

MIKROSKLEREN VON DEMOSPONGIEN (PORIFERA) AUS DEM BASALEN JURA DER NÖRDLICHEN KALKALPEN

Helfried Mostler, Innsbruck

Mit 8 Abbildungen und 6 Tafeln

Zusammenfassung: Es werden Mikroskleren von Demospongien aus dem liassischen Kirchsteinkalk (Beckenfazies, die zu den Fleckenmergeln vermittelt) zum ersten Mal beschrieben und anhand von sechs Fototafeln dargestellt. Mikroskleren sind in wenig diagenetisch veränderten Kalken bis Kalkmergeln, ganz im Gegensatz zu den bisherigen Meinungen, häufig nachzuweisen.

Mit Hilfe dieser und unter Berücksichtigung begleitender Megaskleren ist es erstmals gelungen, an rezente Demospongien anzuknüpfen. Besondere Bedeutung hierbei kommt spezifischen Mikroskleren, wie Cricorhabden, Toxa, Sigmata, Diancistern, diversen chelaten Skleren und Clavidisken sowie Oxyastern, Sphaerastern, Sterrastern und Amphiastern, zu. Bis auf wenige Ausnahmen sind diese Typen von Mikroskleren bisher aus dem Jungtertiär und in einigen Fällen überhaupt nur rezent bekannt. Dies betrifft im speziellen die chelaten Skleren. Im Unterlias der Nördlichen Kalkalpen sind nach Auswertung dieser Mikroskleren erstmals folgende Demospongien nachweisbar: Die Ceractinomorpha sind mit der Ordnung Poecilosclerida und deren Familien Myxillidae, Cladorhizidae, Crellidae, Amphilectidae, Desmacellidae und Desmacitidae vertreten. Zum Teil ist es sogar möglich, auf Gattungsbasis zu korrelieren. Bei den Tetractinomorpha ist die Ordnung Astrophorida (= Choristida) mit Vertretern der Familien Geodiidae, Ancorinidae und Pachastrellidae präsent; bei den Lithistida ist es mit Hilfe der Mikroskleren gelungen, die Familien Theonellidae und Corallistidae nachzuweisen. Die Ordnung Hadromorpha ist mit der Familie Clionidae vertreten. Alle die hier genannten Familien sind heute durch eine Reihe von Gattungen weitverbreitet.

Durch den Nachweis der oben angeführten Mikroskleren im Unterlias ist es gelungen, wesentlich mehr Licht in die Entwicklungsgeschichte der Poecilosclerida und insbesondere Astrophorida zu bringen.

Besondere Aufmerksamkeit wird dem scharfen Faunenschnitt zwischen Trias und Jura beigemessen, der sich bei der Auswertung der Poriferen (Demospongien und Hexactinelliden) des Tiefwassers ergibt.

Abstract: For the first time microscleres of Demospongiae from the Liassic Kirchsteinkalk (Allgäu Formation as basin facies links to Liassic Kirchstein Limestones) are described and presented by 6 plates. In contrary to previous opinions microscleres can be proved frequently in scarcely diagenetically altered limestones and calcareous marls.

With the help of microscleres and in consideration of accompanying megascleres for the first time it was possible to link with recent Demospongiae. Specific microscleres like cricorhabds, toxa, sigmata, diancisters and various chelate scleres, clavidisks, oxasters, sphaerasters, sterrasters and amphiasters are of special importance. With few exceptions these types of microscleres are only known from the Late Tertiary and in some cases even only recently. In particular this concerns chelate scleres.

By evaluation of these microscleres from the Lower Liassic of the Northern Calcareous Alps the following Demospongiae are provable: The Ceractinomorpha are represented by the order Poecilosclerida and their families Myxillidae, Cladorhizidae, Crellidae, Amphilectidae, Desmacellidae and Desmacitidae. Partly correlation on generic level is possible. Within the Tetractinomorpha the order Astrophorida (= Choristida) is represented by the families Geodiidae, Ancorinidae and Pachastrellidae; with the help of microscleres it was possible to prove the families Theonellidae and Corallistidae. The order Hadromerida is represented by the family Clionidae. All the mentioned families are widespread by numerous genera.

By the proof of the above mentioned microscleres in the Lower Liassic it was possible to enlighten the evolutionary history of Poecilosclerida and especially Astrophorida.

Particular attention is drawn to the sharp faunal break between Triassic and Jurassic, which revealed by evaluation of the deep water Porifera (demosponges and hexactinellids).

1. Einleitung und Problemstellung

Aus dem pelagischen Kirchsteinkalk (liassische Beckenfazies in den Nördlichen Kalkalpen) wurden viele neue, z.T. frühestens aus der Oberkreide, meist erst aus dem Tertiär bekanntgemachte Mikroskleren von Demospongien mit Hilfe der Essigsäuremethode vollkörperlich isoliert. Sie alle stammen aus dem unteren Lias (oberes Hettangien bis oberes Sinemurien); ihr Alter ist durch eine reiche Radiolarienfauna stratigraphisch bestens abgesichert. (Die sehr artenreiche Radiolarienfauna wird zur Zeit von KOZUR & MOSTLER bearbeitet und eine ausführliche Studie über die gesamte Poriferenfauna des Kirchsteinkalkes wird vom Verfasser vorbereitet).

Auf die in der Literatur weitverbreitete Ansicht, Demospongiae und Hexactinellida würden an der Trias/Jura-Grenze einen starken Niedergang erfahren, muß kurzorisch eingegangen werden, weil der Verfasser anhand einiger Profile nachweisen konnte, daß im Übergang von der Zlambachfazies (Zeitraum vom Sevat (Oberrhät) bis Oberrhät) zu den Allgäuschichten (Liasfleckenmergel) die Spiculadiversität zunimmt und nicht, wie bislang angenommen, zurückgeht.

Die Kieselschwämme reagieren sehr empfindlich auf Topographie und Bathymetrie des verfügbaren Ablagerungs- bzw. Lebensraumes. Die Kössener Schichten z.B. stellen typische, relativ flache Zwischenriffwannen dar, mit maximalen Wassertiefen um 50 m, in denen sich Kieselschwammfaunen aufbauen, die eher artenarm, aber individuenreich sind und nicht mit den Poriferenfaunen der Beckenfazies, wie z.B. den zeitgleichen Pötschenkalken, Pedatakalken oder Zlambachschichten, verglichen werden können (siehe hierzu MOSTLER, 1986; 1989).

Gerade die reiche Spiculadiversität im pelagischen Kirchsteinkalk (z.T. Übergangsfazies vom Slope zum Becken) mit über 150 verschiedenen Spiculatypen ist ein Beleg hierfür, daß tiefere Becken mit ihren stabilen Sedi-mentationsräumen den Aufbau stabiler Biotope ermöglichen und auch gerne bevorzugt von Schwämmen besiedelt werden. Die vielen Wurzelschopfnadeln sowie Bruchstücke verschweißter Skelettelemente belegen die relative Autochthonie dieser liassischen Poriferenfauna. Wie reich diese Fauna ist, soll ein Vergleich mit den rezenten Spongien aus der Paynes Bay der Insel Barbados (R.W.M. van SOEST & N. STENTOFT, 1988) aus einem etwa morphologisch und bathymetrisch ähnlichen Bereich aufzeigen. Hier ist die Spongienfazies zwischen 137 und 172 m Wassertiefe aus der Paynes Bay angesprochen, die aus 53 verschiedenen Spiculatypen, die den Demospongien angehören, besteht. Im Kirchsteinkalk dagegen sind es 120 verschiedene Skleren von Demospongien. Um einen derartigen Vergleich überhaupt anstellen zu können, ist es not-

wendig, die Spiculavergesellschaftung einer Probe oder Probenserie einer einzigen geringmächtigen Bank im Kirchsteinkalk, quasi als Momentaufnahme, um dem Zeitfaktor gerecht zu werden, heranzuziehen. Dem ist auch Rechnung getragen; alle hier abgebildeten Mikroskleren entstammen einer einzigen Probe.

Ziel der Arbeit ist es, alle anfallenden Mikroskleren zunächst genau zu beschreiben, eine Gliederung in die verschiedenen Mikrosklerengruppen vorzunehmen und schließlich deren systematische Zugehörigkeit zu diskutieren. Weiters um aufzuzeigen, daß bisherige Meinungen, Mikroskleren seien im fossilen Material nicht oder nur äußerst selten vorhanden, nicht haltbar sind, sowie auf die Problematik hinsichtlich der Stellung der Sclerospongiae als eigene Klasse einzugehen. Wichtig erscheint dem Verfasser vor allem die Anbindung an die Gliederung rezenter Demospongien, die aufgrund der nachgewiesenen Mikroskleren ab dem Unterjura möglich erscheint.

2. Beschreibung der Mikroskleren und deren systematische Zuordnung

Bei den Demospongiae hat es sich eingebürgert, die Mikroskleren in 5 Gruppen zu gliedern, und zwar in:

Microrhabde (monaxone Mikroskleren, ausgenommen Sigmato- und Spiroskleren)

Sigmatoskleren (sigmoide Mikroskleren)

Spiroskleren

Euastrose Mikroökleren (das Microcalthrop ist hier mit einbezogen)

Streptastrose Mikroskleren (Streptoskleren)

1) Microrhabde (monaxone Mikroskleren, ausgenommen Sigmato- und Spiroskleren)

Microxea: Es konnte ein Typus von sehr kleinen, zarten, gerade gestreckten diactinen Skleren beobachtet werden (Taf. 1, Fig. 10); weitere Formen sind schwach gebogen (Taf. 1, Fig. 9) oder auch in der Mitte mit deutlichem Knick ausgebildet (Oxydiactin; Taf. 1, Fig. 8).

Microacanthostrongyl: Kleine, lange, schwach gekrümmte und bedornete, an beiden Enden gleichmäßig gerundete Skleren (Taf. 1, Fig. 15).

Microsubtylostyl: Es handelt sich um bedornete Subtylostyle, als Microechinsubtylostyle zu bezeichnen, die relativ häufig vorkommen (Taf. 1, Fig. 5–7).

Microamphityl: Ein zartes Spiculum, dessen beide kugelig entwickelten Enden (Tyle) bedornt sind, nicht aber das Rhabd (nur einmal bestachelt). Hier muß noch ein weiterer Typus, der besonders auffallend ist und sehr häufig vorkommt, hinzugefügt werden. Es handelt sich um

Cricorhabde, die man als neue Gruppe zu den **cricalen Mikroskleren** rechnen sollte.

Das Cricorhabd oder Cricamphityl wurde von RAUFF (1893: 168) folgendermaßen definiert: "Stäbchen mit Ringen, Wülsten und Kugeln besetzt." Es wurde aber nie nach Mega- und Mikroskleren unterschieden. Hier wird der Versuch unternommen, die nur in der feinsten Fraktion (< 0.063 mm) auftretenden Cricorhabde zu den Mikroskleren zu stellen.

Das stets gerade gestreckte Rhabd verbreitert sich von unten nach oben deutlich. Das untere Ende wird von einer kleinen Kugel gebildet, während das obere Ende von wesentlich größerer Gestalt blumenkohlartig entwickelt ist. Zwischen Unter- und Oberende sind gewöhnlich zwei Ringscheiben, außen mit scharfen Schneiden endend (Kiel), ausgebildet. Die untere Ringscheibe setzt kurz vor der Mitte des Rhabds ein und unmittelbar darüber folgt die zweite Scheibe (Taf. 1, Fig. 1–4; Taf. 6, Fig. 5–7). Vergleichbare Skleren fehlen bisher (weder fossil noch rezente bekannt). Nur annähernd vergleichbar ist das durch REIF (1967: 89) aus dem alpinen (vom Autor aus den Oberalmer Schichten nachgewiesen) und außeralpinen Malm nachgewiesene, sehr kleine Cricorhabd (vgl. hierzu Abb. 1). Die Cricorhabde, ganz allgemein betrachtet, sind überhaupt recht unterschiedlich und besonders variabel, was die Ausbildung der Sklerenenden betrifft, und auch hinsichtlich der Ringausbildung, die von kugeligen bis breiten Ringen über Ringscheiben bis zur Reduktion des Ringes auf einen Kiel reicht. Zu diesen Formen sind auch die von SCHRAMMEN (1924: 43) so bezeichneten Cricophalangaster zu stellen (vgl. hierzu Abb. 2).

Ein weiteres Cricorhabd, das häufig vorkommt, gleicht stark einem cricalen Oxea, jedoch sind die Enden rund (kugelig bis halbkugelig; vgl. Taf. 1, Fig. 13, 14); es handelt sich um gebogene, viele Ringe aufweisende Skleren.

