



POLYACTINELLIDE SCHWÄMME, EINE AUF DAS PALÄOZOIKUM BESCHRÄNKTE CALCISPONGIEN-GRUPPE

Helfried Mostler

Mit 15 Abbildungen und 3 Fototafeln

Zusammenfassung:

Die Polyactinellidae MOSTLER sind eine auf das Paläozoikum beschränkte, eigenständige Calcispongien-Gruppe und streng von den Heteractiniden abzutrennen. Die bisher verbreitete Meinung, in den polyactinelliden Schwämmen die unmittelbaren Vorläufer der Calcinea zu sehen, kann nicht aufrechterhalten werden. Dreistrahlige, nicht gegabelte Spicula haben sich nicht aus jenen der Polyactinelliden entwickelt, sondern sind eigenständig im Grenzbereich hohes Oberdevon-Unterkarbon entstanden. Zur gleichen Zeit sind zwei Gattungen polyactinellider Schwämme noch weit verbreitet.

Die ältesten Polyactinelliden stammen aus dem Unterkambrium und sind zu dieser Zeit schon stark aufgegliedert (fünf Gattungen). Die jüngsten kennt man aus dem Unterperm, diese erlöschen allerdings noch vor Erreichen des Oberperms. Insgesamt umfassen die Polyactinellidae neun Gattungen (drei neue Gattungen und fünf neue Arten werden beschrieben), denen z.T. eine grobstratigraphische Bedeutung zukommt. Die Polyactinelliden hatten ihr Hauptverbreitungsgebiet im tieferen Wasser; sie lebten im Vorfeld von Mounds in Tiefschwellensedimenten, bevorzugt im Slope-Bereich, stets vergesellschaftet mit Echinodermaten. Sie kommen nie mit Kieselschwammfaunen in Verbindung vor und sind auch nicht mit heteractiniden Poriferen, die eher das Flachwasser besiedeln, vergesellschaftet.

Abstract:

The Polyactinellidae MOSTLER are a distinct Calcispongea group that is restricted to Paleozoic time.

They must be strictly separated from the heteractinid sponges. The previous view that the polyactinellid sponges are the direct ancestors of the Calcinea, cannot be supported. Three-rayed, unbranched spicules have not developed from those of the Polyactinellidae, but evolved independently from them close to the Devonian-Carboniferous boundary.

The oldest Polyactinellidae were derived from the Early Cambrian. During this time they were already strongly diversified (five genera). The youngest ones are known from Lower Permian beds and they disappear before the Upper Permian. As a whole, the Polyactinellidae comprise nine genera (three new genera and five species are described in the present paper) that have partly a coarse biostratigraphic importance. The Polyactinellidae occur mainly in deeper water. They lived in front of mounds in sediments of deep ridges, especially in slope environments, always in association with echinoderms. They never occur in connection with siliceous sponge faunas, and do not accompany heteractinid sponges that rather lived in shallow-water environments.

1. Einleitung und Problemstellung

Den polyactinelliden Kalkschwämmen hat man bisher wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Sie sind in vielen paläozoischen Karbonatgesteinen zu finden. Während sie im Dünnschliff nur selten erkannt werden, fallen sie im unlöslichen Rückstand karbonatischer Gesteine gerade wegen ihrer besonderen Bauform auf. Da die Skleren aus Mg-Calcit bestehen (Einkristalle), sind diese den Conodontenbearbeitern, die zur Herauslösung der

Conodonten Monochloressigsäure verwenden, nur dann aufgefallen, wenn sie in Kieselsäure umgesetzt wurden. Auch REIF, 1968, hat diese in Kieselsäureerhaltung vorgefunden und sie daher als Kieselschwammkernen angesprochen und sie zu den Hexactinelliden gestellt.

Der Autor dieser Studie verwendet zum Auflösen von Karbonatgesteinen ausschließlich Essigsäure (60%ig, 1:3 mit H₂O verdünnt), weil dadurch auch Echinodermaten, Kalkschwammspicula etc. erhalten bleiben. So sind im Laufe der

Jahre im Zuge des Suchens, vor allem nach Echinodermen-Skelettelementen in den unlöslichen Rückständen paläozoischer Karbonatgesteine, viele Skleren von Kalkschwämmen, auch solche der Polyactinellidae, angefallen. Obwohl sich der Verfasser mit dieser Gruppe schon 1985 befaßt hat, beschränkte er seine Untersuchungen auf solche aus dem Unter- und Mittelkambrium. Mittlerweile liegt weiteres Material vor, das es rechtfertigt, diese Calcispongien-Gruppe neuerlich zu bearbeiten bzw. einen Überblick über die Formenmannigfaltigkeit und deren stratigraphische Verbreitung, nach Arten getrennt, vom Unterkambrium bis in das Unterperm darzulegen.

Als REIF (1968) die Skleren einiger wichtiger Formen dieser Gruppe taxonomisch erfaßte, übersah er, daß jene Spicula, die er zur neuen Gattung *Phobettractinia* erhob, vor ihm NEKVASILOVA & STEMPROKOVA bereits 1960 unter der Gattung *Dvorcia* beschrieben hatten. Die aus dem Unterdevon des Barrandiums stammenden Sklerite, die unter *Dvorcia mira* bekanntgemacht wurden, entsprechen dem Holotypus (Synphobettractin) von *Phobettractinia polymorpha*. REIF (1968) hat die von ihm aufgestellte Gattung sehr weit gefaßt, indem er sowohl synphobettractine als auch phobettractine Skleren in die Gattungsdiagnose aufnahm. Da der Holotypus von *Phobettractinia polymorpha* ein Phobettractin ist, das isoliert betrachtet auch eine andere stratigraphische Reichweite aufweist als synphobettractine, ist die von ihm aufgestellte Gattung unter Einschränkung auf den phobettractinen Sklerentypus aufrechtzuerhalten (siehe systematischer Teil).

Alle Autoren, die sich mit den polyactinelliden Schwämmen nach 1968 befaßten, haben sich auf die Arbeit von REIF bezogen, in der Meinung, er sei der Erstbeschreibende.

Als MOSTLER (1985) die „phobettractinen“ Kalkschwämme beschrieb, existierte außer der von REIF (1968) nur noch eine Arbeit von RIGBY & TOOMY (1978), die vermuteten, daß es sich bei den phobettractinen Skleren um solche von Kalkschwämmen handelt. In den letzten Jahren setzte weltweit eine intensive Untersuchungskampagne, das Kambrium betreffend, ein, und so wurde diese Gruppe, die MOSTLER unter der Familie Polyac-

tinellidae zusammenfaßte, auch aus anderen Erdteilen bekannt. Auf die Beschreibung dieser wird im systematischen Teil eingegangen.

In jüngster Zeit haben MEHL & REITNER (1995: 341) in ihrer Arbeit 'Early palaeozoic diversification of sponges: new data and evidences' auch die Calcarea angesprochen und folgendes geschrieben: 'It is astonishing that the 'modern' type of calcitic spicules is common in Lower Cambrian strata. Up to now, regular calcitic triaene spicules of Calcarea from the Lower Cambrian give absolutely new aspects of the phylogeny of this group.'

MOSTLER hat schon (1985: 22) völlig analoge dreistrahlige Nadeln aus dem Unter- und Mittelkambrium Sardinien nachgewiesen und dazu folgenden Text abgefaßt: „Es konnte somit erstmals nachgewiesen werden, daß sich aus primitiven Dreistrahlern im tiefen Unterkambrium fünf-, neun- und zwölfstrahlige Nadeln entwickelten; sie weisen auf eine völlig neue Linie der Evolution.“ Damit wurde schon 10 Jahre früher durch den Verfasser aufgezeigt, daß triactine Kalknadeln bereits im tiefsten Unterkambrium auftreten und dies auch entwicklungsgeschichtliche Konsequenzen nach sich ziehen muß.

Das oben unter MEHL & REITNER 1995 angeführte Zitat geht auf REITNER (1992: Taf. 21, Fig. 7, 8, 10) zurück, der aus dem Unterkambrium Südaustraliens triaene Kalkskleren nachgewiesen hat, die möglicherweise dem Dermal skelett von *Gravestockia pharetronensis* REITNER angehören. Sollte die Vermutung Reitners zutreffen, müßten die Skleren; die *Sardospongia furcata* entsprechen, diesem pharetroniden Schwamm zugeordnet werden. In der Diskussion zu *Gravestockia pharetronensis* führt REITNER folgendes an: „Die Skleren zeigen Übereinstimmung zu den modernen Calcarea, allerdings kann nicht mit Sicherheit festgelegt werden, zu welcher größeren taxonomischen Einheit diese Form zu stellen ist. Die beobachteten Dermal skleren haben allerdings Affinitäten zu den Calcinea.“

Das von MEHL & REITNER auf Taf. 2, Fig. 1, abgebildete Kalkspiculum ist eindeutig zu *Polyactinella furcata* MOSTLER zu stellen, erstbeschrieben aus dem Umfeld des stratigraphisch

tiefsten Archaeocyathiden-Bioherms Sardiniens. Das Spiculum in Abb. 6 der gleichen Tafel ist, wie von den beiden Autoren angemerkt, sicher ein dodecaactinellides Spiculum (*Dodecaactinella oncera* REIF), das ebenso zu den Polyactinelliden zu stellen ist. Es wird allerdings von MEHL & REITNER als modifiziertes Kieselcalthrops betrachtet.

