

Mikrosklere hexactinellider Schwämme aus dem Lias der Nördlichen Kalkalpen

Von HELFRIED MOSTLER*)

Mit 6 Abbildungen und 4 Tafeln

Paläontologie Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 85, 94

Österreich
Nördliche Kalkalpen
Schwämme
Mikrosklere

Inhalt

Zusammenfassung	687
Abstract	687
1. Einleitung	687
2. Bemerkungen zur Terminologie von Mikrosklere	688
3. Beschreibungen der einzelnen Mikrosklere aus dem unterliassischen Kirchsteinkalk	690
4. Vergleich der beschriebenen Mikrosklere mit fossilen und rezenten hexactinellider Schwämme sowie deren systematische Einstufung	692
Literatur	700

Zusammenfassung

Aus unterliassischen Beckensedimenten (Kirchsteinkalk; Liaskieselkalk) wurden erstmals hochentwickelte (moderne) Mikrosklere von hexactinelliden Schwämmen, wie diverse Hexaster, Discohexaster und Sphaerodiscohexaster (neue Mikrosklereform), als auch Amphidiske und Hemidiske nachgewiesen, deren Großteil Hexactinelliden angehört, die bisher erst ab dem Eozän bekannt wurden. Es handelt sich z.B. um Vertreter der Familie Lanuginellidae und Sympaginellidae. Mehrere Mikrosklere sind bisher weder fossil noch rezent bekannt, sodaß angenommen werden darf, daß es sich z.T. um noch im Mesozoikum ausgestorbene Gruppen von Hexactinelliden handelt.

Die vielen mit Hexastern ausgestatteten Kieselschwämme, die den Lyssakinosa zugeordnet werden, die eine moderne Gruppe der Hexactinelliden darstellen, sind nach diesen Untersuchungsergebnissen bereits im tiefsten Jura (oberes Hettangien bis Sinemurien) voll entwickelt, sodaß die bisherigen Vorstellungen, daß diese sich erst im höchsten Jura zu entwickeln begannen, revidiert werden müssen.

Insgesamt wurden von den unterliassischen Mikrosklere der Hexactinellida 13 Typen nachgewiesen, wovon 7 neu sind (d.h. fossil bisher noch nicht nachgewiesen); eine dieser Formen ist von rezenten Schwämmen bekannt. Von den fossil bisher erst ab dem Eozän nachgewiesenen Familien Lanuginellidae und Sympaginellidae sei noch erwähnt, daß es von diesen auch rezente Vertreter gibt, sodaß man ab dem unteren Jura ohne Einschränkung an rezente Vertreter der Lyssakinosa anschließen kann.

Abstract

For the first time highly developed (modern) microscleres of hexactinellid sponges, such as different types of hexaster, discohexaster and sphaerodiscohexaster (a new spicule) as

well as amphidiscs and hemidiscs could be identified. Most of them belong to hexactinellids until now only known from the Eocene. These microscleres belong to genera of the Lanuginellidae and Sympaginellidae.

Due to these investigations the numerous siliceous sponges (many of which with hexasters) assigned to the Lyssakinosa (a modern group of the Hexactinellida) were already completely developed in the lowest Jurassic (upper Hettangian to Sinemurian). This fact leads to revision of the previous opinion that they started developing in the highest Jurassic.

13 hexactinellid microsclere types from the lower Liassic could be proved, 7 of which are new and one known from recent sponges. Representatives of the Lanuginellidae and Sympaginellidae are only known since the Eocene; they also have recent forms. The investigations presented in this paper show that they were already present in the lower Jurassic.

1. Einleitung

In jüngster Zeit wurden vom Innsbrucker Institut für Geologie und Paläontologie Untersuchungen an jurassischen Beckensedimenten durchgeführt (SPIELER & BRANDNER, 1989; MOSTLER et al., 1989). Die Faziesstudien wurden von begleitenden mikropaläontologischen Analysen unterstützt. Schwerpunktartig wurden hiezu vor allem Radiolarien, die Skelettelemente von Kieselschwämmen und solche von Holothurien studiert, mit dem Ziel, nicht nur einen Beitrag zur Stratigraphie zu leisten, sondern vor allem auch auf dem Weg über die gesamte Fauna zu palökologischen Aussagen, insbesondere über die Wassertiefe, zu gelangen.

Systematisch wurden zunächst der tiefere Beckenrand des Lias (Vertreter hierfür sind die Scheibelbergkalke) und die Beckensedimente, wie Kirchsteinkalk

*) Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. HELFRIED MOSTLER, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck.

bzw. Liaskieselkalke, und die Fleckenkalke innerhalb der Fleckenmergel, vor allem auf die Zusammensetzung der Kieselschwammfaunen untersucht. Dabei haben sich der Kirchsteinkalk und analoge Kieselkalke des Lias als besonders kieselspiculaeführend herausgestellt, was aus Dünnschliffuntersuchungen schon lange bekannt war. Deshalb auch die Bezeichnungen Liasspongienkalk, Spongienlias, Liasspaongit etc. Vom Schafberg bei Salzburg hat schon DUNIKOWSKI, 1982, Spongiennadeln bekanntgemacht, vor allem *Caltrope*, diverse *Dichotriaene*, sowie eine Reihe von hexactinen Skleren (insgesamt 46 Typen von isolierten Nadeln), mit Hilfe von Säuren herausgeätzt und beschrieben. Mit Ausnahme der Untersuchungen von WIEDENMAYER (in HARTMAN et al., 1980), der (1980: 139) aus den grauen kieseligen Kalken der Glaserbachschlucht anhand von Schliffen einige Skleren erfaßte, hat dieser auch noch die lombardischen Kieselkalke im Generosobekken studiert. In der spiculitischen Fazies hat er eine monotone Vergesellschaftung, bestehend aus fusiformen *Oxea*, die über langschaftige *Triaene* dominiert, festgestellt. In der dolomitischen Fazies des gleichen Beckens hat er vor allem *Styloide* und *Style* gefunden. Am Top der Formation konnte er fusiforme *Oxea* und kurze *Tylostyle*, wenige *Tetractine*, aber auch *Hexactine* und *Anatriaene* nachweisen. Damit sind aber auch schon alle Untersuchungen, die Skleren von Kieselschwämmen des Lias betreffend, aufgezählt. Insgesamt sind es nur zwei Publikationen, wobei die von WIEDENMAYER genannten Untersuchungen reine Auflistungen ohne zeichnerische und fotografische Dokumentation darstellen. Nach den bisherigen Untersuchungsergebnissen schien es wenig attraktiv, die liassischen Beckensedimente zu untersuchen, was vielleicht auch der Grund war, warum in dieser Richtung keine weiteren Aktivitäten gesetzt wurden. Über eine systematische Profilaufnahme des Kirchsteinkalkes an der Typlokalität und den zeitgleichen Äquivalenten, nämlich den Liaskieselkalken der Glaserbachschlucht, gelang es, eine sehr reiche Kieselspiculaefauna herauszulösen. In einzelnen Proben wurden über 130 verschiedene Sklerentypen nachgewiesen.

In dieser Studie sollen nun Mikroskleren von hexactinelliden Poriferen vorgestellt werden, von denen man bisher annahm, daß sie frühestens in der Oberkreide, manche unter ihnen aber erst ab dem Tertiär, auftreten würden. Damit verändert sich das Bild über die Vorstellung des späten Einsetzens der modernen hexacti-

nelliden Schwämme völlig. Dies betrifft aber nicht nur die Hexactinellida, sondern auch bei den Demospongien (siehe MOSTLER, 1989 b) konnten ebenfalls Mikroskleren nachgewiesen werden, die bisher aus tertiären, z.T. nur von rezenten Schwämmen bekannt waren.