Diskussion:

Die ältesten cricalen Skleren stammen aus der Obertrias (erstes Einsetzen im Oberrhin = Sevat); Cricorhabde jedoch sind mit dem Nachweis der oben beschriebenen Formen erstmals aus dem Unterlias durch diese Studie bekanntgemacht. Alle anderen Cricorhabde wurden im oberen Jura und in stratigraphisch jüngeren Schichtfolgen beobachtet. Cricorhabde treten somit erst ab dem Beginn des Jura auf, wobei ihnen infolge der besonderen Ausbildung (vgl. Abb. 1) ein sehr guter stratigraphischer Leitwert zukommt. Mit dem oberen Jura setzt eine Vielfalt von Cricorhabden ein (diese werden in einer eigenen Studie über cricomorphe Poriferen vorgestellt), die bis in die obere Kreide fortsetzt. Ab dieser Zeit jedoch scheint es zu einem Nie-

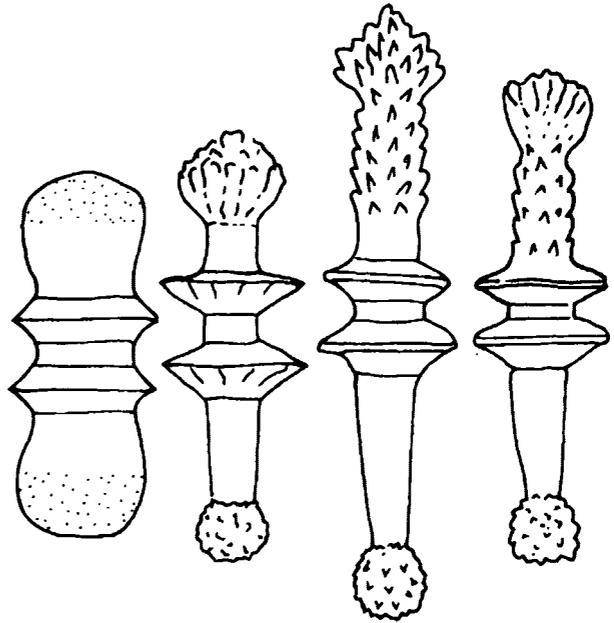


Abb. 1:

Microcricorhabde aus dem Unterjura (Fig. 1–3) und als Vergleich ein Cricorhabd (Fig. 4) aus dem Oberjura; Fig. 1–2: juvenile Formen; Fig. 3: adultes Spiculum.

dergang der Demospongien mit cricalen Bauelementen zu kommen.

Was die Einordnung in das natürliche System betrifft, so wurden auch bei rezenten Formen, wenn auch äußerst selten, cricale Skleren nachgewiesen, und zwar bei den Gattungen *Alectona* und *Dotona* (O. Hadromerida) sowie bei der Familie Pachastrellidae (*Sphinctrella doederleini* (THIELE, 1898)), der O. Astrophorida angehörend. Bei letzteren handelt es sich um sehr kleine geringelte Amphioxe, die nahezu mit den cricalen Oxea aus dem U. Lias ident sind.

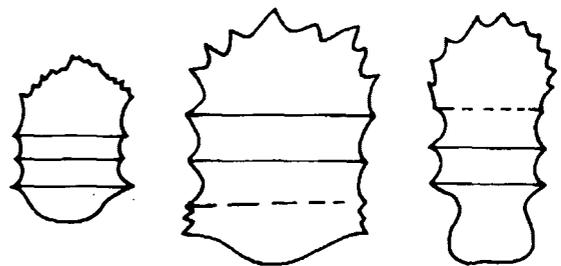


Abb. 2:

Cricorhabde, die SCHRAMMEN (1924: 43) als Cricophalangaster bezeichnete; sie stammen aus der Oberkreide.

2) Sigmatoskleren (sigmoide Mikroskleren)

Dazu zählen Toxa, Sigmata, Forcipia, Diancister, chelate Skleren, wie Isochele, Anisochele, Canonochele und Clavidiske.

Toxon (bzw. Tox): Es handelt sich hierbei um verschieden große, stets glatte, unterschiedlich stark gewölbte Toxe (Taf. 2, Fig. 12, 14, 16).

Sigma (man unterscheidet hier generell mehrere Typen, und zwar die S-förmigen, die C-förmigen; neu hinzu kommen hier U- und V-förmige bzw. schlingenförmige und eher eckig ausgebildete Typen); sie sind aus Taf. 2 (C- und S-förmige Sigmata) und Taf. 2, Fig. 8, 15 (V-förmig), Fig. 9 (U-förmig) zu entnehmen.

Forceps (Synonym: Labid = griech. Zange, Pinzette): Bruchstücke, die möglicherweise hierher gestellt werden können (wurde nicht abgebildet, da stark zerbrochen).

Im folgenden seien aber zunächst Toxa, Sigmata und Forcipia hinsichtlich ihrer systematischen Stellung einer Diskussion unterzogen.

Toxa (bogenförmig ausgebildete Mikroskleren; RAUFF (1893: 168) spricht von Skleren mit Flitzbogen-gestalt) sind in den unterliassischen Proben eher spärlich vertreten und hinsichtlich der Taxonomie wenig aussagekräftig, zumal sie innerhalb der Ordnungen Spirophorida, Haplosclerida, aber auch unter den Poecilosclerida (wenn auch seltener) vorkommen. Gerade durch das seltenere Auftreten von Toxa und die starke Präsenz von Vertretern der Ordnung Poecilosclerida im U. Lias, wie noch später zu diskutieren sein wird, erscheint es doch am wahrscheinlichsten, daß die Toxa Vertretern der Ordnung Poecilosclerida zugeordnet werden müssen.

Die Sigmata wurden von RAUFF (1893: 169) folgendermaßen definiert: "Sigma ist ein S-förmig gebogener, einfacher Stab, nicht spiral gedreht"; RAUFF hat noch den Begriff "Sigmatoide" eingeführt und versteht darunter C-förmig gebogene, einfache, nicht spiral gedrehte Stäbe.

Sigmata kommen bei mehreren Ordnungen der Demospongien vor, sowohl bei den Spirophorida und Lithistida als auch bei den Poecilosclerida. Nachdem aber sehr viele sigmatoide Skleren innerhalb unserer Proben auftreten, muß bei deren Zuordnung doch differenziert vorgegangen werden. Bei den Lithistida treten sowohl C-, als auch S-förmige, sigmatoide Skleren auf, die alle glatt und unbedornt sind. Vor allem bei der Familie Scleritodermidae SOLLAS (1888) ist es aufgrund der begleitenden Megaskleren, wie Strongylen und monocrepidien Desmen un-schwer, einen Teil der sigmatoiden Skleren dieser Familie zuzuordnen. Zu bedenken gibt allerdings das Fehlen von Sigmaspiren bzw. sigmähnlichen Spirastern. Die in der Ordnung Spirophorida auftretenden sigmatoiden Skleren, wie sie z.B. in der Familie Tetillidae SOLLAS (1886) vor-

kommen, sind alle C-förmig entwickelt, aber häufig mit Dornen übersät; ob man sie aus diesem Grund von dieser abkoppeln kann, ist fraglich.

Die Poecilosclerida sind charakterisiert durch einen hohen Anteil an Sigmata; besonders die C-förmigen Spicula sind zu erwähnen, die sowohl bei den Familien der Desmacellidae und Myxillidae hervortreten. Die C-förmigen Sigmata des Unterlias sind völlig übereinstimmend mit jenen rezenter Formen, vor allem durch die stark zurückgebogenen, z.T. nach innen gebogenen Enden. Offen bleiben muß, wohin man die anderen Typen, wie die U- und V-förmigen Formen, stellt.

Skleren vom Typ Forceps treten nur bei den Poecilosclerida auf, und zwar wiederum bei der Familie Myxillidae, und zwar innerhalb der Gattung *Forcepia* CARTER (1874).

Diancister:

Nach RAUFF ist das Diancister folgendermaßen definiert: "Es handelt sich um ein C- oder S-förmig gebogenes Spiculum, dessen Mittelteil in der Mitte einen kleinen Ausschnitt zeigt, während die messerförmigen Enden hakenförmig scharf zurückgebogen sind und gewöhnlich in verschiedenen Ebenen liegen, wodurch das Spiculum etwas gedreht erscheint."* Aus der Definition von RAUFF sollte man vor allem das S-förmig gebogene Spicul, das als Diancister angesprochen wird, herausnehmen, da eine solche Bezeichnung nach Erachten des Verfassers zu Fehleinstufungen führt.

In Abb. 3 sind vier verschiedene Diancistertypen von rezenten Schwämmen dargestellt; dabei fällt auf, daß der erste Diancistertypus keine zentrale Eindellung im Mittelabschnitt der Innenseite des Rhabds zeigt. In der gleichen Abbildung (Fig. 2) ist ein Diancistertypus dargestellt, der ähnlich ist dem zuvor genannten und innen am Rhabd keine Schneide aufweist, jedoch einen Ansatz einer Schneide mit einer zentralen langgezogenen Eindellung zeigt, die schließlich den ganzen inneren Teil des Rhabds erfaßt (Abb. 3, Fig. 3). Die im unteren Lias auftretenden Diancister (Taf. 3, Fig. 9 und 11) entsprechen nur in einem Fall solchen, wie sie auch rezent vorkommen. Das betrifft Fig. 5, 9 und 11 in Taf. 3 und Fig. 5 in Taf. 2, wobei auffallend ist, daß diese etwas um die Längsachse gedreht sind (Torsion). Dadurch erscheinen die Formen nicht ganz symmetrisch.

* *Diancistra* RIDLEY & DENDY (1887) = *Diancister* RAUFF (1888). Erstere haben diese Spiculum-Form als hakenförmig mit messerschneidigen Enden definiert. Der Schaft ist mit der Messerschneide nach einwärts gerichtet und in der Mitte der Innenseite eingedellt.

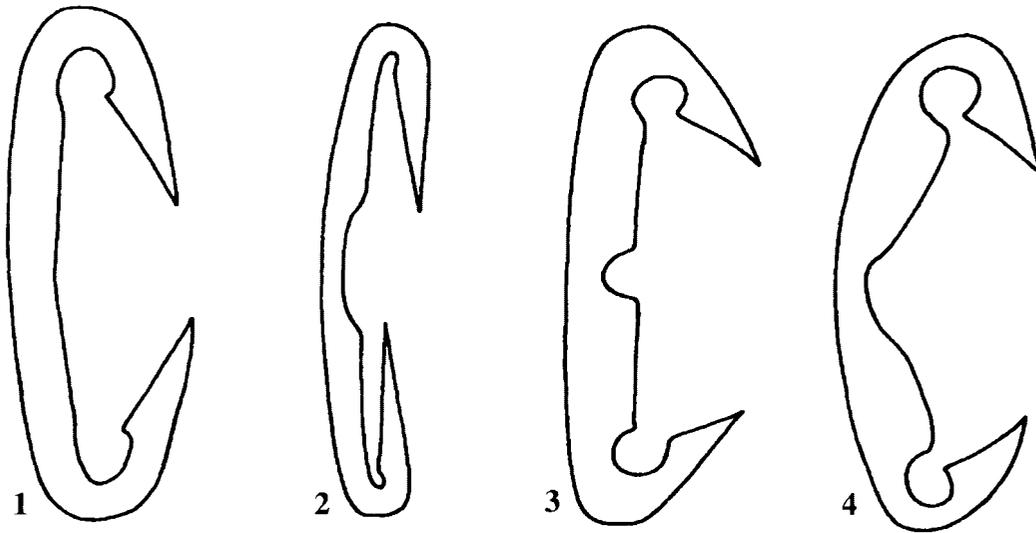


Abb. 3:
4 Bautypen von Diacister, aus rezenten Schwämmen stammend.

Es wurden im Unterlias drei Typen unterschieden, und zwar besteht der erste Typus aus einem C-förmig gebauten, nur wenig gebogenen Schaft (die Spicula sind sehr zart); sie sind auf der Innen- wie Außenseite glatt und nahezu gleichbleibend breit, es fehlt also die sogenannte Messerschneide. Die nach innen am Schaft stark zurückgebogenen hakenförmigen Enden weisen jedoch stets eine messerartige Schneide auf. Der zweite Typus ist dadurch gekennzeichnet, daß auf der Innenseite des Schaftes im Mittelteil zwar der Ansatz einer zusätzlichen Messerschneide gegeben ist, allerdings ist auch hier keine schneidenförmige Verjüngung beobachtbar; im Gegenteil, es wurde ein wulstartiges Gebilde mit einer tiefen zentralen Eindellung entwickelt (Taf. 3, Fig. 6). Im Unterschied zum dritten Typus, der ganz analog im zentralen Teil bzw. im Innenschaftbereich ausgebildet ist, hat der Typus 2 messerschneidenartige Enden. Der dritte Typus ist im zentralen Bereich sehr ähnlich aufgebaut, das Rhabd ist nur außen noch stärker gebogen; auffallend sind die beiden Enden, die stark nach innen gebogen sind und keine Verjüngung gegen das Innenende, also keine messerartige Schneide aufweisen (Taf. 3, Fig. 7–8). Spicula des Typus 2 und 3 sind wahrscheinlich auf noch im Jura ausgestorbene Poriferen beschränkt.

Diskussion:

Diacister kommen in rezenten Schwämmen nur innerhalb der Ordnung der Poecilosclerida vor, und sind auf die Familie Desmacellidae RIDLEY & DENDY (1887) beschränkt und treten bei der Gattung *Hamacantha* GRAY 1867 auf, bekannt aus dem Tertiär und rezent; außerdem sind sie noch von der Gattung *Hypsispongia* bekannt. Die Familienzuordnung letztgenannter Gattung ist dem Verfasser unbekannt. Die bisher ältesten Diacister hat SCHRAMMEN (1924) aus der Oberkreide bekanntgemacht. Sie entsprechen alle dem Typus 1 aus dem Unterlias und sind den Diacister rezenten Poriferen sehr ähnlich. Mit den Diacister des Unterlias sind die ältesten dieses Spiculatyps nachgewiesen. Man kann mit Recht behaupten, daß Vertreter der Familie Desmacellidae bereits im basalen Jura präsent waren.

