

Wenig beachtete Echinodermaten-Skelettelemente aus der alpinen Trias⁺)

von D.A. Donofrio und H. Mostler

Zusammenfassung

Aus der alpinen Trias werden erstmals sichere Asteridenskelettelemente beschrieben; sie stammen alle aus der höheren Obertrias. Die aus dem Karn gemeldeten Asteriden-Hartteile bedürfen noch einer Überprüfung.

Die ältesten Pluteus-Larven stammen, wie die beiden Autoren nachweisen konnten, aus der Mitteltrias. Eine genaue Analyse der Pluteen-Hartteile ergab, daß es sich hiebei um Ophiopluteen handelt. Neben den larvalen Ophiuren-Hartteilen werden aus der Trias sehr charakteristische Ophiuren-Lateralschilder beschrieben, die ausschließlich im höheren Nor (suessi-Zone) auftreten. Aufgrund der so auffallenden und einmaligen Ausbildung der Lateralia wurden eine neue Gattung und eine Art (*Ophioflabellum hessii*), aufgestellt.

Eine Zusammenstellung über die so häufig auftretenden und bisher nicht beachteten Kalkrosetten aus der Saugscheibe der Ambulacralfüßchen von Seigeln stammend, beschließt diese Studie.

⁺) Diese Arbeit wurde vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich unterstützt.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Donato Antonio Donofrio, Institut für Geologie und Paläontologie, Universitätsstraße 4, A-6020 Innsbruck;
Univ.-Prof. Dr. Helfried Mostler, Institut für Geologie und Paläontologie, Universitätsstraße 4, A-6020 Innsbruck.

Summary

Solitary ossicles of asteroids are described for the first time from the alpine Triassic. All of them are only found in higher Triassic sediments. Ossicles probably belonging to asteroids from Carnian limestones must be examined.

The oldest pluteus larva were found in the alpine middle Triassic for the first time by the authors. An exact analysis of the pluteus skeletal rods showed, that they all belong to ophioplutei. Beside the larval ophiuroids characteristic lateral arm shields from the Triassic are described, which appear only in the higher Norian (suessi-zone). At the reason of the extraordinary morphology one new genus and one species (*Ophioflabellum hessi*) were established.

A list of the numerously appearing and until now not considered calcareous rosettes from the disc of the ambulacral tube feet of regular echinoids terminates this lecture.

1. Einleitung

In den aus triadischen Karbonatgesteinen durch Essigsäureauflösung gewonnenen Rückständen sind Skelett-Teile von Echinodermaten nahezu stets nachweisbar, nur kann ihr Anteil von Probe zu Probe stark schwanken. In einer reichen Probe, und hier soll gleich vermerkt werden, daß über 50% aller bisher untersuchten Proben reich an Echinodermaten sind, finden sich fast alle Skelettelemente von Crinoiden (speziell pelagische Crinoiden), von Echiniden, Ophiuren und Holothurien. Für Hartteile von Asteriden gab es nur spärliche Hinweise, die zunächst einer kritischen Überprüfung nicht standhielten. Mittlerweile ist es aber den Autoren gelungen, gesicherte Asteriden-Skelettelemente nachzuweisen. Trotz der anfänglichen Erfolge blieb die Zahl dieser so gering, daß wir uns nach wie vor fragen müssen, auf welche Ursachen diese Gegebenheit zurückzuführen sei. Eine Unzahl von Fragen drängt sich auf, und keine kann bisher befriedigend beantwortet werden. Im Mittelpunkt des Fragenkomplexes stehen die Fragen, inwieweit die harte Konkurrenz zwischen Crinoiden, Echiniden, Ophiuren und Holothurien ein Aufkommen der Asteriden nicht zuläßt bzw. ob es möglicherweise eine Nichtüberlieferbarkeit der Asteriden-Skelettelemente gibt.

Abgesehen von den Asteriden-Skelettelementen sollen erstmals aus der Trias Pluteen vorgestellt werden, die gleichzeitig auch die ältesten bisher fossil überlieferten darstellen. Auch hier sind es analoge Fragen wie zuvor, die einer Lösung harren, denn zur Zeit ist es noch völlig offen, warum nur Ophiopluteus nachweisbar ist, und von den Echiniden, deren Skelettelemente ebenso häufig auftreten wie die der Ophiuren, die Skelette des Larvalstadiums nicht erhalten sind. Jedenfalls treten die ersten Pluteen innerhalb der alpinen Trias ab der Mitteltrias (Oberanis) auf. In den an Ophiuren sehr reichen Sedimenten des Oberperms von Iran konnten z.B. trotz intensiven Suchens keine Spuren von Ophiurenlarven gefunden werden.

Groß ist die Zahl und Variabilität der Saugscheibenelemente (Rosetten) von Echiniden, die ebenfalls erstmals innerhalb triadischer Ablagerungen gefunden wurden; die bisher ältesten stammten aus dem Malm (MORTENSEN, 1937: Taf. 1, Fig. 6). Die recht unterschiedliche Bauart der einzelnen Rosettenplatten ließ zunächst an eine stratigraphische Verwertbarkeit denken, mußte aber nach einer systematischen Durchmusterung des reichen Mittel- und Obertrias-Materials fallengelassen werden.

Während die bisher genannten Hartteile von Echinodermaten mehr von allgemein paläontologischem Interesse sind, sind die erstmals vorgestellten ausgefallenen Ophiurenlateralia von stratigraphischer Bedeutung. Nachdem fast alle Echinodermaten-Skelettelemente völlig isoliert aus den Karbonatgesteinen herausgelöst wurden, und innerhalb dieser Gesteine kaum eine Möglichkeit eines Fundes von voll erhaltenen Ophiuren besteht, wurde versucht, eventuell zusammengehörende Skelettelemente, die z.B. am Aufbau eines Armabschnittes beteiligt sind, zusammenzustellen.

2. Asteriden

Im Gegensatz zu den in der alpinen Trias sehr häufig bis massenhaft auftretenden Skelettelementen von Crinoiden, Echiniden, Ophiuren und Holothurien, stellen solche der Asteriden eine ausgesprochene Seltenheit dar. So verweist MOSTLER (1972: 723) auf spärliche Funde von Aktinalia, aus karnischen Flachwasserkalken stammend, die vom selben Autor (MOSTLER, 1977) wieder in Frage gestellt wurden. Die von KRISTAN-TOLLMANN (1976: 145, Abb. 65) unter dem Namen *Nodulanx multinodosa* abgebildeten Skelettelemente sind nach Ansicht der Autoren möglicherweise den Asteriden zuordenbar; sollte diese Vermutung zutreffen, hätte man ab dem Cordevol mit Asteriden innerhalb der alpinen Trias zu rechnen.

Abb.1

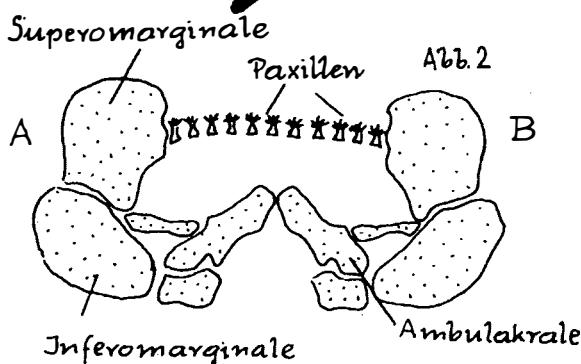
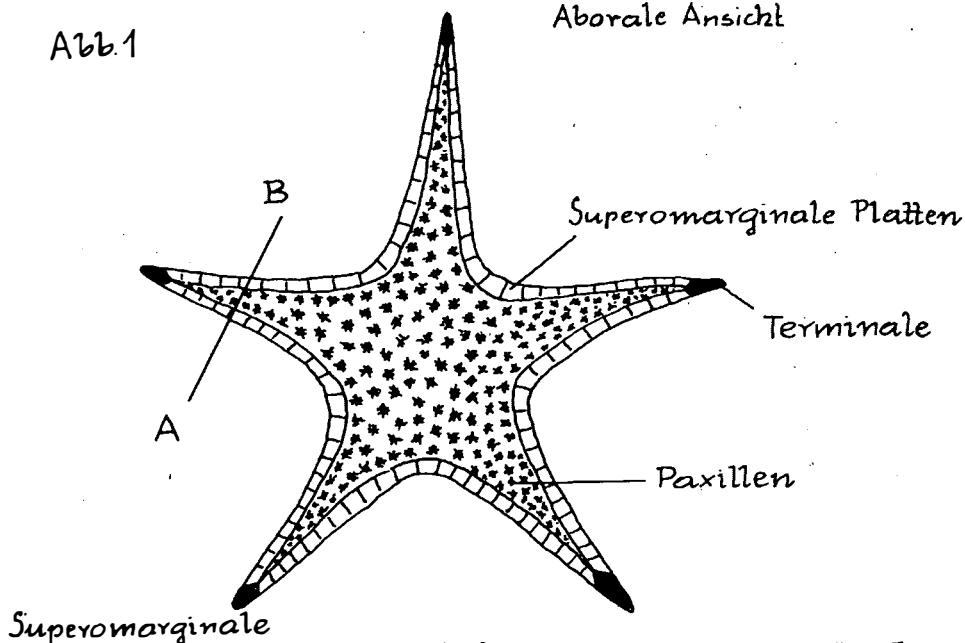
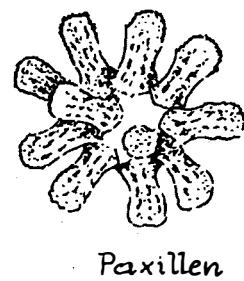


Abb.2

Abb.3



Erst im Zuge sehr detaillierter mikrofaunistischer Untersuchungen von Kössener und Zlambachschichten gelang es, sichere, auf Asteriden zurückgehende, stets isolierte Skelettelemente nachzuweisen. Sie stammen ohne Ausnahme aus dem höheren Abschnitt der suessi-Zone bzw. aus der marshi-Zone (Obernör/Rhät). Nachgewiesen werden konnten nur Ambulacralia, Terminalia und Paxillen bzw. Paxillenstile. Um dem weniger mit dem Bau der Echinodermaten vertrauten Leser die Lage der hier kurz zu besprechenden Skelett-Teile eines Seesternes zu vermitteln, wurden die Oberseite eines Seesternes (Abb. 1) und der Querschnitt durch einen Seesternarm (Abb. 2) schematisch dargestellt. Es fällt sofort auf, daß im Gegensatz zu den Terminalia (nur ein Skelettelement pro Arm) von den vielen an einem Seestern entwickelten Randplatten (Marginalia) bisher kein einziges sicher dazu zu stellendes Bauelement gefunden werden konnte, das von der Größe und Kompaktheit her fossil auf jeden Fall überliefert sein sollte. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß die aus der Obertrias stammenden Asteriden über die ganze Aboralseite mit Paxillen besetzt waren, d.h. daß die Marginalia völlig zurückgetreten sind oder nur mehr rudimentär vorlagen, und damit als solche nicht mehr erkennbar sind. Die hier aufgeworfene Problematik führt uns zunächst zu systematischen Fragen.