2. Bemerkungen zur Terminologie von Mikroskleren

Mikroskleren sind sogenannte „Fleischnadeln“, die überall am Körper eines Kieselschwammes verteilt sein können und auch an der Oberfläche des Schwammes, dort nur mehr von einer dünnen „Haut“ umgeben, auftreten.

Sie sind in der Regel klein, variieren jedoch, was die Größe betrifft, stark und können durchaus die Größe von Megaskleren erreichen. Es werden hier bewußt keine Abmessungen angegeben, weil dies oft zu Fehlentscheidungen geführt hat. Bei rezenten Kieselschwämmen hat man in die Definition der Mikroskleren mit einfließen lassen, daß diese mindestens um eine Potenz kleiner sind als die Megaskleren.

Sie sind sehr vielgestaltig und für die Systematik der Kieselschwämme sehr wichtig; sie unterscheiden sich in den meisten Fällen, was ihre Gestalt betrifft, sehr wesentlich von den Megaskleren.

Aus dem liassischen Kirchsteinkalk (oberes Hettangien bis unteres Sinemurien) wurden folgende hexactinellide Mikroskleren mit Hilfe von Essigsäure isoliert: diverse *Hexaster*, *Hemihexaster*, *Discohexaster* und von *Discohexastern* abgeleitete Formen, für die der Terminus *Discosphaerhexaster* gewählt wurde.

Die *Hexaster* sind Mikroskleren, die ausschließlich innerhalb der Unterklasse der sogenannten *Hexasterophora* nach der Systematik rezenter Poriferen auftreten. *Hexaster* (Abb. 1) wurde von RAUFF, 1893, folgendermaßen definiert:

„Das *Hexaster* (*Orthohexaster*) entsteht aus dem *Hexactin* durch Teilung der *Kladiske* in mehrere oder zahlreiche Äste; je nach Beschaffenheit der *Strahlenenden* sind wieder zu unterscheiden: *Oxyhexaster*, *Tylhexaster*, *Graphihexaster*, *Discohexaster*, *Floricom* und *Plumicom*.“

RAUFF, 1893, hält noch besonders fest:

„Niemals setzt bei *Hexastern* der *Achsenkanal* in die *Endäste* oder in einen dieser fort.“

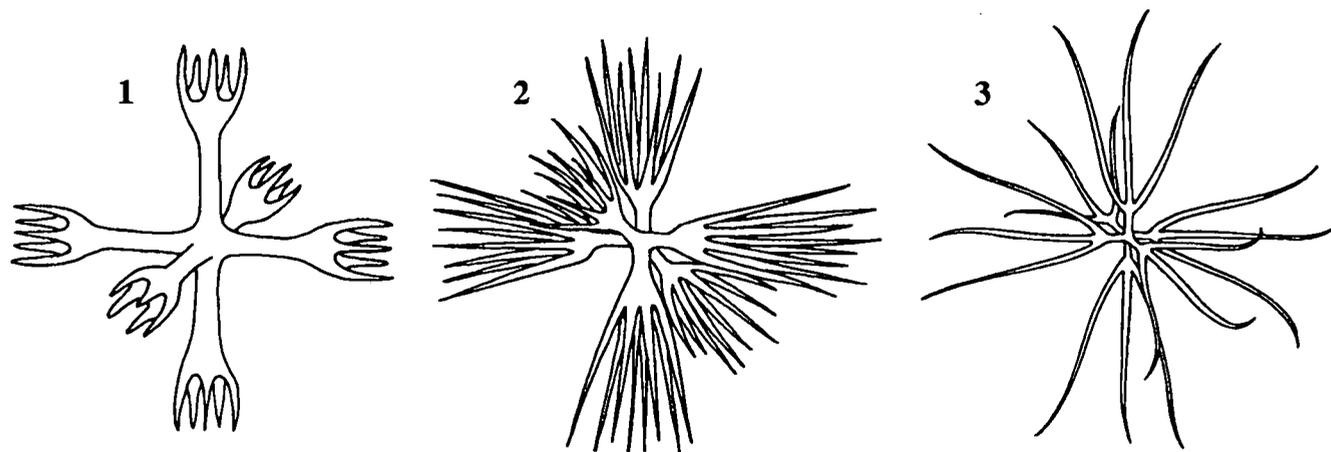


Abb. 1.
Drei verschiedene *Hexaster*typen (Fig. 1-3).

Diese Meinung kann jedoch nicht geteilt werden (siehe auch die Hexaster auf den Tafeln 1 und 2), weil auch die Endäste oder Sekundärstrahlen Kanäle aufweisen, und deswegen darf diese Einschränkung nicht in die Definition des Hexasters mit eingebracht werden.

Unter dem Hexaster versteht man demnach ein Hexactin, dessen Strahlen (Primärstrahl, Kladisk) in zwei oder mehrere Äste (Sekundärstrahl, Endstrahl) aufspalten. Findet die Aufspaltung nicht an allen Strahlen statt, so spricht man nach REID, 1957, von Hemihexaster oder nach ZIEGLER, 1978, von Hemiaster.

Discohexaster sind durch Endstrahlen charakterisiert, die S-förmig gebogen sind und am distalen Ende ein Gebilde aufweisen, das einem Regenschirm gleicht. Ein isolierter herausgegriffener Strahl ist analog gebaut wie ein Clavul (Abb. 2). Skleren vom Typus Discohexaster waren bisher erst ab der Oberkreide bekannt.

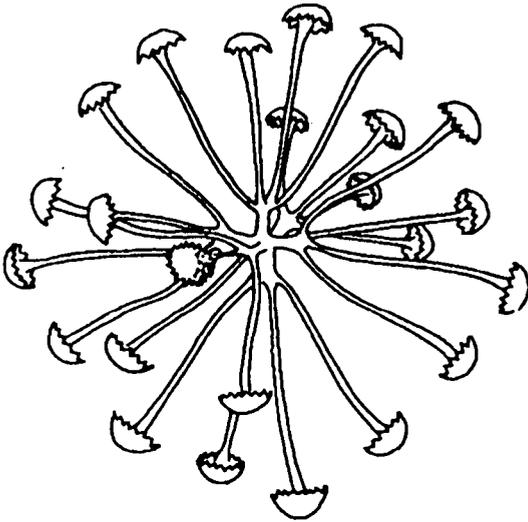


Abb. 2.
Discohexaster.

Zu den bisherigen Hexastertypen wird ein neuer Typus hinzugefügt, und zwar das sogenannte Discosphaerhexaster, weil es sich um Formen handelt, die völlig kugelig ausgebildet sind und die Sekundärstrahlen knapp über dem Verschmelzungspunkt der drei Achsen hervorgehen, und es deren so viele sind (mei-

stens sind es 20 und mehr pro Ast), daß sie eine richtige Kugel bilden – deswegen Sphaerhexaster bzw. Discosphaerhexaster. Zu den Discosphaerhexastern wird im Kapitel 3 („Beschreibung der Mikrosklern“) Stellung bezogen.

Die zweite Gruppe von Mikrosklern ist zu den Amphidiscophora zu rechnen. Nachgewiesen wurden diverse Amphidiske und Hemidiske.

Das Amphidisk wurde von RAUFF, 1893, folgendermaßen definiert:

„Amphidisk ist eine charakteristische Nadelform bei den Hyalone-matiden. An jedem Ende eines mittleren Rhabds bildet sich eine schirmförmige, ganzrandig oder gewöhnlich mit schaufel- oder hakenförmigen Zacken versehene ebene oder gewölbte Querscheibe aus.“

RAUFF sieht im Amphidisk ein vom Hexactin abgeleitetes Spiculum, zumal es (nicht immer) mit Rudimenten der vier verkümmerten Arme eines Hexactins ausgestattet ist. REID, 1957, zeigt, daß es entsprechende Hexactine in oberkretazischen Sedimenten, die sogenannten Hexadiske, auch wirklich gibt. Bei den meisten Amphidisk ist das Rhabd glatt, nur vereinzelt ist es bedornt. Die beiden regenschirmartigen Enden des Rhabds müssen nicht unbedingt gleich groß sein, sondern ein Ende kann kleiner ausgebildet sein. ZIEGLER, 1978, zählt jene Formen, die zwei ungleich große Schirme aufweisen, bereits zu den Hemidisk.

