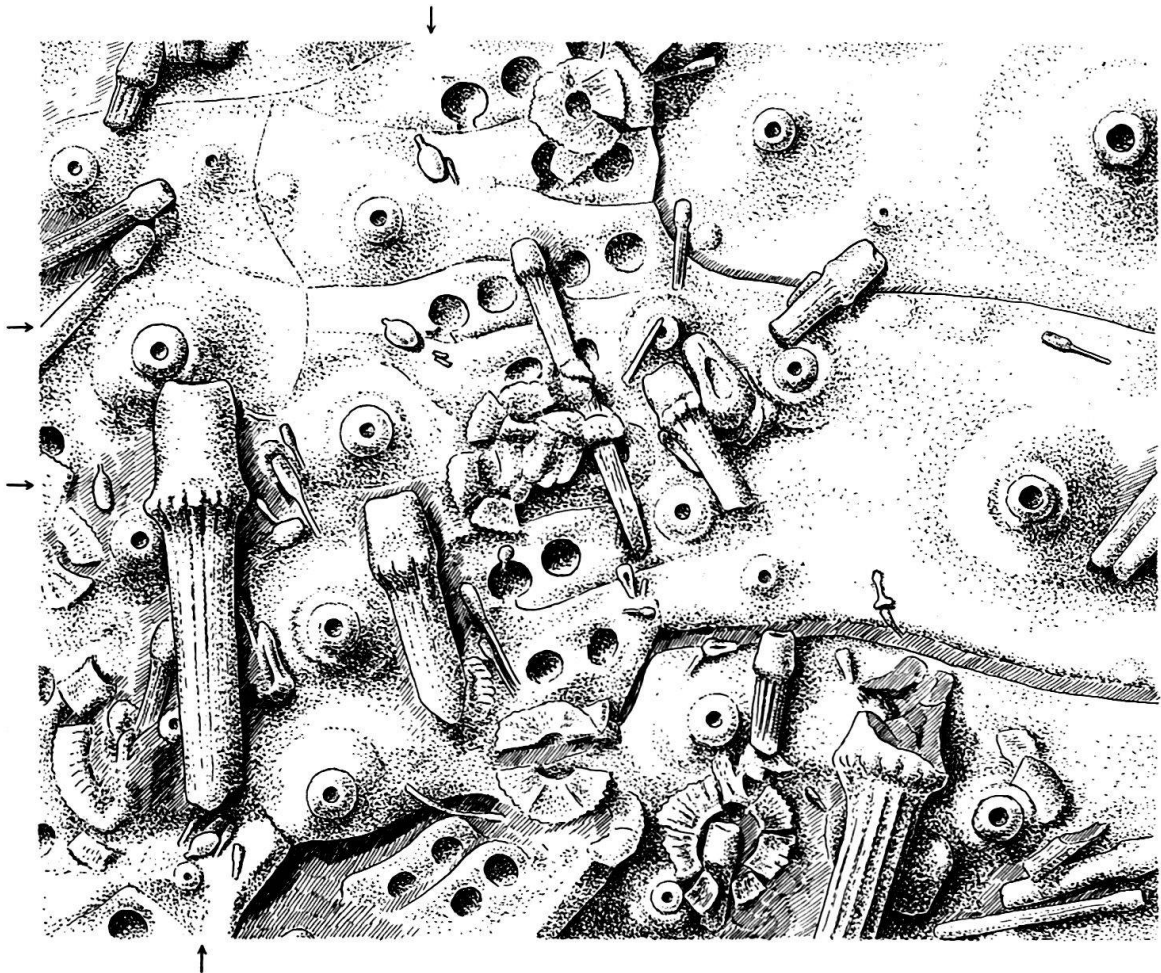


Fig. 12. *Pelanodiadema oolithicum* HESS, Teil eines Ambulakralfeldes (links) mit Stacheln, Pedizellarien, Sphaeridien (Pfeile) und Rosetten der Saugscheiben der Ambulakralfüsschen. Die abgebrochene Spitze des Stachels links ist 1,5 mm vom Peristomrand entfernt (Mundöffnung also unten); rechts Teil eines Interambulakralfeldes. Siehe auch Figur 4. Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 848.  $\times 20$ .

Funden wurde geschlossen, dass zwei Ozellarplatten (III und IV) exsert waren (d.h. nicht im Kontakt mit der Scheitelöffnung), die übrigen aber insert.

Unter dem neuen Material finden sich auch einige Apikalfelder. Am vollständigsten ist dasjenige von E 920 (Fig. 9). Es zeigt den Kranz von Genitalplatten (1–5, darunter die Madreporenplatte M) und die gleichfalls in Kontakt mit der Scheitelöffnung befindlichen Ozellarplatten (I–IV, IV ist verdeckt). Das Periprokt ist von weiteren, bestachelten Plättchen bedeckt, die an E 877 (Fig. 8), über der grossen Madreporenplatte in Bildmitte, deutlich unterschieden werden können. Dass Ozellarplatte III insert war, zeigt auch E 854 (Fig. 7). Auch an diesem Stück ist das Periprokt von stacheltragenden Plättchen bedeckt.

Die neuen Funde beweisen, dass bei adulten Individuen das Apikalfeld monozyklisch ist, also alle Ozellarplatten im Kontakt mit dem Periprokt sind. Damit stimmt das Apikalfeld dieser ältesten Form der Echinothurioida mit dem von vielen adulten rezenten Arten überein (vgl. MORTENSEN 1935, Fig. 59 a).

### Peristom

Während die porentragenden Plättchen des Peristoms (ein Merkmal von ausschlaggebender systematischer Bedeutung) an keinem der 1972 beschriebenen Funde besonders deutlich erhalten waren, gestatten die neuen Funde, auch diese Lücke zu füllen. Zur Illustration wurden zwei Funde ausgewählt. E 861 (Fig. 11) zeigt sehr schön, wie sich die Ambulakralia in zwei porentragenden Plättchenreihen in die Mundöffnung fortsetzen und auf dem an seiner Spitze entblösten Kauapparat liegen. Zwischen den peristomalen Ambulakralplättchen liegen noch einige interambulakrale Plättchen ohne Poren. Das gleiche ist auch an E 841 ersichtlich (Fig. 10). Hier ist deutlich zu sehen, wie die einfachen peristomalen Platten in auffälligem Gegensatz zu den stark zusammengesetzten Ambulakralplatten darüber stehen (Fig. 10, unten, über den peristomalen Platten einige Coronaplaten von innen).

Neben den geschilderten, breiten und teilweise überlappenden Plättchen waren offenbar noch rundliche innere Buccalplättchen vorhanden (vgl. HESS 1972b, Abb. 62). Die Plättchen auf dem Peristom tragen Warzen und entsprechend Stacheln (an den subadulten Exemplaren der Figuren 10 und 11 nicht so ausgeprägt, besser sichtbar am Exemplar von HESS 1974, Tf. 31, Fig. 3).

Durch die Anwesenheit interambulakraler Plättchen auf dem Peristom unterscheidet sich *Pelanodiadema oolithicum* von allen rezenten Echinothuriden (MORTENSEN 1935, S. 92).

### Sphaeridien und Rosetten der Saugscheiben (Fig. 12, 13)

Die Sphaeridien sind an Exemplar E 848 besonders deutlich (Fig. 12, vgl. auch Fig. 4). Es sind keulen- bis ballonförmige Elemente mit sehr kurzem Stiel. Die Sphaeridien, deren Funktion ungeklärt ist, kommen bei allen rezenten Echiniden ausser den Cidariden vor. Sie sitzen auf winzigen Warzen.

Die Rosetten der Saugscheiben, die sich auf den Ambulakralfeldern einiger Exemplare feststellen lassen, sind vierteilig, wobei die Segmente einen deutlich gelappten Aussenrand zeigen (Fig. 13).

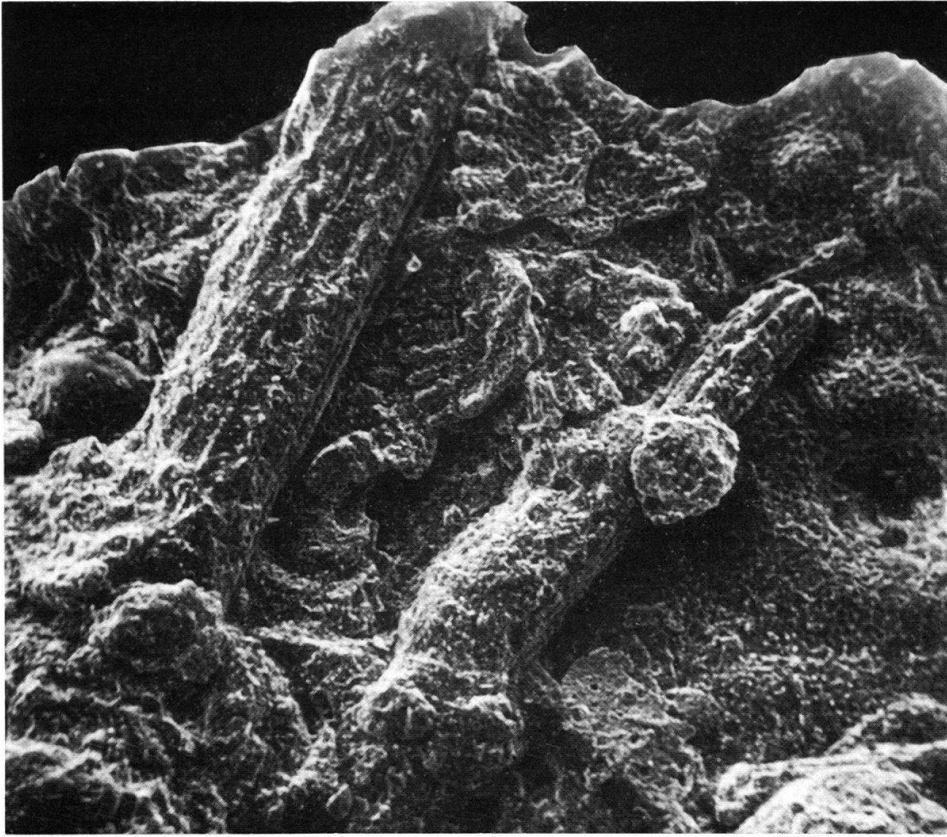


Fig. 13. *Pelanodiadema oolithicum* HESS, Ausschnitt aus Ambulakralfeld, rechts Ambulakralporen, links zwei Stacheln, dazwischen Rosetten der Saugscheibe. Aufnahme mit dem Raster-Elektronenmikroskop. Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 921.  $\times 60$ .

Das von MORTENSEN (1937) aus dem Malm Zeta von Sotzenhausen abgebildete Element (Tf. I, Fig. 6) ist von ähnlicher Grösse und stammt gleichfalls von einer vierteiligen Rosette. Der Aussenrand ist aber gezackt und nicht gelappt wie bei der vorliegenden Art.

Ambulakralfüsschen mit Saugscheiben (die Kalkelemente bilden eine Verstärkung der Saugscheibe) kommen vor allem bei den regulären Echiniden vor (siehe auch NICHOLS 1969). In der Literatur über rezente Echiniden sind die Elemente nur spärlich abgebildet worden; allerdings kommt ihnen nach MORTENSEN (1937) kein systematischer Wert zu, sind die Elemente bei verschiedenen rezenten Formen doch sehr ähnlich. Nur bei den Cidariden sind die Saugscheiben nicht so typisch entwickelt.