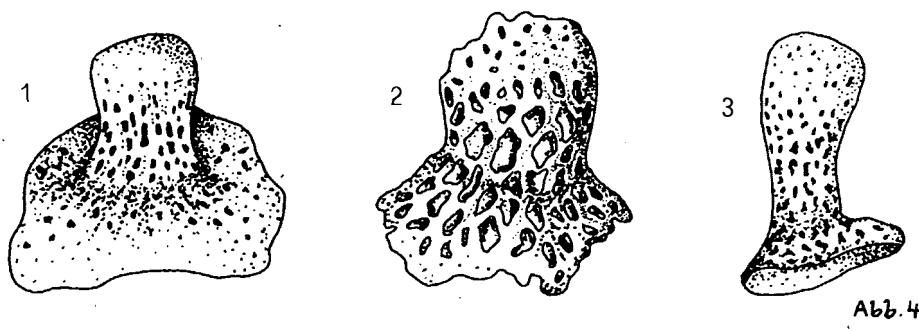


Abb. 4

Von den in vier Ordnungen zerfallenden Asteriden dürften die Platyasterida und die Hemizonida bei den in der Trias zu betrachtenden Formen wohl auszuschließen sein, da ihre letzten Vertreter im Unterdevon, z.T. im Unterkarbon erloschen. Somit verbleiben die Phanerozonida und Cryptozonida, von welchen die ersten durch stark hervortretende Marginalia auffallen, die bei letzteren nicht mehr oder nur mehr rudimentär entwickelt sind, und somit kaum von den übrigen Skelettelementen der Ober- und Unterseite zu unterscheiden sind. Infolge des Auftretens von Paxillen ist es die Unterordnung Paxillosa, die uns zunächst zu interessieren hat, da deren Körperscheibe bzw. die Arme mit Paxillen bedeckt sind. Innerhalb der Familie Asteropectinidae sind die wichtigsten von uns unterschiedenen Paxillosa erfaßt. Kennzeichnend sind neben der Anwesenheit von Paxillen vollkommen ausgebildete Randplatten. Sehen wir uns in der betrachteten germanischen Trias nach Asteriden um, so sind es dort im Muschel-

kalk auch Formen, die der Ordnung Phanerozonida (nicht den Astropectinidae zugehörig, sondern eigene Familie) angehören. Die dort unter der Gattung *Trichasteropsis* geführten Seesterne haben sehr große, spezifisch entwickelte Marginalia, die man im unlöslichen Rückstand sofort erkennen müßte. Den mit rudimentären Marginalia versehenen Asteriden (Cryptozonida) fehlen dagegen echte Paxillen; es sind meist nur kleine, mit Stacheln besetzte Plättchen entwickelt. Asteriden, die dieser Ordnung zugehören, wurden bislang in der Trias nicht nachgewiesen.

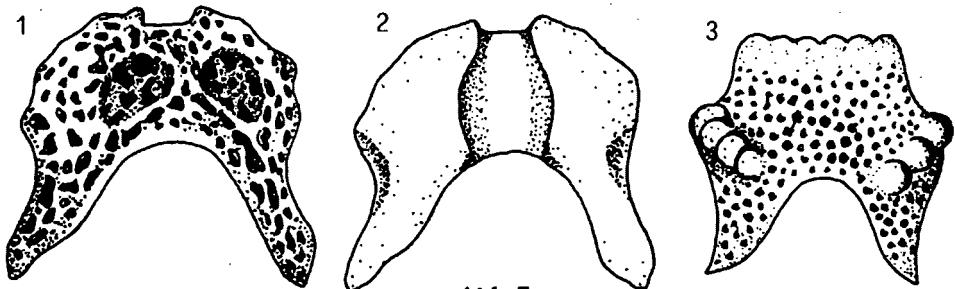


Abb. 5

Mit diesen Betrachtungen ist die Frage nach dem Verbleib der auffallenden Randplatten noch immer offen. Die Untersuchung der Grobfraktion (es wurde die Möglichkeit, daß die Platten in einer größeren Kornfraktion auftreten, in Erwägung gezogen) erbrachte auch kein Ergebnis, sodaß man im Falle von sehr großen Platten an eine Frachtsonderung dachte. Untersuchungen an ruditischen Kalkgesteinen obertriadischen Alters, in welchen große Seeigelplatten erhalten sind, erbrachten auch keine Spur von Asteridenplatten. Man wäre all diesen Fragen nicht nachgegangen, hätte man auf der einen Seite aus jurassischen Karbonatrückständen nicht alle Skelettelemente der Asteriden gefunden, auf der anderen Seite ähnliche Probleme bei den Pluteen, wo z.B. nur Ophiopluteen bekannt geworden sind, Echinopluteen dagegen durchwegs fehlen.

Von den bisher gefundenen, in Calciterhaltung vorliegenden Asteridelementen sollen als erste die Paxillen (Abb. 3) besprochen werden bzw. die drei Arten von vorliegenden Paxillenstielen behandelt werden.

- 1) Breit auslandende Grundplatte mit massivem, eher gedrungenem Stiel (Abb. 4, Fig. 1).
- 2) Asymmetrische, schmale Grundplatte mit hohem Stiel (Abb. 4, Fig. 3).
- 3) Keine eigentliche Grundplatte entwickelt; der massive, mit grober Außenskulptur versehene Stiel ist unten etwas aufgeblättert (Abb. 4, Fig. 2).

Von den Terminalia gelang es bisher, nur einen Typ nachzuweisen (siehe Abb. 5). Die Terminalplatten sind durch ihre stark gegliederte Oberflächenbeschaffenheit an der Aboralseite besonders auffallend (eine ausführliche Beschreibung dieser folgt zusammen

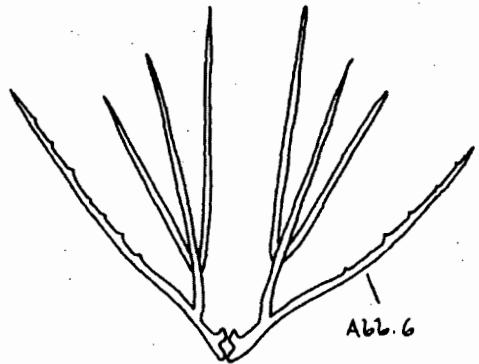
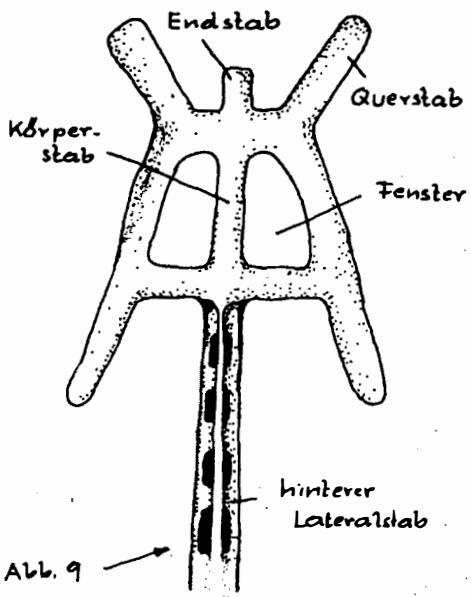
mit den aus jurassischen Proben neuentdeckten Terminalia. Ähnliche Terminalia hat MORTENSEN (1937: Taf. 1, Fig. 5) aus dem deutschen Jura (Lias Alpha) beschrieben; siehe dazu Abb. 5, Fig. 3.

Die wenigen, bis jetzt aus der Obertrias vorliegenden Ambulacralia (Taf. 1, Fig. 4) sind in den meisten Fällen angelöst, wodurch wir von einer Beschreibung im Sinne von A.H. MÜLLER (1953: 4-6) Abstand genommen haben.

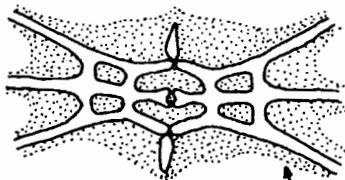
3. Ophiuren

Während das Larvalstadium der Asteriden und Holothurien infolge Fehlens von Hartteilen fossil nicht überlieferbar ist, hat man bei den Echiniden und Ophiuren die Chance, Hartteile der Larven in den Lösungsrückständen bei der mikropaläontologischen Untersuchung zu finden. Die Ophiuren gehen aus der Umwandlung von Ophiopluteen, die Echiniden aus der der Echinopluteen hervor (siehe Abb. 6 und 7). Nach MORTENSEN (1931) unterscheiden sich Ophio- und Echinopluteus in ihrem Skelettaufbau und in ihren Fortsätzen. Das Skelett von Ophiopluteus setzt sich aus zwei symmetrischen Hälften zusammen. Der hintere Lateralfortsatz ist nach vorne gerichtet und immer am stärksten entwickelt (Abb. 8, 9 und 10). Der Echinopluteus dagegen setzt sich aus vier paarigen und einem oder auch zwei unpaarigen Elementen zusammen (siehe Abb. 6). Nach HYMAN (1955: 491) soll die Form der Skelettstäbe bei jeder Art anders sein, d.h. sie können einfach gebaut sein oder dornig, gefenstert oder mit keulenförmig verdickten dornigen Enden; auch sind Verzweigungen der Stäbe nicht selten zu beobachten. Gegenüber dem Ophiopluteus fehlt der hintere Lateralfortsatz oder er ist schräg nach hinten oder gerade nach der Seite gerichtet. Die aus den triadischen Karbonatgesteinen isolierten Pluteen-Skelettelemente gehören zweifelsohne zu den Ophiopluteen (siehe Abb. 11 bzw. Taf. 2 und Taf. 4).