Es existiert noch ein Synonym zum Amphidisk, nämlich das Birotulat. Dies ist insofern problematisch, als darin durchaus Verschiedenes gesehen wird; z.B. versteht REID, 1957, darunter eine kollektive Bezeichnung für Skleren, die als Amphidiske ausgewiesen und von diesen abgeleitet werden. Dazu rechnet er Monaxone, Di-axone und Triaxone mit 2, 4 und 6 Strahlen, deren Enden jeweils mit einem regenschirmartigen Abschluß versehen sind (Amphidisk, Hemi-amphidisk, Staurodisk und Hexadisk).

WIEDENMAYER, 1977, definiert Birotulat folgendermaßen:

„A part of microclere with a straight shaft, bearing a coaxial disc or umbrella-shaped whorl at each end. It includes several derivatives which are not homologous: a modified sigmatosclere transitional to anchorate chelae; a modified microrhabd particularly acanthomicro-xea (as in gemmulus of spongillids) and discorhabd (amphiaster); a reduced discohexact by suppression of all but two rays in one axis. Synonyms: birotular anchorate, amphiaster, amphidisc.“

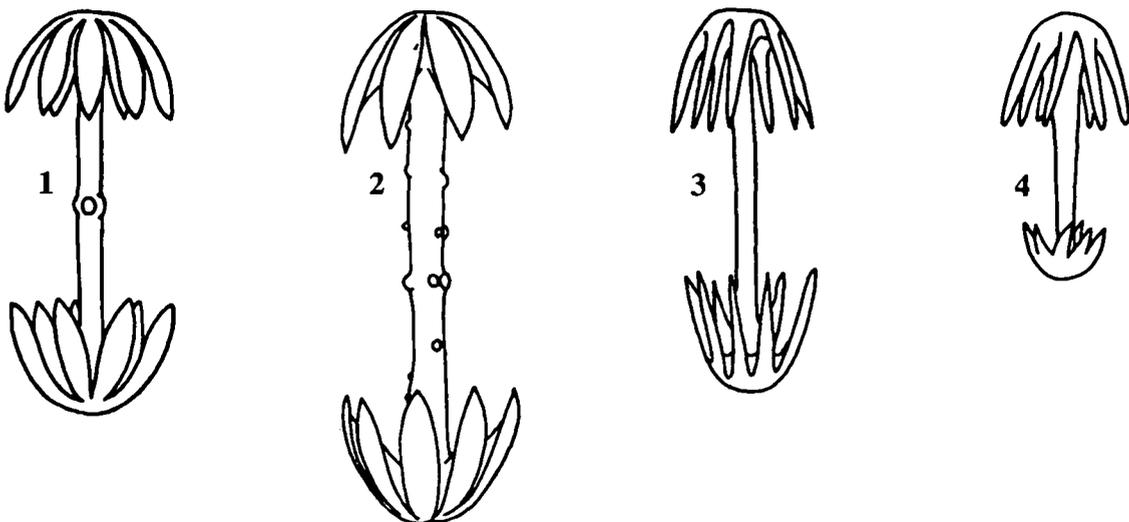


Abb. 3.
Fossile und rezente Amphidiske.

Der Terminus „Amphidisk“ sollte jedoch nur im Sinne von RAUFF verwendet werden und ist demnach nur zum Teil synonym mit dem Begriff „Biotulat“. In Abb. 3, Fig. 1–4) sind diverse, fossil bekannte Amphidiske dargestellt.

Unter einem Hemidisk (siehe Abb. 4) versteht man ein Spiculum, das an einem Ende einen großen Schirm aufweist, am anderen Ende jedoch nur mehr eine gewölbte Scheibe oder Knospe (aus der Reduktion des Schirms hervorgegangen) mit stark reduzierten, manchmal nur mehr dornenartig entwickelten Strahlen.

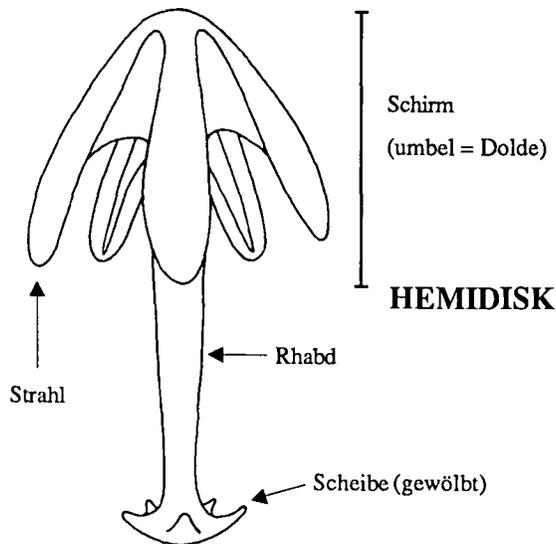


Abb. 4.
Bauelemente eines Hemidisks.

3. Beschreibung der einzelnen Mikroskleren aus dem unterliassischen Kirchsteinkalk

Hexaster und Hemihexaster

1 Typus 1

Die Sekundärstrahlen entspringen knapp am Rand des Verschmelzungsbereiches der drei Achsen; die 6 Hauptstrahlen sind nur rudimentär entwickelt (siehe Taf. 1, Fig. 1). Es sind je Hauptast 7 Sekundärstrahlen (insgesamt 42), die folgende Anordnung aufweisen, entwickelt. Parallel zum Hauptast bzw. in dessen Fortsetzung ist ein runder, gerade gestreckter Sekundärstrahl entwickelt, der symmetrisch von 6 weiteren Sekundärstrahlen flankiert wird, die ihrerseits im proximalen Abschnitt stark nach außen, distalwärts schwach nach innen gebogen sind. Es handelt sich im Querschnitt um dreieckig gestaltete Skleren, die in der Mitte ihrer Länge am breitesten sind und am Ende spitz zulaufen. Skleren dieser Art sind bisher weder fossil noch rezent nachgewiesen.

2 Typus 2

Ebenfalls mit einem mittigen, also zentral liegenden, Sekundärstachel, parallel zum Hauptast verlaufend, ausgestattet ist jenes Hexaster, dessen 6 Hauptstrahlen kurz, aber noch deutlich erkennbar sind (siehe Taf. 1, Fig. 2 und 4). Es sind je Hauptstrahl 8 Sekundärstrahlen, die an der Ansatzstelle stark gebogen danach parallel zur Achse des Hauptstrahls verlaufen; die Sekundärstrahlen sind im Querschnitt

alle rund. Ähnliche Hexaster, jedoch mit 5 Sekundärstrahlen, sind ebenfalls vorhanden und diesem Typ zurechenbar (siehe Taf. 1, Fig. 3).

3 Typus 3

Analog wie beim Typus 1 setzen die Sekundärstrahlen direkt im Kreuzungspunkt der 6 Hauptstrahlen an (siehe Taf. 1, Fig. 5). Sie sind sehr lang, meist gerade gestreckt, in einem spitzen Winkel vom Hauptast abstehend; am äußeren Ende sind sie meist schwach geschwungen. Es sind 4 Sekundärstrahlen, seltener auch 5 an einem Ast entwickelt (siehe Taf. 1, Fig. 6).