### 3.5 *Polydiadema ambiguum* HESS (Fig. 14–31)

An den neuen Funden dieser Art sind neben den Stacheln auch besonders zahlreich die Pedzellarien und Rosetten der Saugscheiben erhalten. Von besonderem Interesse sind jedoch die Plättchen des Apikalfeldes, die an einigen Funden vorhanden sind und eine Rekonstruktion des Scheitels gestatten. Schliesslich ist auch der Kauapparat mehr im Zusammenhang erhalten als bei den früheren Funden.



Fig. 14. *Polydiadema ambiguum* Hess, Teil einer Aboralseite mit Apikalfeld, am Abschluss des oberen Ambulakralfeldes eine halbmondförmige Ozellarplatte, flankiert von zwei mit Poren versehenen Genitalplatten (rechts = Madreporenplatte), auf dem nach unten orientierten Ambulakralfeld Rosetten der Saugscheiben. Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 850.  $\times 4$ .

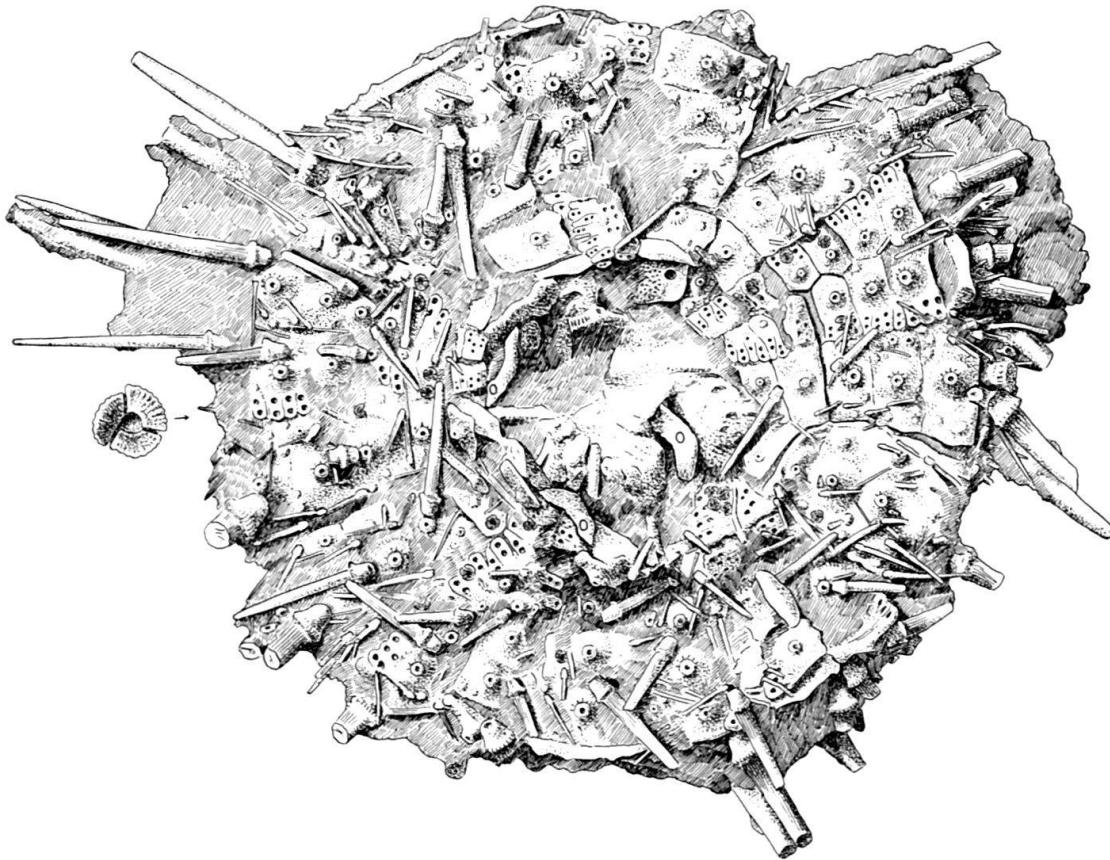


Fig. 15. *Polydiadema ambiguum* Hess, Aboralseite mit Platten des Apikalfeldes (O = Ozellarplatten), erhaltenen Stacheln und zahlreichen Rosetten der Saugscheiben (eine solche ist links vergrößert dargestellt). Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 866.  $\times 4$  (Detail  $\times 17$ ).



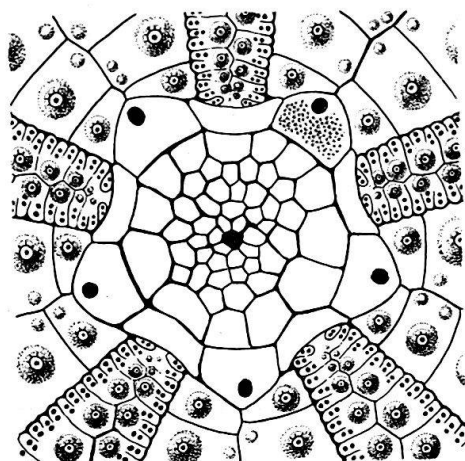


Fig. 16. Rekonstruktion des Scheitels von *Polydiadema ambiguum* HESS, Lage der Afteröffnung hypothetisch, nach rezenten Echiniden. Etwa  $\times 5$ .

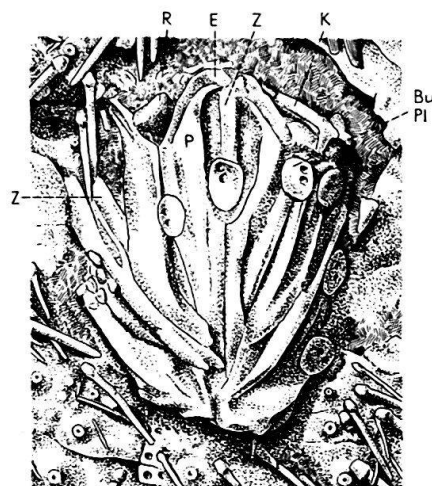


Fig. 17. *Polydiadema ambiguum* HESS, vollständiger Kauapparat (stirodonter Bau); P = Pyramidenhälfte, E = Epiphyse, Z = Zahn, R = Rotula, K = Kompass, BuPl = Buccalplättchen mit Poren (auf der Pyramide links kleine Plättchen ohne Poren aus der Buccalmembran), vgl. auch Figur 4. Oberer Hauptrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 848.  $\times 4$ .

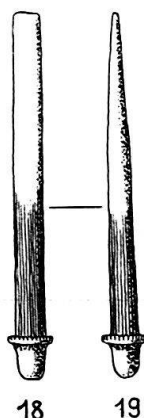


Fig. 18, 19. *Polydiadema ambiguum* HESS, Primärstacheln in zwei Ansichten (Schaft oben abgeflacht). Oberer Hauptrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 844/C 872.  $\times 6$ .

### Apikalfeld

Trotz der ausgezeichneten Erhaltung der neuen Funde ist an keinem Exemplar das Apikalfeld ungestört erhalten. Damit wird verständlich, dass bei den unter etwas weniger günstigen Bedingungen eingebetteten Funden (trotz erhaltenen Stacheln und Kauapparat) das Apikalfeld durchwegs verschwunden ist.

Die beste Erhaltung ist bei den Individuen E 866 und E 850 festzustellen (Fig. 14, 15). Die Ozellarplatten (O in Fig. 15) sind breit halbmondförmig. Die Genitalplatten fallen durch ihre grosse Pore auf, wobei die Madreporenplatte nicht grösser ist als die übrigen Genitalplatten. (In Figur 14 flankieren zwei Genitalplatten das nach oben gerichtete Ambulakralfeld, wobei die Madreporenplatte rechts liegt, dazwischen eine

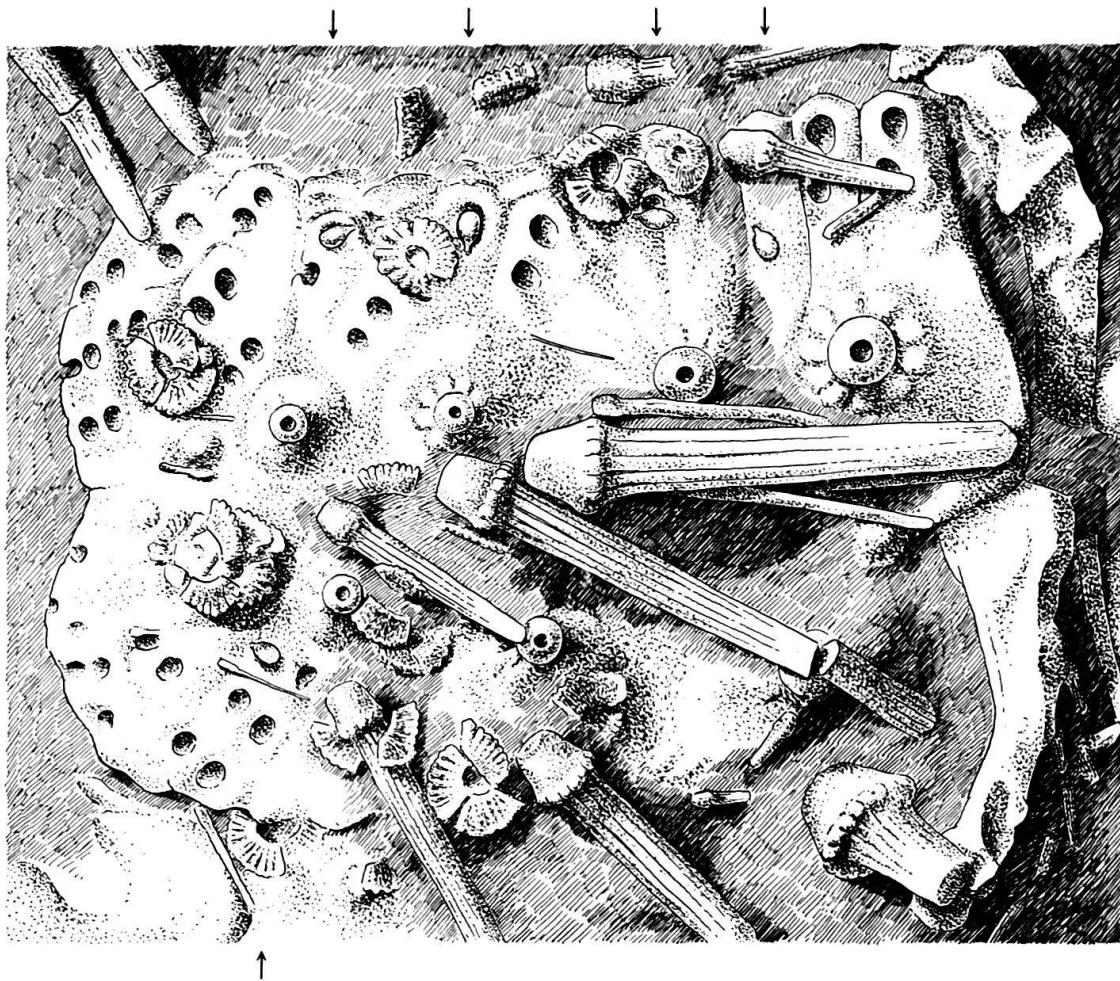


Fig. 20. *Polydiadema ambiguum* HESS, unterer Teil eines Ambulakralfeldes (Peristomrand ist links) mit Sphaeridien (Pfeile) und Rosetten der Saugscheiben, vgl. auch Figur 4 (die hier gezeichnete Partie befindet sich SE des Kauapparats). Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 848.  $\times 20$ .

im Schatten liegende Ozellarplatte.) Sowohl Ozellar- wie Genitalplatten stossen an den Rand des Periprokts (monozyklische Anordnung). Dieses ist von eher unregelmässigen Plättchen angefüllt, wobei die Plattengrösse von aussen nach innen abnimmt. Die Rekonstruktion von Figur 16 versucht diese Verhältnisse darzustellen.