Chelate Mikrosklern:

Aus dem unterliassischen Kirchsteinkalk wurden ausschließlich Isochele isoliert; Anisochele fehlen. Da es sich bei den Chelen um eine sehr vielfältige Gruppe handelt, soll zunächst genau definiert werden, was man unter einem Chel versteht. Chele sind kurze, gestreckte oder gebogene "Rundstäbe" mit nach innen gebogenen Enden, in der Form stark variierend. Man unterscheidet grundsätzlich zwei Großgruppen von Chelen, und zwar einmal das Isochel mit gleichen, schaufelförmig entwickelten Enden,

zum anderen das Anisochel, bei welchem die beiden Enden unterschiedlich entwickelt sind (meist, was die Größe der schaufelartigen Enden betrifft). Man unterscheidet weiters bei den Isochelen **anchorate Isochele** (also ankerartige Formen) mit geradem oder schwach gekrümmtem Schaft, jedes Ende ist mit dünnen, flügelartigen Ausweitungen des Schafts und variierender Anzahl von Zähnen ausgebildet. **Arcuate Isochele** (bogenförmig); typisch ist ein stark gebogener Schaft (von der Seite betrachtet). Die flügelartigen Ausweitungen sind ebenfalls nach vorne gebogen. Das **unguifere Isochel** (krallenförmig), oft nur mit Andeutungen eines Segels und das **palmate Isochel** (wie der Name schon sagt, palmenartig entwickelt), wobei der Schaft gestreckt oder ganz schwach gebogen ist, die segelartigen Fortsetzungen sehr groß sind und eine halbovale Platte von triangulärer Gestalt bilden. Der Zahn in der Mitte ist sehr breit.

Alle Formen sind in Abb. 4 dargestellt und stammen von rezenten Poriferen. Der Vollständigkeit halber soll hier noch die Definition von Chelen von RAUFF gebracht werden: "An einem meistens C-förmig gebogenen Mittelabschnitt sind engständig 2, 3 oder mehr schaufel- oder hakenförmige, scharf zurückgekrümmte Ankerzähne ausgebildet." Die einzelnen Ankerzähne nennt man Ala, mehrere Alae; für die Erweiterungen am Schaft hat der Verfasser den Begriff "Segel" eingeführt. Zunächst sind rezente

Isochele dargestellt (Abb 4, Fig. 1): Vorderansicht eines arcuaten (bogenförmigen) Isochels; es fehlt eine segelartige Erweiterung des Schaftes. Fig. 2: Seitenansicht eines anchoraten (ankerförmigen) Isochels mit Segeln, etwa in der Höhe der Alae-Enden ansetzend. Fig. 3: ebenfalls ein arcuates Isochel mit drei Alae; eines ist meist verdeckt, in diesem Fall gerade noch zu sehen. Fig. 4: ein typisch unguiferes (krallenförmiges) Isochel mit vier Alae, die stark nach außen divergieren (alle Zeichnungen sind nach ELMI-Aufnahmen von HARTMAN, 1981, entnommen). Dem gegenübergestellt sind in Abb. 5, mit Ausnahme von Fig. 1, die aus dem Unterlias stammenden Typen von Isochelen. In Fig. 1 ist ein spatuliferes, anchorates Isochel von einem rezenten Schwamm in Vorderansicht dargestellt. Fig. 2 zeigt ein ähnliches Isochel mit kräftig entwickelten Segeln von vorne, Fig. 3 von der Seite. Es handelt sich hier um einen eigenen Typus eines anchoraten Isochels. In Fig. 4 und 5 ist der zweite Typus dargestellt, und zwar handelt es sich hiebei um ein arcuates Isochel. Der Schaft ist stark gebogen und die Segel setzen in der Mitte des Rhabds an, sind aber noch nicht verbunden. Ein weiterer Typus ist in Fig. 6 dargestellt, wo die Segel über den ganzen Abschnitt des Rhabds durchgehen (ebenfalls ein arcuates Isochel). Auffallend sind sehr kleine anchorate Isochele mit geradem Schaft und nach hinten gebogenen marginalen Alae. In Fig. 7 ist damit ein weiterer Typus (der vierte Ty-

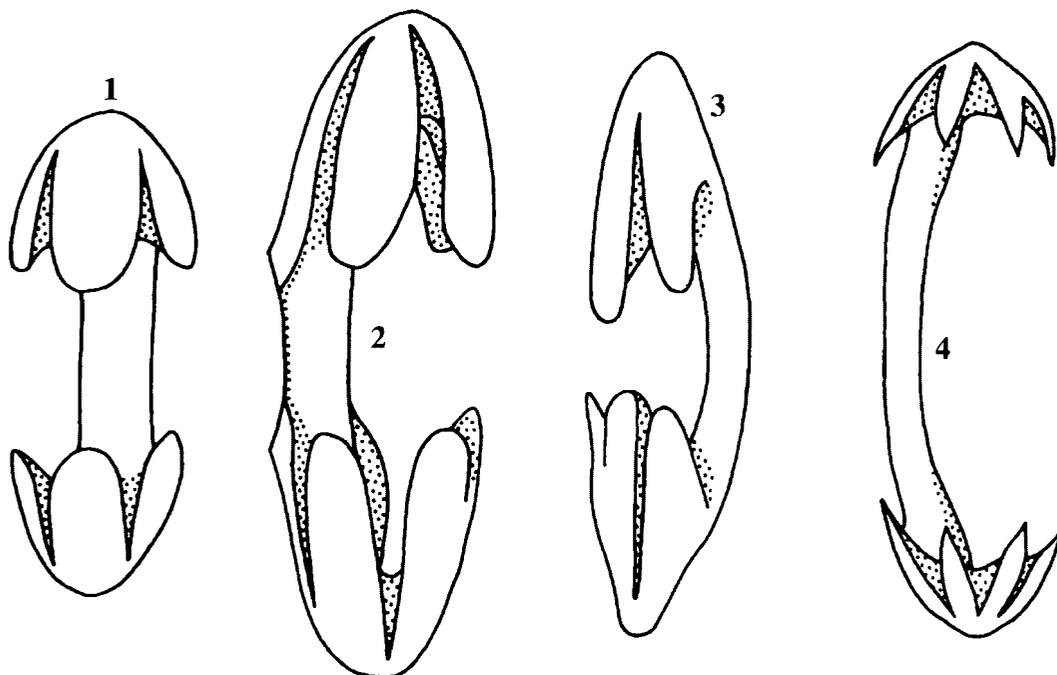


Abb. 4:

Isochele von rezenten Poriferen. Fig. 1: arcuates Isochel (von vorne); Fig. 2: anchorates Isochel mit Segel; Fig. 3: arcuates Isochel ohne Segel; Fig. 4: unguiferes Isochel.

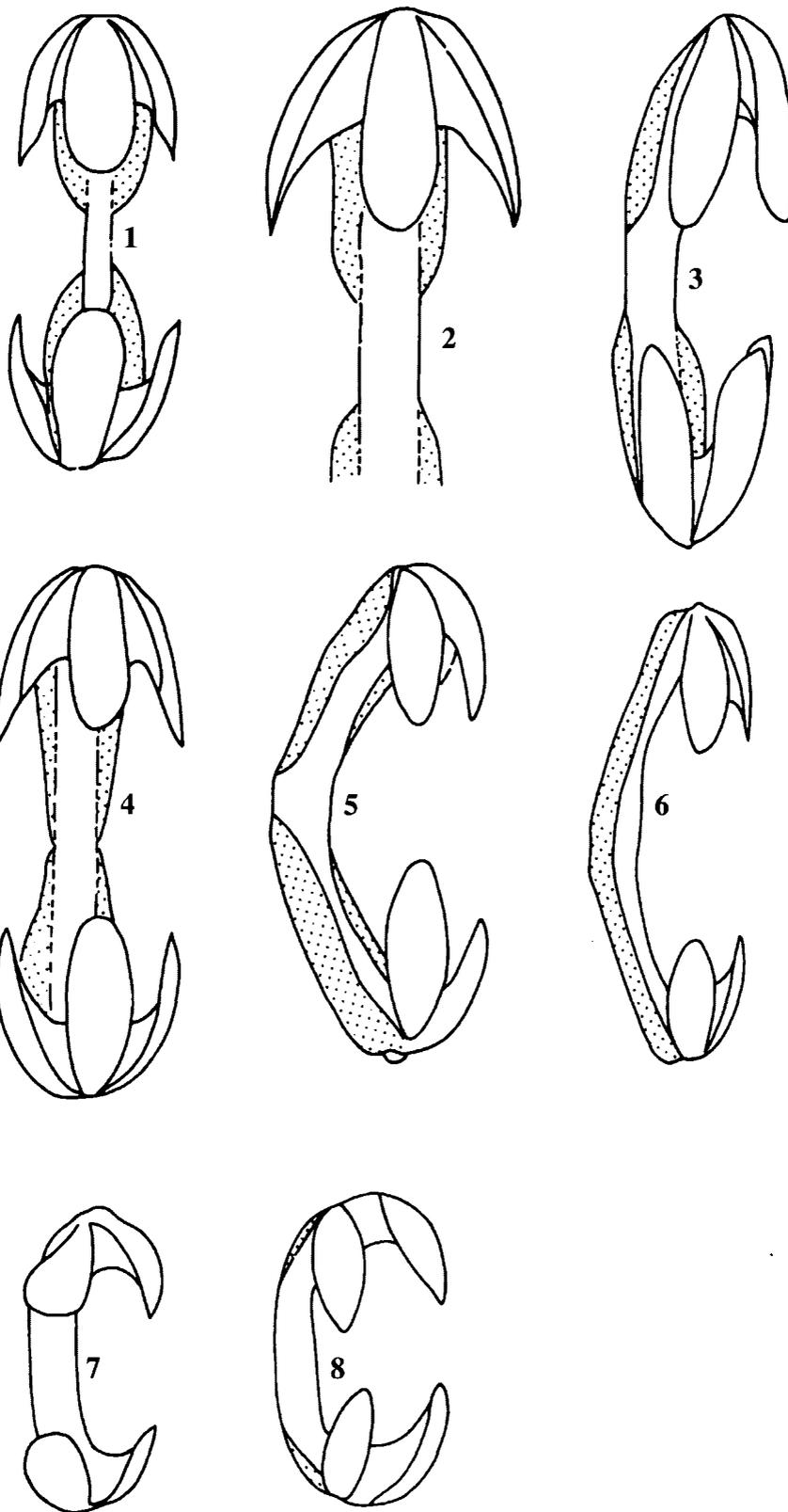


Abb. 5:

Fig. 1–3: anchorate Isochele, mit unterschiedlich breiten und langen Segeln ausgestattet (Segel = punktiert). Fig. 4–6: arcuate Isochele mit langen Segeln. Fig. 7–8: kleine anchorate Isochele mit stark nach hinten gebogenen Alae, die weit auseinanderstehen.

pus von Isochelen) dargestellt, und schließlich ein fünfter Typus, in Fig. 8 abgebildet. Es handelt sich wieder um einen gerade verlaufenden Schaft, der allmählich noch vor Beginn der Ankerzähne gebogen ist, mit einem schmalen Segel versehen, wobei die beiden seitlichen Alae stark von dem zentralen Ala in Fortsetzung des Schaftes abgesetzt sind. Schließlich sind noch zwei Typen von Isochelen kurz zu besprechen. In Abb. 6, Fig. 1, ist ein Bruchstück eines rezenten palmaten Isochels dargestellt. Typisch hierfür ist,

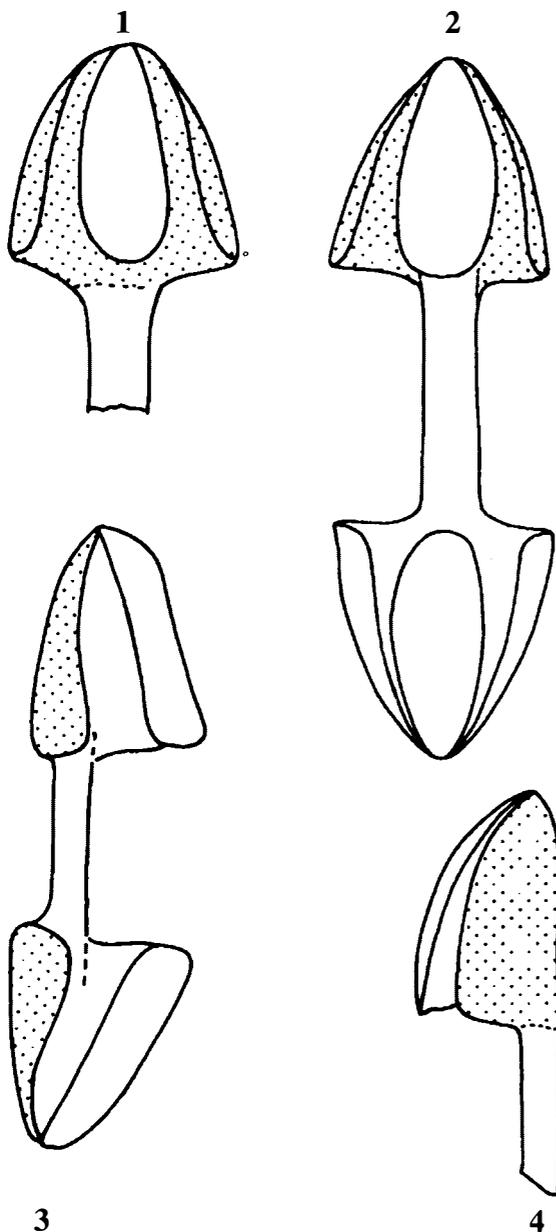


Abb. 6:

Palmate Isochele (Fig. 1–4). Hier geht es vor allem darum, aufzuzeigen, daß es sich nicht streng um drei Alae bei diesen Isochelen handelt, sondern um beidseitig erweiterte, auf die Spiculumen beschränkte Segel.

daß der Schaft sich stark verbreitert, und zwar so weit, daß ein Segel nicht nur in der Ebene entsteht, sondern nach vorne umbiegt und somit den Grundstock für die Alae bildet, die nach Erachten des Verfassers keine Alae mehr sind, sondern nach vorne gebogene Erweiterungen des Segels darstellen, sodaß nur der zentrale Teil, der meistens breiter ist als die anderen, als Ala aufgefaßt werden kann. In Fig. 2 ist der erste Typus eines palmaten Isochels aus dem unteren Lias dargestellt, der im Aufbau völlig dem eines rezenten Chels entspricht. In Fig. 3 und Fig. 4 ist ein zweiter Typus von palmaten Isochelen dargestellt, und zwar jeweils von der Seite, um das Breiterwerden des nach vorne gebogenen Segels darzustellen. Man kann hier entweder von erweiterten Segeln oder von Pseudoalae sprechen. (Alle aus dem Lias stammenden Isochele sind auf Taf. 4, Fig. 1–13, dargestellt).