4 Typus 4

Kleine, massiv gebaute Sklerite mit dicken, gleich langen Hauptstrahlen, die am äußersten Drittel ihrer Länge in drei kurze, spitz endende Sekundärstrahlen aufgabeln. Vereinzelt treten auch solche mit jeweils 4 Sekundärstrahlen auf (Taf. 1, Fig. 7). Dieser Typus ist der am weitesten verbreitete und völlig analoge Formen sind seit dem Ordovizium bekannt.

In Verbindung mit diesen Formen sollen gleich auch noch die Hemihexaster genannt werden, die entweder an 1 oder 2 Hauptstrahlen keine Gabelung aufweisen, an 3 oder 4 Hauptstrahlen in 2 Sekundärstrahlen aufgliedern, an 1 oder 2 Hauptstrahlen in 3 Sekundärstrahlen aufgegabelt sind (siehe Taf. 3, Fig. 7).

Discohexaster

1 Typus 1

Noch als Discohexaster zu erkennen sind drei miteinander in Kontakt stehende Mikroskleren (siehe Taf. 2, Fig. 5), deren Endscheiben (schirmartig entwickelt) abgebrochen und im Zwickelbereich der drei Mikroskleren erhalten sind. In Fig. 5 der Taf. 2 sind die Sekundärstrahlen von 3 Ästen zu erkennen, die einen mittigen Sekundärstrahl und rundherum 9 gebogene Strahlen aufweisen. In Fig. 3 derselben Tafel (1000-fache Vergrößerung) sind die schirmförmigen Endscheiben sehr deutlich erkennbar. Aus der Gestalt der Sekundärstrahlen wird sofort ersichtlich, warum diese so leicht abbrechen. Sie sind nämlich im proximalen Teil eher breit, im mittleren Teil verjüngen sie sich stark und kurz vor Erreichen der Endscheibe schwellen sie wiederum sehr stark an. Genau dort, wo der Übergang vom breiteren zum dünneren Bereich des Strahles vorliegt, bricht dieser relativ leicht ab (Abb. 5). Findet man isoliert solche abgebrochenen Sekundärstrahlen, ist man zunächst geneigt, diese als Tyloclavule (siehe MOSTLER, 1986: Abb. 7, Fig. 9) anzusprechen.

Discohexaster vom selben Typus können auch 12 Strahlen aufweisen und somit insgesamt 72 Sekun-

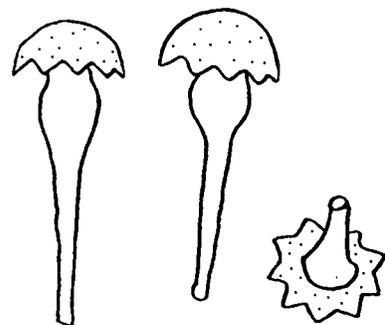


Abb. 5.
Distale Abstände der Sekundärstrahlen von Discohexastern.

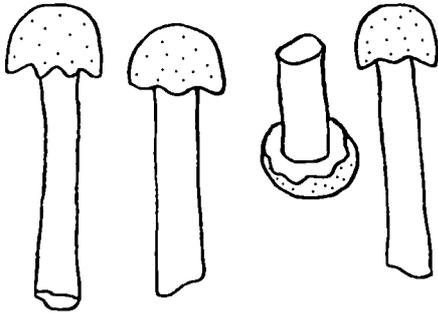


Abb. 6.
Massive Sekundärstrahlen von Discosphaerhexaster.

därstrahlen ausbilden, wobei diese Formen schon der Gestalt von Kugeln entsprechen (Taf. 2, Fig. 6). Wie lang die einzelnen Sekundärstrahlen wirklich werden können, geht aus Fig. 5 der Taf. 3 hervor, wo noch 2 Sekundärstrahlen unzerbrochen im natürlichen Verband vorliegen.

Wenn die Sekundärstrahlen nicht gebogen sind, hat man keine Chance mehr, die Abkunft von Hexastern direkt zu erkennen. Für solche Mikroskieren schlägt der Verfasser vor, die Bezeichnung Sphaerodiscohexaster zu wählen. Bei diesen ist der Verwachsungsgrad vom Zentrum her schon so stark, daß das Hexactin selbst nicht mehr erkennbar ist.

- ② Typus 2
Sphaerodiscohexaster mit gerade gestreckten, massiven Sekundärstrahlen (siehe Abb. 6, Fig. 1–4) bzw. Taf. 2, Fig. 4). Von einem Primärstrahl ist nichts mehr zu erkennen. Die Zahl der Sekundärstrahlen pro Ast schwankt zwischen 18 und 20. Was die Ausbildung der schirmartigen Endscheiben betrifft, so sind diese im Gegensatz zu Typus 2 halbkugelig entwickelt.
- ③ Typus 3
Sphaerodiscohexaster mit gerade gestreckten, in der Mitte ihrer Strahlenlänge sehr dünnen, im Bereich der schirmartigen Scheibchen stark verdickten Sekundärstrahlen, analog wie beim Discohexaster von Typus 1. Es sind bereits deutliche Kugeln entwickelt, mit 20 und mehr Sekundärstrahlen, d.h. die Mindestzahl der Sekundärstrahlen insgesamt beträgt 120 und mehr. Formen dieser Art sind in Fig. 1 und 2 der Taf. 2 und in Fig. 4 und 6 der Taf. 3 abgebildet.

Amphidiske und Hemidiske

- ① Typus 1 (Taf. 3, Fig. 10; Taf. 4, Fig. 1–4)
Mikroskieren mit langem, schlankem, bedornem Rhabd, das an beiden Enden zwei gleich ausgebildete Schirme aufweist. Das Rhabd ist entweder gerade gestreckt oder schwach S-förmig gebogen. Die Bedornung des Rhabds ist unterschiedlich, sowohl was die Anordnung der Dornen als auch die Dornengröße betrifft. Die Schirme sind sehr hoch und schlank, mit 8 schmalen Schirmstrahlen ausgestattet, die bis an den Rand des Rhabds reichen und dort mit diesem verschmelzen. Der Querschnitt der Schirmstrahlen ist dreieckig, innen spitz, außen breitflächig. Sie sind im proximalen Bereich stark gebogen, im distalen Bereich nahezu mit dem Rhabd parallel verlaufend. Alle Schirmstrahlen enden spitz.

- ② Typus 2 (Taf. 4, Fig. 7)
Es handelt sich um Mikroskieren mit gerade gestrecktem, wenig bedornem Rhabd und breit ausladenden, an beiden Seiten des Rhabds gleich entwickelten Schirmen. Die Schirmstrahlen sind breit, also blattförmig, es wurden stets 9 Schirmstrahlen gezählt.
- ③ Typus 3 (Taf. 4, Fig. 5)
Massiv gebaute Mikroskieren mit breitem, kurzem Rhabd und ungleich großen Schirmen. Der größere Schirm bedeckt die Hälfte der Rhabdlänge und besteht aus 6 breiten, blattförmigen Schirmstrahlen, die nach innen eingebogen sind. Der kleinere Schirm auf der anderen Seite des Rhabds wird von 6 kleinen, weniger stark gebogenen Aststrahlen gebildet.