Auffallend ist zunächst, daß sich die seit dem Oberanis auftretenden Pluteen nicht oder nur wenig voneinander unterscheiden. Bei einer mikroskopischen Betrachtung hat man den Eindruck, daß der hintere Lateralstab massiv ausgebildet sei. So wurden z.B. auch von D. GHEORGHIAN, 1976, die aus dem Nor der Apusener Berge stammenden Ophiopluteen mit einem massiven hinteren Lateralstab dargestellt, und dem Problematikum *Uvanogelia incurvata* KOZUR & MOSTLER, 1972 folgend beschrieben (siehe dazu auch Abb. 12, Fig. 9 und 10). Erst die elektronenmikroskopischen Aufnahmen zeigten, daß alle als Gitterstäbe angelegt wurden und z.T. erst im Zuge diagenetischer Prozesse sekundär verschlossen wurden; in vielen Fällen ist der Gitterbau so fein, daß er erst bei starker Vergrößerung sichtbar wird. Der Gitterstab ist also sofort angelegt, und zwar mit Beginn des Wachstums des hinteren Lateralstabes. Eigentlich sind es ja drei parallele Stäbe, die durch Querstäbe zum Gitterstab werden. Der hintere, stets gegitterte Lateralstab ist einmal stärker, einmal schwächer gebogen, selten gerade gestreckt verlaufend. Durch die sekundäre Umkristal-



Kalkskelett eines Ophiopluteus



von oben gesehen Abb. 10

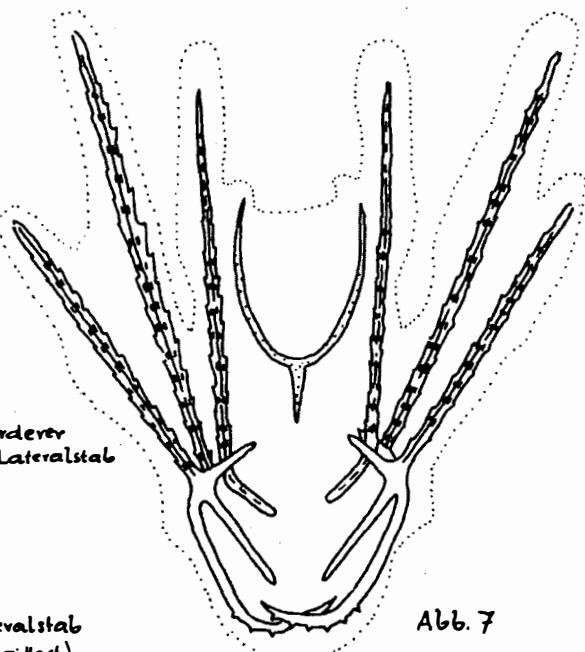
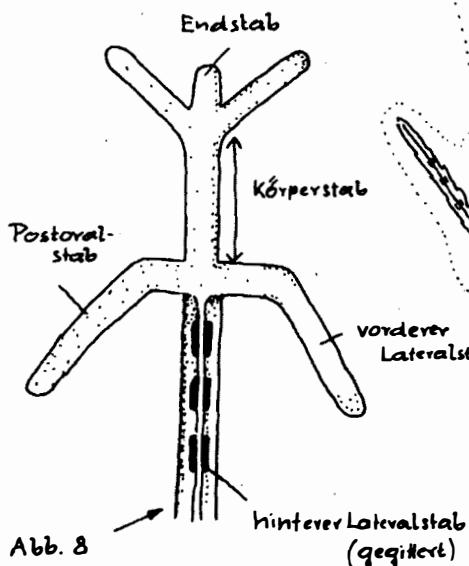


Abb. 7

lisation wirkt er sehr massiv und ist auch stets sehr lang. Der Querschnitt ist immer dreieckig (siehe Taf. 2, Fig. 7) Außen sind die Gitterstäbe ohne Bedornung angelegt, d.h. also glatt verlaufend; die angedeuteten dornigen Fortsätze, die bei starker Vergrößerung sichtbar werden, sind auf Anlösungsformen der Calcitkristalle zurückzuführen. Da die Porengröße (Gittergröße) der Gitterstäbe in einem sehr engen Bereich schwankt, glauben wir, daß die vielen in den Lösungsrückständen auftretenden gegitterten Stabelemente infolge der weit größeren Gitterung eindeutig als Ophiurenstachelbruchstücke zu betrachten sind, und somit sich leicht von den hinteren Lateralstäben der Ophiopluteen abtrennen lassen.

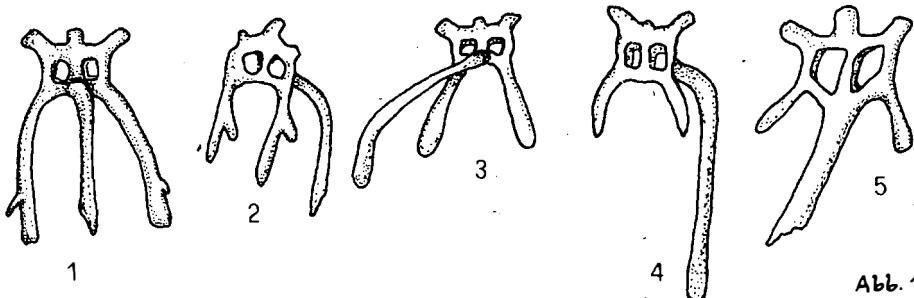


Abb. 11

Die durch Anlage von zwei parallel zum Körperstab verlaufenden Stäbe entstandenen "Fenster" sind meistens rechteckig, seltener quadratisch entwickelt; die langen Kanten sind daher in den meisten Fällen parallel mit dem Körperstab orientiert, in selteneren Fällen können sie auch quer zum Körperstab orientiert sein. Nach LUDWIG (1896: 856) sind für die Bestimmung der Artmerkmale die Höcker und Auswüchse auf den Querstäben entscheidend. Auch hier sind die Unterschiede nicht wesentlich. Bei der Kleinheit der Elemente, die leicht durch diagenetische Prozesse verändert werden, ist es sehr schwer, ihre ursprüngliche Form zu rekonstruieren (siehe Abb. 12). Daher sind die Verfasser der Ansicht, daß eine artliche Aufgliederung der Ophiopluteen nicht vorgenommen worden sollte. Solange man die aus den Pluteen entstehenden Ophiurenarten nicht kennt, bedient man sich auch in der Zoologie bei den Pluteen der binären Nomenklatur und führt den Namen für das Pluteus-Stadium erst ein, wenn die daraus entstehende Ophiurenart bekannt wird. Die ist für fossile Formen nicht möglich, weil man die Metamorphose der Larve zum juvenilen Ophiuren nicht beobachten kann. Da Artmerkmale der Ophiopluteen nicht gut erfassbar sind (wie oben bereits erwähnt), sollte man die aus der Trias stammenden Ophiopluteen unter dem von KOZUR & MOSTLER, 1972 gegebenen Namen *Uvanogelia incurvata* weiterführen. KOZUR & MOSTLER (1972: 1002) haben in dem unter *Uvanogelia incurvata* beschriebenen Problematischen embryonale Skelettelemente von Echiniden vermutet.'

Die von DEFLANDRE-RIGAUD (1946: Fig. 3-5) dargestellten Ophiopluteen sind den triassischen sehr ähnlich (siehe Abb. 12, Fig-