Diskussion:

Folgt man der Systematik der Neontologen, so treten Isochele nur innerhalb der Ordnung Poecilosclerida (Unterklasse Ceractinomorpha), und zwar in folgenden Familien auf:

1) Familie Myxillidae TOPSENT 1928, Gattung *Myxilla* SCHMIDT 1862 (anchorate Isochele). Möglicherweise treten solche bereits im Tertiär auf (nach de LAUBENFELS, 1955; rezent häufig).

Acarus GRAY 1867 (palmate Isochele), nur rezent auftretend

Forcepia CARTER 1874 (anchorate und arcuate Isochele), bereits im Tertiär nachgewiesen, rezent weitverbreitet, im Tertiär allerdings keine Isochele, sondern nur Anisochele nachgewiesen.

Lissodendoryx (arcuate Isochele), nur rezent nachgewiesen.

2) Familie Cladorhizidae de LAUBENFELS 1936

Chondrocladia W. THOMP. 1873 (anchorate Isochele), aus dem Tertiär vereinzelt bekannt und rezent weitverbreitet.

3) Familie Crellidae HENTSCHEL 1923

Crella GRAY 1867 (arcuate Isochele), nur rezent bekannt.

4) Familie Microcionidae CARTER 1886

Antho GRAY 1867 (palmate Isochele), nur rezent bekannt

5) Familie Amphilectidae de LAUBENFELS 1936

Amphilectus VOSMAER 1880 (palmate Isochele), ? Tertiär, rezent weitverbreitet.

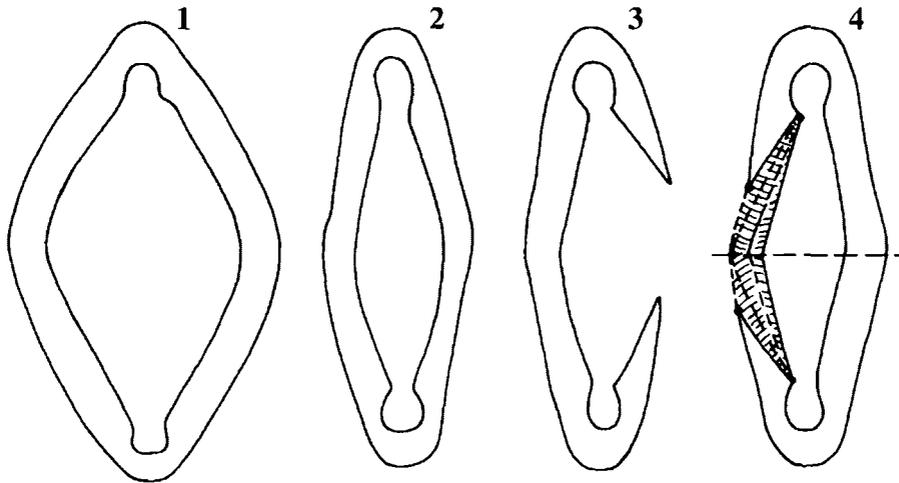


Abb. 7:

Zwei Clavidiske (Fig. 1: breitoval; Fig. 2: langoval); Fig. 3: Diacister; Fig. 4 zeigt den Übergang vom Diacister zum Clavidisk.

Von allen hier angeführten Gattungen ist nur eine mit Isochelen aus dem gesicherten Tertiär überliefert.

SCHRAMMEN (1924) hat aus der Oberkreide zwei Isochele abgebildet und schreibt hiezu (1924: 71), daß Chele, die den großen Komplex der Desmocidonidae charakterisieren, in der Oberkreide sehr selten sind. Die Familie Desmocidonidae GRAY 1867 stellt nach WIEDENMAYER (1977: 78) eine zu inhomogene Gruppe dar, zumal haploscleride und poeciloscleride Elemente hier zusammengeworfen wurden, und plädiert dafür, daß diese aufgelassen werden soll. Es steht jedenfalls fest, daß die bisher ältesten Isochele aus der Oberkreide bekannt wurden; die hier vorgestellten unterliassischen Isochele sind somit die ältesten nachgewiesenen Mikroskleren und erlauben eine gute Anbindung an heute lebende Formen, vor allem an die Familien Myxillidae, Cladorhizidae und Amphilectidae. In diesen Rahmen sind auch die von SCHRAMMEN aus der Oberkreide beschriebenen Isochele zu stellen.

Clavidiske

Es handelt sich um runde bis langovale, spangenförmige Spicula mit einem glatten Außenrand und einer schlüsselochartigen Innenbegrenzung. Nach SCHRAMMEN (1924: 71) wird das Clavidisk als Psellium bezeichnet (griech. Spange, Ring), dieser Terminus hat sich aber nicht durchgesetzt. Aus dem basalen Lias lassen sich drei Typen von Clavidisken auseinanderhalten, und zwar einmal ein rundovales, etwas asymmetrisch gebautes Spiculum, der Ring ist im Mittelteil stark ausgebaucht. Die Innenbegrenzung des Ringes verläuft konform mit dem Außenrand und ist, bis auf die im längeren Durchmesser des ovalen Ringes kreuzförmig angelegten Ausstülpungen, analog gebaut.

Die am Innenrand entwickelten Ausstülpungen sind beim 1. Typus meist durch eine starke Einschnürung gekennzeichnet (Taf. 3, Fig. 1–2). Ein zweiter Typus ist streng symmetrisch gebaut, wesentlich schmaler, und ist daher mehr langoval entwickelt. Die auf beiden Seiten ausgebildeten Ausstülpungen zeigen einen breiter entwickelten Einschnürungshals (Taf. 3, Fig. 3). Der dritte Typus ist stark langoval gebaut, im Mittelteil innen etwas schmaler als die ersten Typen, und die beiden Zugänge zu den Einschnürungen sind breit und offen (Taf. 3, Fig. 4 und 13). In Abb. 7 soll vor allem dargelegt werden, daß sich das Clavidisk aus dem Diacister entwickelt hat. Anhand dieser Darstellung ist es unschwer, eine derartige Entstehung aufzuzeigen. Es sei auch hier gleich darauf hingewiesen, daß van SOEST (1984: 212) bei den Clavidisken von verbundenen Diacistern spricht.

Diskussion:

Die bisher ältesten Clavidiske hat SCHRAMMEN (1924) aus der Oberkreide Deutschlands bekanntgemacht. Es handelt sich um Formen, die am ehesten dem Typus 3 der liassischen Clavidiske entsprechen. Sonst sind Clavidiske aus dem Tertiär (?), vor allem rezent bekannt, und zwar der Unterordnung Poecilosclerida angehörend, mit den Familien Desmacellidae RIDLEY & DENDY 1887 (Gattung *Desmacella*) und der Familie Desmacididae mit der Gattung *Melonanchora* CARTER 1874. Van SOEST (1984: 212) stellt die Gattung *Merlia* zur Familie Biemnida (Poecilosclerida), die Clavidiske ausgebildet hat, die völlig jenen aus dem U. Lias entsprechen. VACALET (1977) hat eine eigene Ordnung Merliida aufgestellt, die nach HARTMAN et al. (1980: 25) der Klasse Sclerospongiae zugeordnet werden.

Schon alleine der enge Konnex zwischen Poriferen mit Diancistern (bisher wurden alle zu den Demospongiae gestellt) und jenen mit Clavidiscen (letztere haben sich aus den Diancistern entwickelt und wurden bisher ausschließlich zu den Sclerospongiae gezählt) zeigt, daß die Sclerospongiae in der bisherigen Fassung als eigene Klasse (HARTMAN & GOREAU, 1970) nicht aufrechtzuerhalten sind. REITNER (1987: 220) weist, von einer anderen Seite kommend, auf dasselbe Problem hin. Ausführlich jedoch wird die gesamte Problematik und polyphyletische Natur der Sclerospongiae von van SOEST (1984) diskutiert.

Canonochel:

Bisher wurde nur ein Typus aus dem Unterlias des Kirchsteinkalkes nachgewiesen. Es handelt sich um eine langovale Mikrosklere, die im Umriß dem Clavidisk ähnelt; auffallend sind die einander gegenüberstehenden, symmetrisch entwickelten Schilde, die sich in der Mitte beinahe berühren (am besten von der Rückseite zu sehen). Sie setzen scharf am Innenrand des Ringes an und sind auf der Rückseite durch den umgeschlagenen Mantel an ihren Ansatzstellen bzw. oben und unten etwas verdeckt. Auf der Vorderseite befindet sich der sogenannte mantelartige Umschlag, auf beiden Seiten symmetrisch entwickelt. Umschlag wird dieser deshalb genannt, weil die mantelartige Erweiterung nach innen eingestülpt ist und im zentralen Bereich der Schilde eine sehr starke Einschnürung erfährt (siehe hierzu Abb. 8). Die aus dem U. Lias stammenden Canonochele sind auf Taf. 3, Fig. 10 und 12, und Taf. 1, Fig. 12, abgebildet.

Diskussion:

Poriferen mit Canonochelen sind fossil bisher nicht nachgewiesen. HARTMAN (1981: Fig. 16–18c, d) hat rezente Canonochele der Gattung *Cercidocheilia* (Poecilosclerida) dargestellt. Damit wird eng an jene Familien der Poecilosclerida, die Chele führen, angeschlossen, wodurch zusätzlich noch die breite Front des Auftretens dieser Gruppe unterstrichen wird.

3) Spirosklere (Spinispira, Anthosigma, Selenaster, Spirula, Toxispira und Sigmaspira, sowie von Spirosklere abgeleitete Amphiaster).

Keiner dieser Nadeltypen wurde im U. Lias nachgewiesen; die schwach um die Längsachse gedrehten Formen von Sigma wurden noch zu den Sigmatosklere gerechnet.

4) Euastrose Mikrosklere (Definition: Mikrosklere, die mit zwei oder mehreren Strahlen von einem Zentrum ausgehen; aufgrund dieser Definition werden auch die Calthrope und ihre Derivate hierhergestellt).

Folgende Typen werden zu dieser Gruppe von Mikrosklere gestellt: Oxyaster, Sphaeraster, Anthosphaeraster, Strongylaster, Pycnaster, Spiraster, Tylaster, Anthaster, Sterraster und Aspidaster, sowie Mikrocalthrope und deren Abkömmlinge, wie z.B. das vom Calthrop abzuleitende Amphiaster.

Oxyaster sind in den unterliassischen Proben häufig; Die meisten der auftretenden Oxyaster sind vom Typus, der auf Taf. 5, Fig. 10, abgebildet ist.

Oxysphaeraster treten sehr häufig auf (siehe hierzu Taf. 5, Fig. 11–13); das auf Taf. 5, Fig. 14, abgebildete Spi-

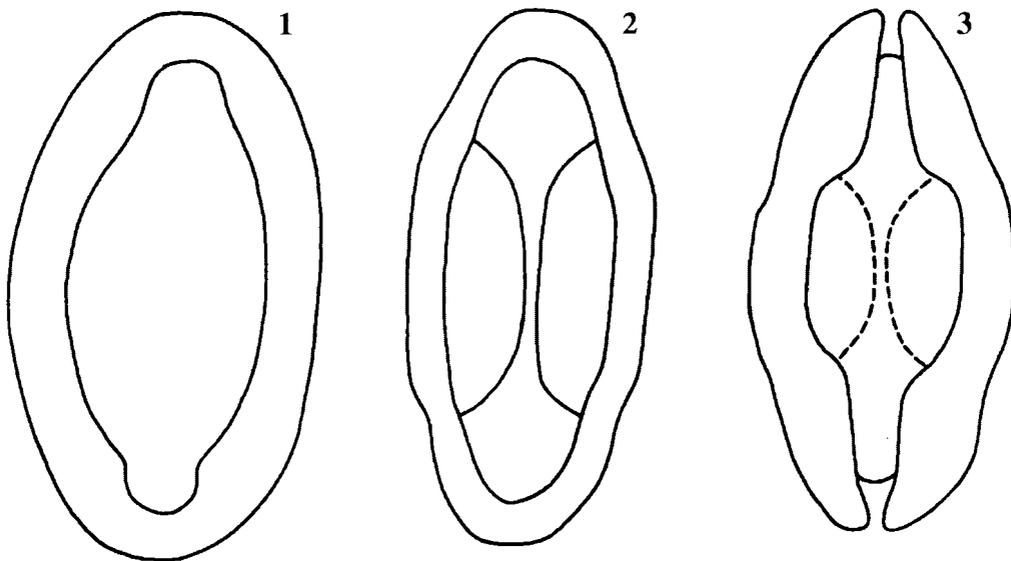


Abb. 8:

Fig. 1: Clavidisk; Fig. 2: Canonochel, von hinten betrachtet; Fig. 3: dasselbe Canonochel von vorne.

culum stellt eine Übergangsform von Oxyaster zu Oxyphaeraster dar. Selten sind Rhaxen (Sterraster) beobachtbar.

Pycnaster: Bisher wurde nur ein Typus nachgewiesen, der sehr selten auftritt (Taf. 6, Fig. 8).

