© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 72	S. 7 — 32	Innsbruck, Okt. 1985

Neue heteractinide Spongien *(Calcispongea)* aus dem Unter- und Mittelkambrium Südwestsardiniens

von

Helfried MOSTLER *)

New heteractinid sponges (*Calcispongia*) from Lower and Middle Cambrian of SW-Sardinia

S y n o p s i s : Preliminarily the development of the Cambrian in Iglesiente (SW-Sardinia) is shown. In contrast to hitherto existing opinions Upper Cambrian is developed in this area too. For the first time microfaunas from the unsoluble residue of more than 150 samples are presented. Stratigraphically important fossils like *Lenargyrium knappologicum, Olivoides multisulcatus* and *Zeugites* sp. are proven, which until now were restricted to the earliest Lower Cambrian; all of them appear also in the Middle Cambrian. Stratigraphically the red nodular limestones of Turkey coincide with the nodular limestones of SW-Sardinia and cannot be classified (as it was supposed until now) as Upper Cambrian.

The diverse sponge fauna results from facies differentiation (availability of diverse biotopes). The Lower Cambrian bioherms of archaeocyathids were populated only by calcareous heteractined sponges, while siliceous sponges settled in sediments of deep seated swells. The composition of the sponge fauna was surprising; beside 1 new species of the Chancelloriidae already in the early Lower Cambrian calcareous spicules, originating from triactine-based spicules, could be proven. This was the first successful attempt of proving a completely different development of the habit beside the ancestors of the Chancelloriidae. Phobetractine and dodecaactine spicules which, by mistake, were associated with the siliceous sponges (Hexactinellida), are derivable from this spicule type; all of them can be attributed to a new family (Polyactinellidae n. fam.) which is now composed of 2 new genera (*Polyactinella* n. gen. and *Sardospongia* n. gen.) and the genera *Phobetractinia* and *Dodecaactinella*. The diagnosis of *Phobetractinia* was extended and the stratistraphic distribution revised.

At the reason of the submitted data of investigation the Heteractinida, which until new were considered to the monophyletic, must be regarded to be of polyphyletic origin; they can be attributed to the ancestors of the Chancelloriidae and Polyactinellidae n. fam.

1. Einleitung und Problemstellung
2. Das Kambrium im Umfeld von Iglesiente
3. Kurzer Überblick über die Zusammensetzung der Mikrofauna
4. Systematische Erfassung der aus dem Unter- und Mittelkambrium Iglesiente stammenden Poriferen
5. Diskussion der Poriferenfauna
6. Ein Beitrag zur stratigraphischen Verbreitung der Polyactinellidae n. fam. und deren Bedeutung für die Phylogenie

Literaturnachweis
Erläuterungen zu den Fototafeln

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

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

1. Einleitung und Problemstellung

Im Zuge lagerstättenkundlicher Untersuchungen im Bergbaugebiet von Iglesiente (Südwestsardinien, siehe Abb. 1) hat der Verf. auch jene Sedimente, welche die Vererzung im Liegenden und Hangenden begleiten, mikrofaziell und mikropaläontologisch bearbeitet. Über die Gesteinsfolge, ihre fazielle Aufsplitterung und stratigraphische Stellung im Unter- und Mittelkambrium informiert Abb. 2. Alle im Profil dargestellten Schichtfolgen wurden vom Verf. einer geochemischen Analyse unterzogen, wozu eine systematische Bemusterung vonnöten war.

Die biogenreichen Karbonatgesteine im Liegenden (Archaeocyatidenkalke) und Hangenden (Knollenkalke) des Metallifero haben den Verf. veranlaßt, die Beprobung in diesen noch enger vorzunehmen (als für geochemische Fragestellungen nötig), um über genügend Material für eine mikrofaunistische Bearbeitung zu verfügen. Das aufgesammelte Probengut sollte es ermöglichen, an die Untersuchungen kambrischer Gesteine in Pakistan und Iran anzuschließen (FUCHS & MOSTLER, 1972; MOSTLER & MOSLEH-YAZDI, 1977; MOSTLER, 1980). Eine eigene Arbeit, die über den mittelkambrischen Knollenkalk Sardiniens informiert, ist in Druck (MOSTLER & GROSS, 1985).