#### Peristom und Kauapparat

Der Kauapparat ist schon früher beschrieben worden (HESS 1972 b, Abb. 84). Unter dem neuen Material ist nun ein fast intakter Kauapparat erhalten, der deutlich den stirodonten Bau zeigt (Fig. 17): Die Epiphysen (E) treffen sich über dem Foramen magnum nicht (in Figur 17 verläuft die Trennlinie entlang der gestrichelten Linie zu Z). Wiederum sind rundliche Buccalplättchen mit einem Porenpaar auf dem Kauapparat sichtbar. Zusätzlich finden sich (am linken Rand des Kauapparates) bedeutend kleinere Plättchen ohne Poren. Bei diesen handelt es sich offenbar um Peristomalplättchen, wie sie in der Buccalmembran ausserhalb der grösseren Buccalplatten liegen (vgl. z.B. MELVILLE und DURHAM 1966, Fig. 188/1).



### Stacheln, Pedizellarien, Sphaeridien und Rosetten der Saugscheiben

An zahlreichen Exemplaren sind neben den Stacheln auch die übrigen Skelettanhänge und die Rosetten der Saugscheiben der Ambulakralfüsschen erhalten. Die Stacheln sind bereits früher beschrieben worden. Am vorliegenden Material wird deutlich, dass der obere Teil des Schaftes nicht gerundet, sondern abgeplattet ist (Fig. 18, 19).

Von den überaus zahlreich erhaltenen Pedizellarien sind eine Anzahl in den Figuren 21–31 dargestellt. Man kann zwei Typen unterscheiden, einen gedrungenen tridentaten (Fig. 25, 28–31) und einen schlanken, gleichfalls tridentaten (Fig. 21, 23, 26, 27). Die Pedizellarienstiele sind teilweise sehr lang und etwas gebogen (Fig. 28 bis 31). Der gedrungene Typ ist wesentlich häufiger, eine bevorzugte Lage auf der Corona ist nicht festzustellen.

Sphaeridien sind auf den Figuren 20–22 sichtbar. Sie sind ähnlich denen von *Pelanodiadema oolithicum*, aber kleiner.

Die Kalkelemente der Saugscheiben sind auf den Ambulakralfeldern sehr zahlreich erhalten (Fig. 14, 15, 20). Sie sind dreiteilig (Fig. 15, 20, 24), im übrigen aber ähnlich gebaut wie die von *P. oolithicum*.

### Zur systematischen Stellung

Es ist dies das erste Mal, dass von einer Art der Gattung *Polydiadema* (inkl. *Trochotiara*) der Scheitel erhalten ist. Er unterscheidet sich nicht nur durch seine erhebliche Grösse, sondern auch durch die Anordnung seiner Platten grundlegend vom kompakten, immer erhaltenen Scheitel von *Pseudodiadema*. Es erscheint deshalb nicht richtig, die Gattung *Polydiadema* und mit ihr die ähnlichen Gattungen *Diplopodia* und *Tetragramma* ohne weitere Differenzierung mit *Pseudodiadema* in der gleichen Familie (Pseudodiademataidae) zu belassen. Es wird deshalb für *Polydiadema* und verwandte Gattungen eine Unterfamilie, Polydiadematinae n. subfam., vorgeschlagen.

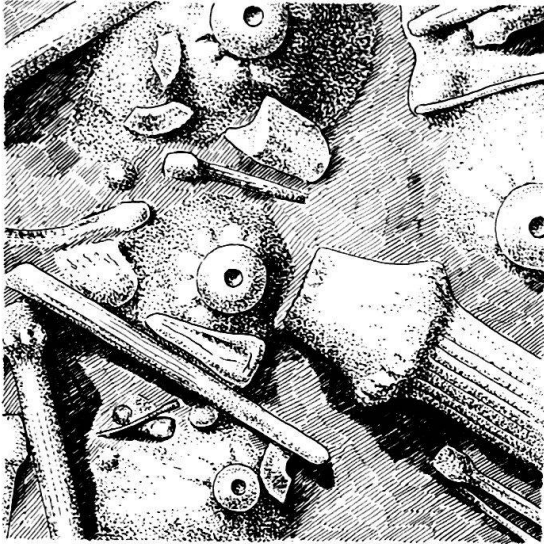
Polydiadematinae n. subfam.

*Diagnose:* Periprokt gross, Apikalfeld monozyklisch, aber nur ausnahmsweise erhalten, Corona meist ausgesprochen nieder.

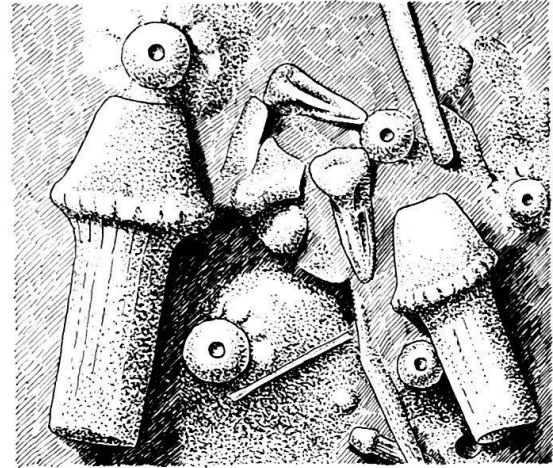
*Typusgattung:* *Polydiadema* LAMBERT 1888.

Fig. 21–31. *Polydiadema ambiguum* HESS, Pedizellarien und Rosetten der Saugscheiben. Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlungsnummer in Klammer. × 20.

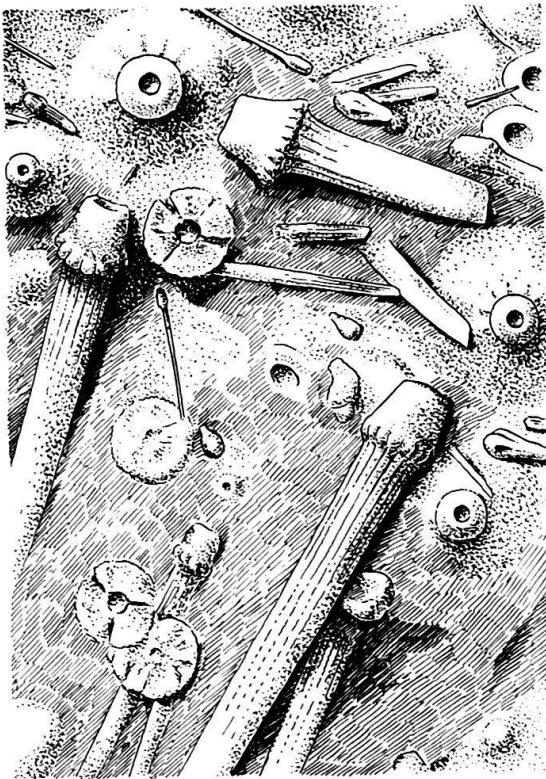
21: Schlanke tridentate Pedizellarie und Teile von Rosetten (E 870). 22: Rosetten und Sphaeridien (E 844). 23: Zwei schlanke tridentate Pedizellarien und ein Pedizellarienstiel (E 870). 24: Rosetten, Pedizellarien und deren Stiele (E 866). 25: Gedrungene tridentate Pedizellarie (E 844/C 872). 26 und 27: Schlanke tridentate Pedizellarien (E 844/C 872). 28: Gedrungene tridentate Pedizellarie und drei Stiele (E 912). 29: Drei gedrungene tridentate Pedizellarien und Rosette (E 843). 30: Zwei gedrungene Pedizellarien und vollständiger, leicht gebogener Stiel (E 866). 31: Zwei Pedizellarienstiele und gedrungene Pedizellarie (E 850).



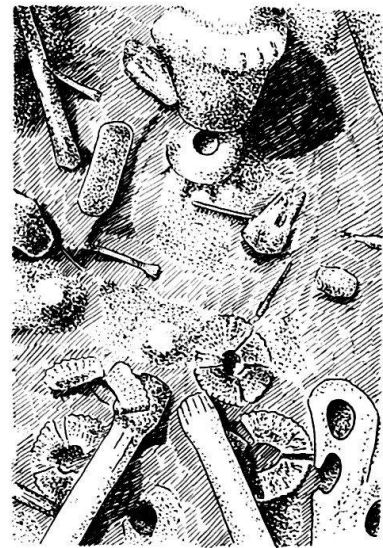
21



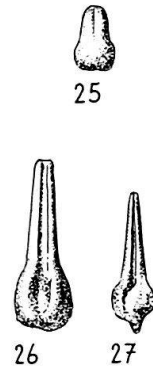
23



22



24



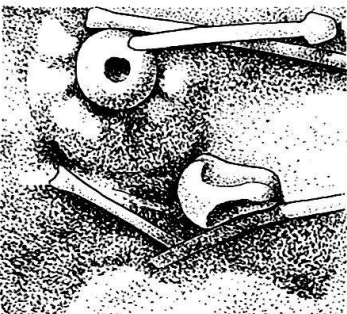
25

26

27



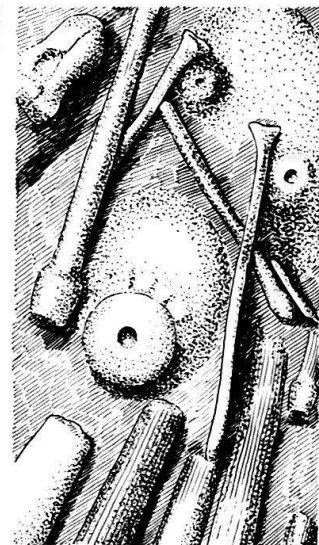
29



28



30



31

Die neue Unterfamilie umfasst neben *Polydiadema* (und der als Synonym betrachteten Gattung *Trochotiara* LAMBERT) noch *Diplopodia* MCCOY und *Tetragramma* AGASSIZ. Die Gattung *Loriolia* NEUMAYR hat eine ähnliche Anordnung der Scheitelplatten (vgl. das Typusexemplar von *L. foucardi*, Typusart von *Loriolia*, in COTTEAU 1862–1867, Tf. 1097, Fig. 5), doch steht diese Gattung durch die Verlängerung des Scheitels in eines der Interambulakralfelder abseits. Die im Scheitel ähnliche Gattung *Heterodiadema* hat zudem Stacheln mit deutlichem Kragen, was diese Gattung (und damit wohl auch *Loriolia*) deutlich von den Pseudodiadematidae entfernt. Zu den Pseudodiadematidae s. str. gehören demnach noch die Gattungen *Acrocidaris* AGASSIZ, *Microdiadema* COTTEAU und wohl auch *Pedinopsis* COTT. und *Dumblea* CRAGIN.