Auch die Hemidiske lassen sich in mehrere Typen aufgliedern:

- ① Typus 1 (Taf. 4, Fig. 8)
Schmales Hemidisk mit schlankem, glattem Rhabd. Auf der einen Seite ist ein großer Schirm entwickelt, dessen 5 Strahlen nahezu die Gesamtlänge des Rhabds abdecken. Die Schirmstrahlen sind stark gebogen und noch im proximalen Bereich bereits parallel zum Rhabd verlaufend bzw. schwach nach außen gedreht. Sie weisen die Form von langgezogenen Blättern auf. Der zweite Schirm ist zu einer deutlich gewölbten Scheibe reduziert, allerdings sind noch 8 rudimentäre Schirmstrahlen daran zu erkennen.
- ② Typus 2 (Taf. 4, Fig. 9)
Es handelt sich hier um ein Spiculum mit breit ausladendem Schirm, dessen Strahlen zwei Drittel der Rhabdlänge einnehmen. Das Rhabd ist glatt und in Richtung des größeren Schirms an Dicke zunehmend. Die sehr langen, breitfächerigen 8 Strahlen sind im Querschnitt dreieckig und nach einwärts gebogen. Der zu einer Scheibe reduzierte Schirm zeigt 6 kleine, weniger gebogene, stark rudimentär entwickelte Aststrahlen.
- ③ Typus 3 (Taf. 4, Fig. 10)
Es handelt sich um ein Hemidisk mit einem großen Schirm, dessen 6 Strahlen mit dem Rhabd eine Pyramidenform bilden. Die Schirmstrahlen sind im Großteil ihrer Länge gerade verlaufend und biegen nur im distalsten Bereich, also am Strahlenende, nach innen ab. Jeder Schirmstrahl beginnt sehr schmal im Kontaktbereich am Rhabd und verbreitert sich rasch lappenartig. Die Außenbegrenzung ist nicht spitz, wie bisher bei allen Formen, sondern sie ist rund lappig. Durch eine Art Mittelgrat (siehe Taf. 4, Fig. 10) werden spitz endende Aststrahlen in der Seitenansicht vorgetäuscht, dies ist aber nicht der Fall, wenn man direkt auf die Aststrahlen schaut. Der zweite „Schirm“ ist nur mehr in Form einer nahezu planen Scheibe entwickelt und es sind nur mehr Ansätze von 8 ehemaligen Aststrahlen erkennbar.

Auf Taf. 3, Fig. 9, ist nur ein sehr kleines fragliches Amphidisk (1000-fache Vergrößerung) abgebildet. Die beiden „Schirme“ sind gleich entwickelt; infolge der Schirmausbildung, und vor allem aufgrund der etwas tiefer abgesetzten Aststrahlen läßt sich eine eindeutige Zuordnung zu den Amphidisk nicht vornehmen.

Auf derselben Tafel, Fig. 8, ist ein Schirm eines Amphidisks von außen dargestellt (mit 7 Schirmstrahlen).

Eine Zuordnung zu den beschriebenen Amphidisktypen ist aufgrund des Fragments nicht möglich.

4. Vergleich der beschriebenen Mikroskleren mit fossilen und rezenten hexactinellider Schwämme sowie deren systematische Einstufung

Hexaster vom Typus 1 wurden bisher weder von fossilen noch rezenten Hexactinelliden bekanntgemacht. Formen dieser Art dürften daher einer im Mesozoikum ausgestorbenen Gruppe angehören. Dies trifft auch für den Typus 3 zu.

Die Hexaster vom Typus 2 weisen Ähnlichkeiten mit jenen Hexastern auf, die MOSTLER (1986: Abb. 3, Fig. 6) dargestellt hat. Es handelt sich um rezente Hexaster. Nur der Typus 4 ist fossil weitverbreitet und wurde durch MOSTLER (1986: 342) aus dem unteren Ordovizium Schwedens bekanntgemacht und nahezu lückenlos bis ins Tertiär nachgewiesen.

Hemihexaster, wie sie im Lias vorkommen, sind ab dem Obersilur ebenfalls durch MOSTLER (1986: 358) bekanntgemacht worden.

Besonders interessant und überraschend ist das Auftreten von Discohexastern im unteren Lias. Die bisher ältesten Discohexaster hat SCHRAMMEN (1924: Taf. 11, Fig. 35 und 36) aus der Oberkreide dargestellt. Es handelt sich um solche mit entweder wenig Sekundärstrahlen (je 4 Sekundärstrahlen pro Ast) oder solche, die im Zentrum kugelig entwickelt sind. Bei letzteren ist es nicht ganz auszuschließen, daß es sich hier eventuell um Radiolarien handeln könnte. Viel wahrscheinlicher ist es jedoch (die Abbildungen bei REID sind sehr undeutlich und sehr klein), daß es sich doch um Sphaeriscohexaster handelt, bei welchen nur noch einige Sekundärstrahlen mit nicht abgebrochenen Endscheiben erhalten sind und der innere, kugelig wirkende Teil nichts anderes darstellt als die Fülle von proximalen Teilen von Sekundärstrahlen. Jedenfalls sind die aus dem Unterlias dargestellten Discohexaster fossil bisher erst ab dem Eozän nachgewiesen, und zwar bei den Vertretern der Familie Lanuginellidae, deren Gattung *Crateromorpha* Discohexaster mit 14 Sekundärstrah-

len pro Ast aufweist. Die Gattung *Caulophacus* (Fam. Sympaginellidae) verfügt über Discohexaster mit je 22 Sekundärstrahlen. Beide Gattungen kommen auch noch rezent vor. Die Sphaeriscohexaster (neuer Mikrosklertypus) dürften, wie bereits erwähnt, schon in der Oberkreide auftreten. Rezent sind derartige Mikroskleren nicht bekannt, sodaß es sich hierbei um eine bereits ausgestorbene Gruppe von hexactinelliden Schwämmen handeln könnte.

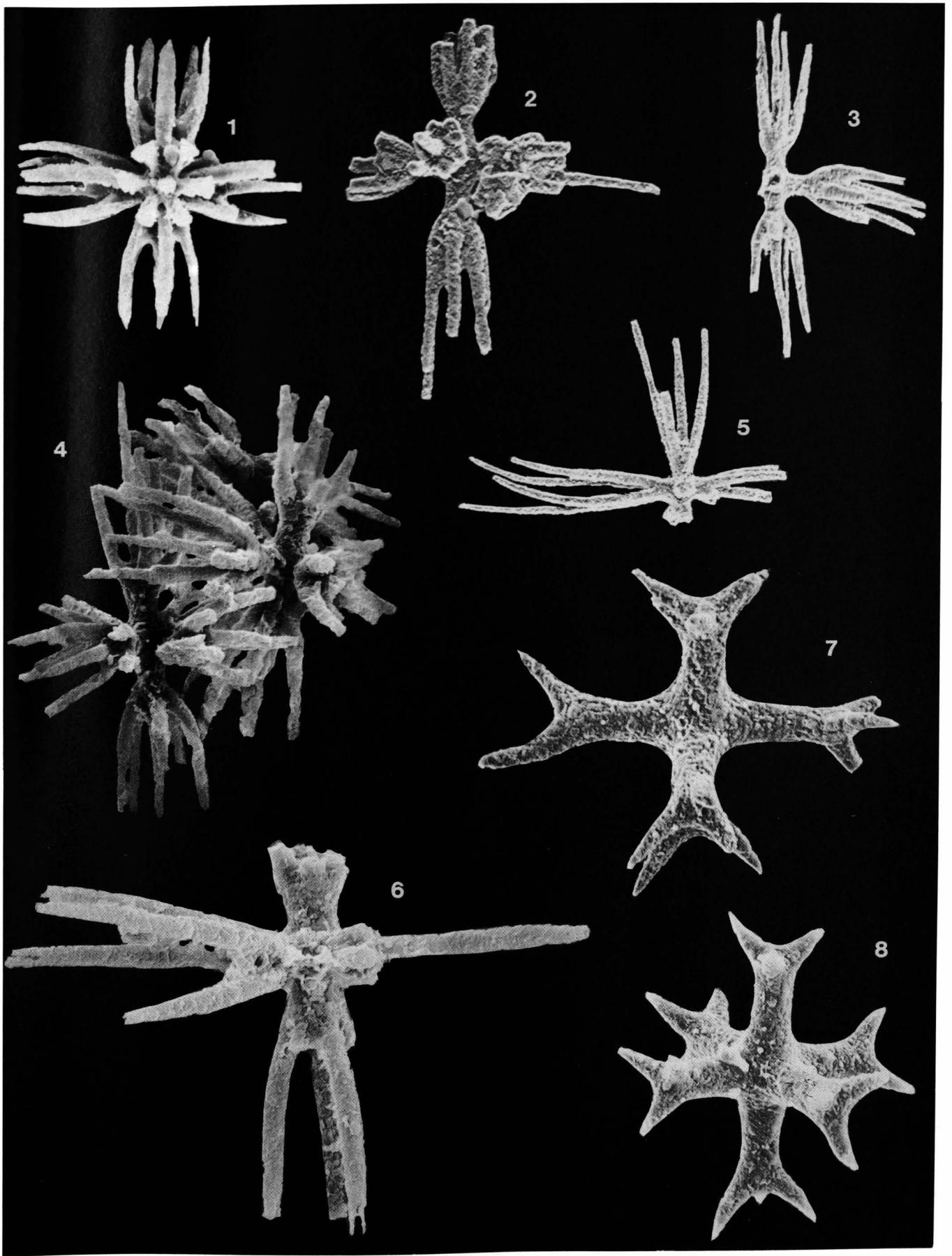
Faßt man die Untersuchungsergebnisse, die Hexaster, Discohexaster und Sphaeriscohexaster betreffend, die alle aus dem Unterlias stammen, zusammen, so kommt man zu folgendem Ergebnis. Es konnten erstmals Hexaster, Discohexaster und Sphaeriscohexaster nachgewiesen werden, die bisher aus der Oberkreide, die meisten aber erst ab dem Eozän, bekannt waren. Letzteres trifft vor allem für die Vertreter der Familie Sympaginellidae und Lanuginellidae zu, die erst ab dem Eozän einsetzen und aufgrund der neuen Untersuchungsergebnisse nun bis in den basalen Jura zurückreichen. Die von MOSTLER (1986: 344) vertretene Ansicht, daß die stärker einsetzende Entwicklung der Lyssakinosida erst im Oberjura beginnt, muß somit auf den basalen unteren Jura zurückgenommen werden, was die Vorstellung des Autors über die eigenständige Entwicklung der Hexasterophora jedoch noch mehr unterstützt.