Den weitaus größten Anteil stellen jedoch die Microcalthrope; es sind dies Oxycalthrope, Echinoxycalthrope mit allen Übergängen vom glatten zum bedornen Calthrop; Cricoxycalthrope, glatte, unregelmäßig gebaute Calthrope; acanthine Calthrope sowie von Calthropen abzuleitende Skleren, d.h. solche, die sich aus fünfstrahligen Nadeln aufbauen oder nur drei Strahlen entwickelt haben, letztere werden als cricale Trioide bezeichnet.

Oxycalthrop: kleine, zarte, völlig glatte, regelmäßig gebaute Nadeltypen (Taf. 1, Fig. 18–19).

Acanthines Oxycalthrop: kleine, robuste Calthrope mit großen Stacheln, die in Gruppen ringartig angeordnet sind (es handelt sich hierbei um einen Typus, der bisher weder fossil noch rezent bekannt wurde; siehe hierzu Taf. 6, Fig. 1–3).

Oxycalthrop mit teilweiser Bestachelung; nur der zentrale Teil der Strahlen ist bestachelt (Taf. 6, Fig. 9).

Criccalthrop (häufig): kleine, mit 7–10 Ringen pro Strahl ausgestattete Spicula (Taf. 5, Fig. 5, 6 und 8); glatte, unregelmäßige Calthrope (Taf. 1, Fig. 16).

Acanthines Calthrop: Die Bestachelung setzt erst im zweiten Drittel der vier Strahlen ein (Taf. 1, Fig. 20).

Vom Calthrop abzuleitende Skleren; hier gibt es eine ganze Menge von verschiedenen Sklerentypen, die durch Mehrbildung oder Reduktion von Strahlen entstehen. In den unterliassischen Proben sind es vor allem die cricalen Skleren, die stark variieren.

Glatte, fünfstrahlige Skleren (nicht abgebildet); cricales Triod: Formen mit einem langen und zwei kurzen, gleich langen Strahlen (Taf. 5, Fig. 4) und solche mit drei gleich langen Strahlen (Taf. 1, Fig. 11).

Weiters kommen noch fünfstrahlige cricale Skleren mit z.T. ungleichmäßigen, langen Strahlen vor; auch der Winkel zwischen den einzelnen Strahlen variiert stark (Taf. 5, Fig. 2–3).

Diskussion:

Astrose Mikroskleren sind bei den Vertretern der U.Kl. Tetractinomorpha weitverbreitet; die Euaster treten bei der O. Astrophorida (= Choristida) auf, besonders innerhalb der Familie Ancorinidae SCHMIDT 1862 und der Familie Geodiidae GRAY 1867. Demnach sind Vertreter dieser beiden Familien, wahrscheinlich sogar die Gattung *Geodia* LAMARCK 1850 im Unterlias präsent. Die ältesten Euaster (Oxyaster und Oxyphaeraster hat MOSTLER, 1976, aus dem Ladin (Mitteltrias) nachgewiesen.

Hinsichtlich der Microcalthrope sei folgendes festgehalten: Glatte, kleine Calthrope treten häufig innerhalb

der Familie Pachastrellidae (O. Astrophorida) auf; besonders deutlich wird dies bei der Gattung *Pachastrella* SCHMIDT 1870 (siehe hierzu VAN SOEST und STENTOFT, 1988: 35). Nachde LAUBENFELS (1955: E44) ist diese Gattung ab dem Karbon nachgewiesen.

Was die Criccalthrope betrifft, so sind solche auch bei heute lebenden Schwämmen bekannt (*Sphinctrella annulata* (SCHMIDT 1880), der Familie Pachastrellidae zugehörig). Sie weisen gegenüber dem fossilen Material nur eine höhere Ringzahl auf.

Triactine cricale Nadeln sind ebenfalls von rezenten Schwämmen bekannt, z.B. bei *Sphinctrella ornata* (SOLLAS 1888).

5) Streptastrose Mikroskleren (Definition: Mikroskleren mit zwei oder mehreren Strahlen, die von einer Achse ausgehen):

Dazu gehören Plesiaster, Amphiaster, Metaster und Spiraster; hinsichtlich des Amphiasters sei noch folgendes angemerkt: Mikroskleren dieses Typs können sich sowohl aus den Spirastern als auch aus den Sanidastern, z.T. aus modifizierten Calthropen bilden. Das im folgenden beschriebene Amphiaster ist am ehesten als Abkömmling streptastrosen Mikroskleren zu betrachten.

Amphiaster: Die im Unterlias auftretenden Amphiaster weisen einen kurzen Schaft, der gerade gestreckt und stark verdickt ist, auf. An beiden Enden sind 7–10 Strahlen ausgebildet, wobei die Zahl der Endstrahlen einander an beiden Seiten nicht entspricht; d.h. auf einer Seite sind meistens um ein oder zwei Strahlen weniger; dadurch ist das Spiculum auch asymmetrisch gebaut. (Taf. 5, Fig. 7 und 9; Taf. 6, Fig. 4).

Diskussion:

Amphiaster sind vor allem bei den Astrophorida weitverbreitet, und zwar innerhalb der Familie Ancorinidae (z.B. *Ancorina delicatula*, *Ancorina ponderosa* und *Ancorina rudis*). Ebenso häufig treten Amphiaster innerhalb der Familie Pachastrellidae auf (z.B. *Pachastrella abyssii*, *Pachastrella agassizi*, *Poecilastastra compressa*, *Poecilastastra sollasi*, *Poecilastastra aspera*).

Bei den Lithistida sind ebenfalls Amphiaster, wenn auch untergeordnet, bekannt, und zwar innerhalb der Familie Theonellidae LENDENFELD 1903 (*Racodiscula* (ZITTEL 1978), z.B. *R. asteroides*, *R. sceptrifera*) sowie innerhalb der Familie Corallistidae SOLLAS (1886), z.B. bei *Corallistes tubulatus* VAN SOEST & STENTOFT 1988; weiters sind Amphiaster von der Gattung *Jereopsis* SCHMIDT bekannt.

Nachdem viele Skleren aus dem Lias auf die Familie Pachastrellidae fallen, ist man eher geneigt, die Amphiaster derselben Familie zuzuordnen, wenngleich Amphiaster ebenfalls, wie oben erwähnt, bei Lithistiden auftreten, deren Megaskleren in den liassischen Proben weitverbreitet sind (siehe hierzu auch MOSTLER, 1989a).

Faßt man die Zuordnung der wichtigsten im Unterlias auftretenden Mikroskleren zu den einzelnen Ordnungen zusammen, so ergibt sich folgendes: Cricorhabde treten einmal innerhalb der Ordnung Hadromorida, zum anderen bei der Ordnung Astrophorida auf; Toxa sind sowohl bei den Ordnungen Spirophorida, Haplosclerida und Poecilosclerida entwickelt; Sigmata treten auch innerhalb von drei Ordnungen (Spirophorida, Poecilosclerida, Lithistida) auf; Diancister sind nur von den Poecilosclerida bekannt; dasselbe trifft für die Isochele, Clavidiske und Canonochele zu. Euaster sind in der Ordnung Astrophorida häufig bzw. nur auf diese beschränkt, sowie die Microcalthrope nur bei den Astrophorida auftreten (dies betrifft auch die Criccalthrope), während Amphiaster sowohl bei den Astrophorida als auch Lithistida auftreten können, d.h. mit anderen Worten, die U.Kl. Ceractinomorpha wäre mit den Ordnungen Poecilosclerida und Haplosclerida vertreten und die U.Kl. Tetractinomorpha mit der Ordnung Astrophorida (= Choristida), Spirophorida, Lithistida und Hadromerida.

Damit sind alle Ordnungen aufgezählt, die möglicherweise im Unterlias vertreten sind; es verdichtet sich jedoch die Wahrscheinlichkeit, daß bei den Ceractinomorpha nur die Ordnung Poecilosclerida (Toxa, Sigmata, Diancister, Isochele, Clavidiske und Canonochele) vertreten ist, während die Haplosclerida, bei denen auch Toxa auftreten, durch das Fehlen anderer Sklerentypen dieser Ordnung eher nicht innerhalb des basalen Lias präsent waren.

Hinsichtlich der U.Kl. Tetractinomorpha kann als gesichert gelten, daß sowohl die Vertreter der O. Astrophorida mit den Cricorhabden, Criccalthropen, Euastern und vom Calthrop abgeleiteten Amphiaestern, als auch die Lithistida mit Sigmata und Amphiaster im basalen Jura lebten, vor allem deswegen, weil auch eine Unmenge an Megaskleren dieser Ordnung anfallen. Die O. Hadromerida ist vor allem wegen der Cricorhabde, wenn diese auch bei den Astrophorida auftreten, nicht ganz auszuschließen. Dasselbe gilt für die Spirophorida, zumal Toxa und Sigmata allein zu wenig Beweis sind, daß diese Ordnung auch im Unterlias vertreten ist.

Aufgrund der Mikroskleren ist mit der Präsenz folgender Demospongien im Unterjura zu rechnen:

U.Kl. Ceractinomorpha

O. Poecilosclerida

Fam. Myxillidae TOPSENT 1928

Gattung *Myxilla* SCHMIDT 1862

Gattung *Acarnus* GRAY 1867

Gattung *Lissodendoryx* TOPSENT 1892

Fam. Cladorhizidae de LAUBENFELS 1936

Gattung *Chondrocladia* W. THOMP. 1873

Familie Crellidae HENTSCHEL 1923

Gattung *Crella* GRAY 1867

Familie Amphilectidae de LAUBENFELS 1936

Gattung *Amphilectus* VOSMAER 1880

Familie Desmacellidae RIDLEY

Gattung *Desmacella* SCHMIDT 1870*

Gattung *Merlia* KIRKPATRICK 1908

Gattung *Ceridochela* KIRKPATRICK 1980

Familie Desmacididae

Gattung *Melonachora* CARTER 1874

U.Kl. Tetractinomorpha

O. Astrophorida (= Choristida)

Familie Geodiidae GRAY 1867

Gattung *Geodia* LAMARCK 1815

Familie Ancorinidae SCHMIDT 1862

Gattung *Ancorina* SCHMIDT 1862

Familie Pachastrellidae CARTER 1875

Gattung *Pachastrella* SCHMIDT 1868

Gattung *Poecilastra* SOLLAS 1888

Gattung *Sphinctrella* SCHMIDT 1870

O. Lithistida

Familie Theonellidae LENDENFELD 1903

Gattung *Racodiscula* ZITTEL 1878

* *Desmacella* wird von van SOEST zur Familie Biemnidae van SOEST 1984 gestellt; auch die Gattungen *Hamacantha* und *Merlia*.

Familie Corallistidae SOLLAS 1886
Gattung *Corallistes* SCHMIDT 1870
Gattung *Jereopsis* SCHMIDT 1870

O. Hadromerida

Familie Clionidae GRAY 1867
Gattung *Allectona* CARTER 1879
Gattung *Datona* (Familienzuordnung dem Autor nicht bekannt)

3. Bemerkungen zur stratigraphischen Wertbarkeit

Nicht nur aus der Sicht von Mikrosklenen der Demospongien setzt mit Beginn des Jura in der Tiefwasserfazies der Nördlichen Kalkalpen (Kirchsteinkalk/Liasfleckenmergel) eine völlig neue Kieselspongienfauna ein (siehe hiezu MOSTLER, 1989b: 712), sondern auch anhand der hexactinelliden Mikrosklenen (MOSTLER, 1989a) und Megasklenen (MOSTLER, 1990a, 1990b) beider Klassen läßt sich ebenfalls ein scharfer Faunenschnitt feststellen.

Der wichtigste Aspekt, der sich aus dieser Studie ergibt, ist der, daß ab dem Unterjura an Familien und Gattungen angeknüpft werden kann, die bisher erst ab dem Tertiär nachgewiesen wurden oder überhaupt nur rezent bekannt sind. Obwohl man bei stratigraphischen Schlußfolgerungen vorsichtig sein muß, gerade weil man öfters anhand von nicht vergleichbaren Faziesräumen falsche Schlüsse gezogen hat, soll hier nochmals darauf hingewiesen werden, daß die oben gemachten Äußerungen sich auf analoge Lebensräume der Schwämme der Obertrias und des Unterjura beziehen (in beiden Fällen handelt es sich um eine Tiefwasserentwicklung mit recht ähnlichen Sedimentationsbedingungen). Es erhebt sich aber dennoch die Frage, warum es im Unterlias zu einer höheren Faunendiversität als in der Obertrias kam. Dies könnte damit in Zusammenhang gebracht werden, daß es mit Beginn des Jura zu einer verstärkten pelagischen Entwicklung kam, bedingt dadurch, daß die zwischen den obertriadischen Becken entwickelten Karbonatplattformen ebenfalls in den pelagischen Faziesraum miteinbezogen wurden.

Im folgenden wird auf die stratigraphische Verbreitung der wichtigsten hier vorgestellten Mikrosklenen eingegangen.

Von den cricalen Sklenen, die MOSTLER (1976) aus der Trias bekanntmachte, können nur die Criccalthrope als gesichert betrachtet werden, weil sich aufgrund von elektronenmikroskopischen Aufnahmen herausstellte, daß die vermeintlichen Criccalthrope keine durchgehenden Ringe aufweisen, sondern durch eine halbringartige

Struktur, eine Ringstruktur vortäuschte, charakterisiert sind (siehe hiezu MOSTLER, 1986: Taf. 3, Fig. 4; Taf. 5, Fig. 3).

Die zu den Mikrosklenen zu stellenden Criccalthrope treten somit erst ab dem Beginn des Jura auf; dies trifft auch für verschiedene Cricorhabde zu, wie auch für das Cricotrioid und Cricopentactin (beides Abkömmlinge von Criccalthrop). Daraus ergibt sich schon allein anhand der cricalen Mikrosklenen eine klare Abgrenzung zwischen Obertrias und basalem Jura.