Die Pseudodiadematidae werden von den Hemicidaridae hergeleitet (MORTENSEN 1935, S. 424); dass diese Hypothese viel für sich hat, wird durch Formen wie *Asterocidaris* gezeigt (siehe 3.7). Die Polydiadematinæ gehören zu einem besonderen oder vielleicht weiteren Entwicklungszweig. Möglicherweise ist die Tendenz zur Verdoppelung der oberen Porenpaare (*P. ambiguum*, *Diplopodia*) auf die Vergrößerung der Scheitelöffnung zurückzuführen.

### 3.6 *Stomechinus* cf. *polyporus* (AGASSIZ) (Fig. 32–34)

Unter den Neufunden ist E 838 zweifellos der interessanteste. Neben dem Apikalfeld sind Pedzellarien und Rosetten der Saugscheiben erhalten.

Das Apikalfeld zeigt eine dizyklische Anordnung (Fig. 33). Es hat den für *Stomechinus* typischen Bau. Im Periprokt sind noch einige Plättchen mit warziger Oberfläche erhalten.

Der Bau der Stacheln stimmt mit den früher gefundenen Exemplaren überein: die kleineren der Oberseite sind von rundem Querschnitt, die des Ambitus (oben in Fig. 32) aber abgeflacht.

Die Pedzellarien sind vom tridentaten Typ, und zwar sind sie gedrungen, ähnlich dem gedrungenen Typ von *P. ambiguum*. Es kann an E 838 nur eine Sorte festgestellt werden (Fig. 34). Die Rosetten der Saugscheiben der Ambulakralfüßchen sind vierteilig, mit gezacktem Aussenrand und deutlicher Riefung (Fig. 34).

### 3.7 *Asterocidaris granulosa* (WRIGHT) (Fig. 35, 36)

Während des Druckes der ersten Arbeit kamen zwei Körper zum Vorschein, welche mich veranlassten, die als *koehlini* bekannten Stacheln der Gattung *Hessotiara* zuzuordnen (HESS 1972b, S. 64). Eine genauere Untersuchung der beiden Gehäuse hat nun ergeben, dass sie zu einer bereits bekannten Art, *Hemicidaris granulosa* WRIGHT (1851), gehören. Damit wird *koehlini* zu einem jüngeren Synonym von *granulosa*. Die erstmalige Kombination dieser Stacheln mit dem Gehäuse von *granulosa* wirft interessante systematische Fragen auf. Dabei bin ich teils zu anderen Ergebnissen gekommen als MORTENSEN (1935), dessen Gedankengänge weitgehend vom «Treatise» übernommen wurden (FELL und PAWSON 1966).



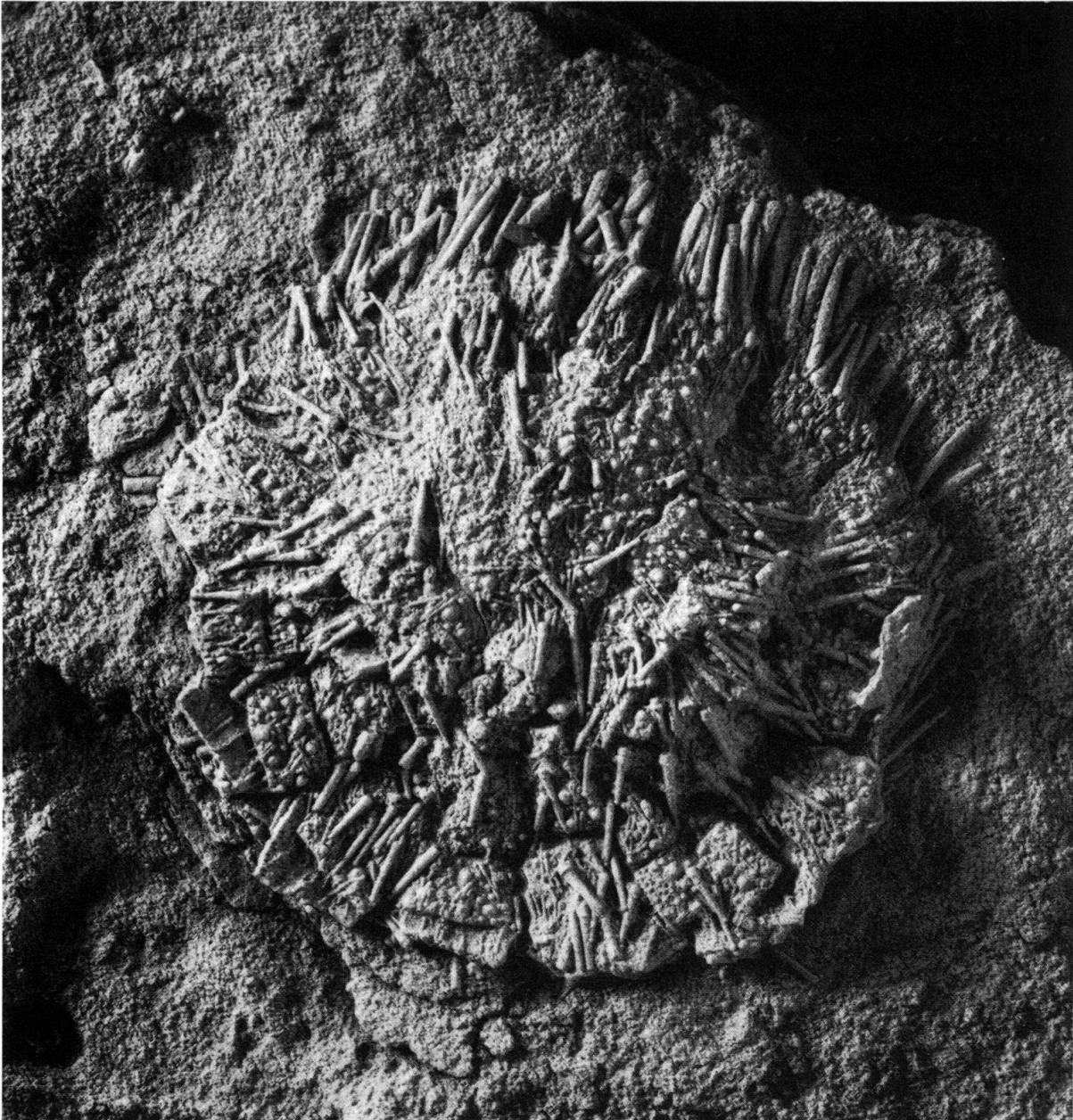


Fig. 32. *Stomechinus cf. polyporus* (AGASSIZ), Aboralseite mit Stachelkleid. Oberer Hauptrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 838.  $\times 2,5$ .

### Corona

Das isolierte Gehäuse E 865 (Fig. 36) ist leicht verdrückt, im übrigen aber gut erhalten. Der Durchmesser beträgt im Mittel 18 mm, die Höhe 8,4 mm. Der Durchmesser des teilweise im Gestein verborgenen Exemplars (E 778) ist etwa 22 mm.

Das Apikalfeld ist dizyklisch, d.h. die kleinen Ozellarplatten sind exsert. Das Feld ist etwas asymmetrisch, indem die Genitalplatten 2 (Madreporenplatte, oben rechts) und 3 grösser sind. Die Platten zeigen keine Granulation.

Das nicht abgebildete Peristom ist gross (Durchmesser im Mittel 10 mm); die Kiemenbuchten sind nur wenig ausgeprägt.

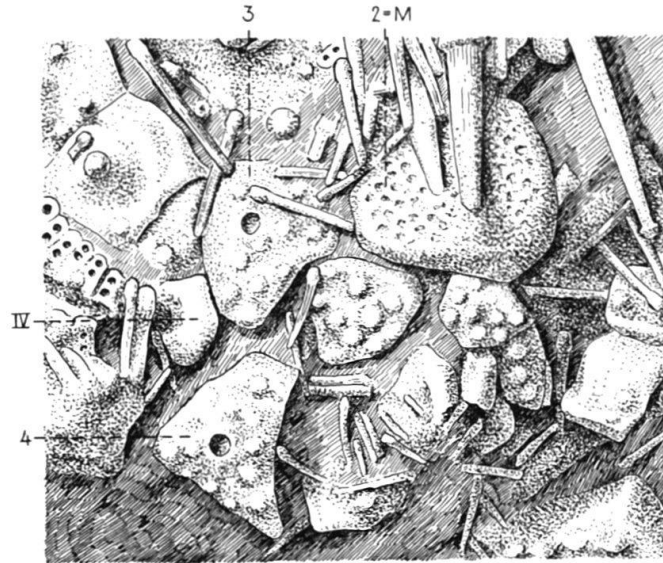


Fig. 33. *Stomechinus* cf. *polyporus* (AGASSIZ), Apikalfeld, 2, 3 und 4 = Genitalplatten (M = Madreporenplatte), IV = Ozellarplatte, vgl. auch Figur 32. Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 838.  $\times 10$ .

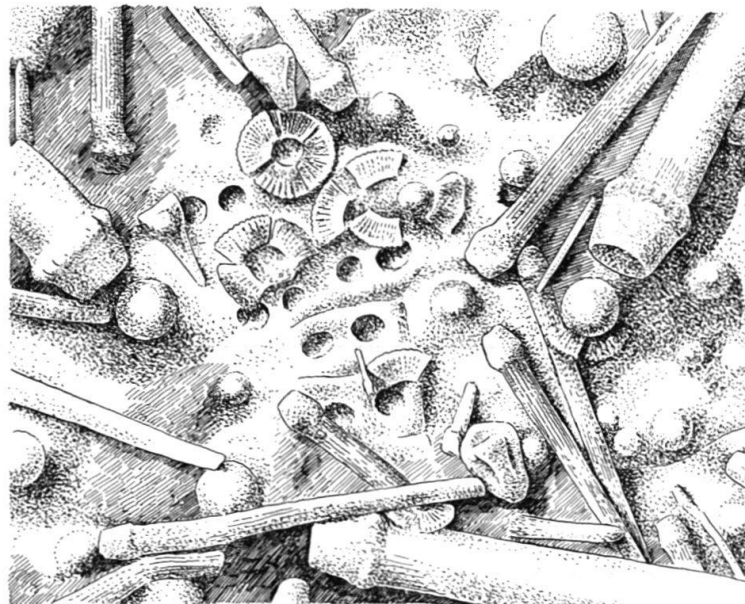


Fig. 34. *Stomechinus* cf. *polyporus* (AGASSIZ), Ausschnitt aus Ambulakralfeld mit Pedicellarien und Rosetten der Saugscheiben, vgl. Figur 32 (der Ausschnitt befindet sich etwa 1 cm über der Madreporenplatte). Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 838.  $\times 10$ .

Die Ambulakralfelder lassen in Scheitelnähe kleine, glatte Warzen erkennen, wobei vorerst eine Warze auf jede zweite Platte kommt, bald einmal aber eine Warze von 2 Platten getragen wird. Gegen den Ambitus werden die Warzen grösser, durchbohrt und gekerbt und umfassen meist 3, in einigen Fällen aber sogar 4 Plättchen (trigeminate bis polypore Anordnung).