Hinsichtlich der Amphi- und Hemidiske sei folgendes festgehalten: Beide Sklerenformen sind seit dem Oberkambrium bekannt (MOSTLER, 1986: 332). SALOMON (1988: 33) führt in Unkenntnis der neueren Literatur die ältesten Amphidiske aus dem Karbon an. Typus 1 und Typus 2 der Amphidiske mit dem bedornten Rhabd sind sicher aus der oberen Kreide nachgewiesen. Amphidiske vom Typus 3 sind weder fossil noch rezent bekannt. Die Hemidiske vom Typus 2 sind ebenfalls ab der Oberkreide (SCHRAMMEN, 1924: Taf. 11, Fig. 34) bekanntgemacht worden. Typus 3 ist in ähnlicher Form seit dem Oberkarbon bekannt. Nur das Hemidisk vom Typus 1 fällt sehr stark heraus und dürfte einer Gruppe angehören, die bereits im Mesozoikum ausgestorben ist. Die sich daraus ergebenden Schlußfolgerungen zeigen auf, daß jene Amphidiscophora, von denen man annahm, daß sie sich erst in der Oberkreide entwickelt hätten, bereits ab dem Unterjura voll präsent waren. Eine Zuordnung zu bisher bekannten Familien der Hemidiscophora ist zur Zeit nicht möglich.

Tafel 1

- Fig. 1: Hexaster, dessen Sekundärstrahlen im Verschmelzungsbereich der 3 Achsen bzw. 6 Primärstrahlen ansetzen (neuer Typus).
V = 500 ×.
- Fig. 2-4: Hexaster der Sekundärstrahlen, die deutlich vom kurzen Primärstrahl abgesetzt sind. Solche Typen sind von rezenten Hexactinelliden bekannt.
Fig. 2: V = 700 ×.
Fig. 3: V = 500 ×.
Fig. 4: V = 900 ×.
- Fig. 5,6: Relativ große Hexaster mit jeweils 4 Sekundärstrahlen, die im Verschmelzungsbereich der 6 Primärstrahlen ansetzen (neuer Typus).
Fig. 5: V = 300 ×.
Fig. 6: V = 800 ×.
- Fig. 7,8: Gewöhnliche Hexaster mit 3-4 extrem distal liegenden Sekundärstrahlen.
V = 500 ×.

Alle abgebildeten Mikroskleren stammen aus dem unterliassischen Kirchsteinkalk von der Typlokalität.



Alle abgebildeten Mikroskopen stammen aus dem unterjurasischen Kirchsteinkalk von der Typlokalität.

Tafel 2

Fig. 1,2: Sphaerdiscohexaster.

In Fig. 1 sind die 3 Mikroskleren mit den abgebrochenen distalen Enden der Sekundärstrahlen mit den regenschirmartigen Endstrahlen dargestellt.

Fig. 2 zeigt eine „Kugel“ (daher die Bezeichnung „Sphaer“) mit den in verschiedener Länge abgebrochenen Sekundärstrahlen (neue Sklerenform).

Fig. 1: V = 400 x.

Fig. 2: V = 500 x.

Fig. 3,5: Fig. 3 stellt einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 5 dar, um die distalen Enden der Sekundärstrahlen mit den schirmförmigen Endstrahlen, vor allem das Anschwellen der Strahlen kurz vor Erreichen der Endscheiben darzustellen.

Fig. 5 zeigt drei miteinander verbundene Discohexaster, die noch eindeutig als solche zu erkennen sind, besonders gut ist das Discohexaster im rechten Spiculum zu erkennen.

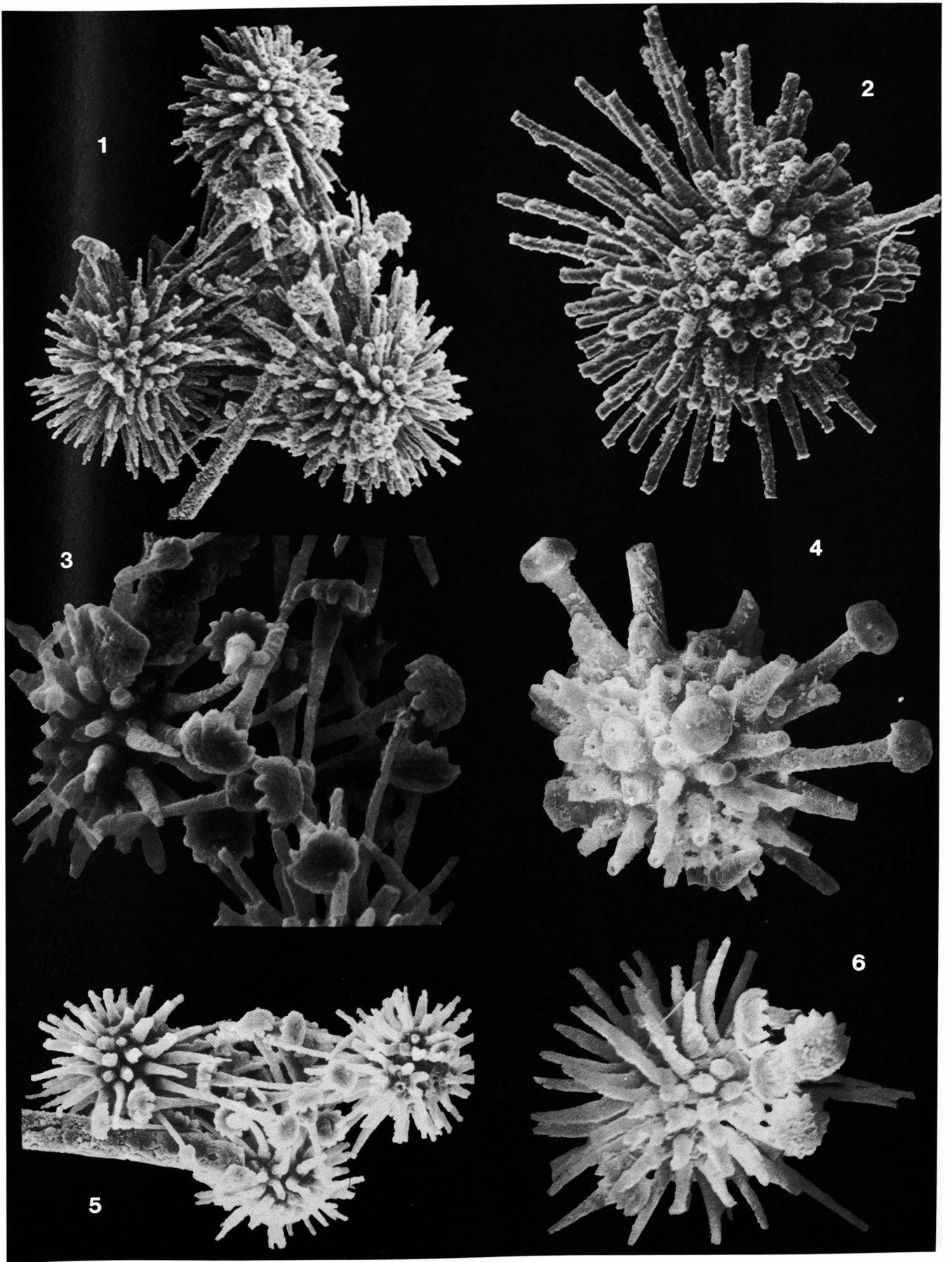
Fig. 3: V = 1000 x.