Besonders markant ist auch das erstmalige Auftreten von bedornen und bestachelten subtylostylen und strongylen Mikrosklenen sowie acanthinen Microcalthropen, deren Stacheln ringartig angeordnet sind. Es gibt keine vergleichbaren Sklenen innerhalb der Trias noch in anderen mesozoischen Schichtfolgen. Die einzigen den Demospongien zuzuordnenden Mikrosklenen aus der Trias sind Sigmata, die völlig jenen des Unterjura gleichen, sowie Oxyphaeraster.

Diancister, Isochele, Canonochele und Clavidiske setzen alle erst im basalen Jura ein, wodurch der Schnitt zur Obertrias noch stärker wird. Derselbe markante Einschnitt tritt auch bei den Hexactinelliden auf (vgl. hiezu MOSTLER, 1989a), und schließlich läßt sich dies auch anhand von Megasklenen der Demospongien bestens belegen.

Die scharfe Abgrenzung zwischen Obertrias und Unterjura läßt sich nur innerhalb der Beckensedimente durchführen; innerhalb der Flachwasserareale, wie z.B. den Kössener Schichten der Obertrias (Wassertiefen bis maximal 50 m) und den Hierlatzkalken des Unterjura, kann man keine derartigen faunistischen Unterschiede feststellen. Dies hängt damit zusammen, daß die Poriferen in diesen Flachwassergebieten entweder seltener auftreten, oder auch, wenn sie voll präsent sind, aus ökologischen Gründen eher eine monotone Spicula-Vergesellschaftung aufweisen. (Der Verfasser hat eine Studie über die Poriferenspicula der Kössener Schichten in Vorbereitung). Es ist aber auch immer sehr wesentlich, nachzuweisen, ob es sich um autochthone oder allochthone Spicula-Vergesellschaftungen handelt; so wurden in den Liasfleckenmergeln und analogen Sedimenten aus den unterjurassischen Beckensedimenten nur eintönige Spicula-Vergesellschaftungen beobachtet, was z.B. WIEDENMAYER (1980: 139; in HARTMAN et al.) dazu veranlaßte, von einer sehr monotonen Vergesellschaftung, die nur aus fusiformen *Oxea* und langschäftigen *Triaenen* besteht, zu sprechen. Ganz ähnliche Beobachtungen wurden vom Verfasser dieser Studie in den Oberalmer Schichten gemacht (oberjurassische Beckensedimente), und zwar innerhalb der Kalkturbidite, in denen monotone allochthone

Spicula-Vergesellschaftungen gefunden wurden, während in den nicht gradierten Schichtfolgen autochthone Poriferenfaunen auftreten, die über 150 verschiedene Spiculatypen beinhalten.

Entwicklungsgeschichtlich betrachtet, sind die Poecilosclerida (U.Kl. Ceractinomorpha) seit der Mitteltrias (MOSTLER, 1976) bekannt; vor allem durch den Nachweis von Sigmata und Amphitylen. Die von WIEDENMAYER (1980: 71; in HARTMAN et al.) angegebenen unguiferen Chele hat MOSTLER (1976, 1978) nicht nachgewiesen; es dürfte sich um Amphidiske handeln, die WIEDENMAYER als Chele deutete. Jedenfalls ist in diesen beiden Arbeiten nie die Rede von Chelen. Während die Poecilosclerida in der Trias noch spärlicher vorhanden sind, entfalten sie sich mit Beginn des Jura plötzlich und sind im Unterlias bereits mit mindestens 7 Familien vertreten.

Die ältesten bisher bekannten Astrophorida (= Choristida), die zur U.Kl. Tetractinomorpha zählen, sind unterkarbonischen Alters. RIGBY & STEARN (1983: 18) vermuten eine lange, unbekannte, frühpaläozoische Entwicklung dieser Ordnung; generell ist aber auch wenig über deren postpaläozoische Entwicklung bekannt. Durch die vorliegende Studie kann hier doch ein wenig mehr Licht in die Entwicklungsgeschichte der Astrophorida gebracht werden. HINDE (1887) hat anhand von isolierten Spicula sogar Arten aufgestellt, wie *Geodites antiquous*, *Geodites deformis* und *Pachastrella vetusta*. Dabei handelt es sich um schwach gebogene Oxea und Protriaene, die zu vielen Familien und Gattungen gestellt werden können. REID (1970: 72) dagegen zeigt die Präsenz einer hohen Spiculadiversität der Astrophorida im Unterkarbon auf, die im Gegensatz zu HINDE (1887) sehr gut zu Formen der Gattungen *Pachastrella* und *Geodites* passen. Das plötzliche Auftreten der hohen Spiculadiversität führt REID auch zur Ansicht, daß die Astrophorida sich schon sehr früh, also im Altpaläozoikum, entwickelt haben müssen. Die im Unterkarbon nachgewiesene Präsenz der Astrophorida mit einer relativ hohen Spiculadiversität hält über das Perm hin an (siehe hierzu KOZUR & MOSTLER, 1989) und läuft etwa in gleicher Breite in die Trias hinein (MOSTLER, 1976).

Mit Beginn des Jura darf es aufgrund vorliegender Studie als gesichert gelten, daß Vertreter der Familie Geodiidae, Ancorinidae und Pachastrellidae mit einer starken Formenvielfalt präsent waren, vor allem, wenn man hierzu noch die Megaskleren mit in die Betrachtungen einbindet. Es sei hier z.B. auf die Formenvielfalt der Triaene verwiesen.

Was die Lithistida betrifft, so treten diese schon ab dem mittleren Kambrium auf (GATEHOUSE, 1968).

RIGBY (1983) gliedert die Lithistida in folgende Unterordnungen: Orhocladina RAUFF 1893, Sphaerocladina SCHRAMMEN 1910, Rhizomorina ZITTEL 1878, Tricranocladina REID 1968, Dicranocladina SCHRAMMEN 1924, Megamorina ZITTEL 1878, Didymomorina RAUFF 1833 und Tetracladina ZITTEL 1878.

Bei der Besprechung der Entfaltung der Lithistida vom Mittelkambrium bis heute weist RIGBY (1983: 38) auf die hohe Diversität dieser im Perm hin, erwähnt aber gleichzeitig die starke Einschränkung der Lithistida in der Trias, auch weltweit gesehen. Zu letzterem sei gleich angemerkt, daß die Tiefwasserporiferen der Trias eine reiche Lithistidenfauna aufweisen (vgl. hierzu MOSTLER 1976, 1978, 1986). So sind z.B. die Rhizomorina ab der Mitteltrias mit vielen Spiculatypen vertreten; dasselbe trifft für die Megamorina zu, denen z.T. noch eine größere stratigraphische Bedeutung zukommt. Beide Unterordnungen treten in der Obertrias mit einer noch höheren Spiculadiversität auf, und die in einer eigenen Studie noch vorzustellenden Megaskleren des Unterjura stehen in keiner Weise diesen nach. Hier muß allerdings zugegeben werden, daß die Artenfülle der beiden Unterordnungen im Oberjura noch stärker zunimmt.

Weniger häufig sind Tetracladina, die erst in der Obertrias auftreten, allerdings sind sie im unteren Lias bereits durch eine hohe Spiculadiversität ausgezeichnet.

WIEDENMAYER (1980: 77; in HARTMAN et al.) weist auf das Fehlen von lithistiden Poriferen in den Beckenablagerungen des tieferen Jura hin. Dies dürfte allerdings auf Beobachtungen von allochthonen Faunen zurückgehen, zumal es sich nachweisen läßt, daß die Lithistida im basalen Jura sehr häufig sind (MOSTLER, 1990b). Nur allein anhand von Mikroskleren läßt sich viel zu wenig über die Lithistiden im Unterjura aussagen; die Feststellungen, die hier angestellt wurden, beziehen sich auf ihre Vergesellschaftung mit den vielen Desmen und Dermalia in liassischen Beckensedimenten.

Literatur

- CARTER, H.J. (1871): On Fossil Sponge-Spicules of the Greensand Compared with those of Existing Species. - Ann. Mag. Nat. Hist. 7, 112–114, London.
- DENDY, A. (1921): The tetraxonid sponge spicule: a study in evolution. - Acta Zool. Stockholm, 2, 95–152.
- DENDY, A. (1922): Report on the Sigmatotetraxonida collected by H.M.S. "Sealark" in the Indian Ocean. - Trans. Linn. Soc. London (2, Zool.), 18, 1–164.
- DENDY, A. (1924): On an orthogenetic series of growth forms in certain tetraxonid sponge spicules. - Proc. Roy. Soc. London, ser. B, 97 (1925), 243–250.

- DUNIKOWSKI, E.v. (1882): Die Spongien, Radiolarien und Foraminiferen der unterliassischen Schichten vom Schafberg bei Salzburg. - Denkschr. Österr. Akad. Wiss., Math.-Nat. Kl., **45**, 163–194.
- FINKS, R.M. (1960): Late Paleozoic Sponge Faunas of the Texas Region. - Bull. of the American Museum of Natural History, **120**, Article 1, New York.
- FINKS, R.M. (1970): The evolution and ecologic history of sponges during Palaeozoic times. - In: FRY, W.G. (ed.): The biology of the Porifera. Symposia Zool. Soc. London, **25**, 3–22, London.
- FINKS, R.M. & HILL, D. (1967): Porifera and Archaeocyatha. - In: HARLAND, W.B. et al. (eds.): The fossil record. Geol. Soc. London, 333–345, London.
- GEYER, O.F. (1955): Über quergeringelte Spiculae (Sili-cispongia) aus dem schwäbischen Malm. - N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 391–395, Stuttgart.
- GEYER, O.F. (1958): Über Schwammnadeln aus dem Weißen Jura Gamma von Würgau (Oberfranken). - Ber. natforsch. Ges. Bamberg, **36**, 9–14, Bamberg.
- GEYER, O.F. (1962): Weitere Schwammnadeln aus dem Weißen Jura von Würgau (Oberfranken). - Ber. natforsch. Ges. Bamberg, **38**, 58–62, Bamberg.
- HARTMAN, W.D. (1981): Form and Distribution of Silica in Sponges. - In: SIMPSON, T.L. & VOLCANI, B.E. (eds): Silicon and Siliceous Structures in Biological Systems, 453–493, Springer-Verlag.
- HARTMAN, W.D. & GOREAU, T.F. (1970): Jamaican coralline sponges: their morphology, ecology and fossil relatives. - Symp. Zool. Soc. London, **25**, 205–243.
- HARTMAN, W.D., WENDT, J.W. & WIEDENMAYER, F. (1980): Living and fossil sponges. - Sedimenta VII, Miami, Florida, 274 S.
- HINDE, G.J. (1880): Fossil sponge spicules from the Upper Chalk. - Phil. Diss., 83 S., München.
- HINDE, G. (1883): Catalogue of the fossil sponges in the Geological Department of the British Museum. - 1–248, London.
- HINDE, G. (1886): On beds of sponge-remains in the Lower and Upper Greensand of the south of England. Summary. - Phil. Trans. Roy. Soc. London, **176**, 447–448, London.
- IJIMA, I. (1927): The Hexactinellida of the Siboga Expedition. - Mon. Siboga Exped., **6**, i–viii, 1–383.
- KIRKPATRICK, R. (1908): On two new genera of recent pharetronid sponges. - Ann. Mag. nat. Hist. (8), **2**, 503–515.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H. (1990): Saturnaliacea DEFLANDRE and some other stratigraphically important Radiolaria from the Hettangien of Lengries/Isar (Bavaria, Northern Calcareous Alps). - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, selber Band.
- LAUBENFELS, M.W. de (1975): Porifera. - In: MOORE, R.C.: Treatise on Invertebrate Paleontology. - Part E., E21–E112, Kansas.
- LENDENFELD, R.v. (1903): Tetraxonia. - Das Tierreich, **19**, 1–168.
- LENDENFELD, R.v. (1907): Tetraxonia. - Wiss. Ergebn. Deutsch. Tiefsee Exped. 'Valdivia', **11**, i–iv, 59–374.
- LÉVI, C. (1973): Systématique de la classe des Démospongiaria (Démospogies). - In: GRASSÉ, P.-P. (ed): Traité de Zool., **3**, 577–631, Paris.
- MOSTLER, H. (1976): Poriferenspiculae der alpinen Trias. - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **6**, 5, 1–42, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1978): Ein Beitrag zur Mikrofauna der Pötschenkalke an der Typlokalität unter besonderer Berücksichtigung der Poriferenspiculae. - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **7**, 3, 1–28, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1986): Ein Beitrag zur Entwicklung phyllotriaeener Megaskleren (Demospongia) aus oberjurassischen Beckensedimenten (Oberalmer Schichten, Nördliche Kalkalpen). - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **13**, 13, 297–329, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1986): Beitrag zur stratigraphischen Verbreitung und phylogenetischen Stellung der Amphidiscophora und Hexasterophora (Hexactinellida, Porifera). - Mitt. österr. geol. Ges., **78** (1985), 319–359, Wien.
- MOSTLER, H. (1986): Neue Kieselschwämme aus den Zlambachschichten (Obertrias, Nördliche Kalkalpen). - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **13**, 14, 331–361, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1989a): Mikrosklere hexactinellider Schwämme aus dem Lias der Nördlichen Kalkalpen. - Jb. Geol. B.-A., **132**, 4, 687–700, Wien.
- MOSTLER, H. (1989b): Mit "Zygomene" ausgestattete Dermalia von Kieselschwämmen (Demospongiae) aus pelagischen Sedimenten der Obertrias und des unteren Jura (Nördliche Kalkalpen). - Jb. Geol. B.-A., **132**, 4, 701–726, Wien.
- MOSTLER, H. (1990a): Hexactinellide Poriferen aus pelagischen Kieselkalcken (Unterer Lias, Nördliche Kalkalpen). - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, selber Band.
- MOSTLER, H. (1990b): Die Kieselschwämme der Zlambachschichten (Obertrias, Nördliche Kalkalpen). - Abh. Geol. B.-A., Wien (in Druck).
- MOSTLER, H., KRAINER, K. & STINGL, V. (1989): Überlegungen zur jurassischen Beckenentwicklung in den Nördlichen Kalkalpen. - Sediment '89, Vortragskurzfassungen, Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **16**, 81–83.
- ORTMANN, P. (1912): Die Mikrosklere der Kieselspongien in Schwammgesteinen der senonen Kreide. - N. Jb. Min., Geol., Paläont., Jg. 1912, **2**, 127–149.
- RAUFF, H. (1893/94): Palaeospongiologie. Erster und allgemeiner Teil und zweiter Teil, erste Hälfte. - Palaeontographica, **40**, Stuttgart.
- RAUFF, H. (1933): Spongienreste aus dem (oberturonen) Grünsand vom Kassenberg in Mühlheim/Broich an der Ruhr. - Abh. preuss. geol. Landesanst. N.F. **158**, 1–75, Berlin.
- REID, R.E.H. (1958): A monograph of the Upper Cretaceous Hexactinellida of Great Britain and Northern Ireland. - Palaeontological Soc. London, pt. 1, pt. 2, 74 S., London.
- REID, R.E.H. (1962): Sponges and the Chalk Rock. - Geol. Mag., **99**, 273–278.