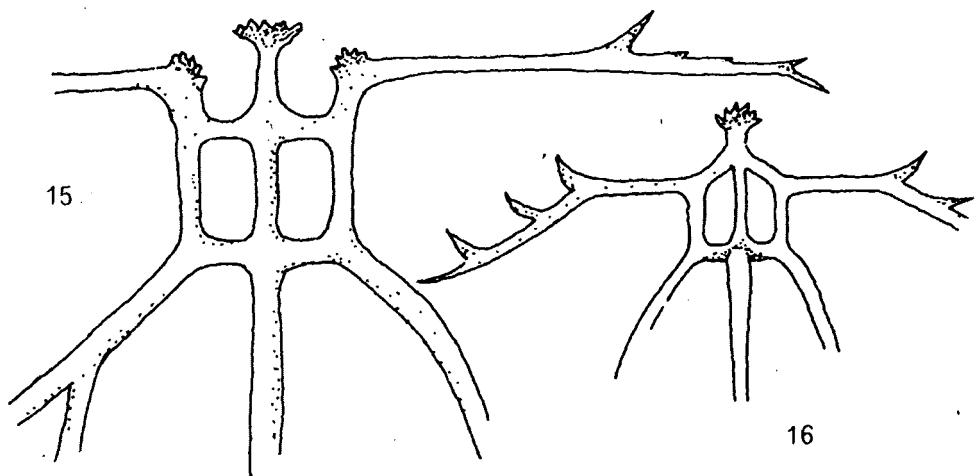
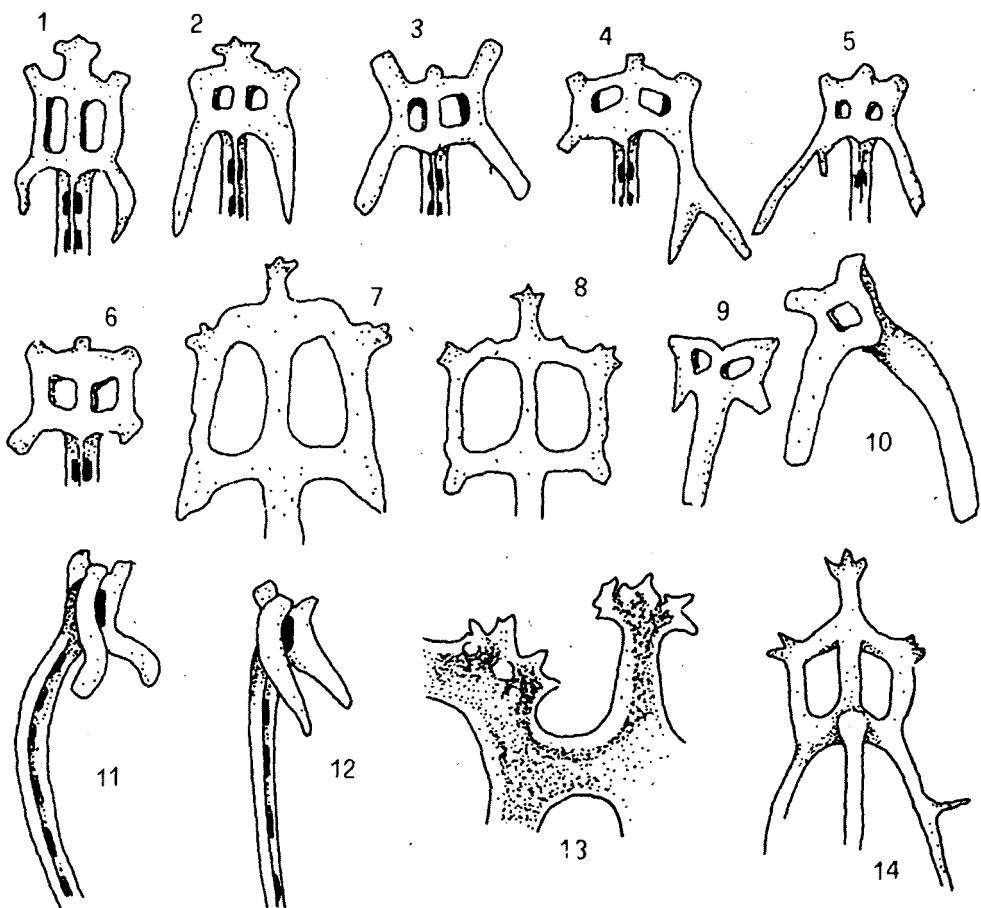
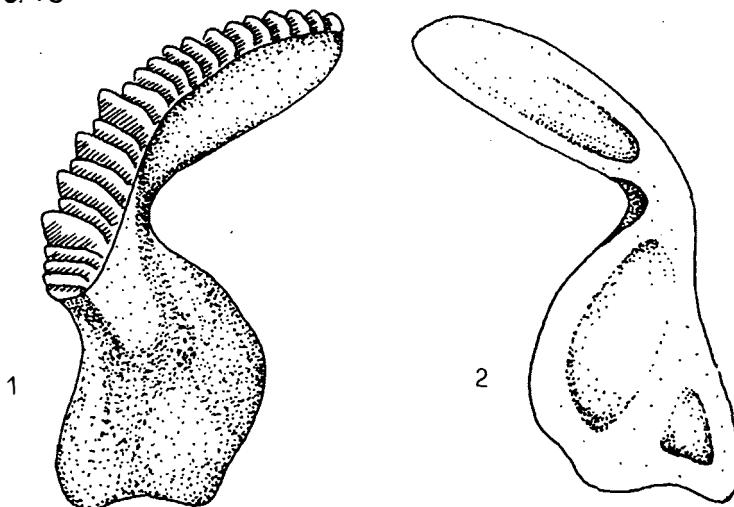


Abb. 12

7-8), unterscheiden sich aber in der Ausbildung der Querstäbe bzw. der Verzierung der Querstäbe. RÖGL & BOLLI (1973: Taf. 18, Fig. 3-13) haben Pluteen aus dem Pleistozän und Holozän abgebildet, die im Grundbau völlig analog entwickelt sind, wie die aus der Trias oder aus dem Oberjura, nur daß sie z.T. sehr stark verlängerte Querstäbe mit einer Reihe von kleineren und größeren Fortsätzen aufweisen (Abb. 12, Fig. 15, 16); andere wiederum haben keine eigentlichen Querstäbe entwickelt, sondern in jener Position, in welcher die Querstäbe gewöhnlich ansetzen, erheben sich zwei oder drei dornenartige Gebilde (Abb. 12, Fig. 14). Abmessungen der Poren beiderseits des Körperstabes ("Fenster") von Larven-Skeletten sowohl aus der Trias, aus dem Jura, als auch von pleisto- und holozänen Pluteen stimmen bestens überein; die Fenstergröße schwankt zwischen 0,025 und 0,04 mm. Auch Vergleiche der Porengröße von den gegitterten hinteren Lateralstäben erbrachten beste Übereinstimmung (0,006 bis 0,008 mm). Der Vergleich betrifft hier aber nur triadisches und jurassisches Material, da die pleisto- und holozänen Lateralstäbe, die RÖGL & BOLLI abbildeten, nicht gegittert sind.

Abb. 13



Aus den hier vorgebrachten Betrachtungen sind die von DEFLANDRE-RIGAUD 1946 beschriebenen Pluteen nicht zu den Echinopluteen, sondern zu den Ophiopluteen zu stellen; dasselbe trifft auch für die aus dem Pleistozän und Holozän gemeldeten (siehe RÖGL & BOLLI) zu, die ebenfalls von DEFLANDRE-RIGAUD als Echinopluteen beschrieben wurden.

Während den hier behandelten Ophiopluteen keine stratigraphische Bedeutung innerhalb der Trias zukommt, sind die im folgen-

den diskutierten, sehr auffallenden Lateralia von Ophiuren stratigraphisch sehr gut verwertbar; sie treten nur im Obernor auf und sind aufgrund ihrer charakteristischen Ausbildung sehr leicht erkennbar (siehe Abb. 13 bzw. Taf. 1, Fig. 6, 9-10). Typisch für sie sind Stachelansatzstellen, die sich über die gesamte distale Seite bzw. zur Hälfte auch noch proximalwärts über die dorsale Seite erstrecken. Die starke Ausbuchtung auf der Ventralseite markiert sehr deutlich das Vorhandensein einer Tentakelpore, die möglicherweise durch eine oder mehrere Tentakelschuppen verschlossen war. Da nach HESS (1962: 600) die Lateralalschilder taxonomisch am wertvollsten sind, wird infolge des so auffälligen Bautypus dieser, und vor allem aufgrund der sehr charakteristischen Merkmale, die eine genügende Konstanz aufweisen, eine artliche Bestimmung vorgenommen. Die morphologisch so eigenständige Form, die mit keinen der bisher beschriebenen Lateralia übereinstimmt, rechtfertigt auch die Aufstellung einer Gattung (siehe dazu HESS, 1962: 603).

Ophioflabellum n. gen.

Derivatio nominis: Nach dem fächerförmigen Bau der Stachelansatzstellen benannt (flabellum = Fächer).

Generotypus: *Ophioflabellum hessi* n. sp.

Diagnose: In der Längsachse stark gestreckte Lateralalschilder mit kompliziertem Umriß. Der ventrale Teil des Schildes ist stark abgewinkelt bzw. seitlich komprimiert und trägt dorsal quer über den Schild verlaufend, eine Fächerreihe, die zur Aufnahme der Armstacheln dient. Der proximale Abschnitt ist wesentlich breiter als der distale und ist außen deutlich skulpturiert. Weitere Skelettelemente fehlen.

Ophioflabellum hessi n. gen. n. sp.

(Taf. 1, Fig. 6, 8, 9; Abb. 13)

Derivatio nominis: Zu Ehren von Herrn Dr. Hans HESS, Basel, dem wir die Beschreibung der meisten aus Europa stammenden fossilen Ophiuren verdanken.

Holotypus: Das auf Taf. 1, Fig. 6 abgebildete Lateralalschild.

Locus typicus: Hallstätter Kalke von Hernstein, Niederösterreich.

Stratum typicum: Graue Hallstätter Kalke von Hernstein obertriadischen Alters.

Diagnose: Siehe Gattungsdiagnose.

Beschreibung: Die Außenfläche der Lateralalschilder ist rauh und porös fein gekörnelt mit rundovalen Grübchen. Im proximalen Bereich ist Skulptur etwas größer entwickelt. Während der distale Bereich sehr schmal gebaut ist, verbreitert sich der proximale Abschnitt unmittelbar nach dem scharfen Knick,

der die Lage der Tentakelpore anzeigen, relativ stark. Deutlich ist ein Fächer zur Aufnahme der Armstacheln gegen den proximalen Teil abgesetzt; am Proximalrand allerdings wiederum fast auf dieselbe Höhe steigend (also dorsalwärts) hochgewölbt.

Durch das Abwinkeln des distalen Teiles nach innen ist man geneigt, nur den äußersten, sich stark verschmälernden Bereich als distales Ende des Lateralschildes zu sehen. Wäre die Abwinkelung, verbunden mit einer schwachen Torsion, nicht gegeben, würde man sofort erkennen, daß die für die Stachelaufnahme entwickelte Fächer-Reihe quer über die Außenfläche zieht. Gerade durch diese Abwinkelung kommt es zu einer starken Einengung des distalen Schildbereiches. Auf der Innenseite ist dort nur eine schmale Rinne erkennbar (Abb. 13), die im Bereich des markanten Ausschnittes der Tentakelpore endet. Die Fächer, die zur Aufnahme der Stacheln dienen, sind im distalen Bereich am kleinsten und nehmen dorsal allmählich an Größe zu. Im Bereich, wo es zur stärksten Abbiegung kommt, treten ganz abrupt 4-6 große Lamellen auf, die sich gegen das proximale Ende hin sehr rasch verjüngen. Die Innenseite des proximalen Bereiches ist zweigegliedert, und zwar kann man dorsal eine schwache Rinne, ventral eine kleine Vertiefung beobachten (siehe Abb. 13, Fig. 2).