Die beiden Autoren verweisen, wie auch schon REITNER (1992) auf die Affinität der von ihnen auf Taf. 2 Fig. 1 abgebildeten Kalkskleren zu den Calcinea. Aus den Lösungsrückständen paläozoischer Kalke sind kalkige Dreistrahler ohne Aufspaltung der Hauptstrahlen nicht vor dem Obersilur nachweisbar. Aus diesem Grund und dem Nachweis, daß sich die „phobetractinen“ Nadeln aus den bifurcat aufspaltenden Dreistrahler entwickelt haben und die mit phobetractinen Nadeln ausgestattete Kalkschwammgruppe im Unterperm erlischt, **sieht der Autor in dieser (Polyactinellidae) eine eigenständige Entwicklungsreihe, die nicht zu den modernen Calcinea führt.**

Die Kalkschwämme (Calcispongea), die zweifelsohne im tiefsten Kambrium mit den Polyactinelliden einsetzen, spalten sich sehr rasch in mehrere Entwicklungslinien auf, wovon im Altpaläozoikum die Heteractinida am erfolgreichsten sind, die Polyactinellidae dagegen eine Randgruppe der Calcarea darstellen, die nahezu zeitgleich mit den Heteractiniden ausstirbt.

2. Bemerkungen zur Skelettarchitektur

MOSTLER (1985: 18) hat die verschiedenen Bautypen phobetractiner Kalkspicula, vom Unterkambrium bis ins Unterkarbon reichend, schematisch dargestellt und dabei zunächst nur zwei Typen unterschieden. Der Typus I, der vier verschiedene Bauformen vereint, zeigt auf, daß es sich ausschließlich um phobetractine Skleren handelt. Alle Formen sind im Unter- und Mittelkambrium vertreten.

KOZUR (1991: 589) hat den Typus I der Gattung *Praephobetractinia* zugeordnet und ausgewählte Skleren als *Praephobetractinia eocambri-*

ca beschrieben. Er selbst verfügte über kein eigenes Material, sondern hat die neue Gattung aus der Arbeit von MOSTLER (1985) abgeleitet, zumal ihm aufgefallen ist, daß im Unter- und Mittelkambrium keine einzige synphobetractine Form von MOSTLER beobachtet werden konnte. Bewußt hat MOSTLER (1985) den Typus I und Typus II in je zwei Untertypen aufgegliedert. Weil ihm aber zu dieser Zeit noch zu wenig Polyactiniden-Skleren vorlagen, sah er sich zu dieser Zeit nicht imstande, diese Bautypen auf Gattungsniveau umzulegen. Mittlerweile sind jedoch eine Reihe neuer Bauformen hinzugekommen. Die bereits beschriebenen können jetzt vom Kambrium hinauf bis ins Jungpaläozoikum verfolgt werden, was uns ermöglicht, diese Formen auch systematisch gut zu erfassen und deren stratigraphische Reichweite aufzuzeigen. In diesem Kapitel geht es vor allem darum, die Ausgangsformen der polyactinelliden Schwämme bzw. deren Skleren hinsichtlich ihrer Bauart darzustellen und außerdem nochmals den Beleg zu erbringen, daß es sich hierbei um Skleren von Kalkschwämmen handelt.

Festzuhalten ist zunächst die dreistrahlige Anlage der Kalkskleren. Zwischen den drei Hauptstrahlen ist jeweils ein Winkel von 120° zu beobachten. Weiters ist belegbar, daß es sich stets um Einkristalle, wie es bei Kalkschwämmen üblich ist, handelt. Dies ist auch der Grund, warum die Skleren sich relativ leicht mit verdünnter Essigsäure aus den Karbonatgesteinen herauslösen lassen. Das dritte Faktum, das für Kalkschwämme spricht, ist, daß Kanäle, wie sie bei den Skleren der Kieselschwämme stets ausgebildet sind, bei polyactinelliden Spicula fehlen. Wären letztgenannte ursprünglich als Skleren von Kieselschwämmen angelegt worden, müßte man zumindest Kanäle in den in SiO₂ überlieferten Formen finden. Begleitende Spicula von Hexactinelliden, wenn sie auch sehr selten im Konnex mit den polyactinelliden Schwämmen auftreten, lassen stets Größe und Verlauf der Kanäle erkennen. Anhand elektronenmikroskopischer Aufnahmen sieht man deutlich den Aufbau der Einkristalle, erkennbar durch die gleich orientierten Lösungsstrukturen, die durch die Anätzung mit verdünnter Essigsäure hervorgerufen wurden (Ätzungsmuster).

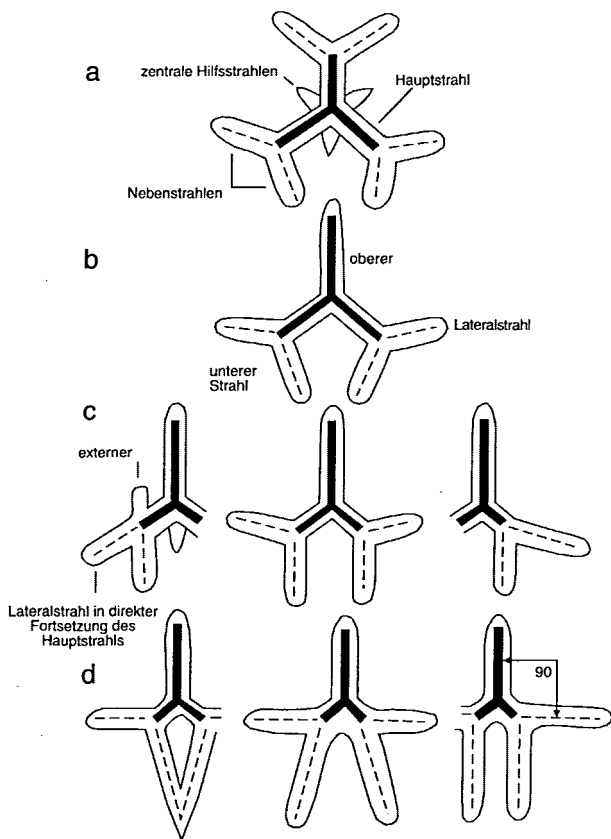


Abb. 1: Grundbaupläne polyactinellider Schwämme

Die Grundform der polyactinelliden Schwämme bilden die Skelettelemente von *Sardospongia*. Es sind drei Hauptstrahlen, die jeweils einen Winkel von 120° einschließen und am Ende bifurcat aufspalten (vgl. Abb. 1a). Die Strahlen, die den dreistrahligen Grundbau bilden, werden Hauptstrahlen genannt; jene, die durch Aufspaltung der Hauptstrahlen entstehen, werden als Nebenstrahlen bezeichnet. Einer der drei Hauptstrahlen verliert im Laufe der Entwicklung seine Nebenstrahlen und wird dadurch zum „Oberen Strahl“, womit die Orientierung der Skleren klar definiert ist (Abb. 1b).

Die Nebenstrahlen der restlichen zwei Hauptstrahlen bleiben erhalten. Die streng nach unten weisenden Nebenstrahlen, die divergieren, konvergieren oder parallel verlaufen können, werden als „Untere Strahlen“ bezeichnet (Abb. 1c), während jene, die nach oben mit geringer Neigung auch nach unten - nicht über die Neigung der bei-

den Hauptstrahlen hinausgehend - die sogenannten „Lateralstrahlen“ bilden (Abb. 1b). Von den Schwammskleren weiß man, daß Strahlen verlängert, stark reduziert oder überhaupt komplett zurückgebildet werden können. So verlängert sich im Laufe der Entwicklung der obere Strahl, während die beiden nach unten weisenden Hauptstrahlen einer immer stärkeren Verkürzung unterworfen werden (Abb. 1c). Analog dazu verlängern sich die Lateralstrahlen; in vielen Fällen erfahren die unteren Strahlen eine sehr starke Verlängerung (Abb. 1d). Gerade die nach unten weisenden Nebenstrahlen (Untere Strahlen) sind jene, die einer starken Verlängerung unterzogen werden. Sie sind gerade verlaufend, gekrümmt oder schildartig ausgebildet; sie konvergieren, divergieren oder verlaufen parallel zueinander. Meist sind sie länger als die Lateralstrahlen. In einigen Fällen auch wesentlich kürzer als diese (Abb. 1d).

Jene Spicula, die als Phobetractine bezeichnet werden, fallen durch den rechten Winkel zwischen oberem Strahl und Lateralstrahl besonders auf. Bei genauer Betrachtung ist jedoch erkennbar, daß die beiden Hauptstrahlen sehr stark in ihrer Länge reduziert wurden, aber noch deutlich erkennbar sind. Der rechte Winkel ist sekundär entstanden, zumal er zwischen dem Hauptstrahl (Oberer Strahl) und einem Nebenstrahl (Lateralstrahl) liegt. Der Winkel zwischen den Nebenstrahlen variiert sehr stark (stumpfe, rechte und spitze Winkel).

Es treten bei einigen Bautypen auch noch zusätzliche Strahlen, die als Hilfsstrahlen bezeichnet werden sollen, auf. Es können dies z.B. drei Strahlen in Verlängerung der gegenüberliegenden Hauptstrahlen sein (Abb. 1a), oder ein nach unten gerichteter Hilfsstrahl (Abb. 1c), dem oberen Strahl in der Verlängerung gegenüberliegend, und schließlich Hilfsstrahlen, die in der Fortsetzung gegenüberliegend zu den Lateralstrahlen entwickelt sind (Abb. 1c).

Abschließend soll nochmals festgehalten werden, daß für alle polyactinelliden Sklerentypen sich die dreistrahlige Ausgangsstruktur, wie sie bei Kalkschwämmen entwickelt ist, stets nachweisen läßt (vgl. hierzu die in Abb. 1 dargestellten dicken schwarzen Balken).

3. Systematischer Teil

Die Beschreibung der neuen Formen ist bewußt kurz gehalten. Es geht um eine erste Vorstellung der neuen Gattungen und Arten.