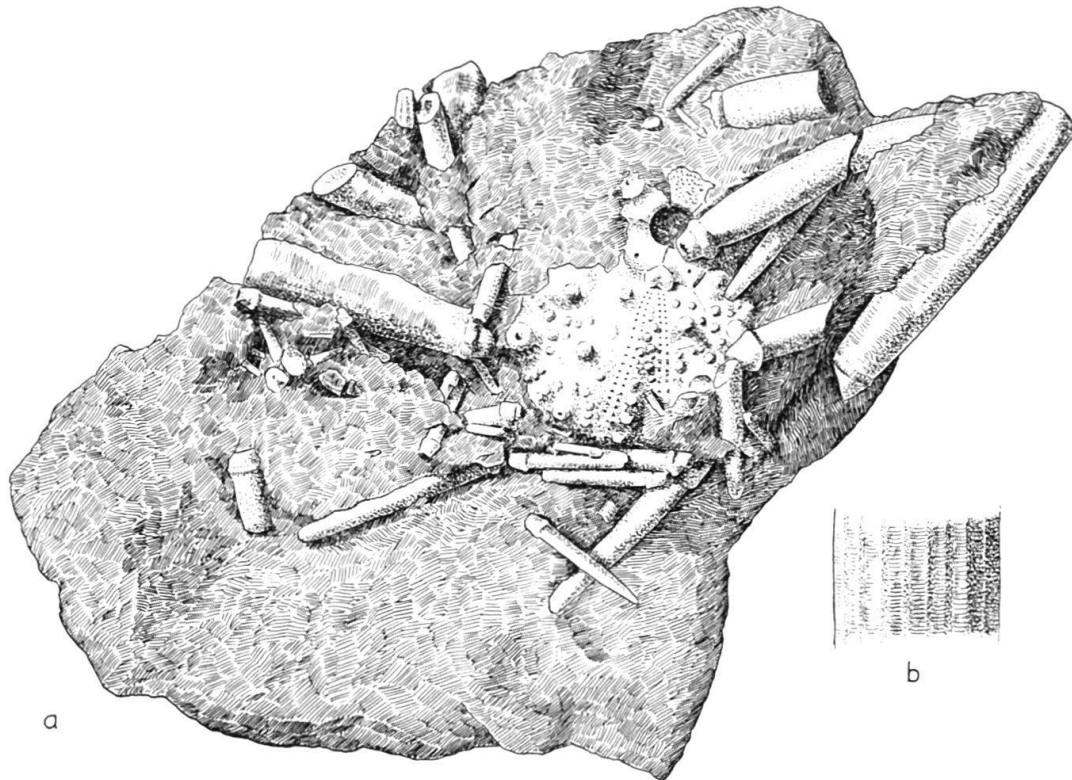


Fig. 35. *Asterocidaris granulosa* (WRIGHT), Exemplar mit Stacheln (a), Oberfläche eines Primärstachels vergrössert (b). Oberer Hauptrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 778.  $\times 2$  (Detail  $\times 5$ ).

Die grossen, durchbohrten und deutlich gekerbten Primärwarzen der Interambulakralia stehen pro Reihe in Dreizahl, gegen das Peristom folgt noch eine vierte, wesentlich kleinere. Gegen den Scheitel sind die Primärwarzen klein, knopfförmig und glatt. Um die kaum eingetieften Warzenhöfe liegen die glatten Ringwarzen, daneben finden sich noch einige wenige, nur unwesentlich kleinere Miliärwarzen.

#### Stacheln

Der Kopf der grösseren Primärstacheln (Fig. 35a) ist verhältnismässig klein und zeigt eine entsprechend dem Warzenkopf gekerbte Gelenkfläche (nicht überall gut erhalten). Der Ring ist gleichfalls gekerbt (Fig. 35a, Stachel rechts), er geht ohne Kragen direkt in den zylindrischen, etwas angeschwollenen Schaft über. Die grösseren Stacheln sind stärker angeschwollen als die kleineren und bis zum Ende von rundem Querschnitt, während die kleineren abgeplattet sind. Die Struktur des Schaftes ist sehr charakteristisch (Fig. 35b): den relativ groben, aber nicht sehr ausgeprägten Längsrippen ist eine feine Querrippung aufgelagert und dieser eine nochmals feinere Längsrippung (in der Figur nur angedeutet).

#### Vergleich mit anderen Funden, systematische Stellung

*Cidaris koechlini* ist von COTTEAU (1875–1880, S. 85, Tf. 164, Fig. 12–18) auf den charakteristischen Stacheln begründet worden. Die Erkennung dieser Stacheln hat



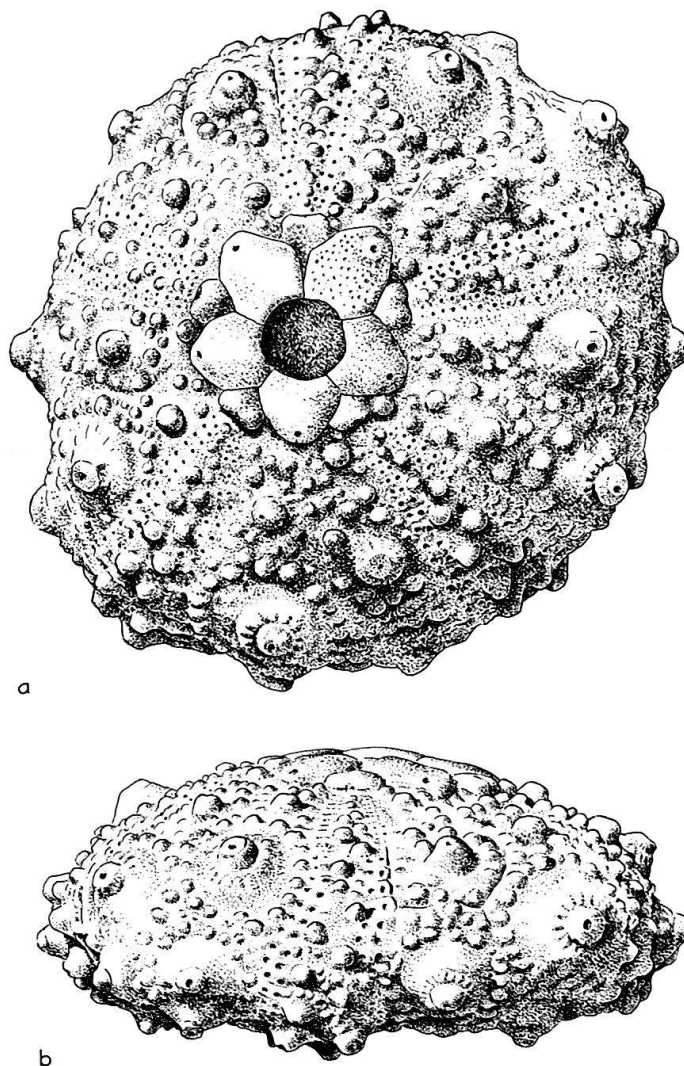


Fig. 36. *Asterocidaris granulosa* (WRIGHT), Corona aboral (a) und seitlich (b). Oberer Hauptrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors E 865.  $\times 4$ .

in der Literatur nie Schwierigkeiten bereitet. Eine isolierte Corona wurde den Stacheln erstmals von SCHLIPPE (1888, Tf. 3, Fig. 14 a–c) zugeordnet, und zwar auf Grund des gemeinsamen Vorkommens im oberen Hauptrogenstein des Elsässer Juras. Unser zusammenhängender Fund zeigt aber, dass es sich bei SCHLIPPES Gehäuse um eine andere Art handeln muss, hat doch SCHLIPPES Fund kleinere Ambulakralwarzen unterhalb des Ambitus sowie 8–9 Primärwarzen auf den Interambulakralfeldern, wobei sie vor allem auf der Oberseite grösser sind.

Gleichfalls auf Grund des gemeinsamen Vorkommens mit isolierten Stacheln bildeten LAMBERT und THIERY (1909–1925, Tf. 15, Fig. 3) eine Corona von 25 mm Durchmesser aus dem Bathonien von Marokko ab, die in allen wesentlichen Merkmalen mit unseren Funden übereinstimmt. Die Autoren wiesen die Art der Gattung *Sphaerotiaria* zu. Wie anderweitig ausgeführt, ist *Sphaerotiaria* nicht haltbar (HESS 1974).

Es wurde oben bereits erwähnt, dass diese Gehäuse mit *Hemicidaris granulosa* WRIGHT übereinstimmen (WRIGHT 1855–1860, S. 71, Tf. 3, Fig. 2 a–e). *H. granulosa* ist auch in der «Echinologie helvétique» beschrieben (DESOR und DELORIOU 1868 bis

1872, S. 98, Tf. 14, Fig. 1), und zwar stammen die beiden Gehäuse von Movclier. Die Art ist in der «Paléontologie française» eingehend beschrieben (COTTEAU 1880 bis 1885, S. 188, Tf. 314, Fig. 2–9), wobei sie von Villey-Saint-Etienne erwähnt wird. (Bekanntlich zeigt die Fauna dieser Fundstelle grosse Ähnlichkeit mit derjenigen von Schinznach, siehe HESS 1972 b, S. 78.)

LAMBERT (1900, S. 483) sowie LAMBERT und THIERY (1909–1925, S. 169) rechneten die Art zur Gattung *Asterocidaris* COTTEAU. Typusart dieser Gattung ist *A. nodoti* aus dem «Corallien» der Côte-d'Or, die sich durch ausgeprägte nackte Stellen der adapikalen Interambulakralfelder auszeichnet. Dies verleiht der Oberseite eine charakteristische sternförmige Ansicht. COTTEAU (1880–1885, S. 210) rechnete zu *Asterocidaris* noch *A. minor* aus dem Bathonien des Departements Var, obgleich dieser Art die ausgeprägten nackten Stellen fehlen. Cotteau stellte in der gleichen Arbeit *granulosa* trotz einer gewissen Ähnlichkeit zu *Hemicidaris*. Ein Blick auf die Abbildungen von *A. minor* (COTTEAU 1880–1885, Tf. 316) und *H. granulosa* (WRIGHT 1855 bis 1860, Tf. 3, Fig. 2a) zeigt aber nur einen graduellen Unterschied.

MORTENSEN (1935, S. 409) schränkt die Gattung *Asterocidaris* auf *A. nodoti* und *A. minor* ein und erwähnt als zusätzliches charakteristisches Merkmal den Ring von Wärcchen um das Periprokt, also am inneren Rand der Genitalplatten. Dieses Merkmal ist aber nicht typisch für *Asterocidaris* und kann auch bei *A. granulosa* vorhanden sein (LAMBERT 1900, S. 484).

Falls man an der grossen Bedeutung der nackten adapikalen Interambulakralplatten bzw. der so entstandenen sternförmigen Zeichnung festhalten will, muss man die Gattung *Asterocidaris* auf den Gattungstyp einschränken. Durch Einbezug der Arten *minor* und *granulosa* lässt sich andererseits *Asterocidaris* zwanglos auf Formen ausdehnen, die mehr oder weniger stark reduzierte obere Interambulakralwarzen mit einer charakteristischen Struktur der Ambulakralzone kombinieren: unten eine durchbohrte und gekerbte Warze auf 3 bis 4 Platten (trigeminate bis polypore Ausbildung), darüber bei gleicher Zusammensetzung nur mehr undurchbohrte und ungekerbte Warzen, die nach oben allmählich kleiner werden.