Fig. 5: V = 500 x.

Fig. 4: Sphaerdiscohexaster mit sehr kompakten Sekundärstrahlen, von denen 4 noch voll erhalten sind. Wichtig ist hier noch, anzumerken, daß auch die Sekundärstrahlen Kanäle aufweisen, was in dieser Figur sehr gut zum Ausdruck kommt.
V = 500 x.

Fig. 6: Discohexaster, das man an den gebogenen Sekundärstrahlen noch relativ gut erkennen kann.
V = 900 x.

Alle abgebildeten Mikroskleren stammen aus dem unterliassischen Kirchsteinkalk von der Typlokalität.



Alle abgebildeten Mikroklarien stammen aus dem unteren Kirostarkalk von der Typlokalität.

Tafel 3

Fig. 1–3,5: Discohexaster mit vielen gebogenen Sekundärstrahlen.

In Fig. 5 sind 2 lange, geschwungene, mit Endscheiben versehene Sekundärstrahlen noch erhalten. An ihnen ist auch die schmale Stelle, an der meistens, etwa in der Mitte, die Sekundärstrahlen abbrechen, deutlich erkennbar.

Fig. 1: V = 600 x.

Fig. 2: V = 500 x.

Fig. 3: V = 450 x.

Fig. 5: V = 500 x.

Fig. 4,6: Sphaeriscohexaster.

V = 750 x.

Fig. 7: Hemihexaster. Nur 1 Hauptstrahl ist nicht in Seitenstrahlen aufgespaltet, 4 der Hauptstrahlen sind einfach gegabelt, 1 Primärstrahl ist in 3 Sekundärstrahlen aufgegliedert.

V = 500 x.

Fig. 8: „Schirm“ eines Amphidisks mit 7 Schirmstrahlen.

V = 500 x.

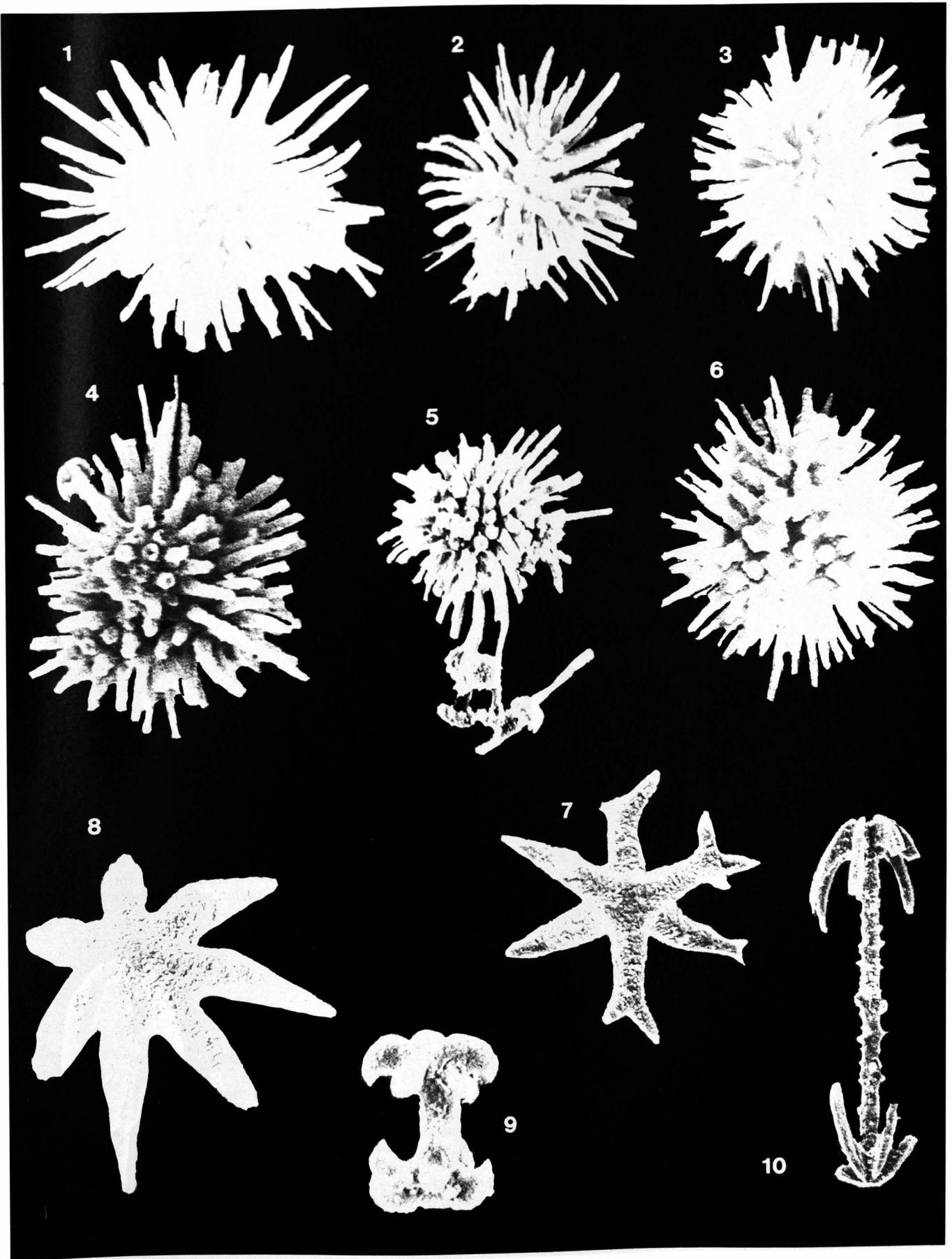
Fig. 9: Sehr kleines Mikrospiculum; möglicherweise handelt es sich um ein Amphidisk. Die Gestalt des Schirmes läßt aber keine sichere Zuordnung zu einem Amphidisk zu.

V = 1000 x.

Fig. 10: Amphidisk mit stark bedornem Rhabd.

V = 300 x.

Alle abgebildeten Mikroskieren stammen aus dem unterliassischen Kirchsteinkalk von der Typlokalität.