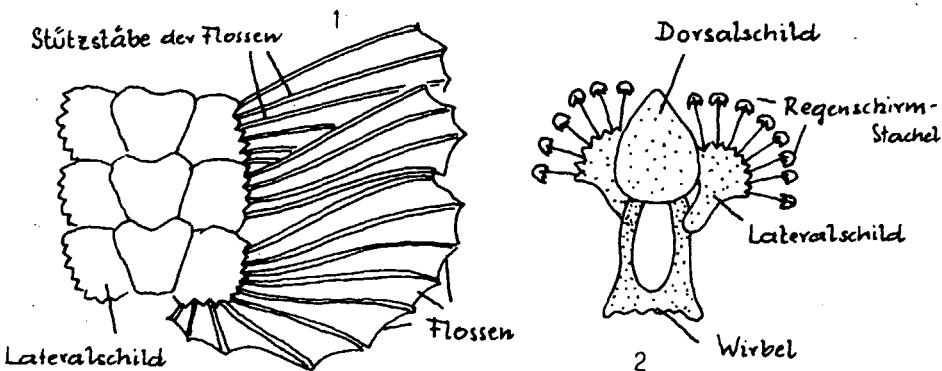


Abb. 14

Stratigraphische Bedeutung: Bisher nur aus dem Obernor (suessi-Zone) bekannt.

Bemerkungen: Die Fächerung des Lateralschildes gibt zu denken, da ja die Stacheln der Ophiuren fast ohne Ausnahme auf kleinen Höckern aufsetzen. Es gäbe aber einmal die Möglichkeit, daß es sich um flossenartige Stacheln gehandelt haben könnte (siehe Abb. 14, Fig. 1), oder aber, was viel wahrscheinlicher ist, daß es sich um Regenschirmstacheln handelt, wie sie z.B. bei *Ophiohelius umbella* LYM. entwickelt sind (Abb. 14, Fig. 2). Gerade bei den Exemplaren mit flossenartigen Stacheln treten auch noch andere Stacheln am Lateralschild auf, die durch höckerartige Ansatzstellen charakterisiert sind.

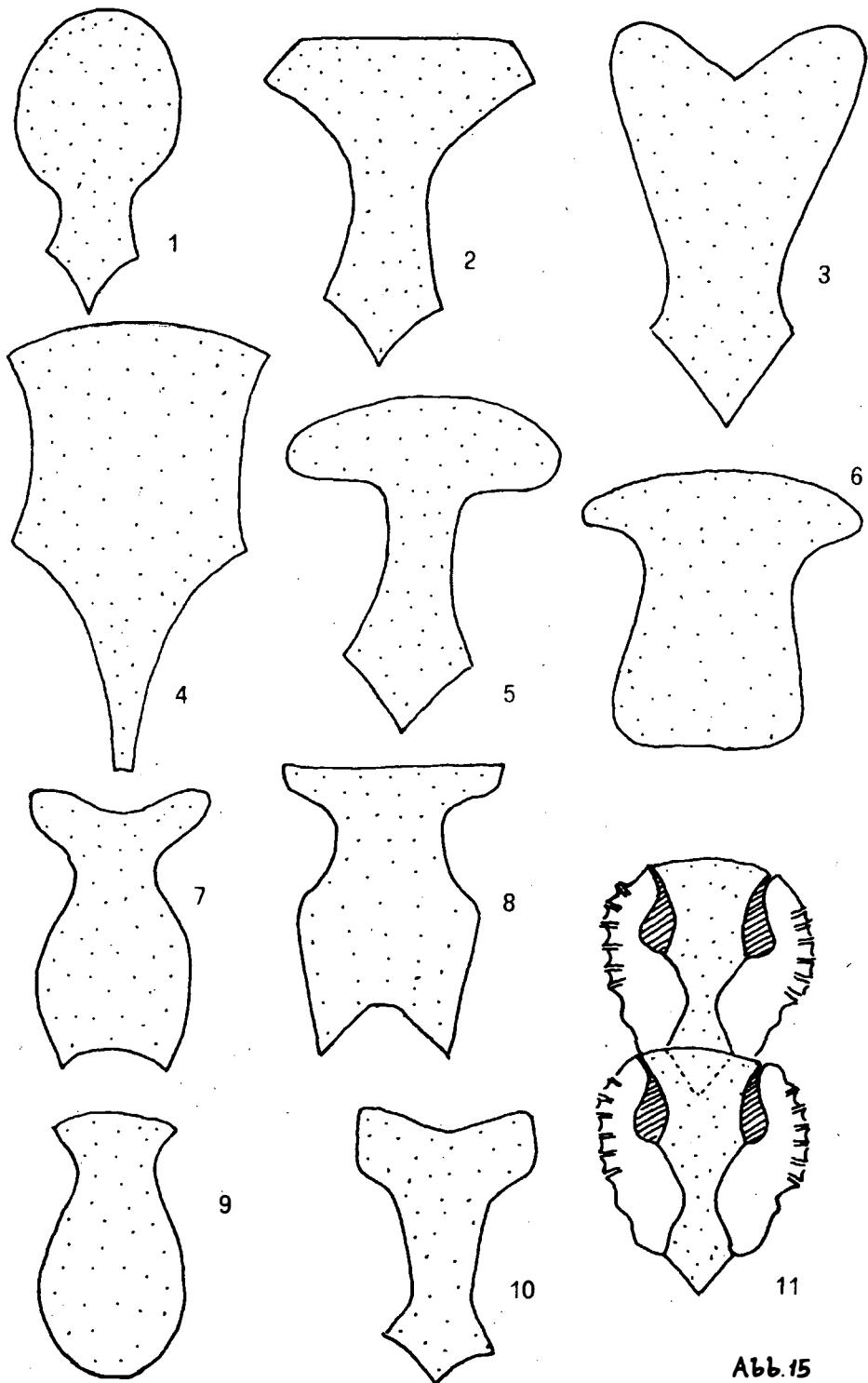


Abb. 15

Solche konnten aber beiden triadischen Lateralia nicht gefunden werden.

Nachdem in den obernörischen Kalken eine Unmenge von Ophiuren-Skelettelementen aus den unlöslichen Rückständen gewonnen werden konnte, ist es nur zu natürlich, weitere, dieser eben beschriebenen Art zuordenbare Skelettelemente zu finden. So konnte z.B. bei dem Versuch, dazugehörige Ventralschilder ausfindig zu machen, keine befriedigende Lösung gefunden werden (siehe Abb. 15). Dies scheint den Verfassern schon deshalb schwierig, weil die Ventralschilder entweder von den Lateralia umschlossen werden, oder auf derselben Ebene an die Ventralia anschließen, z.T. auch unter Aussparung der Tentakelporen.

Bei den in Fig. 5 und 7 auf Taf. 1 dargestellten Platten dürfte es sich möglicherweise um Ophiurenlateralia ganz besonderer Bauart handeln; auch diese treten nur im Obernor auf. Da ihre systematische Zugehörigkeit noch völlig offen steht, wurde von einer Gattungs- bzw. Artzuordnung Abstand genommen.

4. Echiniden

Abgesehen von den Sphäridien wurden innerhalb der Trias alle Skelettelemente der Seeigel gefunden. Obwohl Rosetten, d.h. Skelettelemente der Saugscheibe, am Ende der Ambulacralfüßchen häufig auftreten, wurden sie bisher in triadischen Ablagerungen nicht beachtet. Die bisher ältesten Rosettenplatten sind aus dem Oberjura durch MORTENSEN 1937 bekannt geworden. DONOFRIO 1975 hat erstmals auf Rosettenplatten innerhalb der Trias hingewiesen. Aus der beigegebenen Zusammenstellung (Tabelle 1) über Echiniden-Skelettelemente aus der alpinen Trias kann man ablesen, daß die bisher ältesten nachgewiesenen Rosetten aus dem unteren Ladin stammen. Abgesehen von der unterschiedlichen Gestalt der Platten ist die Anzahl der Zähnchen am Außenrand interessant; im Unter-Mittelnor weisen die meisten Platten fünf Zähnchen auf, im Obernor dagegen nur vier (Tabelle 2).

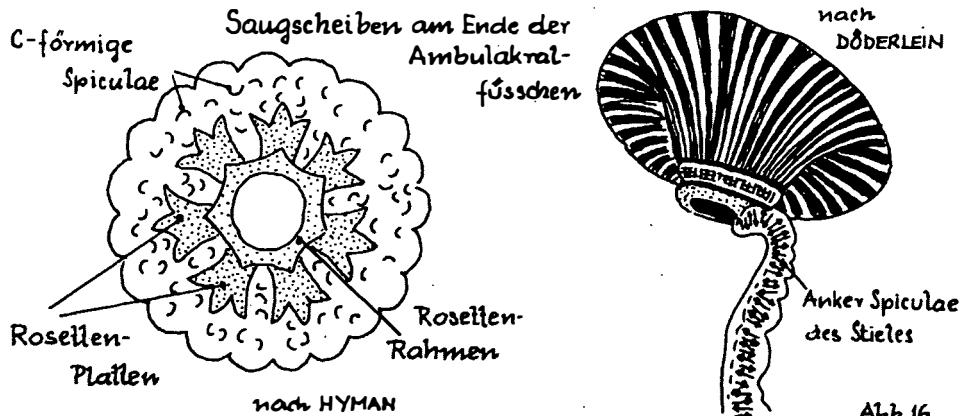


Abb. 16

Tabelle 1: Echiniden-Elemente (Hallstätter Fazies)

PERM	O.Perm	SKYTH	ANIS	LADIN	KAM	JURA	Rhät	R	A	IA	AP	S	P	PS	SP	LATERNE		
								r	b	p	z							
						X					X	X	X	X		X	X	X X
					X	X					X	X						X
			Sevat		X	X	X				X				X	X	X X	X X
			Alaun		X						X	X	X			X	X	X X
			Lac		X						X							
			Tuval		X	X	X				X	X	X	X			X	X
			Jul		X													
			Corde-vol								X	X			X			
			Lango-bard		X					X	X	X	X					
			Fassan		X						X							
			Illyr			X			X	X		X	X					
			Pelson															
			Hydasp															
			Campill															
			Seis															
					X	X					X	X				X		X

R = Rosetten; A = Ambulacralsplatten; IA = Interambulacralsplatten; AP = Apikalschildplatten; S = Stacheln; P = Pedicellarien; PS = Pedicellarienstiele; SP = Spiculae; L = Laterne (r = Rotule; b = Bügel; p = Halbpyramiden; z = Zähne); es fehlen Sphaeridien

Tabelle 2: Kalkrosettenplatten aus dem Nor

OBERNOR		UNTER- und MITTELNOR	
Zahl der Randzähne	%	Zahl der Randzähne	%
2	0,9	3	2,7
3	4,6	4	13,3
<u>4</u>	<u>37,3</u>	<u>5</u>	<u>44,4</u>
5	26,1	6	22,3
6	19,7	7	8,6
7	7,5	8	6,7
8	1,8	13	1,3
8-9	0,9		

Insgesamt wurden 200 Proben durchmustert, wobei auf das Unter- und Mittelnor 100 und ebenso viele auf das Obernor entfielen. Auffällig ist abgesehen davon, daß im Unter- und Mittelnor Kalkrosettenplatten mit fünf Randzähnen weitaus am häufigsten sind, auch gar nicht wenig solche mit 13 Randzähnen auftreten. Im Obernor dagegen sind, abgesehen von den ausgezählten 100 Proben niemals Platten mit mehr als 9 Randzähnchen bekannt geworden.