LAMBERT (1900, S. 483) betrachtete *Asterocidaris* nur als Untergattung von *Gymnocidaris*. *Gymnocidaris* lässt sich aber gut abgrenzen durch die abrupte Verkleinerung der ambulakralen Warzen über dem Ambitus, ein Merkmal, das typisch für *Hemicidaris* und verwandte Gattungen ist. Eine Abtrennung auf Gattungsniveau scheint auch dadurch gerechtfertigt zu sein, dass den Stacheln von *A. granulosa* (die von *A. nodoti* sind nicht bekannt) ein Kragen fehlt, während die typischen *Hemicidaris*-stacheln und auch die von *Gymnocidaris* einen zwar kurzen, aber deutlichen Kragen aufweisen (vgl. HESS 1974).

Der Bau der Stacheln und der Ambulakralzone entfernen die Gattung *Asterocidaris* in der hier gegebenen Interpretation von der Familie der Hemicidaridae. Vor einem ähnlichen Dilemma sah sich MORTENSEN (1935, S. 429) mit der Gattung *Hypodiadema*, die ähnlich *Asterocidaris* gleichfalls keine abrupte Verkleinerung der Ambulakralwarzen über dem Ambitus zeigt. (*Hypodiadema*, Typusart: *H. saleniformis* [DESOR], hat im Gegensatz zu *Asterocidaris* wohl entwickelte Interambulakralwarzen auf der Oberseite.) Solche Formen bei den Pseudodiadematidae unterzubringen, wie es Mortensen für *Hypodiadema* vorgeschlagen hat, scheint aber nicht richtig, wird doch an Stelle der Diagnose der Hemicidaridae diejenige der Pseudodiadematidae

verwässert. Bei diesen Seeigeln trat offenbar in Jura und Unterkreide eine ausgeprägte Radiation oder Formenaufspaltung auf, die eine starre Gliederung in Familien praktisch verunmöglicht, ja sogar die Gruppierung zu Gattungen erschwert.

### 3.8 *Isocrinus nicoleti* (THURMANN) (Fig. 37)

Die neuen Funde sind mit Ausnahme einer isolierten Krone (C 873) verstümmelt, d. h. die Arme sind, in der Regel an der Symmorphie zwischen IIBr 3 und 4, abgebrochen (siehe HESS 1973, Tf. 11); die Stiele sind nur kurz. Nicht selten sind auf der Oberfläche der eingeschalteten Kalkbänkchen isolierte Armteile anzutreffen.

An einem der Exemplare, welches von der Oralseite her sichtbar ist, lässt sich deutlich die noch nicht beschriebene Kelchdecke erkennen (Fig. 37). Sie ist aus dünnen, rundlichen Plättchen zusammengesetzt, deren Durchmesser knapp der Breite eines Armglieds entspricht. Es ist ersichtlich, dass bereits das zweite Sekundibrachiale (IIBr 2) eine Pinnula trägt, eine solche scheint hingegen dem IIBr 1 zu fehlen. Diese Verhältnisse sind somit gleich wie bei *Chariocrinus andreae* (HESS 1972a) und *Pentacrinites dargniesi* (HESS 1955), obgleich bei der letzteren Art die Kelchdecke bedeutend stärker entwickelt ist.

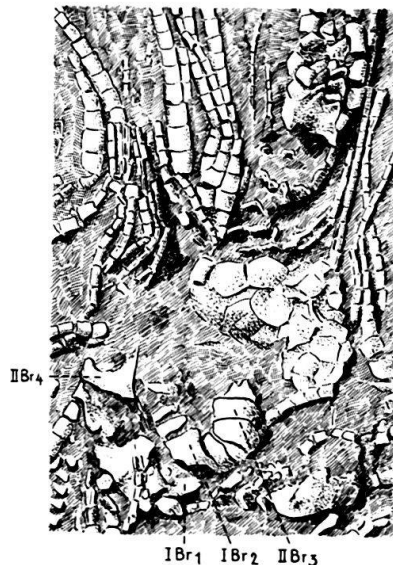


Fig. 37. *Isocrinus nicoleti* (THURMANN), Teil von Kelch und Krone in Oralansicht mit Kelchdecke (in der Mitte), IBr = Primibrachialia, IIBr = Sekundibrachialia, IBr 2 bis IIBr 3 in Aboralansicht. Oberer Hauptrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors C 872.  $\times 2$ .

### 3.9 *Holothuriopsis pawsoni* n. g. n. sp. (Fig. 38–41)

Körperlich erhaltene Holothurien gehören zu den grössten paläontologischen Seltenheiten. Im «Treatise on Invertebrate Paleontology» werden von FRIZZELL und EXLINE (1966) nur 3 Arten aufgeführt: *Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN aus den unterdevonischen Hunsrückschiefern und *Protoholothuria armata* GIEBEL sowie *Pseudocaudina brachyura* BROILI aus den Solnhofer Plattenkalken. *P. hunsrueckiana*, vertreten durch etwa ein Dutzend Individuen, ist am deutlichsten erhalten (SEILACHER 1961). Die Deutung der beiden Solnhofer Funde als Holothurien ist umstritten. *Pro-*

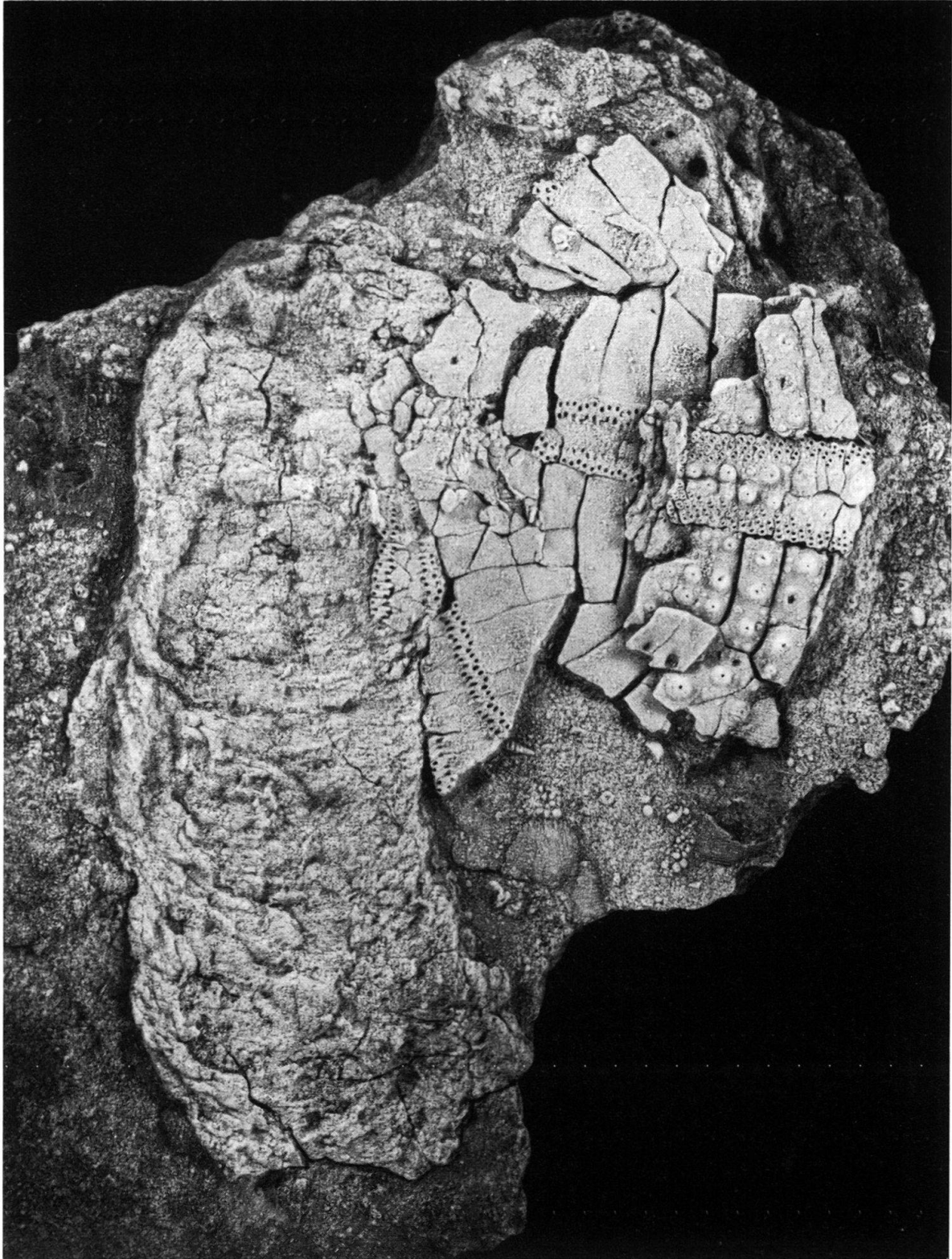


Fig. 38. *Holothuriopsis pawsoni* n. g. n. sp., Holotyp, mit *Pelanodiadema oolithicum* HESS (vgl. auch Fig. 10). Mundöffnung der Holothurie (oben) in Figur 41 vergrößert gezeichnet. Oberer Hauptrogenstein, Schinznach. Sammlung des Autors, Naturhistorisches Museum Basel, B 258.  $\times 1,5$ .



*toholothuria* ist vermutlich ein Wurm (SEILACHER 1961). *Pseudocaudina* ist nach Prof. B. ZIEGLER (briefliche Mitteilung) mit Sicherheit keine Holothurie, sondern vermutlich eine Ctenophore (Rippenqualle). Andererseits wird WALCOTTS *Eldonia* aus den kambri-schen Burgeßschiefern ursprünglich als Holothurie, dann aber von MADSEN als Siphonophore gedeutet, auf Grund neuer Untersuchungen von J. WYATT DURHAM wieder zu den Holothurien gestellt (briefliche Mitteilung von Dr. D. PAWSON). Damit wären nach dem heutigen Stand lediglich zwei Arten von körperlich erhaltenen fossi-len Holothurien berechtigt, beide aus dem Paläozoikum.