- REID, R.E.H. (1963): A classification of the Demospongia. - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **4**, 196–207.
- REID, R.E.H. (1968): Microscleres in demosponge classification. - Paleont. Contr. Univ. Kansas, **35**, 1–37, Topeka.
- REID, R.E.H. (1970): Tetraxons and demosponge phylogeny. - In: FRY, W.G. (ed.): The biology of the Porifera. Symposia Zool. Soc. London, **25**, 63–89, London
- REIF, W.-E. (1967): Schwammspicula aus dem Weißen Jura Zeta von Nattheim (Schwäbische Alb). - Palaeontographica, A, **127**, 85–102, Stuttgart.
- REITNER, J. (1987): Phylogenie und Konvergenzen bei rezenten und fossilen Calcarea (Porifera) mit kalkigem Basalskelett ("Inozoa", "Pharetronida"). - Berliner geowiss. Abh. (A), **86**, 87–125.
- REITNER, J. & KEUPP, H. (1989): Basalskelette bei Schwämmen. Beispiel einer polyphyletischen Entwicklung - Die Geowissenschaften, **7**, 3, 71–78.
- RIEGRAF, W. (1985): Mikrofauna, Biostratigraphie und Fazies im Unteren Toarcium Südwestdeutschlands und Vergleiche mit benachbarten Gebieten. - Tübinger mikropaläont. Mitt., **3**, 1–233, Tübingen.
- RIGBY, J.K. & STEARN, C.W. (1983): Sponges and spongiomorphs. Notes for a short course. - Studies in Geology, **7**, Univ. Tennessee, Dept. of Geol. Sciences.
- SADEDDIN, W. (1976): Beiträge zur Mikrofauna des Jura nordöstlich von Hall i. Tirol. - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **5**, 8, 1–8, Innsbruck.
- SCHLOZ, W. (1972): Zur Bildungsgeschichte der Oolithenbank (Hettangium) in Baden-Württemberg. - Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart (n.F.), **67**, 101–212, Stuttgart.
- SCHRAMMEN, A. (1910–1912): Die Kieselspongien der Oberen Kreide von Nordwestdeutschland. Teil I. Tetraxonia, Monaxonia und Silicea incert. sedis. Teil 2. Triaxonia (Hexactinellida). - Palaeontographica, Suppl. **5**, 385 S., Stuttgart.
- SCHRAMMEN, A. (1924): Die Kieselspongien der oberen Kreide von Nordwestdeutschland. III. - Monogr. geol. palaeont. **1** (2), 1–159, Berlin.
- SCHRAMMEN, A. (1936): Die Kieselspongien des Oberen Jura von Süddeutschland. - Palaeontographica, **84**, 149–194, Stuttgart.
- SCHULZE, F.E. (1886): Über den Bau und das System der Hexactinelliden. - Abhandl. Akad. Berlin, **1886**, 1–97.
- SCHULZE, F.E. & LENDENFELD, R.v. (1889): Über die Beziehung der Spongiennadeln. - Abh. k. Akad. Wiss. Berlin, 1–35, Berlin.
- SOEST, R.W.M. van (1984): Deficient *Merlia normani* KIRKPATRICK, 1908, from the Curaçao Reefs, with a discussion on the phylogenetic interpretation of sclerosponges. - Bijdragen tot de Dierkunde, **54**, 2, 211–219, Amsterdam.
- SOEST, R.W.M. van & STENTOFT, N. (1988): Barbados deep-water sponges. - In: Studies on the fauna of Curaçao and other Carribean Islands: No. 215 (ed. by WAGENAAR HUMMELINCK, P. & van der STEEN, L.J.).
- SOLLAS, W.J. (1888): Report on the Tetractinellida collected by H.M.S. "Challenger" during the years 1873–1876. - Rep. Sci. Res. H.M.S. "Challenger", **25**, i–clxvi + 1–458.
- TERQUEM, O. & BERTHELIN, G. (1875): Etude microscopique des marnes du Lias moyen d'Essey-les-Nancy, zone inférieure de l'assise à *Ammonites margaritatus*. - Mém. Soc. géol. France, Ser.2, **10**, 1–126, Paris.
- USBECK, I. (1952): Zur Kenntnis von Mikrofauna und Stratigraphie im unteren Lias alpha Schwabens. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **95**, 371–476, Stuttgart.
- VACELET, J. (1977): Éponges pharétronides actuelles et Sclérosponges de Polynésie française, de Madagascar et de la Réunion. - Bull. Mus. nation. Hist. natur., (3), **444**, 345–368.
- WIEDENMAYER, F. (1977): Shallow-water sponges of the western Bahamas. - Birkhäuser, Basel (Experientia Suppl. **28**), 287 S.

Anschrift des Verfassers:

Univ.-Prof. Dr. Helfried Mostler, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck

eingereicht: 11. Juni 1990 angenommen: 12. Juli 1990

Tafelerläuterungen

Alle auf den Tafeln 1–6 abgebildeten Skleren stammen aus dem liassischen Kirchsteinkalk

Tafel 1

- Fig. 1–4: Microcricorhabde (Fig. 1–3: $V = 500x$, Fig. 4: $V = 400x$).
Fig. 1: Juvenile Form.
Fig. 3: Mit drei gekielten Ringen.
Fig. 4: Adulte Form.
Fig. 5–7: Microsubtylostyle (Fig. 5: $V = 250x$, Fig. 6–7: $V = 400x$).
Fig. 8: Mikrosklere, in der Mitte geknickt; Oxydiactin ($V = 300x$).
Fig. 9: Gebogene, glatte Microxea ($V = 300x$).
Fig. 10: Glatte, gerade gestreckte Microxea ($V = 300x$).
Fig. 11: Cricales Triod ($V = 250x$).
Fig. 12: Canonochel, von der Seite betrachtet ($V = 350x$).
Fig. 13, 14: Cricorhabde (cricale Oxea?), mit 28–32 Ringen ausgestattet ($V = 350x$).
Fig. 15: Microacanthostrongyl ($V = 750x$).
Fig. 16: Glatte, unregelmäßig entwickelte Calthrop ($V = 350x$).
Fig. 17, 18: Glatte Calthrope ($V = 300x$).
Fig. 19: Astrose Mikrosklere ($V = 350x$).
Fig. 20: Acanthines Calthrop ($V = 300x$).

Tafel 2

- Fig. 1–4, 7, 10, 13: Verschiedene C-förmige Sigmatosklere Fig. 1–3: $V = 600x$, Fig. 4: $V = 450x$, Fig. 7, 10: $V = 400x$, Fig. 13: $V = 600x$.
Fig. 5: Diancister, um die Achse gedreht ($V = 500x$).
Fig. 6: S-förmiges Sigmatoskler, ebenfalls um die Achse gedreht ($V = 350x$).
Fig. 8, 15: ∇ -förmig entwickelte Sigmatosklere ($V = 350x$).
Fig. 9: U-förmig entwickelte Sigmatosklere ($V = 350x$).
Fig. 11: Um die Achse gedrehtes Spiculum (C-förmiges Sigmatoskler) ($V = 850x$).
Fig. 12, 14, 16: Diverse Toxe (Fig. 12, 14: $V = 300x$, Fig. 16: $V = 200x$).
Fig. 17, 18: Unregelmäßige S-förmige Sigmatosklere ($V = 500x$).

Tafel 3

- Fig. 1–4: Unterschiedliche Bauform von Clavidisken ($V = 600x$).
Fig. 5, 9, 11: Diancister, wie sie auch bei rezenten Demospongien nachgewiesen sind (Fig. 5: $V = 1000x$, Fig. 9: $V = 500x$, Fig. 11: $V = 700x$).
Fig. 6: Diancister mit wulstartiger Aufwölbung, in dessen Zentrum eine starke Einbuchtung auftritt ($V = 1000x$).
Fig. 7, 8: Diancister derselben Bauart wie Fig. 6, nur mit stark nach innen gedrehten Rhabdenden (Fig. 7: $V = 700x$, Fig. 8: $V = 1000x$).
Fig. 10, 12: Canonochele. Fig. 10 wurde von der Seite, Fig. 12 von oben fotografiert (Fig. 10: $V = 1000x$, Fig. 12: $V = 600x$).
Fig. 13: Schlankes, hochovales Clavidisk ($V = 750x$).

Tafel 4

- Fig. 1–3: Anchorate Isochele mit deutlich entwickelten Segeln, von vorne aufgenommen ($V = 1000x$).
Fig. 4: Palmates Isochel von vorne ($V = 1000x$).
Fig. 5, 6: Arcuate Isochele, von der Seite aufgenommen ($V = 1000x$).
Fig. 7: Arcuates Isochel, von vorne aufgenommen ($V = 500x$).
Fig. 8: Arcuates Isochel mit durchgehendem Segel ($V = 500x$).
Fig. 9, 12: Palmate Isochele, von der Seite ($V = 500x$).
Fig. 10, 11: Ungewöhnlich gestaltete anchorate Isochele ($V = 500x$).

Tafel 5

- Fig. 1: Acanthines Calthrop, dessen Dornen sich halbkreisförmig anordnen (V = 300x).
Fig. 2, 3: Fünfstrahlige, vom Criccalthrop abzuleitende Formen (Fig. 2: V = 300x, Fig. 3: V = 400x).
Fig. 4: Cricales Triod mit einem langen Strahl und zwei kürzeren Strahlen (V = 350x).
Fig. 5, 6, 8: Criccalthrope (V = 350x).
Fig. 7, 9: Asymmetrisch gebaute Amphiaster mit kurzem Schaft (Fig. 7: V = 350x, Fig. 9: V = 500x).
Fig. 10: Oxyaster (V = 400x).
Fig. 11–13: Oxyshpaeraster (V = 500x).
Fig. 14: Übergang vom Oxyaster zum Oxysphaeraster (V = 500x).