Der als Kalkrosette bezeichnete Teil (Abb. 16 bzw. Taf. 3, Fig. 1, 2) setzt sich aus mehreren Platten zusammen. Diese können sehr unterschiedlich gebaut sein (Abb. 17).

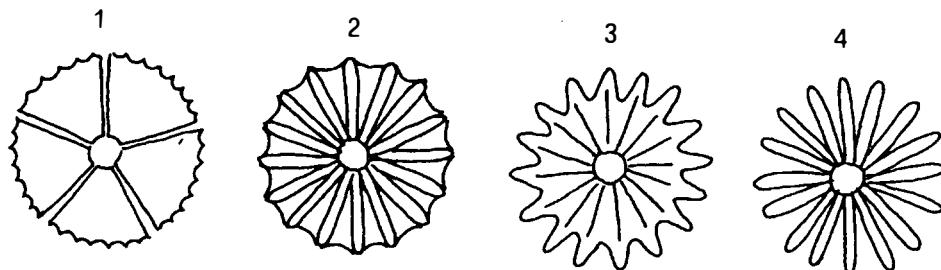
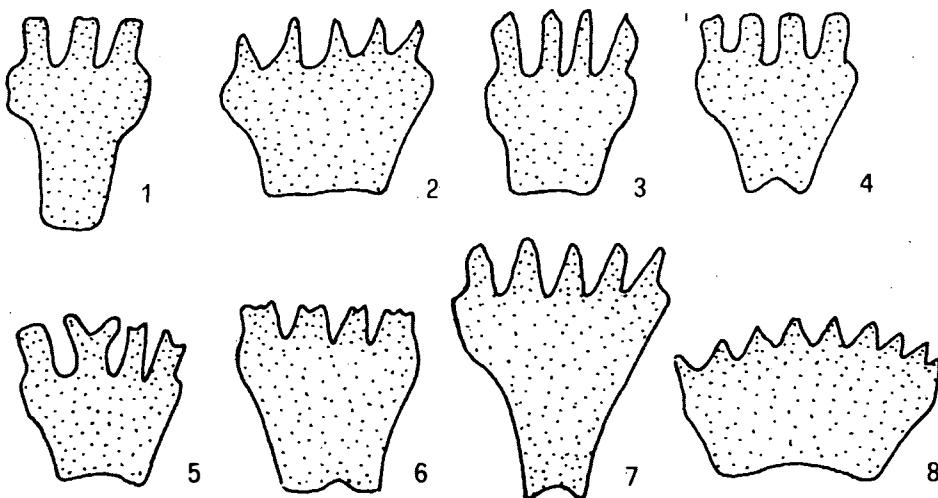


Abb. 17

Insgesamt sind es im Nor 15 verschiedene Typen (siehe Abb. 18 bzw. Taf. 3, Fig. 3-11; Taf. 4, Fig. 1-7, 10-12, 14-16). Ein Versuch, diese stratigraphisch auszuwerten, schlug fehl, da viele gleiche oder sehr ähnliche Typen auch im Ladin, Karn bzw. Rät vorkommen. Von den Spiculae, die sich unterhalb der Endscheibe über die ganze Länge des Saugfüßchens befinden, konnte keine Spur gefunden werden, trotz speziellen Nachsuchens in der feinsten Fraktion, d.h. unter 0,063 mm. Gerade diese wären für eine artliche Erfassung sehr wichtig, da ihre Ausbildung von Art zu Art sehr unterschiedlich ist.

Abb. 18



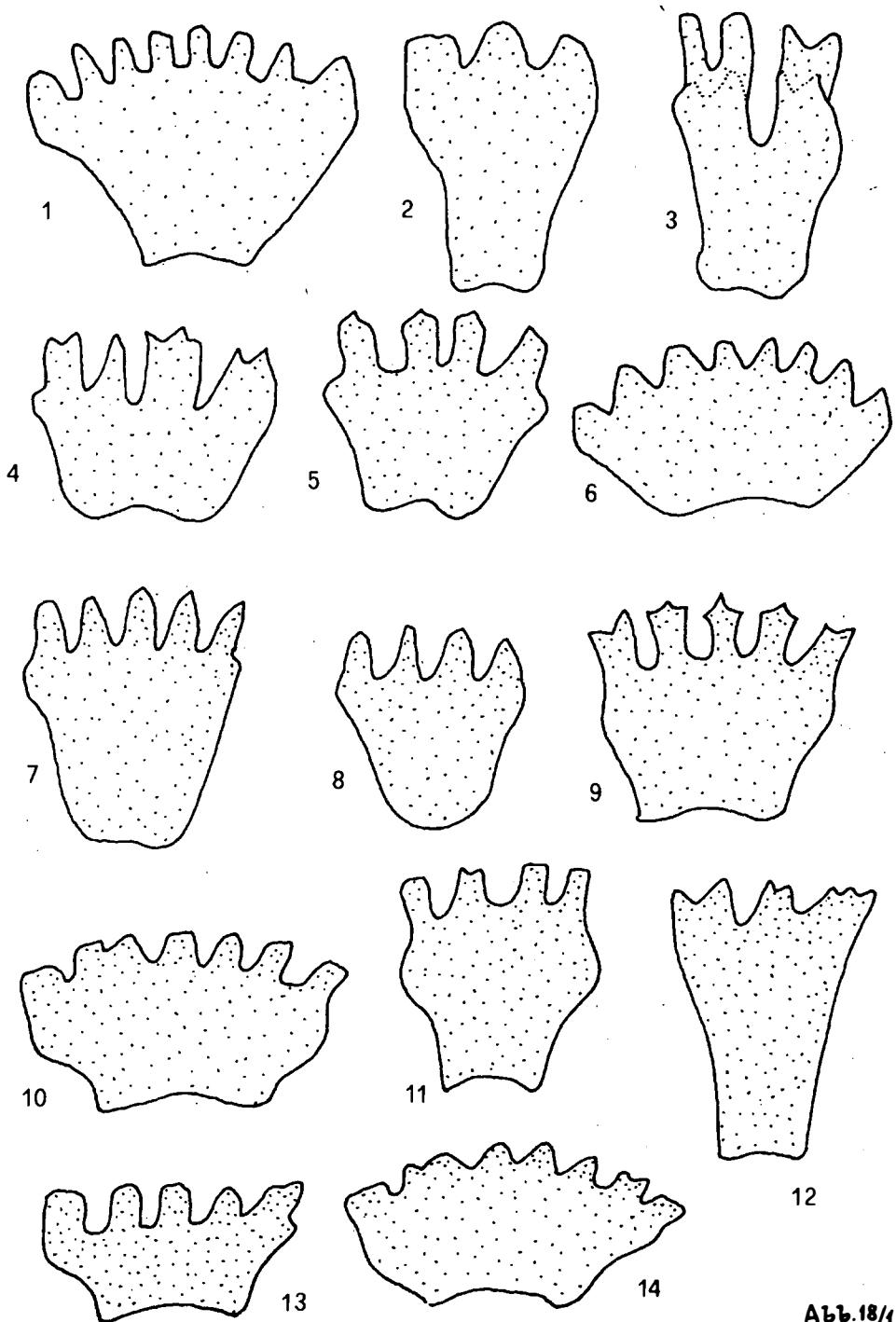


Abb. 18/1

Literatur

- BACHMAYER, F.v. & H.A. KOLLMANN (1968): Ein Ophiure aus der Trias Jugoslawiens. - Ann.Naturhist.Mus.Wien, 72, 645-648, Wien.
- DEFLANDRE-RIGAUD, M. (1946): Vestiges microscopiques des larves d'Echinodermes de l'Oxfordien de Villers-sur-Mer. - Extrait des Comptes rendus des séances de l'académie des Sciences, t. 222, pp. 908-910, séance du 8 avril 1946, Paris.
- DONONFRIO, D.A. (1975): Mikrofaunistische Untersuchungen der Hallstätter Kalke in den Berchtesgadener Alpen. - Unveröff. Diss., Univ.Innsbruck.
- GHEORGHIAN, D. (1976): Contributii la cunoașterea unor mikrofaune triasice din munții Apuseni (Pădurea raiului). - Dări de seama ale ședințelor vol. LXII (1974-75), Pag. 25-38, Bucuresti.
- HESS, H. (1960): Ophiurenreste aus dem Malm des Schweizer Juras und des Départements Haut-Rhin. - Eclogae geologicae Helvetiae, Vol. 53, Nr. 1, 385-421, Basel.
- HESS, H. (1962): Mikropaläontologische Untersuchungen an Ophiuren. - Eclogae geologicae Helvetiae, Vol. 55, Nr. 2, 595-656, Basel.
- HESS, H. (1963): Mikropaläontologische Untersuchungen an Ophiuren. III. Die Ophiuren aus dem Callovien-Ton von Liesberg (Berner Jura). - Eclogae geologicae Helvetiae, Vol. 56, Nr. 2, 1142-1164, Basel.
- HESS, H. (1965): Trias-Ophiuren aus Deutschland, England, Italien und Spanien. - Mitt.Bayer.Staatssamml.Paläont.hist.Geol., 5, 151-177, München.
- HESS, H. (1966): Mikropaläontologische Untersuchungen an Ophiuren. V. Die Ophiuren aus dem Argonien (unteres Ober-Oxford) vom Guldenthal (Kt. Solothurn) und von Savigna (Dépt. Jura). - Eclogae geologicae Helvetiae, Vol. 59, Nr. 2, 1025-1063, Basel.
- HESS, H. (1975): Die fossilen Echinodermen des Schweizer Juras. - Veröff.aus dem Naturhistorischen Museum Basel, Nr. 8, Basel.
- HYMAN, L.H. (1955): The invertebrates: Echinodermata. - (Vol. IV), Mc Gra Hill Book Comp. - New York, Toronto, London.
- LUDWIG, H. & O. HAMANN (1899): Echinodermen (Stachelhäuter), II. Buch. Die Seesterne. - In: BRONN, H.G.: Klassen und Ordnungen des Thier-Reiches, zweiter Band, dritte Abteilung, Leipzig - C.F. Winter'sche Verlagshandlung.
- LUDWIG, H. & O. HAMANN (1901): Echinodermen (Stachelhäuter), III. Buch. Die Schlangensterne. - In: BRONN, H.G.: Klassen und Ordnungen des Thier-Reiches, zweiter Band, dritte Abteilung, Leipzig - C.W. Winter'sche Verlagshandlung.
- LUDWIG, H. & O. HAMANN (1904): Echinodermen (Stachelhäuter), IV. Buch. Die Seeigel. - In: BRONN, H.G.: Klassen und Ordnungen des Thier-Reiches, zweiter Band, dritte Abteilung, Leipzig - C.F. Winter'sche Verlagshandlung.
- KOZUR, H. & H. MOSTLER (1972): Mikroproblematika aus Lösungs-rückständen triassischer Kalke und deren stratigraphische Bedeutung. - Mitt.Ges.Geol.Bergbaustud., 21. Bd., 989-1012, Innsbruck.