Stamm Porifera GRANT, 1872
Klasse Calcispongea DE BLAINVILLE, 1834
Familie Polyactinellidae MOSTLER, 1985

Der Familie Polyactinellidae MOSTLER, 1985, werden folgende Gattungen zugeordnet:

Sardospongia MOSTLER
Bengtsonella n.gen.
Polyactinella MOSTLER
Dodecaactinella REIF
Praephobetractinia KOZUR
Phobetractinia (REIF) emend. MOSTLER
Dvorcia NEKVASILOVA & STEMPROKOVA
Reifelia n.gen.
Kucerella n.gen.

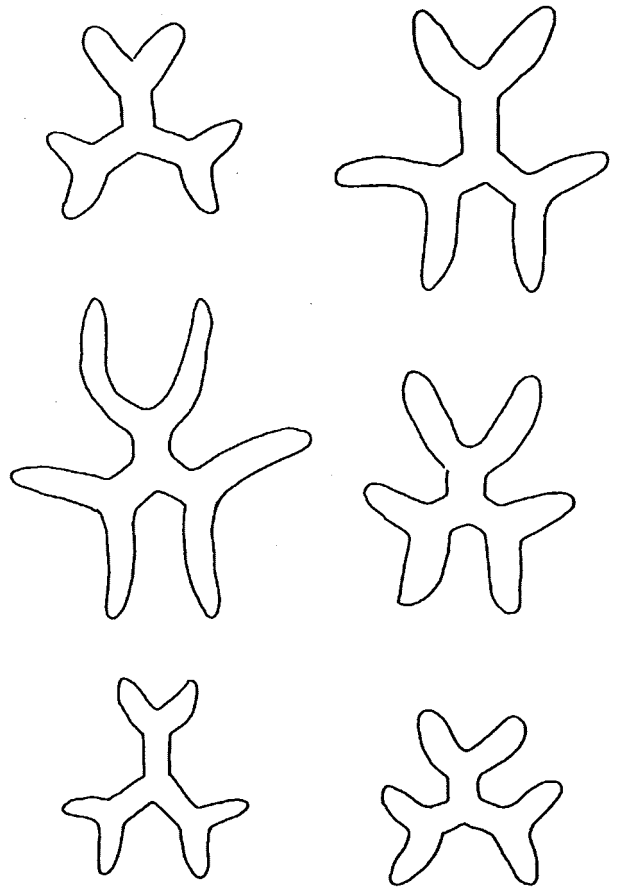


Abb. 2: Variationsbreite von *Sardospongia triradiata* MOSTLER

Sardospongia MOSTLER, 1985

Diagnose: siehe MOSTLER (1985: 16)

Typusart: *Sardospongia triradiata* MOSTLER (Taf. 1, Fig. 1, 2 und 4; Abb. 2)

Es handelt sich um in einer Ebene liegende dreistrahlige Spicula, deren Hauptstrahlen dichotom verzweigt sind. Der Winkel zwischen den Hauptstrahlen beträgt stets 120° .

Diese Art ist durch Skleren mit langen Hauptstrahlen und kurzen bis mittellangen Nebenstrahlen einerseits und sehr kurzen Hauptstrahlen und doppelt bis dreifach so langen gebogenen Nebenstrahlen charakterisiert (vgl. hierzu Abb. 2).

Diskussion: BENGTON & RUNNEGAR (1990) haben *Sardospongia* MOSTLER unter die Synonymie von *Dodecaactinella* REIF, 1968, gestellt. Die beiden Autoren stellen aber selbst eine Art *Dodecaactinella cynodontota* (in BENGTON et al.,

1990) auf und weisen gleichzeitig *D. furcata* = *Sardospongia furcata* als akzeptierte Art aus. Ihre neue Art haben sie selbst als Schwämme mit triradiaten symmetrischen Spicula mit drei Hauptstrahlen, die bi- oder trifurcate Enden aufweisen, beschrieben. Auffallend ist, daß die beiden Autoren als Holotypus nur jene Form mit trifurcatem Ende ausgewählt und abgebildet haben. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß unter mehreren tausend Exemplaren, die in den Proben des Unter- und Mittelkambriums von Sardinien angefallen sind, kein einziges Exemplar eine trifurcate Aufspaltung der Hauptstrahlen zeigt. Aus diesem Grund ist die ursprüngliche Definition von *Sardospongia* und die Aufstellung dieser Gattung gerechtfertigt. *Dodecaactinella cynodontota* BENGTON & RUNNEGAR ist in der von den beiden Autoren beschriebenen Fassung abzulehnen, weil dadurch auch dodecaactinellide Spicula dieser Art zuge-

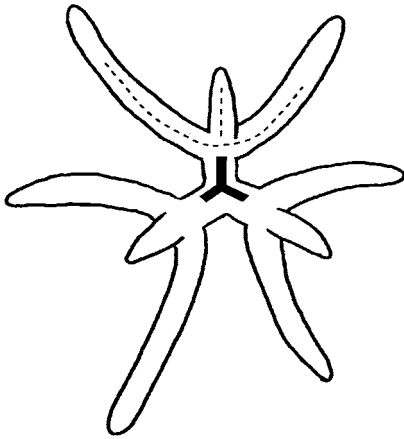


Abb. 3: *Bengtsonella australiensis* n.gen.n.sp.

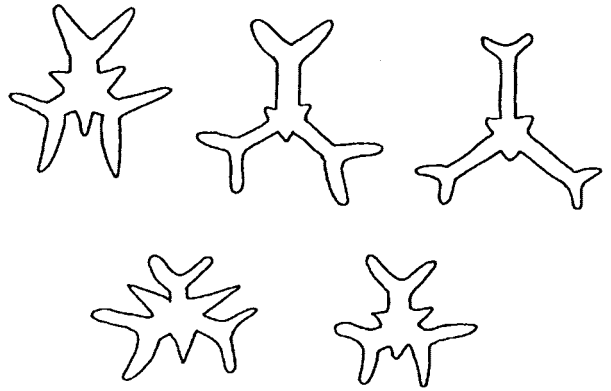


Abb. 4: *Polyactinella furcata* MOSTLER (Variationsbreite)

ordnet wurden. *Dodecaactinella* REIF ist eine eigene Gattung und – wie im weiteren taxonomischen Teil noch auszuführen ist – die aus triradiaten Hauptstrahlen bestehenden Spicula, die trifurcat aufspalten, sind einer eigenen Gattung, die wir *Bengtsonella* nennen, zuzuweisen.

Bengtsonella n.gen.

Diagnose: Dreistrahlige Spicula, deren Hauptstrahlen am distalen Ende trifurcat aufspalten. Die drei Hauptstrahlen sind sehr kurz. Die trifurcate Aufspaltung zeigt folgende Bauart: Zwei der Nebenstrahlen bleiben im wesentlichen in einer Ebene mit den Hauptstrahlen, der dritte mittlere Nebenstrahl ist aus der Ebene herausgebogen.

Bengtsonella australiensis n.gen. n.sp.
(Taf. 1, Fig. 9; Abb. 3)

Derivatio nominis: Nach Prof. Dr. Bengtson, Universität Uppsala, benannt.

Diagnose. Da monospezifisch, siehe Gattungsdiagnose.

Beschreibung: Dreistrahlige Kalkskleren mit sehr kurzen Hauptstrahlen, die jeweils einen Winkel von 120° einschließen. Jeder Hauptstrahl spaltet in drei Nebenstrahlen auf. Der mittlere Nebenstrahl, der direkt in der Fortsetzung des

Hauptstrahles entwickelt ist, ist aus der Ebene des Spiculums herausgebogen, während die beiden diesen flankierenden Nebenstrahlen in der Ebene der Hauptstrahlen angeordnet sind (vgl. hierzu auch Fig. 11, Abb. C in BENGTON et al., 1990). Der aus der Ebene des Spiculums herausgedrehte Nebenstrahl ist somit nicht ein Weiterwachsstadium des Hauptstrahles, da er in einem wesentlich anderen Winkel zum Hauptstrahl verläuft. Die beiden Nebenstrahlen sind in der Ebene des Spiculums gebogen. Die Art der Biegung ist direkt aus Abb. 3 zu entnehmen, während der dritte Nebenstrahl aus der Ebene herausgebogen ist (in Abb. 3 in Richtung des Beschauers hochgebogen).

Polyactinella MOSTLER, 1985

Typusart: *Polyactinella furcata*

Diagnose: siehe MOSTLER, 1985: 15. Neunstrahlige Spicula, wovon sechs von einem Punkt ausgehen. Alle Strahlen verlaufen in einer Ebene. Die drei Hauptstrahlen sind die längeren und außerdem dichotom gegabelt. Die drei meist kürzeren Strahlen sind stets in der Verlängerung der Hauptstrahlen angeordnet und enden spitz.

Diskussion: Die Skleren dieser Gattung unterscheiden sich deutlich von *Dodecaactinella*, da die Hauptstrahlen stets bifurcat ausgebildet sind.

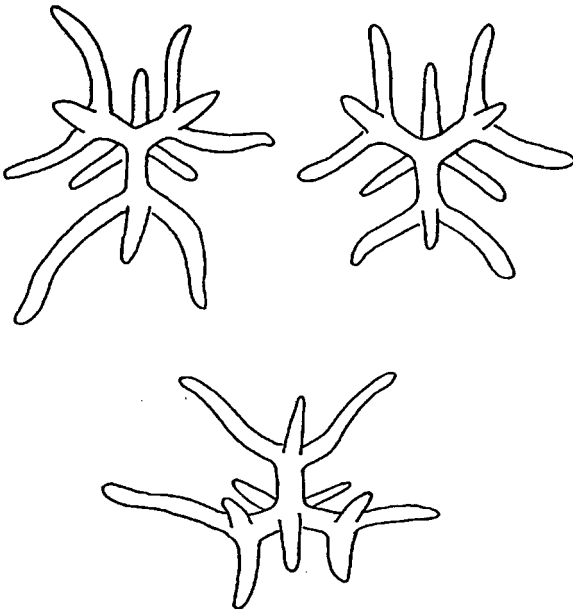


Abb. 5: *Dodecaactinella oncera* Reif (untere Figur von der Seite betrachtet).