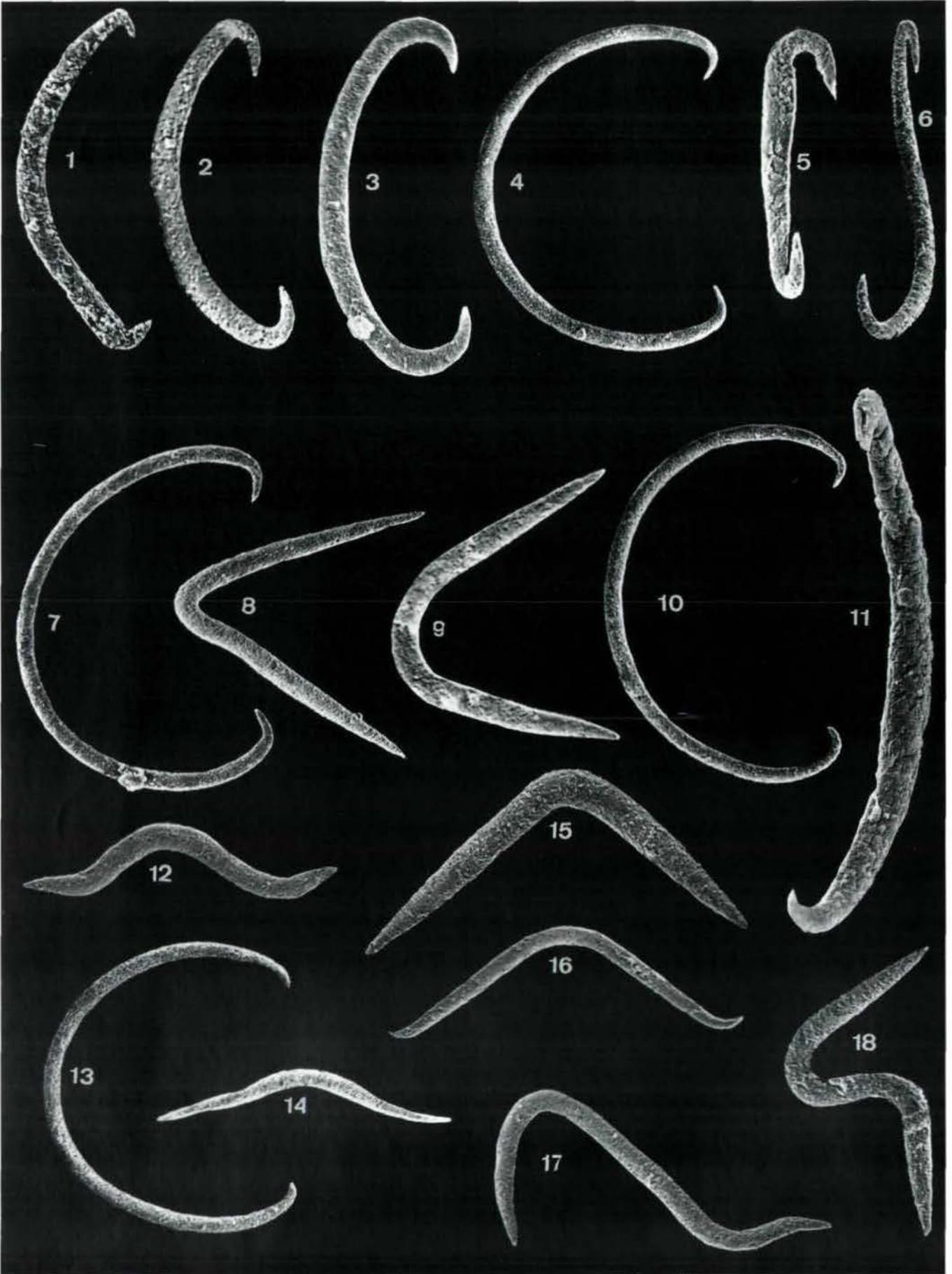
Tafel 6

- Fig. 1, 2: Oxycalthrope mit ringartig angeordneter Bestachelung (V = 800x).
Fig. 3: Zwei Oxycalthrope in ursprünglicher Verschachtelung (V = 800x).
Fig. 4: Amphiaster (V = 600x).
Fig. 5–7: Cricorhabde (alles adulte Stadien) (Fig. 5: V = 400x, Fig. 6: V = 1200x, Fig. 7: V = 300x).
Fig. 8: Pycnaster? (V = 500x).
Fig. 9: Oxycalthrop mit nur teilweiser Bestachelung (V = 400x).

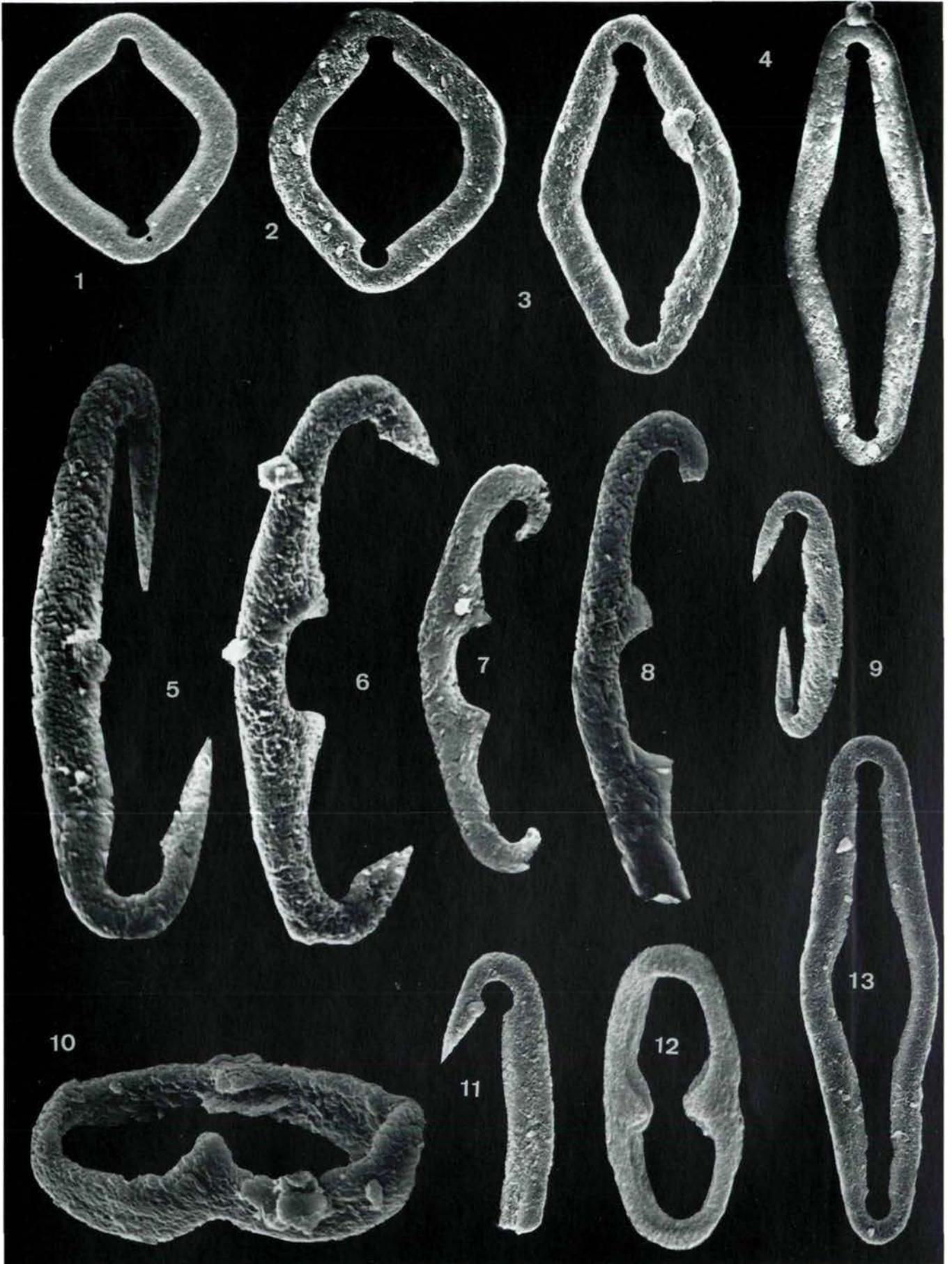
Tafel 1

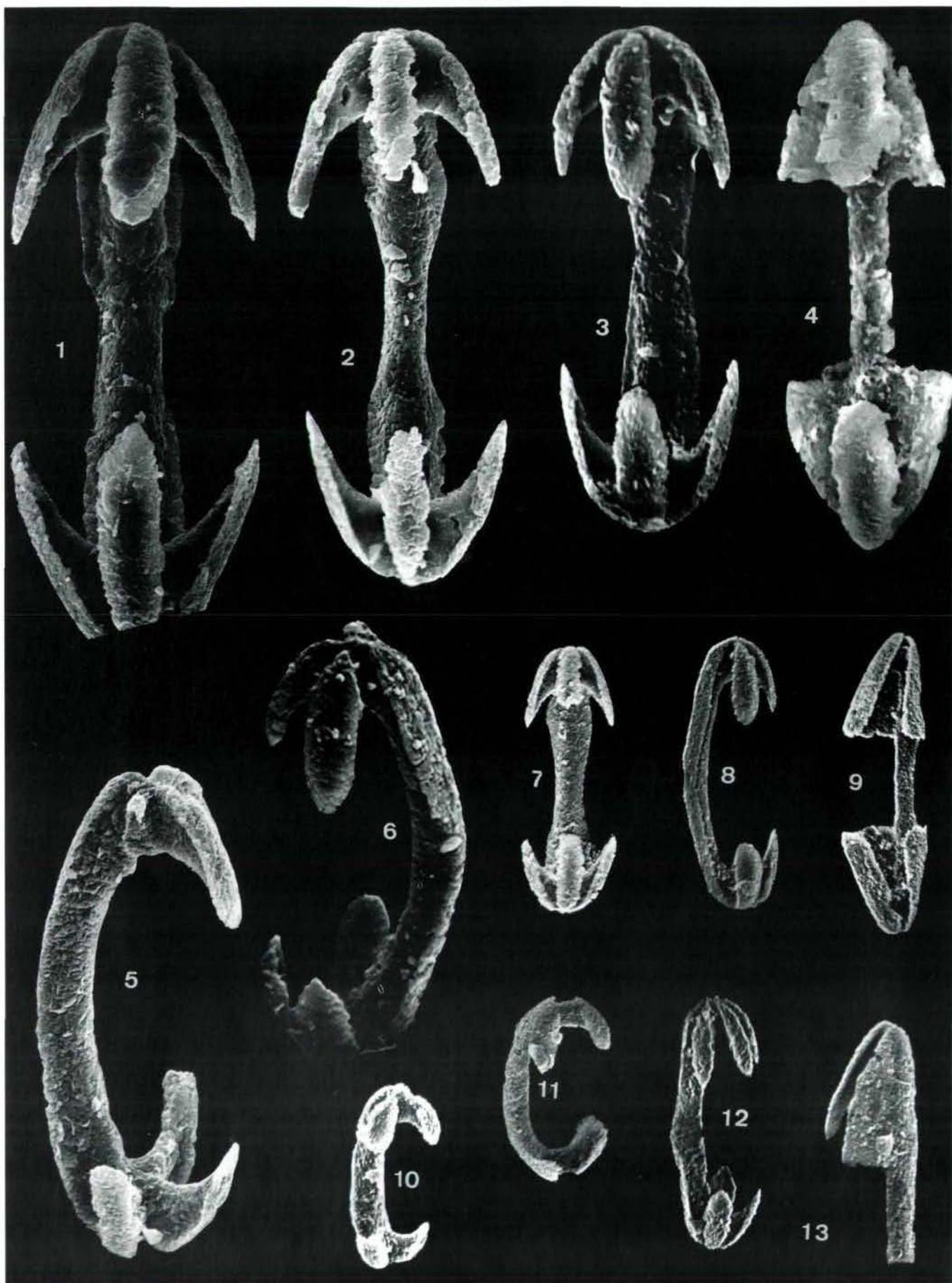


Tafel 2

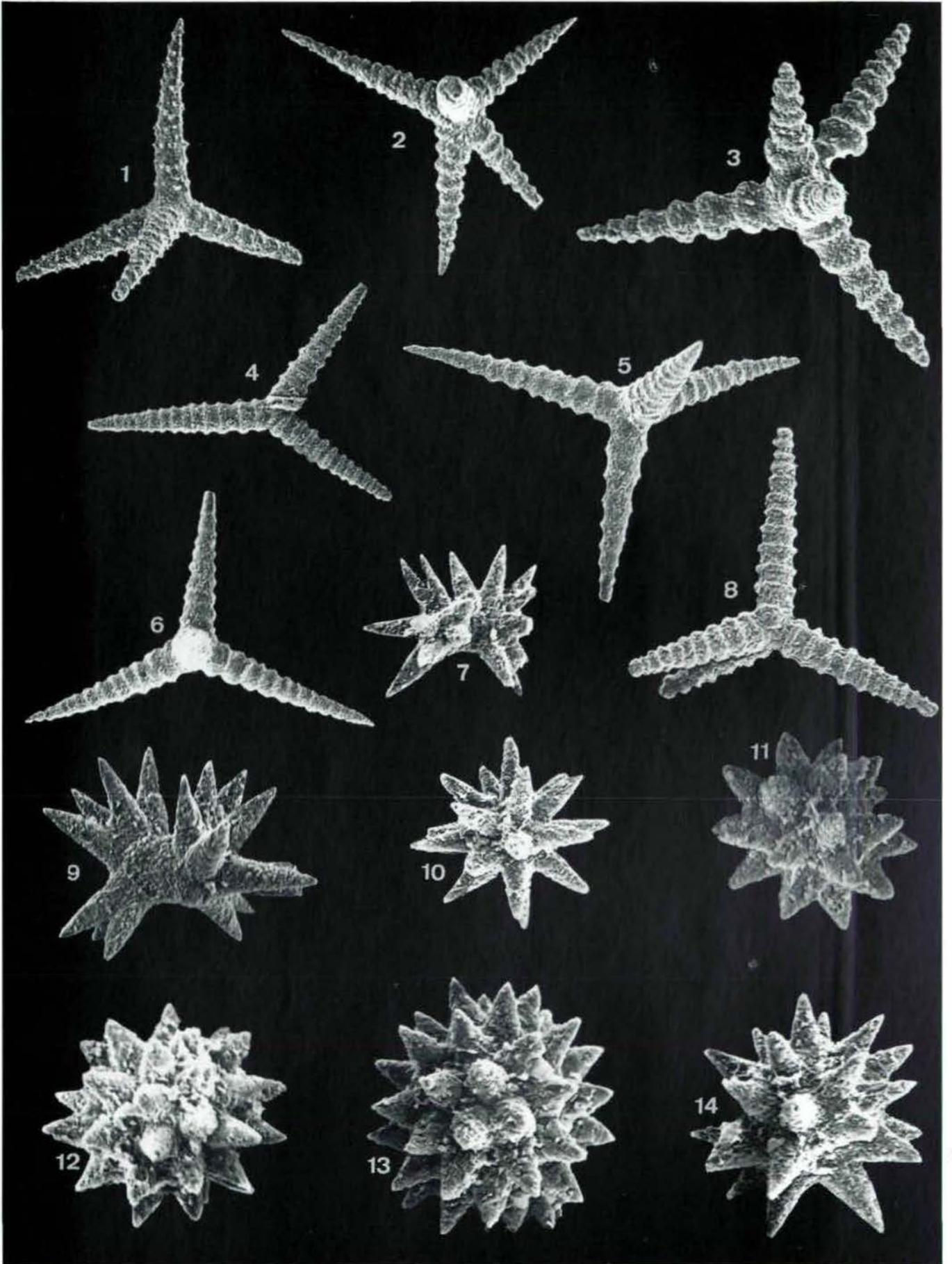


Tafel 3





Tafel 5



Tafel 6