Ziel dieser Studie ist es, die Poriferen der unter- und mittelkambrischen Karbonatgesteine, welche aus dem unlöslichen Rückstand mittels Essigsäurenmethode angefallen sind, darzustellen, sie systematisch zu beschreiben und deren stratigraphische Bedeutung zu durchleuchten. Darüber hinaus war es ein besonderes Anliegen, ein wenig mehr Licht in die Entwicklungsgeschichte der Calcispongea zu bringen. Wie in dieser Arbeit dargelegt, sind die Heteractinida entgegen bisherigen Meinungen als polyphyletisch entstanden zu betrachten. Neben primitivsten Vertretern der Chancelloriidae, die bereits im Tommotian bekanntgemacht wurden (MOSTLER, 1982), sind im tieferen Unterkambrium bereits Poriferen vertreten, deren Spiculae sich von Dreistrahlern ableiten bzw. schon echte dreistrahlige Nadeln entwickelt haben. Der häufige Anfall an phobetractinen Spiculae – wie in dieser Arbeit nachgewiesen – bereits ab dem Unterkambrium entwickelt und lückenlos bis in das Unterkarbon (Visé) hinaufreichend, hat den Verf. veranlaßt, sowohl die Formenmannigfaltigkeit dieser Nadeln als auch deren stratigraphische Verbreitung und Bedeutung für die Entwicklungsgeschichte der Calcispongea in diese Studie mit einfließen zu lassen.

Neben den heteractiniden Poriferen wird auch noch kurz auf die im Mittelkambrium Sardiniens anfallenden lyssakiden Schwämme eingegangen.

2. Das Kambrium im Umfeld von Iglesiente

Das Kambrium ist in Südwestsardinien weitverbreitet. Die Schichtfolge beginnt nach GROSS (1982) mit der tiefunterkambrischen Nebida-Formation; die tiefsten Schichtglieder des Unterkambriums vermutet man in Südsardinien, in der Bithia-Formation, jedoch stehen hiefür noch paläontologische Belege aus.

Die etwa 600 m mächtige Nebida-Formation läßt sich in zwei gut voneinander trennbare Gesteinseinheiten aufgliedern, wobei erstere (Matoppa-Member) vor allem durch das Auftreten von Archaeocyathidenbiohermen charakterisiert ist; klastische Sedimente herrschen vor. Die biohermalen Körper entwickeln sich allmählich aus feinklastischen Sedimenten (Siltsteine).