- MELVILLE, R.V. & J.W. DURHAN (1966): Echinoids: Anatomy; Skeletal Morphology, 211-257; In: C. MOORE (Editor): Treatise on Invertebrate Paleontology, Part V, Echinodermata 3, Vol. I, The Geological Society of America, Inc. and the University of Kansas Press.
- MORTENSEN, Th. (1931): Contribution to the study of the development and larval forms of Echinoderms. I-II Memoir de l'Académie des Sciences et des Lettres de Danemark, Section des Sciences, 9me série t. IV, n. 1 - Copenhague.
- MORTENSEN, Th. (1937): Some Echinoderm remains from the Jurassic of Württemberg. - Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Meddelelser XIII, 10, København.
- MÖSTLER, H. (1971): Ophiurenskelettelemente (äußere Skelettanhänge) aus der alpinen Trias. - Geol.Paläont.Mitt.Innsbruck, Bd. 1, 9, 1-35, Innsbruck.
- MÖSTLER, H. (1972): Die stratigraphische Bedeutung von Crinoiden-, Echiniden- und Ophiuren-Skelettelementen in triassischen Karbonatgesteinen. - Mitt.Ges.Geol.Bergbaustud., 711-728, 21. Bd., Teil II, Innsbruck.
- MÖSTLER, H. (1977; in Druck): Zur Palökologie triadischer Holothurien. - Ber.Naturwiss.medizin.Ver. Innsbruck, Bd. 64.
- MÜLLER, A.H. (1953): Die isolierten Skelettelemente der Asteroidea (Asterozoa) aus der obersenonen Schreibkreide von Rügen. - Beiheft zur Zeitschrift Geologie - Nr. 8 - Berlin.
- NÖTH, L. (1927): Über Ophiurenreste aus den Werfener Schichten der Dolomiten. - Centralblatt f. Min. etc. Abt. B, No. 10, 426-432.
- RIEDL, R. (1970): Fauna und Flora der Adria. - Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- RÖGL, F. & H.M. BOLLI (1973): Holocene to Pleistocene planktonic Foraminifera of leg 15, Vol. XV, Washington.
- SCHULZ, M.G. & W. WEITSCHAT (1971): Asteroiden aus der Schreibkreide von Lägerdorf (Holstein) und Hemmoor (N-Niedersachsen). - Mitt.Geol.Paläont.Inst., Univ.Hamburg, Heft 40, 107-130, Hamburg.
- SIEVERTS-DORECK, H. (1958): Spezielle Arbeitsgebiete der Mikropaläontologie - 3. Echinodermen. - 239-264, In: FREUND, H.: Handbuch der Mikroskopie in der Technik, Bd. II, Teil 3. Umschau-Verlag, Frankfurt am Main.
- STRENGER, A. (1973): *Sphaerechinus granularis* (violetter Seeigel. - Großes zoologisches Praktikum, Bd. 18 e, Fischer-Verlag, Stuttgart.
- TOLLMANN, A. (1976): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums - Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen. - Verlag Franz Deuticke, Wien.

Tafelerklärungen

TAFEL 1

Asteriden

- Fig. 1 Paxillenstiel aus obernorischen Zlambachschichten. Breit ausladende Grundplatte mit massivem Stiel; 80x.
Fig. 2 Paxillenstiel ohne eigentliche Grundplatte (obernorischer Hallstätter Kalk); 80x.
Fig. 3 Terminale: Außenansicht einer auffällig gebauten, stark skulpturierten Terminalplatte (Kalkbank aus den obernorischen Kössener Schichten); 50x.
Fig. 4 Wenig markantes Ambulacrale (aus obernorischen Hallstätter Kalken); 40x.
Fig. 8 Paxillenstiel mit asymmetrischer, schmaler Grundplatte (obernorischer Hallstätter Kalk); 70x.

Ophiuren

- Fig. 6 Lateralschild (Holotypus) von *Ophioflabellum hessi* n. gen. n. sp.; Seitenansicht, um speziell die vom distalen Bereich quer über den Schild verlaufende Fächerreihe sichtbar zu machen; 150x.
Fig. 9 Lateral schild von *Ophioflabellum hessi* n. gen. n. sp.; von der Seite gesehen, und zwar mit einer Einsicht schräg nach innen; 100x.
Fig. 10 Lateral schild von *Ophioflabellum hessi* n. gen. n. sp.; schräg von außen gesehen; 150x.
Fig. 5 und 7 gehören möglicherweise zu den Ophiuren (aus obernorischen Hallstätter Kalken stammend); Fig. 5: 100x, Fig. 7: 80x.

TAFEL 2

Ophiuren (Skelettelemente von Larvalstadien)

- Fig. 1 Ophioplateus; von rückwärts, um den Austritt des hinteren Lateralstabes aufzuzeigen; die starke Umkristallisation lässt weder die Gitterung des Stabes, noch das "Fenster" erkennen; 200x.
Fig. 2 Ophioplateus; von der Seite; 200x
Fig. 3 Ophioplateus; von der Seite, um die Gitterung des hinteren Lateralstabes zu zeigen. Der eine, parallel zum Körperstab verlaufende Seitenstab ist abgebrochen; 200x.
Fig. 4 und 5: Ophioplateus von vorne; 200x.
Fig. 6 und 7: Stark vergrößerter Gitterstab von der Seite und von vorne; 1000x.
Fig. 8 Ophioplateus von hinten; Teilvergrößerung; 300x.
Fig. 9 zeigt einen Ophioplateus mit nur kurzen Querstäben; 200x.
Fig. 10 Ophioplateus mit langen Querstäben; 200x.
Fig. 11-12: Ophioplateus mit vorderem Lateralstab (einmal verzweigt und einmal unverzweigt); 200x.

TAFEL 3

Echiniden

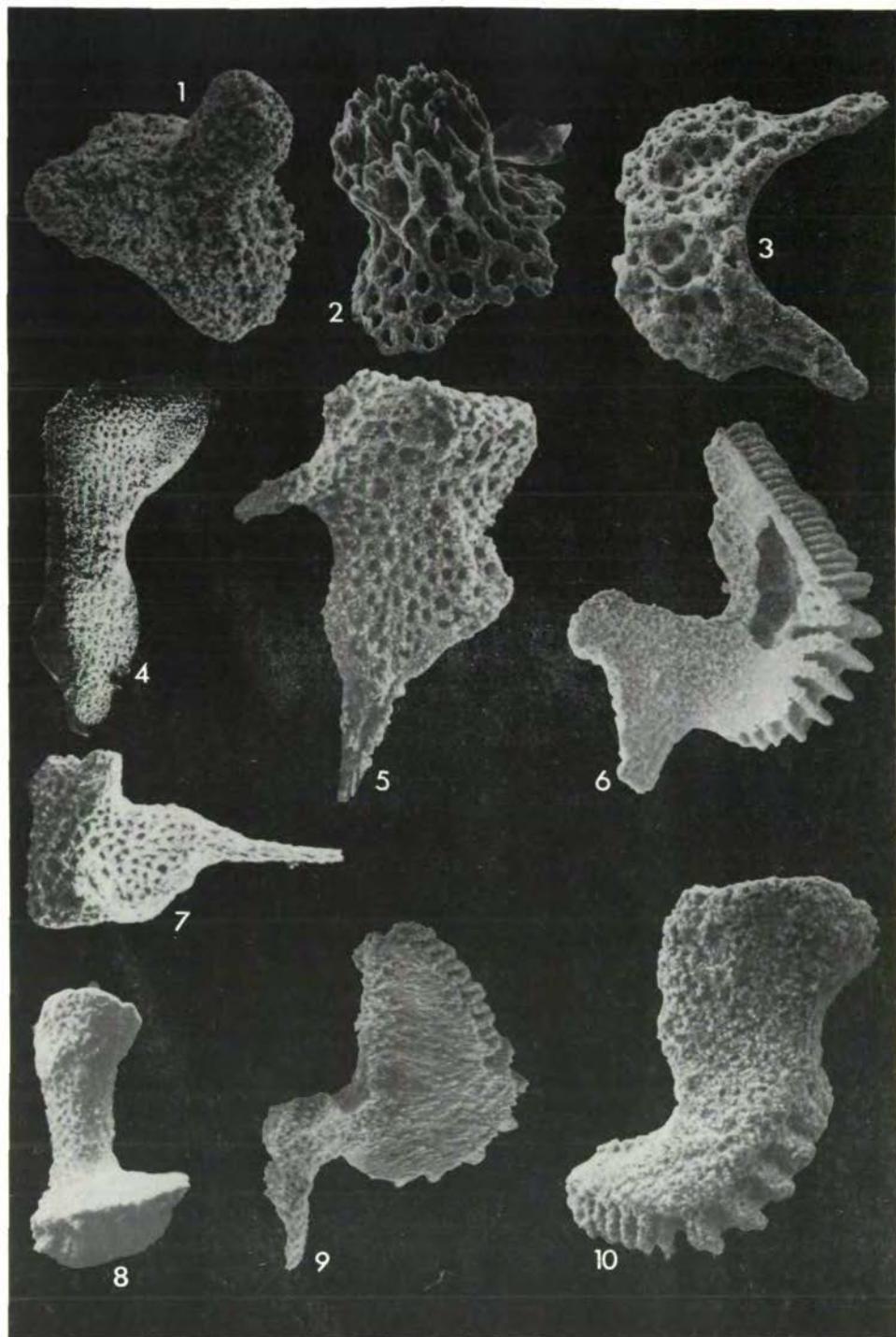
- Fig. 1 Saugscheibe eines rezenten Seeigels, noch in der Haut-einkleidung; darunter ist ein Teil der muskulösen Hautausstülpung zu erkennen. Deutlich sind die fünf Erhebungen in der Nähe des Zentrums auf der Saugscheibe zu erkennen. Sie deuten die ventralen Erhöhungen der Rosettenplatten an (Ansicht von der Seite); 60x.
- Fig. 2 Saugscheibe eines rezenten Seeigels von oben gesehen; 60x.
- Fig. 3 Von der Haut (Epidermis) befreite Rosettenplatte des unter Fig. 2 genannten Seeigels; 100x.
- Fig. 4-5, 7-11: Diverse Rosettenplatten aus obernorischen Karbonatgesteinen; 150x.
- Fig. 6 Rosettenplatte aus dem Tertiär der Insel Rhodos, Griechenland; 100x.