### Beschreibung

Das schlauchartig zusammengedrückte Fossil liegt auf einem nur 1–2 mm mächtigen, etwas verbogenen Kalkmergelplättchen. Die Länge des Schlauches beträgt etwa 80 mm, die grösste Breite 30 mm, die durchschnittliche Breite etwa 25 mm. Auf der einen Seite befindet sich ein Teil eines *Pelanodiadema oolithicum*, wobei Scheitel-schild und Ambulakralzone teilweise noch auf der Holothurie liegen. Deren Körper ist von zahlreichen Querrunzeln durchzogen; einige dieser Querrunzeln gehen in Längsrunzeln über, vor allem auf der linken Seite. Zuoberst ist eine rundliche Ein-

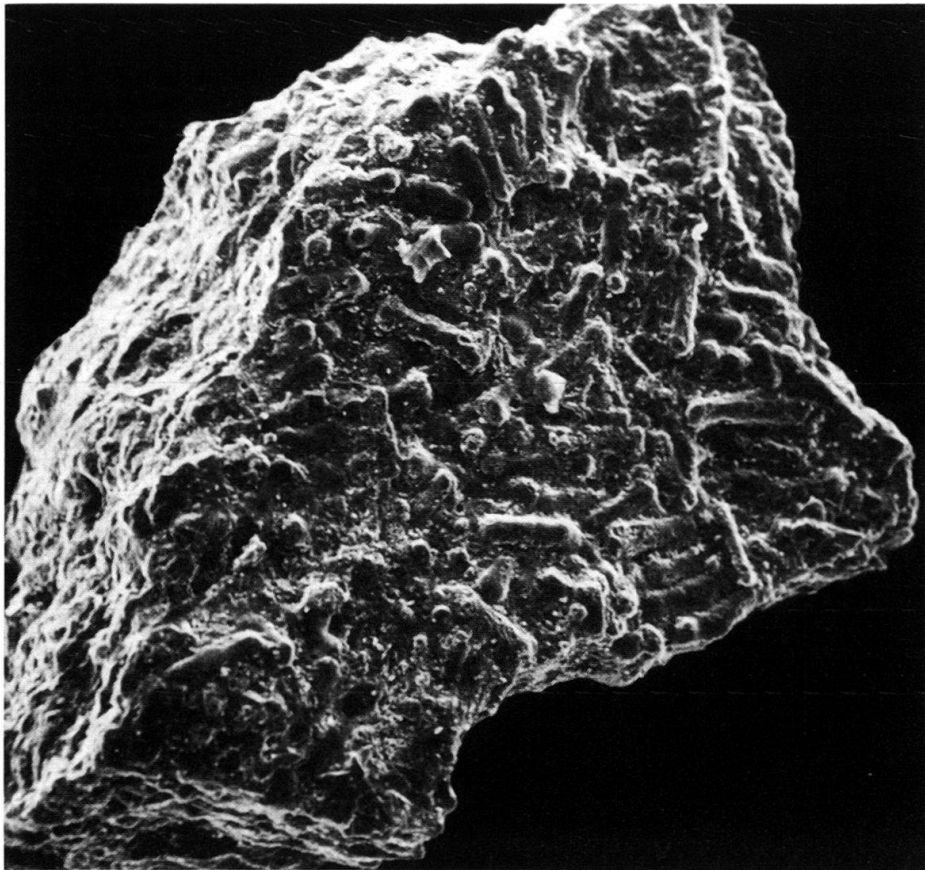


Fig. 39

Fig. 39, 40. *Holothuriopsis pawsoni* n.g.n.sp., Holotyp, Körperwand von innen im Raster-Elektronen-mikroskop, die stabförmigen Sklerite zeigend. Oberer Haupttrogenstein, Schinznach. Wie Figur 38.  $\times 120$  (Fig. 39) bzw.  $\times 240$  (Fig. 40).

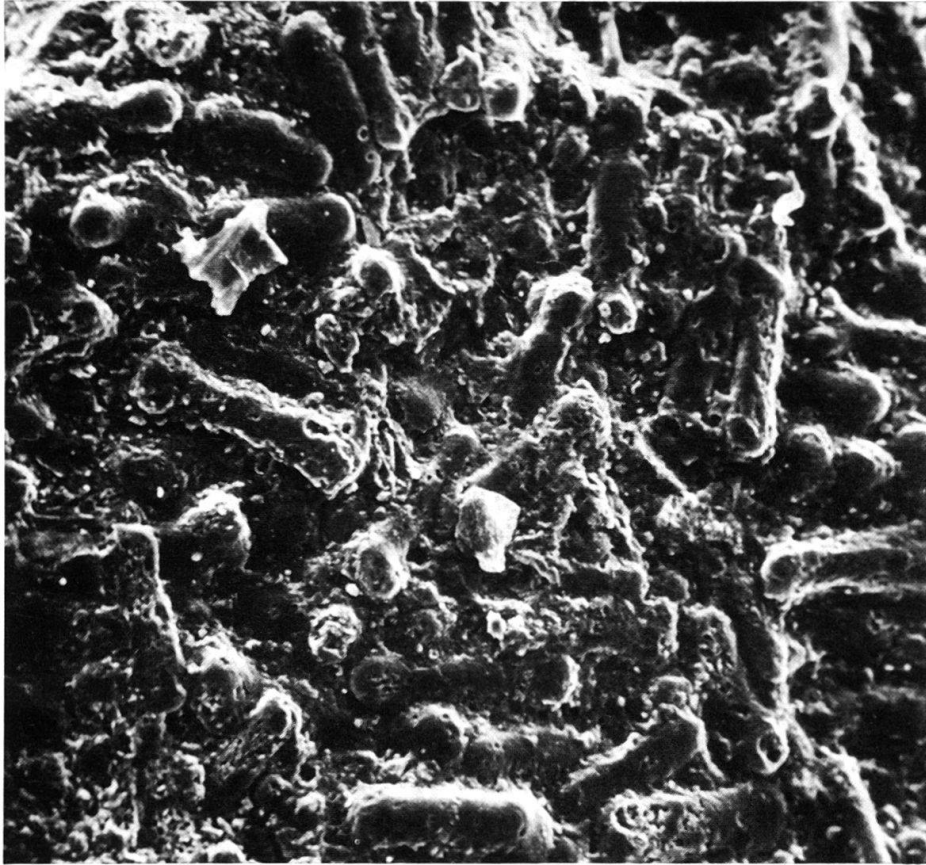


Fig. 40



Fig. 41. *Holothuriopsis pawsoni* n.g.n.sp., Holotyp, Mundpartie mit Schlundringplatte (Pfeil). Wie Figur 38.  $\times 2$ .

senkung sichtbar, von welcher auf der linken Seite zwei Wülste wegführen. Dass es sich hier um die Mundöffnung handeln muss, zeigt ein zweizipfliges Element (Fig. 41), das als Schlundringplättchen zu deuten ist.

#### Feinstruktur

Die Aussenseite des «Schlauches» zeigt keinerlei differenzierte Elemente, sondern lediglich die Struktur von rekristallisiertem Kalzit (Untersuchung mit dem Raster-Elektronenmikroskop). Auf der Innenseite können hingegen stabförmige Sklerite unterschieden werden (Fig. 39 und 40). Diese sind knapp 0,1 mm lang und meist gleichmässig zylindrisch, zum Teil aber an den Enden etwas angeschwollen. Die entsprechende Probe wurde der «Rückwand» an einer Stelle entnommen, wo die «Vorder-



wand» etwas abgebröckelt ist (7 mm links von der Pore der oberen Genitalplatte von *P. oolithicum* und etwa gleich weit von der Mundöffnung entfernt).

Es lässt sich nicht sagen, ob die ganze Innenwand mit solchen Kalkstäbchen versehen ist.

#### Zugehörigkeit

Die Erhaltung einer muskulösen Körperwand kann an dieser Fundstelle nicht überraschen, ist doch bei den drei Funden von *Sphaeriaster jurassicus* (HESS 1972b, Abb. 28, Tf. 9, Fig. 1, 2) zwischen dem Ambulakralskelett gleichfalls die Körperhaut ohne sichtbare Skelettelemente erhalten. Dass an der Aussenwand keine Sklerite sichtbar sind, lässt sich in Analogie zu rezenten Holothurien erklären: Wird z. B. die rezente *Holothuria tubulosa* eingetrocknet, sind ohne Präparation von aussen gleichfalls keine Sklerite sichtbar.

Für die Abklärung der systematischen Stellung lassen sich drei Merkmale heranziehen: Körperform (gleichmässig walzenförmig), Sklerite (zylindrisch) und Schlundring (offenbar einfach gebaut, wie aus dem zweizipfligen Plättchen hervorgeht).

Da ähnliche Körperformen bei verschiedenen Gruppen von rezenten Holothurien vorkommen und das einzelne Schlundringelement systematisch gleichfalls unergiebig ist, wird die Klassifizierung am besten auf Grund der Sklerite vorgenommen.

Bekanntlich werden die isolierten Holothuriensklerite nach ihrer Morphologie in Arten, Gattungen und sogar Familien eingeteilt. Diese entsprechen nicht dem natürlichen System der rezenten Formen, kommen doch unterschiedliche Sklerite bei ein und derselben Art vor bzw. gleiche Sklerite bei verschiedenen Taxa (siehe FRIZZELL und EXLINE 1966, vgl. auch HESS 1974).

Die stäbchenförmigen Sklerite werden in der Familie Stichopitidae FRIZZELL und EXLINE zusammengefasst. Die Angehörigen dieser Familie wurden von PAWSON (1966, S. U645) bei verschiedenen rezenten Ordnungen untergebracht (Aspidochirotida, Dendrochirotida und Molpadiida). Nach brieflicher Mitteilung von Dr. PAWSON kann zwar die Mehrzahl der Stichopitidae bei den Aspidochirotida eingereiht werden; Gattungen wie *Stichopites* und *Rhabdotites* gehören aber eher zu den Apodida.

Einfache, kompakte Stäbchen werden der Gattung *Stichopites* DEFLANDRE-RIGAUD zugeteilt, Stäbchen mit angeschwollenen Enden der Gattung *Rhabdotites* DEFL.-RIGAUD. *Stichopites* umfasst lediglich zwei Arten, wovon nur *St. mortenseni* DEFL.-RIGAUD aus dem deutschen Lias mit unseren Skleriten vergleichbar ist. Diese Sklerite sind etwas gebogen, gegen die Enden schwach zugespitzt und 0,4–0,98 mm lang. *Rhabdotites* schliesst gleichfalls nur zwei Arten ein, beide mit Skleriten von etwa 1 mm Länge und deutlich angeschwollenen Enden. Die Sklerite von *Rh. mortenseni* DEFL.-RIGAUD sind schwach gebogen, diejenigen von *Rh. rectus* FRIZZELL und EXLINE gerade.

Die Sklerite der Holothurie von Schinznach liegen zwischen den beiden genannten Gattungen, aber näher bei *Stichopites*. Wir schlagen für sie eine eigene Gattung vor, nicht zuletzt um auf die übrigen Merkmale (Körperform, Schlundringplatte) hinzuweisen, die natürlich bei *Stichopites* nicht bekannt sind. Der Fund wird provisorisch den Apodida zugeteilt, teils wegen der Sklerite, teils wegen der Körperform (Fehlen von Ambulakralzonen, offenbar dünne Körperwand).

? Ordnung Apodida BRANDT

Familie Stichopitidae FRIZZELL und EXLINE

*Holothuriopsis* n.g.

*Derivatio nominis*: Nach einer äusserlichen Ähnlichkeit mit der rezenten Gattung *Holothuria*.

*Diagnose*: Zylindrische, gerade, an den Enden zum Teil schwach angeschwollene oder verbreiterte Sklerite von etwa 0,1 mm Länge; Körperform schlauchartig, etwa 3mal länger als breit; im Schlundring kleine, zweizipflige Plättchen.

*Typusart*: *Holothuriopsis pawsoni* n.sp.

*Holothuriopsis pawsoni* n.sp.

*Diagnose*: siehe Gattungsdiagnose (monotypische Gattung).

*Typus*: Figuren 38–41, Sammlung Hess des Naturhistorischen Museums Basel, B 258.