***Polyactinella furcata* MOSTLER, 1985**

(Taf. 1, Fig. 3 und 5; Abb. 4)

Bisher monospezifisch, daher gilt die Diagnose der Gattung.

Diese Art weist eine große Variationsbreite auf (Abb. 4). Einmal sind es sehr lange schmale Hauptstrahlen mit kurzen bis mittellangen Nebenstrahlen. Typisch für diese Bauformen sind die kurzen aber gedrungenen zentralen Hilfsstrahlen. Stark vertreten ist jener Typus, der durch kurze Hauptstrahlen, relativ lange Nebenstrahlen und mittellange Zentralstrahlen besonders auffällt. Ein weiterer Sklerentypus ist durch sehr lange zentrale Hilfsstrahlen gekennzeichnet.

***Dodecaactinella* REIF, 1968**

Es handelt sich hierbei um dodecaactine Nadeln, d.h. Zwölfstrahler, deren Hauptstrahlen trifurcat aufgegabelt sind; es werden zwei Typen von REIF auseinandergehalten. Bei kleineren Exemplaren sind die zwölf Äste, die aus den sechs Strahlen

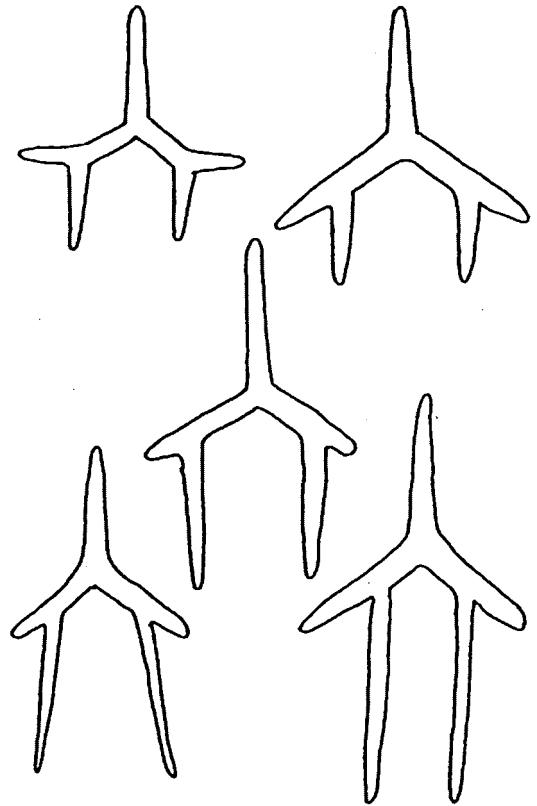


Abb. 6: *Praeophobetractinia eocambrica* KOZUR (Variationsbreite)

durch drei trichotome Gabelungen entstehen, gerade und streng trigonal angeordnet. Bei größeren Exemplaren sind sie verschieden lang und gebogen.

***Dodecaactinella oncera* REIF, 1968**

(Taf. 1, Fig. 6; Abb. 5)

Typisch für diese Art sind die relativ kurzen Hauptstrahlen und langen gekrümmten Nebenstrahlen. Die trifurcate Aufspaltung zeigt den dritten mittigen Nebenstrahl immer aus der Ebene herausgebogen. Die drei zentralen Hilfsstrahlen sind am Ausgangspunkt im Querschnitt dünner, wodurch der Eindruck entsteht, diese würden unterhalb der Hauptstrahlen ansetzen. Das dritte in Abb. 5 dargestellte Exemplar ist von der Seite her gezeichnet.

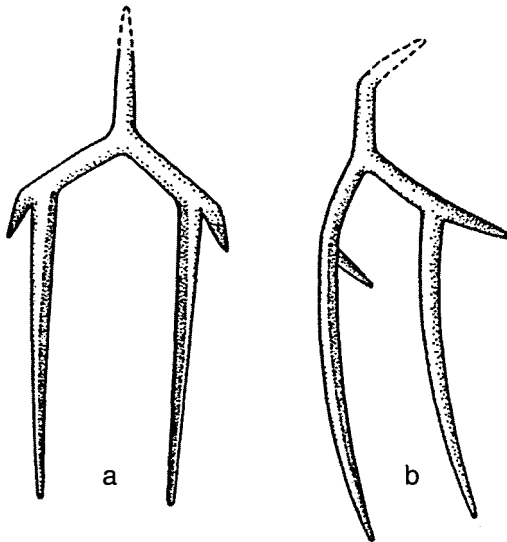


Abb. 7: Aus W. LANGER (1991: 41) entnommen, schematisiertes Phobetractin; a = Ansicht von rückwärts; b = Ansicht von der Seite.

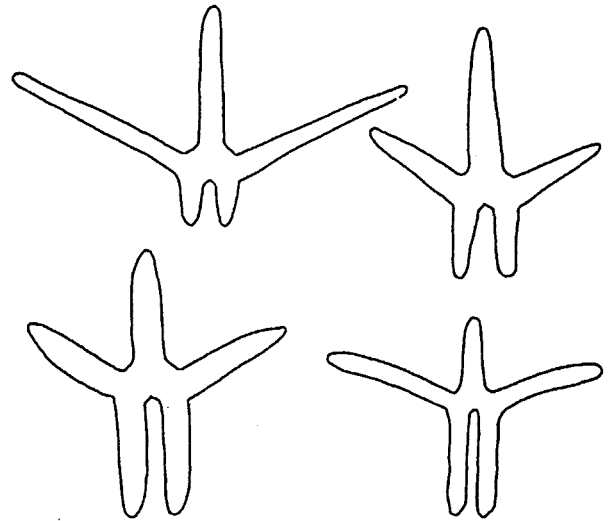


Abb. 8: *Praephobetractinia longidentata* n.sp. (Variationsbreite)

Praephobetractinia KOZUR, 1991

KOZUR hat die von MOSTLER, 1985, aus dem Kambrium dargestellten Phobetractinia des Typus 1 in den Rang einer Gattung erhoben. Damit hat er Skleren angesprochen, die primär dreistrahlig angelegt sind. Zwei der Hauptstrahlen sind gegabelt, ein Strahl – der sogenannte obere Strahl – ist nicht gegabelt. Ein wichtiges Merkmal ist es, daß die beiden unteren Strahlen parallel zueinander verlaufen, z.T. divergieren, jedoch nie konvergieren.

Praephobetractinia eocambrica KOZUR, 1991 (Taf. 1, Fig. 7, 8, 10 und 11; Taf. 2, Fig. 1–3; Abb. 6 und 7)

Die Beschreibung der Art entspricht im wesentlichen jener der Gattung. In Abb. 6 ist die Variationsbreite der Spicula dieser Art dargestellt.

In den stratigraphisch älteren Schichtfolgen, besonders im Kambrium und unteren Ordovizium, ist der Lateralstrahl mit einem Winkel von 90° zum oberen Strahl orientiert. Ab dem oberen Ordovizium sind nur mehr Formen zu beobach-

ten, bei denen der Lateralstrahl in der Fortsetzung des Hauptstrahles positioniert ist. Wie Abb. 6 zeigt, sind die weiteren vier dargestellten Skleren so gebaut, daß man den Eindruck hat, die beiden Hauptstrahlen wären sehr lang bzw. als würden die Lateralstrahlen fehlen und nur die unteren Nebenstrahlen ausgebildet sein. Dies ist nicht der Fall; die Nebenstrahlen setzen sich in Richtung der Hauptstrahlen fort. Von LANGER (1991: 41) wird aufgezeigt, daß die Lateralstrahlen (= obere Nebenstrahlen) etwas abgewinkelt sind (vgl. Abb. 7). Die von LANGER vermutete Abwinkelung des oberen Strahls konnte nicht gesehen werden. Es handelt sich vielmehr um ein Zurückbiegen, d.h. um ein Herausdrehen aus der Ebene, ohne daß dabei von der Frontansicht eine Veränderung zwischen Hauptstrahl und Nebenstrahl, was den Winkel betrifft, gegeben ist. *P. eocambrica* weist, vor allem was die Lage der unteren Strahlen betrifft, starke Unterschiede auf. Auch die Ausgangsposition dieser ist unterschiedlich, entweder randständige oder mehr mittige Position. Das schwache Divergieren der unteren Strahlen ist bei den kambrischen und bei den ordovizischen Formen auffallend, danach, d.h. ab dem oberen Ordovizium, verlaufen die unteren Strahlen nur mehr parallel.

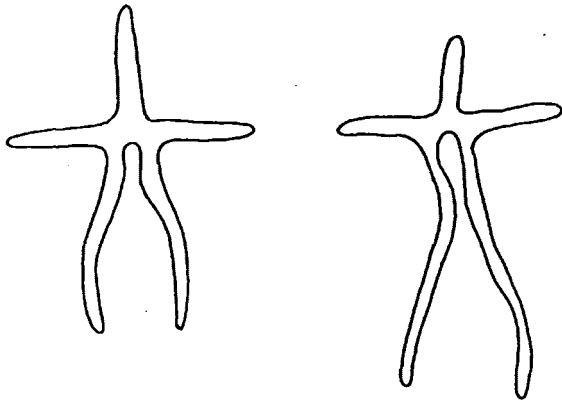


Abb. 9: *Phobetractinia polymorpha* REIF, emend MOSTLER

***Praephobetractinia longidentata* n.sp.**
(Taf. 2, Fig. 4-6; Abb. 8)

Diagnose: Phobetractine mit mittellangem oberem Strahl (= Hauptstrahl) und zwei mittellangen bis sehr langen, nach oben (in Richtung des Hauptstrahles) verlaufenden Lateralstrahlen sowie zwei kurzen bis mittellangen parallel angeordneten unteren Strahlen.