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

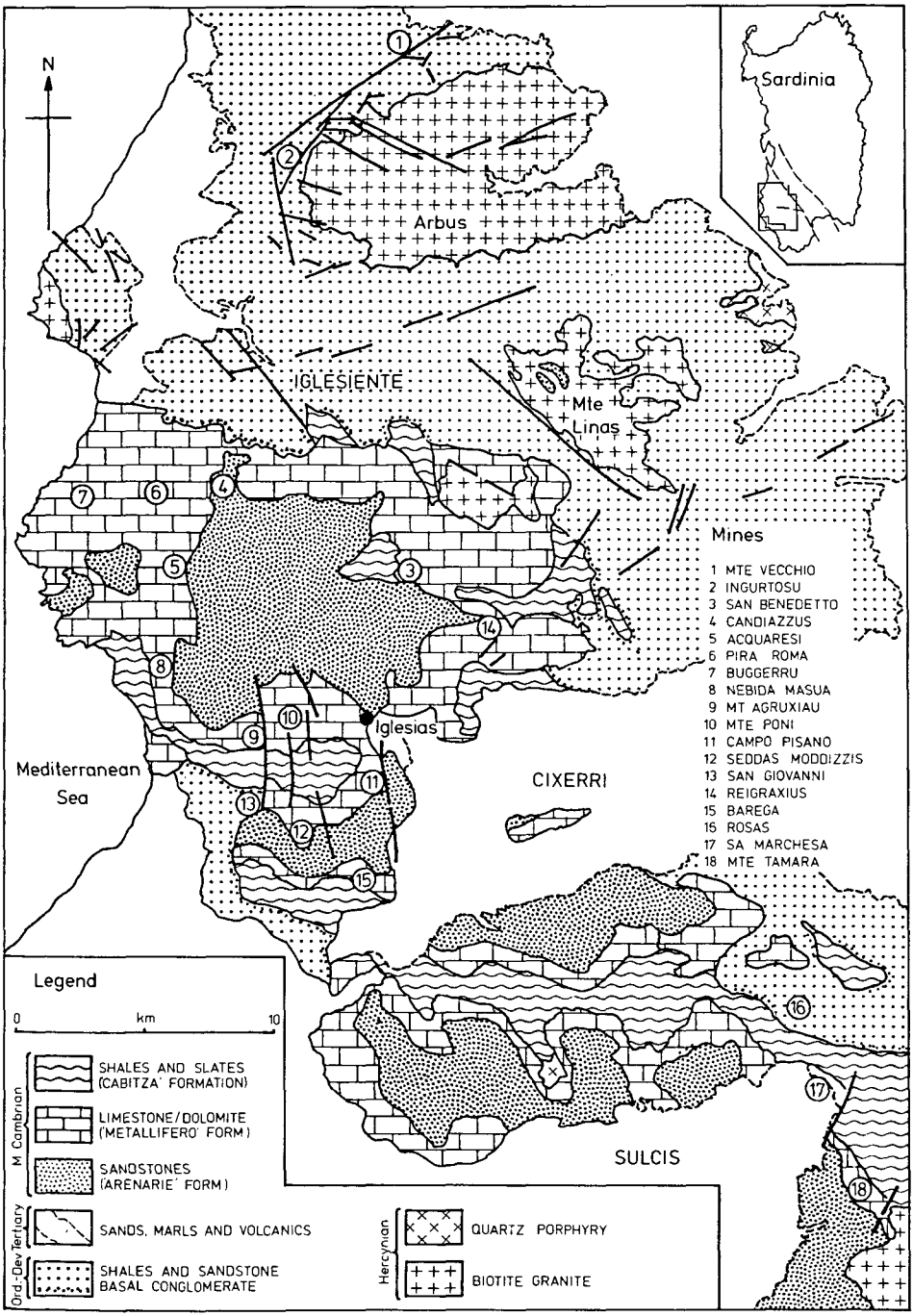


Abb. 1: Vereinfachte geologische Karte vom Iglesiente und von Sulcis (Südwestsardinien), um vor allem den Anteil der kambrischen Schichtfolgen aufzuzeigen