*Locus typicus*: Schinznach Dorf (Kt. Aargau).

*Stratum typicum*: Oberer Hauptrogenstein.

#### 4. Biostratonomie und Ökologie

Die allgemeine Situation im oberen Hauptrogenstein von Schinznach ist bereits eingehend geschildert worden (HESS 1972b). In der Tonlinse, welche die hier beschriebene Fauna geliefert hat, herrschten offenbar lokal besondere Verhältnisse. Bemerkenswert ist vor allem die im Vergleich zum übrigen Fossilinhalt einseitige Zusammensetzung der Fauna.

Die Oberseite der liegenden Bank, ein gut sortierter, mittelkörniger Oosparit, ist bereits als «*Pelanodiadema*-Schichtfläche» bezeichnet worden, enthält sie doch neben Fossildetritus häufig Gehäuse von *P. oolithicum*, die auf die Schichtfläche zementiert und mässig zerfallen sind (HESS 1972b, Tf. 17, Fig. 1, 2; Tf. 18, Fig. 3). Auch in der Tonlage ist dieser Seeigel das häufigste Fossil, wurden doch auf engem Raum über 50 Individuen gefunden. Die Gehäuse sind dabei ohne Sedimentfüllung vollständig zusammengedrückt, wobei der Kauapparat stark hervorsteht (HESS 1972b, Tf. 16, Fig. 1–3). Neben adulten Individuen kommen auch jüngere vor. *Polydiadema ambiguum* ist schon bedeutend seltener, und die übrigen Arten treten noch mehr in den Hintergrund. Bemerkenswert ist, dass die vollständigen Asteriden alle juvenil sind. Die Lamellibranchier, Bryozoen und Brachiopoden sind zu wenig häufig, um das Biotop wesentlich mitzubestimmen.

Die Tonlage zeigt eine Schichtung, wobei auch etwas gröbere, kalkige Lagen vorkommen. Die eingelagerten, meist linsenförmigen Kalkbänkchen bestehen aus einem feinkörnigen Biokalkarenit mit einem gewissen Oolithgehalt; Fossilien finden sich nur an den Aussenflächen. Einige der dickeren Bänkchen lassen rinnenförmige Füllungen mit sortiertem Fossildetritus erkennen (vgl. HESS 1974, Tf. 33), andere sind wellenförmig gebogen.

Sowohl die einseitige Faunenzusammensetzung als auch die ausnehmend gute Erhaltung sprechen für ein autochthones, an Ort und Stelle verschüttetes Vorkommen. Diese Assoziation ist somit auf gleiche Weise eingebettet worden wie die kleine Kolonie von *Pentacrinites dargniesi*, während für die übrigen Funde im Hauptrogenstein von Schinznach ein begrenzter Transport wahrscheinlich ist (HESS 1972b).

Eine von der Genese her sehr ähnliche Lagerstätte ist kürzlich von ROSENKRANZ (1971) aus dem untersten Lias Ostwürttembergs beschrieben worden. Hier ist auf der oberen Schichtfläche der Basisbank des Lias ein Bewuchs von Austern erhalten, auf welchen in einer Tonlage zahlreiche Crinoiden, Echiniden, Asteriden und Ophiuren vorkommen. Rosenkranz nahm für die Echinodermen und Austern zusammen eine autochthone Thanatozoenose an, und zwar konnten die Tiere einer raschen Verschüttung mit tonig-siltigem Material nicht entkommen, die Austern als fixosessile Organismen, die Echinodermen durch Blockierung ihres gegen Tontrübe empfindlichen Wassergefäßsystems. Die Crinoiden (*Isocrinus* [*Chladocrinus*] *pilonoti* [QU.]) zeigen wie einige Funde von *I. nicoleti* aus der Tonlinse von Schinz nach verstümmelte Arme; die von Rosenkranz angetönte Selbstamputation während der letalen Verschüttung gewinnt damit an Wahrscheinlichkeit.

Der einzige Unterschied zum württembergischen Vorkommen scheint darin zu liegen, dass hier die Tone offenbar in einem Gang sedimentiert wurden und ein leicht reduzierendes Milieu herrschte (Anwesenheit von Pyrit). Die Tone von Schinz nach wurden hingegen in gut durchlüftetem Wasser sedimentiert, und zwar offenbar in mehr als einer Schüttung, wie die Einschaltungen zeigen.

Aus der von ROSENKRANZ (1971, S. 250) angeführten Zusammenstellung über fossile Echinodermenlagerstätten gehen einige für diese Fossilgemeinschaften charakteristische Eigenschaften hervor:

1. Einbettung der Echinodermen in feinkörniges, tonhaltiges Sediment.
2. Sehr rascher Wechsel der Sedimentationsrate (plötzliche, letale Schüttungen).
3. Enge Beziehung zur liegenden Schichtfläche, was für autochthone Fauna spricht.
4. Einseitige Selektion von Echinodermen und fixosessiler Fauna.
5. Ablagerungen in Flachwasserfazies.

Die Mehrzahl dieser Eigenschaften zeichnet auch das Schinz nach er Vorkommen aus. Die relative Seltenheit von fixosessilem Benthos (Lamellibranchier, Bryozoen) ist wohl ökologisch bedingt. *P. oolithicum*, *P. ambiguum* und *Holothuriopsis pawsoni* scheinen einer Weichbodenfauna angehört zu haben, die in der ursprünglichen Siedlungsdichte überliefert wurde.

Die Tonlinse ist offenbar auf eine lokale Einsenkung im Kalksand der liegenden Bank zurückzuführen. Es ist möglich, dass dieses Substrat direkt besiedelt wurde. Die *Pelanodiadema* der Schichtfläche könnten aber auch auf bereits tonigem Boden gelebt haben, der vor den nachfolgenden Tonschüttungen grösstenteils erodiert wurde. Im Gegensatz zu den vielen übrigen Fossilfunden von Schinz nach sind nämlich diese Echiniden immer auf der Schichtfläche anzutreffen. Jedenfalls wurden die erneut angesiedelten Echinodermen durch eine stärkere Tonschüttung rasch abgetötet. Lagen von größerem Korn und höherem Kalkgehalt deuten auf Sedimentationsunterbrüche. (Auf einer solchen Kalkmergellage liegt beispielsweise die in Figur 38 abgebildete Holothurie.) Die eingeschalteten, meist nur handgrossen, in der Mitte verdickten oder verbogenen Kalklinsen sind als Füllung von Rippeln zu deuten. Einige der an der Oberfläche solcher Linsen erhaltenen Funde, so z.B. eine prächtige *Acrosalenia bradfordensis* (abgebildet in HESS 1974, Tf. 33), dürften bei einer solchen Schüttung mit eingesedimentiert worden sein. Dafür sprechen die abgebrochenen und wieder verheilten Stacheln dieses Fundes (ein Zeichen für Leben in bewegterem Wasser) und die teils unter dem Gehäuse liegende, mit größerem Fossildetritus ausgefüllte Rinne.

Es ist möglich, dass die Tone ursprünglich eine grössere horizontale Verbreitung besaßen; allerdings fanden sich die Echiniden (*Pelanodiadema*) auf verhältnismässig engem Raum (2–3 m<sup>2</sup>) und fehlten in der Zone, wo die Tonlage auskeilte.

Diese schöne Fauna verdankt ihre Entstehung einer örtlich und zeitlich begrenzten Episode im Ablagerungsraum des Hauptrogensteins. Es ist anzunehmen, dass solche Bedingungen verschiedentlich auch anderswo geherrscht haben. Dass diese Faunengemeinschaft der Flachsee nicht der späteren Aufarbeitung zum Opfer gefallen ist und in einem kleinen Steinbruch für die Bergung freigelegt werden konnte, ist allerdings einer der leider allzuseitenen Glücksfälle.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- COTTEAU, G. (1862–1867): *Paléontologie française, Terrain crétacé 7*.  
 – (1875–1880): *Paléontologie française, Terrain jurassique 10, Echinides Réguliers 1: Cidaridées et Salenidées*.  
 – (1880–1885): *Paléontologie française, Terrain jurassique 10, Echinides Réguliers 2: Diadematidées et Echinidées*.  
 DESOR, E., und DELORIOU, P. (1868–1872): *Echinologie helvétique. Echinides de la période jurassique*. Wiesbaden, Paris.  
 FELL, H. B., und PAWSON, D. L. (1966): *Echinacea*. In: R. C. MOORE: *Treatise on Invertebrate Paleontology*, pt.U, *Echinodermata 3*.  
 FRIZZELL, D. I., und EXLINE, H. (1966): *Holothuroidea – Fossil Record*. In: R. C. MOORE: *Treatise on Invertebrate Paleontology*, pt.U, *Echinodermata 3*.  
 HESS, H. (1955): *Zur Kenntnis der Crinoidenfauna des Schweizer Jura. I. Die Gattungsmerkmale von Isocrinus und Pentacrinus*. *Eclogae geol. Helv.* 48/2.  
 – (1964): *Die Ophiuren des englischen Jura*. *Eclogae geol. Helv.* 57/2.  
 – (1972a): *Chariocrinus n.gen. für Isocrinus andreae Desor aus dem unteren Hauptrogenstein (Bajocien) des Basler Juras*. *Eclogae geol. Helv.* 65/1.  
 – (1972b): *Eine Echinodermenfauna aus dem mittleren Dogger des Aargauer Juras*. *Schweiz. Paläont. Abh.* 72.  
 – (1974): *Die fossilen Echinodermen der Umgebung von Basel*. Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum Basel, Nr. 8 (im Druck).  
 LAMBERT, J. (1900): *Sur les Echinides de la faune coralligène du Vésulien de Saint-Gaultier (Indre)*. *Bull. Soc. géol. France*, 3<sup>e</sup> sér. 28, 473.  
 LAMBERT, J., und THIERY, P. (1909–1925): *Essai de nomenclature raisonnée des Echinides*. Chaumont.  
 MELVILLE, R. V., und DURHAM, J. W. (1966): *Echinoids, Skeletal Morphology*. In: R. C. MOORE: *Treatise on Invertebrate Paleontology*, pt.U, *Echinodermata 3*.  
 MORTENSEN, TH. (1935): *A Monograph of the Echinoidea. Bd. 2: Bothriocidaroida, Melonechinoidea, Lepidocentroida, and Stirodonta*. Kopenhagen.  
 – (1937): *Some Echinoderm Remains from the Jurassic of Württemberg*. *Det. Kgl. Dansk. Vidensk. Selskab. Biol. Medd.* 13/10.  
 NICHOLS, D. (1969): *Echinoderms, 4 A*. Hutchinson University Library (London).  
 ROSENKRANZ, D. (1971): *Zur Sedimentologie und Ökologie von Echinodermen-Lagerstätten*. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 138/2.  
 SCHLIPPE, O. (1888): *Die Fauna des Bathonien im Oberrheinischen Tieflande*. *Abh. geol. Spezkarte Els.-Lothr.* 4/4.  
 SEILACHER, A. (1961): *Holothurien im Hunsrückschiefer (Unter-Devon)*. *Notizbl. Hess. Landesanst. Bodenforsch.* Wiesbaden 89.  
 WRIGHT, TH. (1855–1860): *A Monograph on the British Fossil Echinodermata from the Oolitic Formations*. Bd. 1.