Beschreibung: Diese Form von Phobetractinen variiert, was die Länge der Lateralstrahlen und Nebenstrahlen betrifft. Die Lateralstrahlen sind entweder gerade, gestreckt oder leicht gebogen. In Abb. 8 ist die Variationsbreite dieser Art dargestellt, wobei auffällt, daß die Lateralstrahlen, was die Länge betrifft, sehr stark variieren. Dennoch ist der Grundbautypus mit den schräg nach oben gerichteten Lateralstrahlen sehr typisch. Da die hier abgebildeten Skleren immer zusammen vergesellschaftet sind, werden sie zu einer Art zusammengefaßt. Damit hebt sich die neue Art *P. longidentata* deutlich von *P. eocambrica* ab, aber auch die stratigraphische Reichweite ist völlig verschieden zu *P. eocambrica* (vgl. stratigraphischer Teil).

***Phobetractinia polymorpha* REIF,
emend. MOSTLER**
(Taf. 2, Fig. 9; Abb. 9)

Neue Artfassung: Phobetractine Nadeln mit mittellangem oberem Strahl, zwei kurzen senkrecht

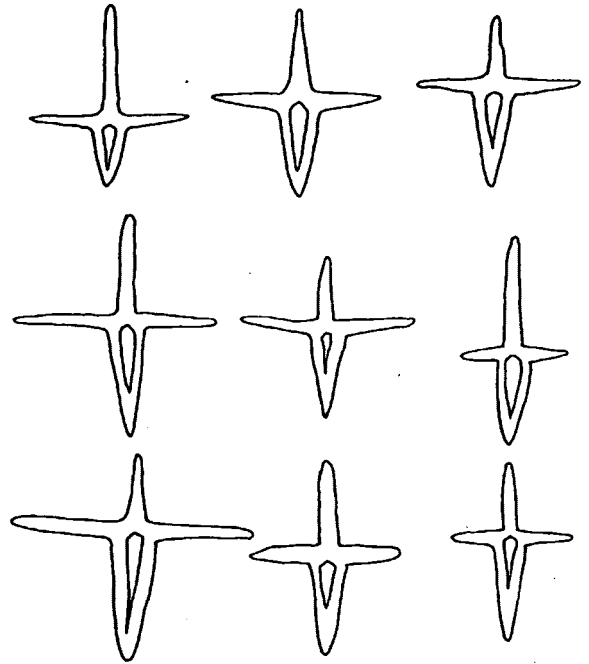


Abb. 10: *Dvorcia mira* (Variationsbreite)

darauf stehenden Lateralstrahlen und zwei langen unteren Strahlen, die zunächst eng aneinanderstehend parallel oder leicht divergierend verlaufen, im mittleren Abschnitt stark divergieren und im Endabschnitt eine Tendenz des Konvergierens zeigen (vgl. Abb. 9).

Diskussion: Dadurch, daß REIF (1968: 740) für *Phobetractinia polymorpha* als Holotypus ein Phobetractin ausgewählt hat, das besonders durch die langen unteren Strahlen und deren Gestaltung auffällt, war es möglich, die Gattung *Phobetractina* zu retten. Vor allem deshalb war dies ein Anliegen des Verfassers, weil die Bezeichnung Phobetractin = Vogelscheuche sehr gut für diese Art von Spicula paßt.

***Dvorcia* NEKVASILOVA & STEMPROKOVA, 1960**

Hiebei handelt es sich um echte synphobetractine Skleren im Sinne von REIF (1968); nur wurden diese schon acht Jahre früher von den beiden obengenannten Autoren beschrieben und auch mit Gattungs- und Artnamen belegt.

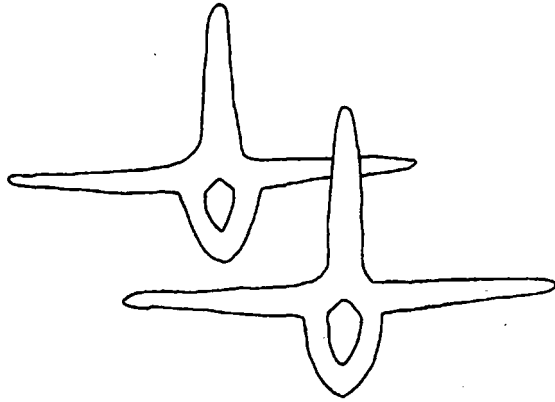


Abb. 11: *Dvorcia brevicevertata* n.sp.

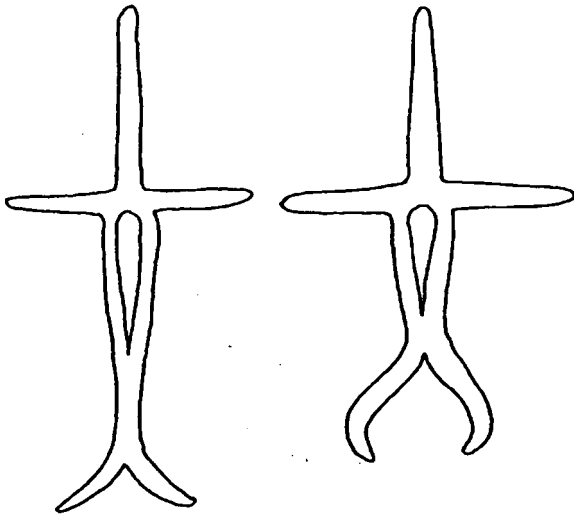


Abb. 12: *Reifelia diffissa* n.gen.n.sp.

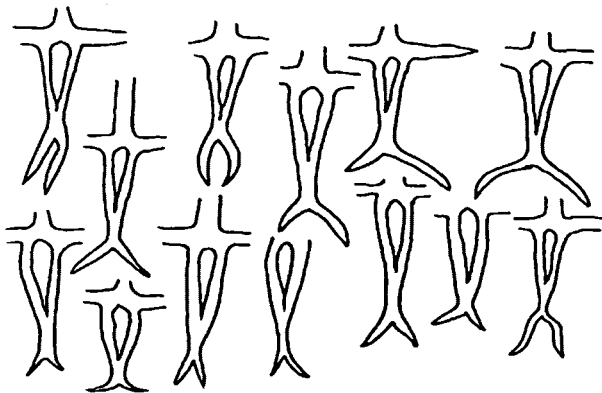


Abb. 13: Variationsbreite der aufspaltenden Strahlenenden von *Reifelia diffissa* n.gen.n.sp.

***Dvorcia mira* NEKVASILOVA & STEMPROKOVA**
(Taf. 2, Fig. 8, 10–12; Abb. 10)

Der obere Strahl des „Synphobetractins“ ist mittellang; senkrecht dazu sind die relativ langen Lateralstrahlen ausgebildet, von welchen zwei untere Strahlen konvergierend aufeinander zulaufen und schließlich am Ende verschweißen. Wie aus Abb. 10 hervorgeht, ist diese Art – was den Bauplan betrifft – jeweils konstant. Unterschiede sind nur in der Länge des Oberen Strahles und in der Länge der Unteren Strahlen beobachtbar.

Diskussion: Die von KOZUR, 1991, aufgestellte Art *Phobetractinia permica* ist ein Synonym von *Dvorcia mira*.

***Dvorcia breviceverta* n.sp.**
(Taf. 3, Fig. 1–2; Abb. 11)

Diagnose: Synphobetractine Spicula mit einem mittellangen oberen Strahl, senkrecht dazu zwei lange Lateralstrahlen und zwei kurze nach innen gekrümmte untere Strahlen, die infolge der Krümmung auf kürzester Distanz konvergieren und verschmelzen.

Beschreibung: Der mittellange obere Strahl ist gleich breit, z.T. auch etwas schmaler als die sehr langen Lateralstrahlen, die senkrecht zu ersteren positioniert sind. Die unteren Strahlen sind relativ kurz und einwärts gebogen. Durch die starke Einwärtskrümmung kommt es zum Verschweißen der beiden unteren Strahlen und damit zu einer auffälligen Lochstruktur.

Diskussion: REIF (1968) hat auf Seite 750: Abb. 6 ein analoges Spiculum abgebildet, das er auch unter *Phobetractinia polymorpha* einreichte. Dieser Typus ist aber sehr eigenständig, weit verbreitet und kommt auch stratigraphisch in ganz anderer Position als die zuvor genannten Arten vor (siehe stratigraphisches Kapitel).

***Reifelia* n.gen.**

Diagnose: Synphobetractine Spicula, deren untere Strahlen sich nach der Verschmelzung nochmals aufspalten.

***Reifelia diffissa* n.gen. n.sp.**
(Taf. 3, Fig. 3-9, 11; Abb. 12, 13)

Da monospezifisch, entspricht die Diagnose der Gattung jener der Art.

Beschreibung: Die Spicula fallen durch die langen unteren Strahlen auf, die im Verschweißungsbereich einen sehr spitzen Winkel einschließen. Typisch für diese Spicula ist das Divergieren der unteren Strahlen unmittelbar im Anschluß an den Verschweißungsbereich. *Reifelia diffissa* ist die einzige Form, deren untere Strahlen konvergieren und divergieren, in seltenen Fällen kommt es im Endbereich der divergierenden Strahlen nochmals zu einem Konvergieren, ohne daß sich die Enden berühren. Das nach dem Verschweißen der unteren Strahlen sich wieder öffnende Strahlenende ist unterschiedlich entwickelt. Einmal ist es symmetrisch, zum anderen asymmetrisch ausgebildet. Bei der symmetrischen Endausbildung der Strahlen sind diese zunächst auseinandergehend und dann wieder einwärts gerichtet, sie können auch schwach einwärts oder ein wenig nach außen gebogen sein. Die asymmetrischen sind eher durch einen spitzen Winkel charakterisiert. Generell weisen die Strahlenenden eine Winkelvariationsbreite von stumpfem bis spitzem Winkel auf.