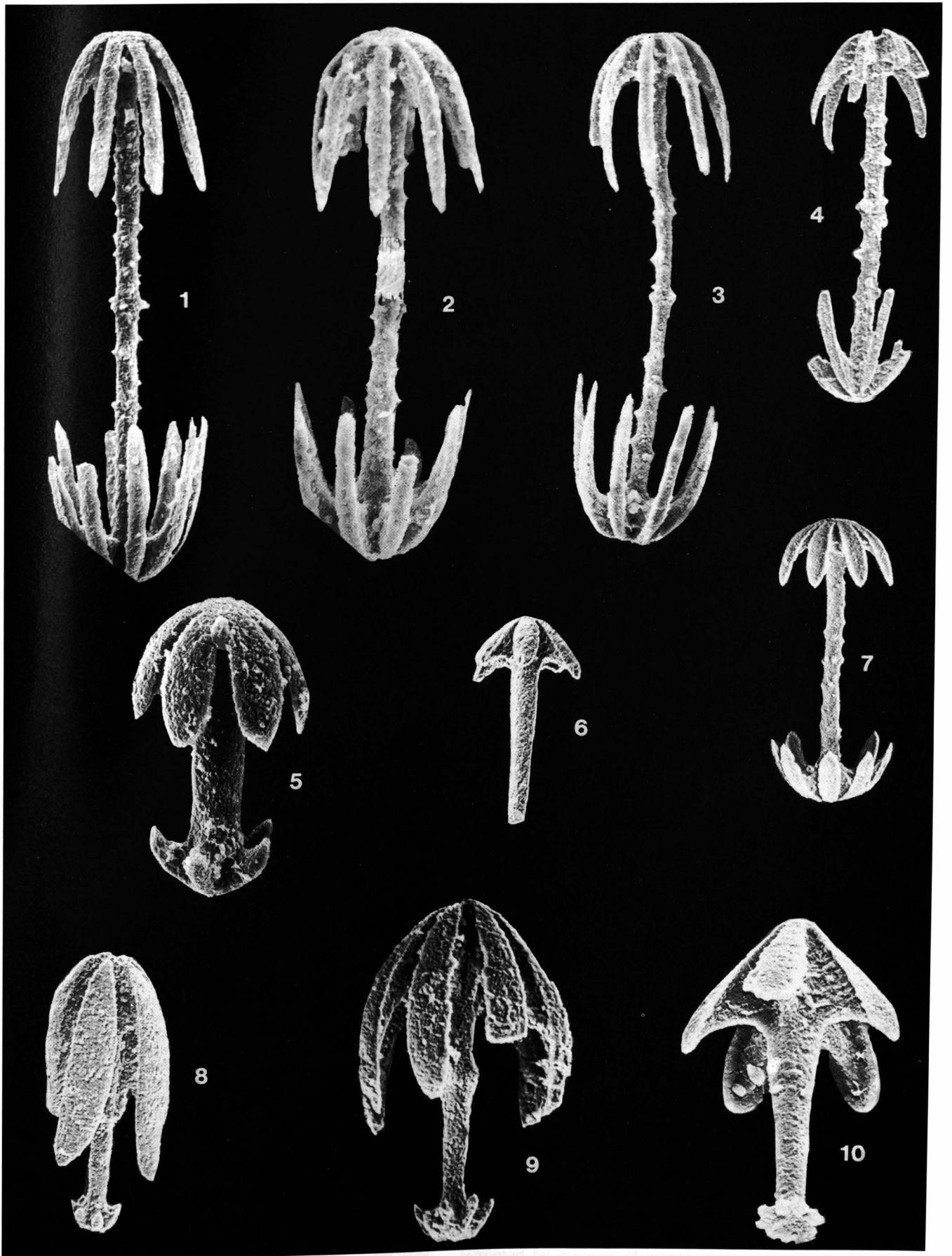


Alle abgebildeten Mikroskelen stammen aus dem unteren Eozän des Kärntner Kalks von der Typlokalität.

Tafel 4

- Fig. 1–4: Sehr ähnlich gebaute Amphidiske, die einem Typus zugeordnet werden können. Das Rhabd ist bedornt, die Schirmkonfiguration ist recht ähnlich, die Zahl der Schirmstrahlen beträgt 8, die Sekundärstrahlen sind im Querschnitt dreieckig.
Fig. 1: $V = 400 \times$.
Fig. 2,3: $V = 500 \times$.
Fig. 4: $V = 300 \times$.
- Fig. 5: Ein kleines, gedrungenes Amphidisk (neuer Typus).
 $V = 500 \times$.
- Fig. 6: Bruchstück eines ?Clavuls.
 $V = 200 \times$.
- Fig. 7: Amphidisk mit breit ausladendem Schirm und blattförmigen Schirmstrahlen (neuer Typus).
 $V = 200 \times$.
- Fig. 8: Hemidisk mit sehr langen, fast die ganze Rhabdlänge abdeckenden Schirmstrahlen (neuer Typus).
 $V = 300 \times$.
- Fig. 9: Breites Hemidisk mit einem weit ausladenden Schirm, dessen Aststrahlen auf ihrer gesamten Länge – auch nach innen in Richtung Rhabd – gebogen sind. Fossil sind derartige Formen aus der Oberkreide bekannt.
 $V = 500 \times$.
- Fig. 10: Ein Hemidisk, das sehr jenen aus dem Oberkarbon ähnelt. Charakteristisch für diese liassische Form sind die Schirmkonfiguration und vor allem die Enden der Schirmstrahlen, die, im Gegensatz zu allen anderen, die spitz verlaufen, rund entwickelt sind und einen mittigen Grat aufweisen.
 $V = 500 \times$.

Alle abgebildeten Mikroskleren stammen aus dem unterliassischen Kirchsteinkalk von der Typlokalität.



bruck, Innsbrn 82, A-8020 Innsbruck.

... by ... The ...
 ... the ...

Literatur

- DUNIKOWSKI, E.V. (1882): Die Spongien, Radiolarien und Foraminiferen der unterliassischen Schichten vom Schafberg bei Salzburg. – Denkschr. Österr. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., **45**, 163–194.
- HARTMAN, W.D., WENDT, J.W. & WIEDENMAYER, F. (1980): Living and fossil sponges. – *Sedimenta VII*, Miami, Florida, 274 S.
- 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., KRÄINER, K. & STINGL, V. (1989): Überlegungen zur jurassischen Beckenentwicklung in den Nördlichen Kalkalpen. – *Sediment '89*, Vortragskurzfassungen, Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **16**, 81–83.
- RAUFF, H. (1893–94): *Palaeospongiologie*. Erster und allgemeiner Teil und zweiter Teil, erste Hälfte. – *Palaeontographica*, **40**, Stuttgart.
- 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.
- SALOMON, D. (1988): Phylogenetic problems in Hexactinellida. – *Berliner geowiss. Abh.*, (A), **100**, 33–34, Berlin.
- SCHRAMMEN, A. (1924): Die Kieselspongien der oberen Kreide von Nordwestdeutschland. – *Monogr. Geol. Palaeont.*, Ser. **1/2**, 159 S., Gebr. Borntraeger, Berlin.
- SPIELER, A. & BRANDNER, R. (1989): Vom jurassischen pull-apart-Becken zur Westüberschiebung der Achantaler Schubmasse (Tirol, Österreich). – *Sediment '89*, Kurzfassungen zur Posterpräsentation, Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **16**, 191–194.
- WIEDENMAYER, F. (1977): Shallow-water sponges of the western Bahamas. – *Birkhäuser, Basel (Experientia Suppl.* **28**), 287 S.
- ZIEGLER, B. (1983): Einführung in die Paläobiologie, Teil 2: Spezielle Paläontologie: Protisten, Spongien und Coelenteraten, Mollusken. – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhdlg. Nägeli & Obermiller, 409 S., Stuttgart.
- Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 25. August 1989.