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

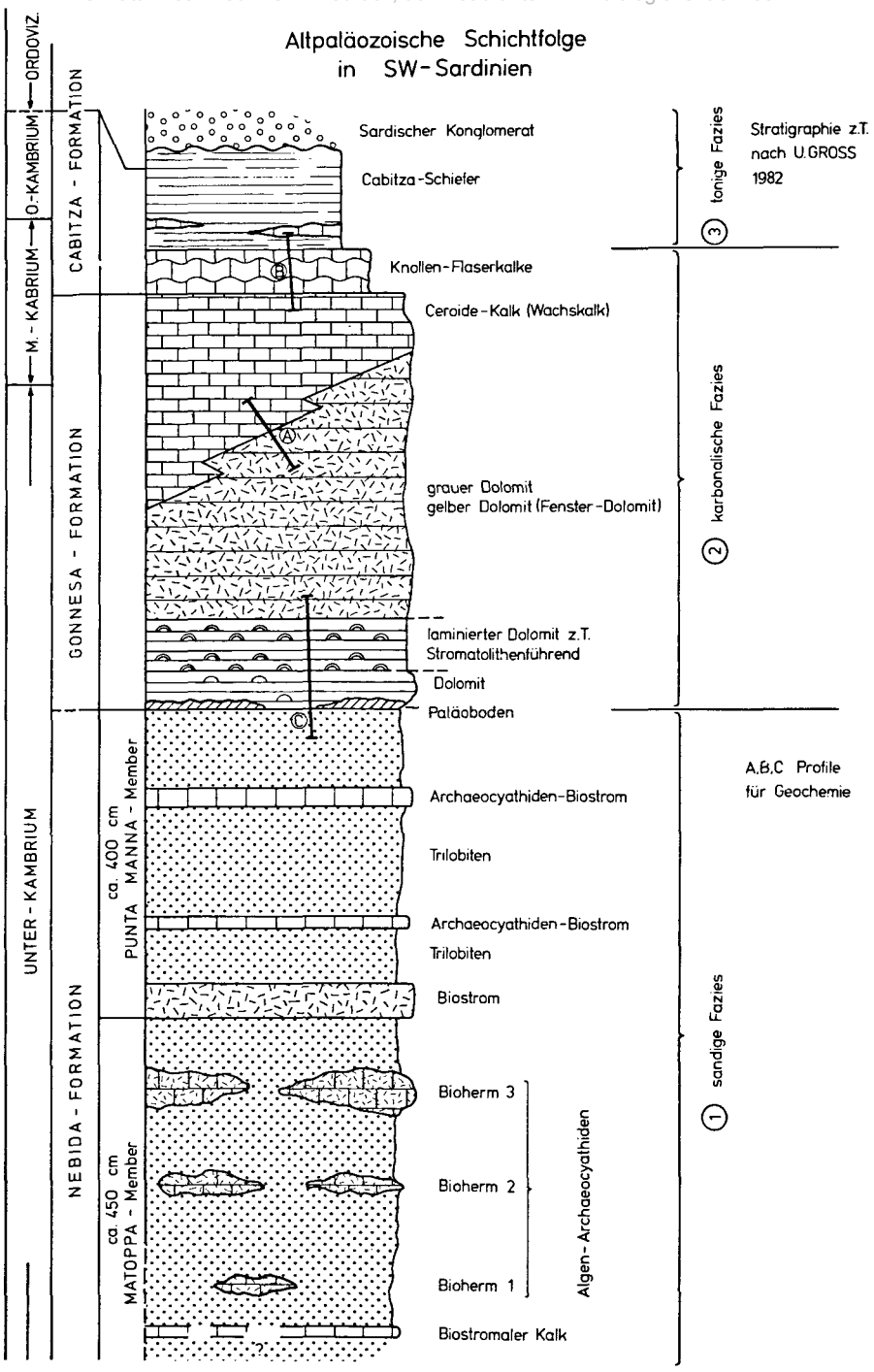


Abb. 2: Zur stratigraphischen Position des Kambriums und tieferen Ordoviziums im Iglesiente (Südwestsardinien)

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Nach dem bisherigen Kenntnisstand haben sich die Archaeocyathidenbioherme in einer Wassertiefe zwischen 20 und 30 m gebildet. Der Verf. hat auch neben solchen mit biohermalem Aufbau örtlich eng begrenzte Körper von mehr biostromalem Habitus beobachtet, deren Archaeocyathiden große Kelche aufweisen. Nach HILL (1972) wurden solche ganz allgemein in einer Wassertiefe um 40 m gebildet. Im basalen Teil des Matoppa-Members treten nur noch vereinzelt kleine Archaeocyathidenkelche auf, für die ein Lebensraum in Wassertiefen zwischen 50 und 70 m angenommen wird. Übertragen auf die gesamte Schichtfolge der Nebida-Formation bedeutet dies, daß zunächst ein Ablagerungsraum von über 50 m Wassertiefe vorlag, der stetig verflachte und schließlich im basalen Punta-Manna-Member zu einer Flachstwasserablagerung (0 - 10 m) mit aperiodischen Trockenlegungen führte. Damit war auch die Basis für die eigentliche Karbonatplattformentwicklung geschaffen. Abgeschlossen wird die Sedimentation des Punta-Manna-Members durch eine Emersion, die sich in Form von Paläoböden abzeichnet.

Mit einer neuerlichen Sedimentation im Flachwasserbereich (tidal flat) wird die Gonnesa-Formation eingeleitet, die dreigliederbar ist. Das stratigraphisch älteste Schichtglied wird von dunkelgrauem laminierten Dolomit gestellt, der dem flachen Subtidal bis Intertidal zuordenbar ist. Der Verf. hat in dieser Schichtfolge bis zu 4 m mächtige "Stromatolithenriffe" entdeckt. Darüber folgen graue Dolomite, die meistens stark umkristallisiert sind, aber, wie z.B. am Monte Giovanni, noch gut erhaltene sedimentäre Gefüge erkennen lassen, die für eine tidal-flat-Sedimentation sprechen.