***Kucerella* n.gen.**

Derivatio nominis: Nach Dr. Michael KUCERA benannt, der diesen Typus zum ersten Mal abbildete.

Diagnose: Ein Synphobetractin, dessen untere Strahlen schildartig verbreitert sind.

***Kucerella prokopensis* n.gen. n.sp.**
(Taf. 3, Fig. 10-11; Abb. 14)

Bisher monospezifisch, siehe Gattungsdiagnose.

Beschreibung: Spicula mit einem relativ kurzen oberen Strahl, der im Mündungsbereich mit den Lateralstrahlen am breitesten ist und sich nach

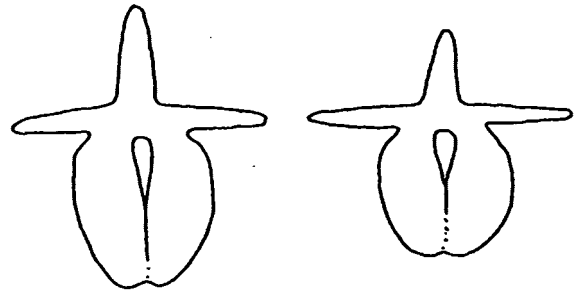


Abb. 14: *Kucerella prokopensis* n.gen.n.sp.

oben rasch verjüngt. Die Lateralstrahlen, die senkrecht dazu angelegt sind, zeigen eine kurze bis mittellange Ausbildung; im Holotypus sind sie relativ kurz und verjüngen sich rasch nach außen. Das Besondere dieses Spicula-Typs liegt in der schildartigen Verbreiterung der unteren Strahlen, wobei die Verbreiterung nach außen vor sich geht, während der Mittelteil der beiden unteren Strahlen deutlich freigehalten ist und als langgezogener dreieckiger Schlitz in Erscheinung tritt. Die Verschweißung der beiden unteren Strahlen hat auf jeden Fall im Mittelteil stattgefunden.

4. Faunenvergesellschaftung und Faziesabhängigkeit

Es liegen über 350 Proben vor, aus welchen der Autor polyactinellide Schwammnadeln nachgewiesen hat. Besonders aufgefallen ist, daß diese nahezu uneingeschränkt mit Skelettelementen von heteractiniden Schwämmen in Verbindung stehen. In wenigen Fällen wurden Spicula von Kieselschwämmen angetroffen.

Generell ist festzustellen, daß Kieselschwämme und Polyactinelliden einander ausschließen. Dies spiegelt sich auch sehr gut in der Fazies, in der polyactinellide Poriferen auftreten, wider. Im Kambrium treten diese entweder in einer Tiefschwellenfazies mit Wassertiefen um max. 200 m auf, oder innerhalb des tiefen Subditals rund um die Archaeocyathiden-Riffe, mit Wassertiefen, die zwischen 30 m und 50 m liegen dürften.

Im Ordovizium sind die Polyactinelliden im wesentlichen auf die Tiefschwellenfazies be-

schränkt. Manchmal treten sie auch in Verbindung mit mounds im tieferen Subdital auf, d.h. am Rand dieser Mounds.

Im Silur sind sie eher mit Tiefwasserfaunen vergesellschaftet, weil sie häufig in den Kieselkalken der Grauwackenzone auftreten, aber auch im tieferen Subdital der Karnischen Alpen oder im Silur von Bornholm beobachtet wurden, wofür man generell Ablagerungstiefen um 100 m und mehr annimmt.

Im Devon ist es ähnlich. Das tiefere Subdital im Rheinischen Schiefergebirge ist hier ebenso angesprochen, wie jenes von Tschechien etc. Im Karbon sind sie durch den Autor im tieferen Subdital nachgewiesen, hauptsächlich aber in den Kieselkalken von Irland. Hier sei gleich besonders darauf verwiesen, daß mit einer Ausnahme die Kieselschwammfaunen von jenen der Polyactinelliden immer streng getrennt sind. Die polyactinelliden Skleren treten hauptsächlich dort auf, wo reiche Echinodermatenfaunen zu finden sind (hochdiverse Holothurien- und Echinidenfaunen), während sie in den kieselschwammführenden Sedimenten bis auf eine Ausnahme, wo wenige Skelettelemente von *Dvorcia mira* bzw. *Reifellia diffissa* mit Kieselspicula vergesellschaftet sind, fehlen. Diese Trennung ist so scharf, daß sie im gleichen Ablagerungsraum sogar bankweise auseinandergehalten werden können. Die Kieselschwämme dagegen treten häufig mit Bryozoen und Ostrakoden auf, während die Polyactinelliden mit anderen Kalkschwämmen, nämlich mit solchen, die zu den Calcinea zu rechnen sind, vergesellschaftet auftreten. Auch im baltischen Paläozoikum vom Ordoviz bis in das Hohe Silur hat der Autor diese fast ausschließlich aus Tief-schwellensedimenten herauslösen können. In keinem einzigen Fall wurden sie dort in Verbindung mit Kieselschwämmen gefunden. Aber auch im tieferen Subtidal Afghanistans wurden die Polyactinelliden stets mit Echinodermatenfaunen in Verbindung gefunden. Auffallend ist dabei das Zusammenvorkommen mit den Heteractiniden. Im Perm sind es die Riffschuttkalke des Vorriffbereichs, die bereits eine starke Gradierung aufweisen und somit größeren Wassertiefen zuzuordnen sind.

Kommt man nochmals auf das Kambrium zurück, so fällt wiederum auf, daß die Polyactinelliden z.T. mit Chancelloriiden in Verbindung stehen, während chancelloriidenführende Karbonatgesteine nicht eine Spur von Polyactinelliden aufweisen. So ist z.B. auffallend, daß im Oberkambrium Persiens in der Mila-Formation keine Spur von Polyactinelliden zu finden war, obwohl über 300 Proben untersucht wurden. Die dort nachgewiesenen Faunen sind oft reine Chancelloriidenfaunen oder es treten Hexactinellidenfaunen auf. Chancelloriiden und Hexactinelliden schließen einander in den Sedimenten des Oberkambriums des Iran auch meist aus. Dies ist auch verständlich, weil die Chancelloriida im wesentlichen Flachwasserbewohner sind. Die Hexactinellidenfaunen treten aber auch im flacheren Subdital auf, zumal mit ihnen Dasycladaceen etc. in Verbindung vorkommen. Dies dürfte auch der Grund sein, warum nicht eine Spur von Polyactinelliden im Oberkambrium Persiens nachgewiesen wurde (vgl. hierzu MOSTLER & MOSLEH-YAZDI, 1976:11).

Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß die polyactinelliden Calcispongien zwar im Umfeld von Riffen auftreten, das Riff selbst aber nicht besiedeln, sondern in größeren Wassertiefen um das Riff herum auftreten. Man konnte sie aber auch nie in der echten Beckenfazies nachweisen. Sie sind eher Bewohner des tieferen Slope-Bereiches und leben dort in Verbindung mit starker Karbonatproduktion. Sie wählten sich im Slope-Bereich einen eigenen Siedlungsraum, sind Kieselschwämmen ausgewichen und haben eigene Lebensgemeinschaften, vorwiegend mit den Echinodermaten zusammen, aufgebaut. Sie scheinen eine vermittelnde Rolle zwischen dem Siedlungsgebiet der Kalkschwämme in den Riffen und den Kieselschwämmen im tieferen Slope- und Beckenbereich eingenommen zu haben.

5. Stratigraphische Verwertbarkeit

Aus dem Unterkambrium sind polyactinellide Spongien von Südastralien bekannt (BENGTSON et al., 1990). Sie stammen aus den Kulpara-, Para-

ra- und Ajax-Kalken, die in das Atdabanium und Botomium eingestuft werden. Aus den Archaeocyathiden-Kalken der Flinders-Ranges Berge Südaustraliens im sogenannten Wilkawilina-Kalk des Atdabaniums hat REITNER (1992) in Kalkschwämmen, die Übereinstimmungen zu modernen *Calcarea* aufweisen, isolierte Skleren nachgewiesen, die zweifellos den Skleren der Gattung *Sardospongia* entsprechen. Sie werden von diesem Autor als triaene Kalkskleren, vermutlich Teile des Deralskeletts von *Gravestockia pharaetronensis* REITNER, aufgefaßt. Die auf Taf. 61 von REITNER 1997 unter 7–9 dargestellten Formen entsprechen – wie bereits erwähnt – jenen von *Sardospongia*. REITNER sieht in *Gravestockia pharaetronide* *Calcarea*. MEHL & REITNER (1995: 347) bilden aus demselben Archaeocyathiden-Kalk ein reguläres monokristallines calcitisches Triactin ab, dem sie eine Affinität zu den Calcineen zuweisen. Es handelt sich ebenfalls um *Sardospongia*. ELICKI (1994: 73) weist aus dem Unterkambrium des Görlitz-Synklinoriums in den Karbonatgesteinen des oberen Ludwigsdorf-Members die ersten Polyactinelliden Deutschlands nach, die ebenfalls aus dem Zeitraum Atdabanium-Botomium stammen.