TAFEL 4

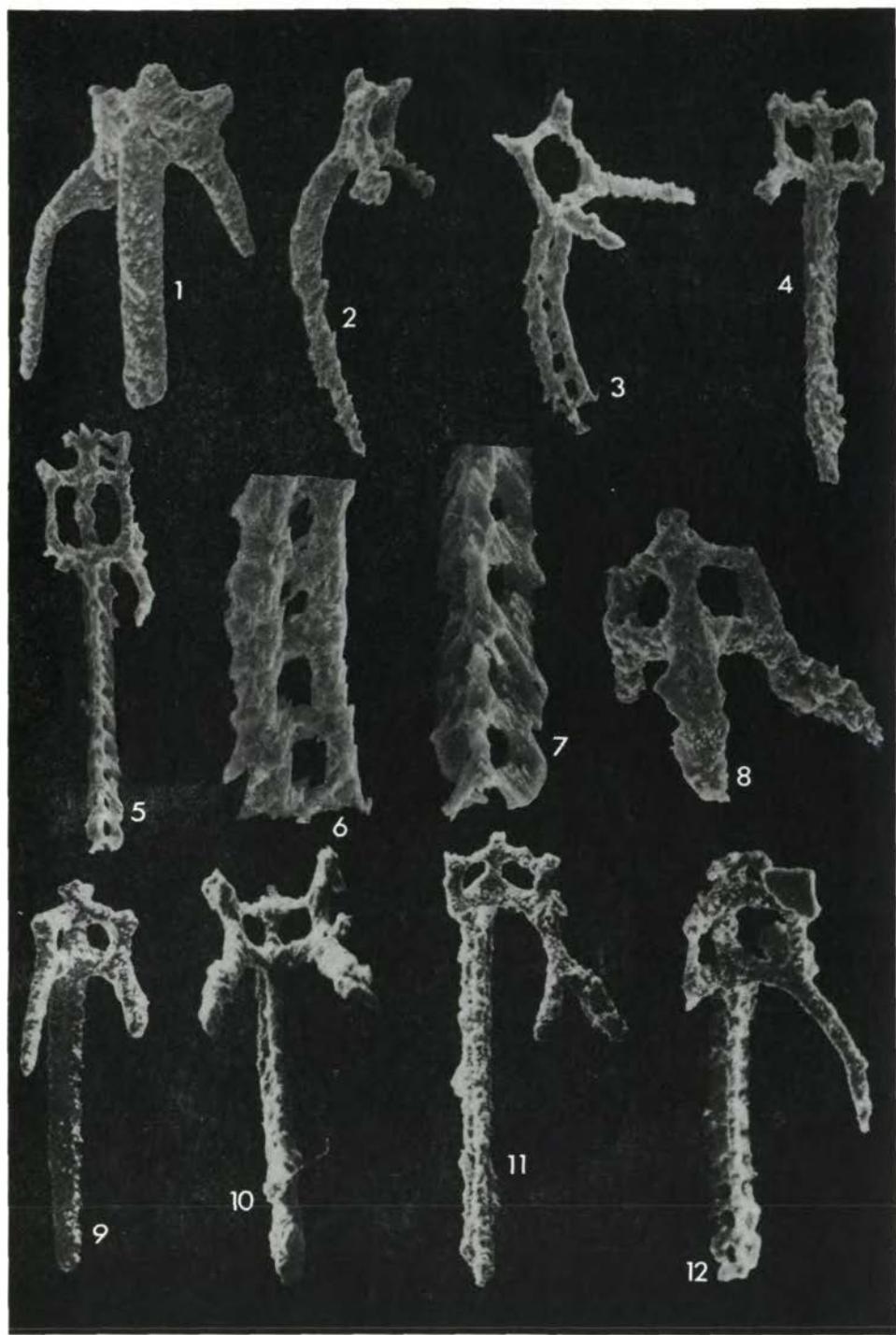
Echiniden

- Fig. 1-7, 10-12 und 16: Rosettenplatten aus der Obertrias (Nor); 1-3: 150x; 4-7: 100x; 10-12: 100x; 16: 200x.
- Fig. 8-9 Ophiopluteus: 150x; Fig. 13: Ophiopluteus: 200 x (alle Exemplare stammen aus der Obertrias).

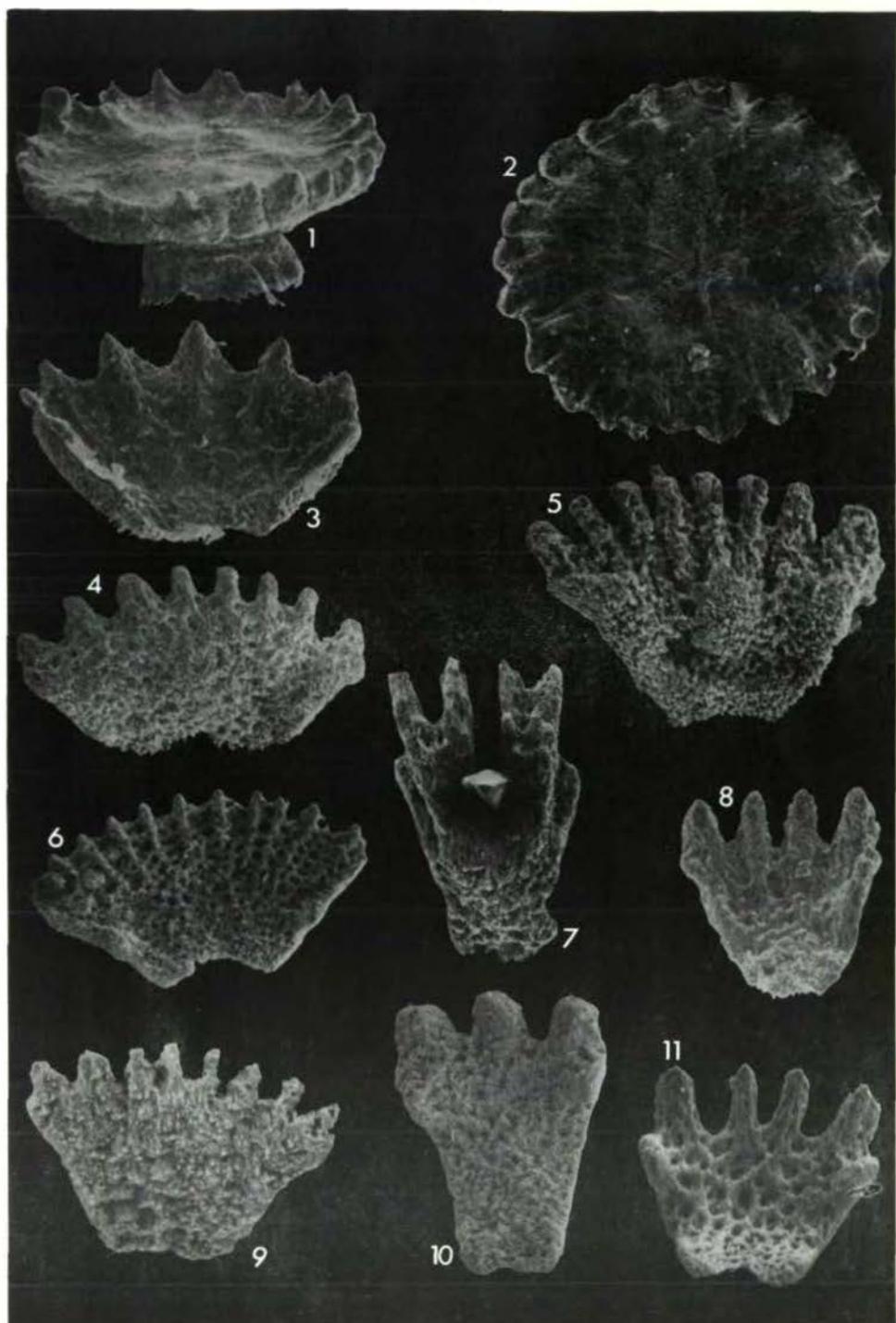
Tafel I



Tafel II



Tafel III



Tafel IV