Aus dem Tommotium sind bisher derartige Spicula nicht bekannt, obwohl das Tommotium Sibiriens, Chinas etc. bestens untersucht ist. MOSTLER (1980), der sich ausführlich mit der Mikrofauna der in das Tommotium eingestuften Hazira-Formation auseinandergesetzt hat, fand in diesen keine Spuren von polyactinelliden Schwämmen. Im Tommotium des Soltanieh-Gebirges (Iran), das in jüngster Zeit intensiv untersucht wurde, fehlen phobetractine Spicula.

Aus dem Mittelkambrium sind bisher nur phobetractine Skleren durch MOSTLER aus der Türkei und Sardinien nachgewiesen worden. Im Oberkambrium des Iran (Mila-Formation im Elburz-Gebirge) fehlen Spicula von Polyactinelliden, was faziell bedingt sein dürfte, während sie im Oberkambrium Afghanistans, wenn auch nur durch wenige Exemplare, bekanntgemacht werden konnten.

Was das Ordovizium betrifft, so stammt das meiste Material, das der Autor untersuchte, aus Norwegen, Schweden, Bornholm und Gotland.

Zusätzlich wurden noch eine Reihe von nördlichen Geschieben ordovizischen Alters aufgelöst und die polyactinelliden Faunen, die zwar spärlich vertreten sind, mitbearbeitet. Die von REIF 1968 beschriebene Fauna stammt aus dem obersten Ordovizium (Ashgill). Ashgill-Faunen der Karnischen Alpen haben ebenfalls einige wenige phobetractine Spicula erbracht. Aus dem tieferen Ordoviz von Süd-Oklahoma (USA) haben RIGBY & TOOMEY (1978) auf dreistrahlige Spicula aufmerksam gemacht, die *Praephobetractinia eocambrica* KOZUR zuzuordnen sind. Im frühen Ordovizium des Iran fehlen die Polyactinelliden.

Im Silur sind die polyactinelliden Schwammspicula nur um die Riffe bzw. mounds herum zu finden oder in der Tiefschwellenfazies. In den Karnischen Alpen und der Nördlichen Grauwackenzone jedoch treten sie im höheren Slope-Bereich auf. Im Silur von Norwegen, Schweden und Gotland sind sie eher in Tiefschwellen- bis obere Slope-Position angesiedelt. Eine eigene Arbeit über die Mikrofauna des Silur von Gotland ist in Vorbereitung.

Das Devon des Barrandiums, besonders das Unterdevon, ist reich an polyactinelliden Skleren. So stammen die ersten bekanntgemachten „Phobetractinia“ aus dem unterdevonischen Dvorce-Kalken, daher auch der Gattungsname *Dvorceia*. KUCERA (1994) hat eine reiche Polyactinelliden-Fauna aus den Dvorce-Prokope-Kalken beschrieben, die er auch ausführlich hinsichtlich der Zuordnung der Spicula-Typen diskutierte. Es handelt sich durchwegs um Skleren aus dem Unterdevon (Pragium).

LANGER (1991) hat aus dem Mitteldevon ebenfalls Phobetractina und Synphobetractina beschrieben, z.B. *Praephobetractina eocambrica*, die zum letzten Mal im Mitteldevon auftreten. Die Spicula dieser Schwammgruppe sind auch in devonischen Ablagerungen der Südalpen selten; in den Nordalpen konnten sie nicht nachgewiesen werden.

Das Unterkarbon ist sehr reich an Spicula von Polyactinelliden; zum Teil treten diese massenhaft auf. Es sind allerdings nur mehr solche von zwei Gattungen (*Reifelia* und *Dvorceia*). Der Autor hat sie in großen Mengen aus den Karbonatgesteinen Irlands (Tournai und Visé), aus dem Visé Afghani-

Praeophobetractinia eocamblica ist sowohl im Kambrium als auch vom Ordovizium bis in das Mitteldevon sehr weit verbreitet und tritt sehr häufig in den Faunen auf. *Reifelia difissa* setzt erst im oberen Ordovizium ein und erlischt am Ende des Unterkarbons. Im Unterkarbon tritt sie sehr häufig auf. *Phobetractinia polymorpha* emend. MOSTLER setzt ebenfalls erst im Ordovizium ein, aber die Schwämme mit diesen Skleren sterben noch im Mitteldevon aus. Die polyactinelliden Schwämme, die schildartige untere Strahlen entwickeln und besonders auffallen, sind bisher nur aus dem Unter- und Mitteldevon bekanntgeworden. *Dvorcia mira* ist eine weitverbreitete Form, setzt allerdings erst im oberen Silur ein und wurde noch mit wenigen Exemplaren im unteren Perm durch KOZUR (1990) nachgewiesen. Eine weitere Art von *Dvorcia* (*D. previconvertata* n.sp.) tritt nur innerhalb des Ordoviziums auf.

Ob man durch weitere Aufspaltung der Formen (der Verfasser wird zu einem späteren Zeitpunkt eine ausführliche Studie darüber bringen) eine stratigraphische Verfeinerung erreicht, wird die weitere Bearbeitung erweisen. Eine gute stratigraphische Verwertbarkeit ergibt sich für das Unter- und Mittelkambrium und zum Teil für die Unterscheidung von unterem und oberem Ordovizium. Mittels Conodonten ist die Zuordnung zum Obersilur bzw. Unterkarbon schwierig, daher läßt sich bei *Phobetractinia polymorpha* die stratigraphische Zuordnung nicht exakt erfassen.

Literatur

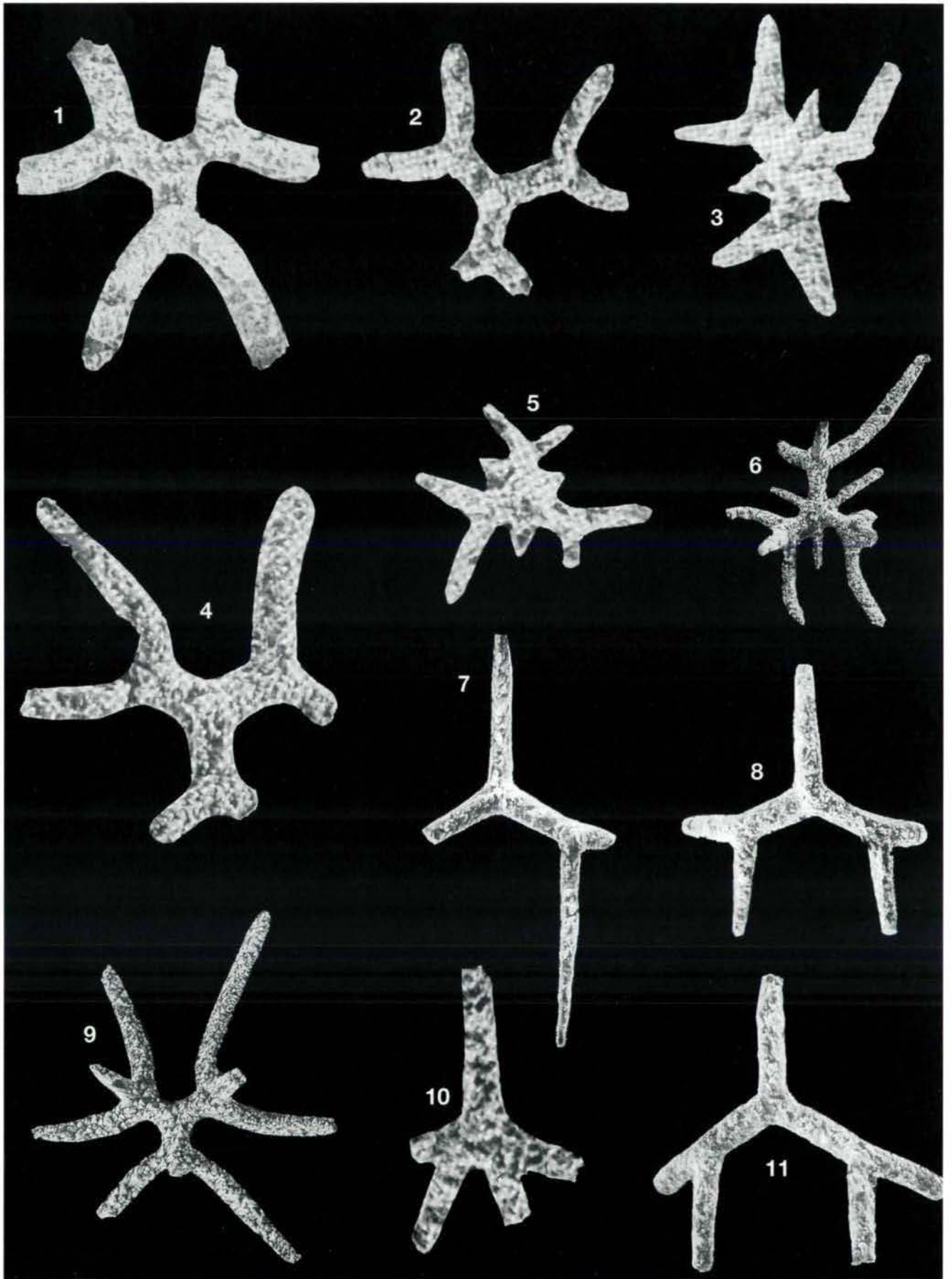
- BENGTSON, S., MORRIS, S.C., COOPER, B.J., JELL, P.A. & RUNNEGAR, B.N. (1990): Early Cambrian fossils from South Australia. – Association of Australasian Palaeontologists, 364 S., Brisbane.
- FUCHS, G. & MOSTLER, H. (1972): Der erste Nachweis von Fossilien (kambrischen Alters) in der Hazira-Formation, Hazara, Pakistan. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **2**, 2, 1–12.
- KOZUR, H. (1991): Erster Nachweis von Polyactinellidae MOSTLER (Calcispongea, Porifera) im Perm und Revision der Gattung *Phobetractinia* REIF. – Z. geol. Will., **19**, 585–591, Berlin.
- KUCERA, M. (1993): Sponge spicules from the Lower Devonian (Pragian) of the Barrandian. – Journal of the Czech Geological Society, **38/3–4**; 193–200.
- LANGER, W. (1991): Beiträge zur Mikropaläontologie des Devons im Rheinischen Schiefergebirge. Geol. Jb., **A 128**, 35–65.
- MOSTLER, H. (1971): Mikrofaunen aus dem Unter-Karbon vom Hindukusch. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **1**, 12, 1–19.
- MOSTLER, H. (1980): Zur Mikrofauna des Unterkambriums in der Haziraformation – Hazara, Pakistan. – Ann. naturhist. Mus. Wien, **83**, 245–257.
- MOSTLER, H. & MOSLEH-YAZDI, A. (1976): Neue Poriferen aus oberkambrischen Gesteinen der Milaformation im Elburzgebirge (Iran). – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **5**, 1, 1–36.
- MOSTLER, H. (1985): Neue heteractinide Spongien (*Calcispongea*) aus dem Unter- und Mittelkambrium Südwestsardiniens. – Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, **72**, 7–32, Innsbruck.
- NEKVASILOVA, O. & STEMPROKOVA, D. (1960): Jehlice hub z branických vrstev Barrandienu. – Cas. Mineral. Geol., **5**, 4, 400–405.
- REIF, W.E. (1968): Schwammreste aus dem oberen Ordovizium von Estland und Schweden. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 733–744.
- REITNER, J. (1992): „Coralline Spongien“ – Der Versuch einer phylogenetisch-taxonomischen Analyse. – Berliner geowiss. Abh., (E), **1**, 1–352.
- REITNER, J. & MEHL, D. (1995): Early paleozoic diversification of sponges: new data and evidences. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **20**, 335–347.
- RIGBY, J.K. & NITECKI, M.H. (1975): An unusually well preserved heteractinid sponge from the Pennsylvanian of Illinois and a possible classification and evolutionary scheme of the Heteractinida. – J. Paleontol., **49**, 329–339.
- RIGBY, J.K. & TOOMEY, D.F. (1978): A distinctive sponge spicule assemblage from organic buildups in the Lower Ordovician of Southern Oklahoma. – J. Paleontol., **52**, 501–506.

Anschrift des Verfassers:

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

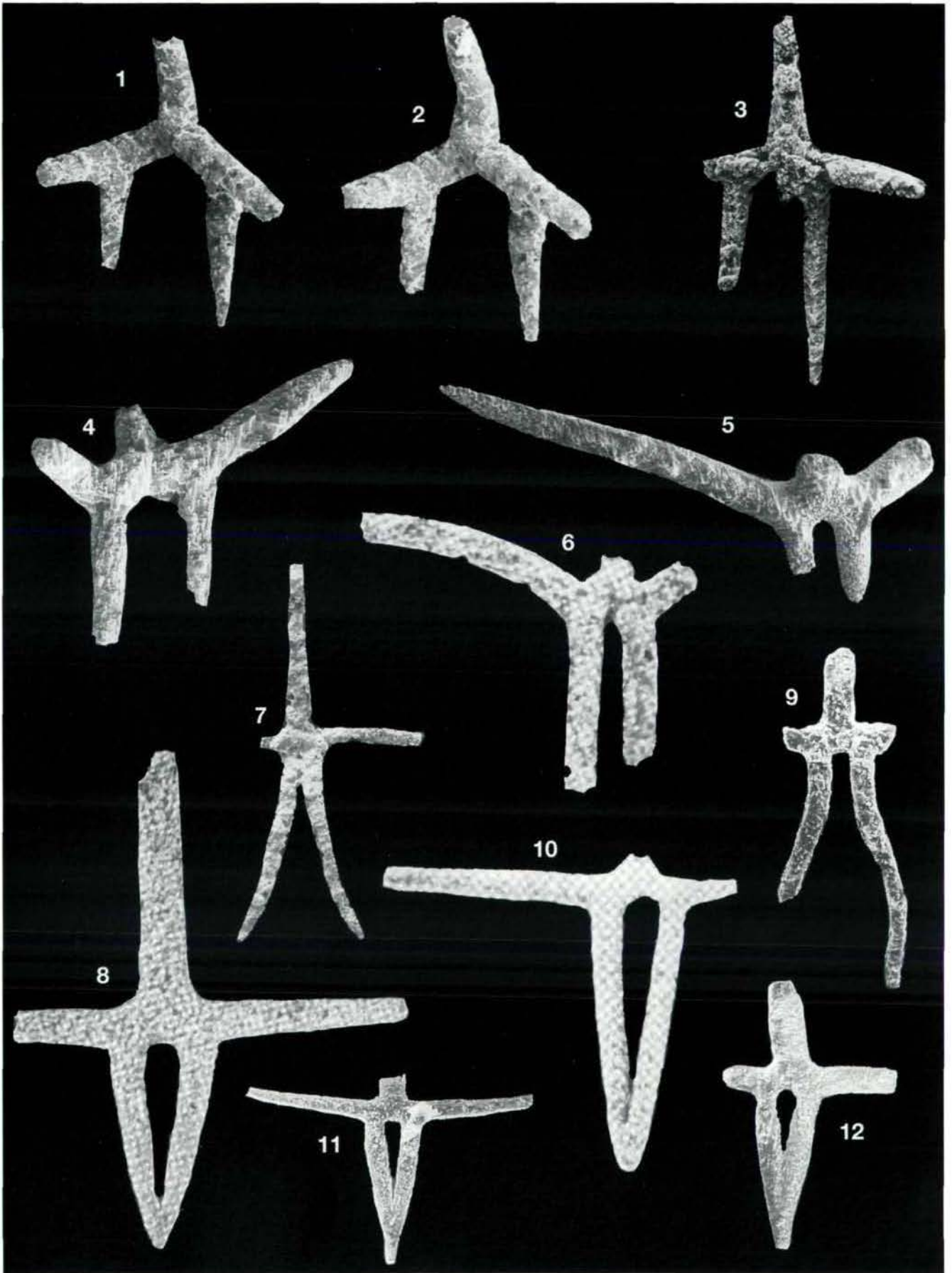
Tafel 1

- Fig. 1, 2 und 4: *Sardospongia triradiata* MOSTLER aus dem Unter- und Mittelkambrium Sardiniens; Vgr. 300 x.
- Fig. 3 und 5: *Polyactinella furcata* MOSTLER aus dem Unterkambrium Sardiniens; Fig. 3: Vgr. 200 x; Fig. 5: Vgr. 300 x.
- Fig. 6: Spiculum vom Typus *Dodecaactinella cynodontota* BENGTON & RUNNEGAR; entspricht dem von REIF unter *Dodecaactinella oncera* beschriebenen Spiculum; Vgr. 125 x.
- Fig. 7, 8 und 11: *Praephobetractinia eocamblica* KOZUR aus der Arbeit von KUCERA, 1993: Taf. 2, Fig. 1–3 entnommen; die Spicula stammen alle aus dem Unterdevon; Fig. 7 und 8: Vgr. 230 x; Fig. 11: Vgr. 250 x.
- Fig. 9: zweiter Spiculatypus von *Dodecaactinella cynodontota* BENGTON & RUNNEGAR; diese Form wurde zum Holotypus von *Bengtsonella australiensis* n.gen. n.sp. ausgewählt; Vgr. 250 x.
- Fig. 10: Praephobetractines Spiculum aus dem Mittelkambrium von Sardinien; Vgr. 300 x.



Tafel 2

- Fig. 1–3: *Praephobetractinia eocamblica* KOZUR aus dem unteren Kambrium von Sardinien; Vgr. 200 x.
- Fig. 4–6: *Praephobetractinia longidentata* n.sp.; Fig. 4 und 6 aus dem Ordovizium Schwedens; Fig. 5 aus dem Unterkambrium von Sardinien; Fig. 4: Vgr. 150 x; Fig. 5: Vgr. 150 x; Fig. 6: Vgr. 100 x.
- Fig. 7: Phobetractin möglicherweise zu einer neuen Art gehörend, aus dem Ordovizium Schwedens stammend; Vgr. 100 x.
- Fig. 8, 10–12: *Dvorcia mira* NEKVASILOVA & STEMPROKOVA; Fig. 8: Vgr. 50 x; Fig. 10: Vgr. 300 x; Fig. 11: Vgr. 150 x; Fig. 12: Vgr. 140 x.
- Fig. 9: *Phobetractinia polymorpha* REIF emend. MOSTLER; aus KUCERA, 1993: Taf. 2, Fig. 7 entnommen; dieses Spiculum stammt aus dem Unterdevon; Vgr. 230 x.



Tafel 3

Fig. 1–2: *Dvorcia breviceversa* n.sp. aus dem unteren Ordoviz Schwedens; beide Vgr. 100 x

Fig. 3–7, 12: *Reifelia diffissa* n.gen. n.sp.; Fig. 3: aus dem Unterdevon (der Arbeit von KUCERA, 1993: Taf. 2, Fig. 9 entnommen); Fig. 4–7 und 9: aus dem Unterkarbon von Irland; Fig. 8: aus dem Unterkarbon von Afghanistan; Fig. 12: aus dem Untersilur der Karnischen Alpen; Fig. 3: Vgr. 210 x; Fig. 4, 5, 7 und 11: Vgr. 100 x; Fig. 6 und 9: Vgr. 200 x; Fig. 8: Vgr. 300 x.

Fig. 10–11: *Kucerella prokopensis* n.gen. n.sp., entnommen aus der Arbeit von KUCERA, 1993: Taf. 2, Fig. 8 und 10; Fig. 10: Vgr. 320 x; Fig. 11: Vgr. 230 x.