Der höchste Abschnitt, der mit den zuvor genannten Dolomiten verzahnen kann, und als Ceroide oder Metallifero bezeichnet wird, läßt trotz starker Umkristallisation noch erkennen, daß es sich um biodetritusreiche, ausschließlich dem Subtidal zuordenbare Kalke handelt. GROSS (1982) hat vereinzelt Archaeocyathiden aus dem Ceroide nachgewiesen, die einen sicheren Beleg dafür beibringen, daß im Ceroide auch noch Unterkambrium (Elankian) vertreten ist. Mit dem Auftreten von Biodetrituskalken, die auch noch Kelche von Archaeocyathiden aufweisen, wird erstmals aufgezeigt, daß der Ceroide dem permanenten Subtidal mit Wassertiefen von 10 - 20 m zuordenbar und den Dolomiten, die der tidal flat angehören, vorgelagert ist.

Soweit der Ceroide noch Archaeocyathiden enthält, ist das unterkambrische Alter gesichert. Da nach MOSTLER & GROSS (1985) feststeht, daß die darüber folgende Cabitza-Formation schon im basalsten Teil der Cabitza-Schiefer Trilobitenfaunen enthält, die bereits dem hohen Mittelkambrium entsprechen, ist es durchaus gerechtfertigt, daß der überwiegende Teil des Ceroide dem Mittelkambrium zugeordnet wird.

Die geringmächtigen (max. 50 m) bunten, vorherrschend roten Knollenkalke ("Kalkschiefer") der Cabitza-Formation stellen kondensierte Sedimente in Tiefschwellenposition dar. MOSTLER & GROSS (1985) konnten nachweisen, daß die Trilobitenfaunen am Top der Knollenkalke bzw. in den basalsten Cabitza-Schiefern nahezu das gesamte Mittelkambrium vertreten. Es handelt sich um eine kondensierte Fauna eines geringmächtigen Schichtpaketes, welche in zeitgleichen Sedimenten Spaniens auf 300 m Mächtigkeit verteilt ist. Auf jeden Fall ist daraus abzulesen, daß, mit Ausnahme der basalsten Schichtglieder (wenige Meter), der größte Teil der Cabitza-Schiefer dem Oberkambrium zuzuordnen ist.

Kehren wir zurück zum Ceroidekalk, so wird dieser abrupt von den Knollenkalken der Cabitza-Formation überlagert. Der scharfe Kontakt zwischen dem im flachen Subtidal abgelagerten Ceroidekalk und den Knollenkalken läßt sich nur durch synsedimentäre Tektonik erklären, d.h. die bis dahin entwickelte Karbonatplattform zerbricht. Der Absenkungsbereich dürfte, in Analogie zu anderen Kondensations- und Subsolutionskalken, um 50 m liegen.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Aus den Knollenkalken stammt die zweite in dieser Studie vorgestellte Poriferenfauna. Auch aus dieser ist eine Kondensation ersichtlich, da die primitiven und höher entwickelten heteractiniden Schwämme miteinander und nicht nacheinander vorkommen. Die Cabitza-Schiefer sind vornehmlich aus Ton- bis Siltsteinen aufgebaut; an der Basis führen sie vereinzelt Sandsteinlagen. Sie sind Produkte eines tieferen Ablagerungsbereiches und daher als Beckensedimente zu betrachten. Sie werden bis auf das basalste Schichtglied dem Oberkambrium zugeordnet und reichen sehr wahrscheinlich (MOSTLER & GROSS, 1985) bis in das untere Ordovizium, was bei Zutreffen dieser Vermutung allerdings einschneidende Konsequenzen für die zeitliche Fassung der sardischen Phase mit sich zieht.

3. Kurzer Überblick über die Zusammensetzung der Mikrofauna

a) Mikrofauna der Archaeocyathidenbioherme (Unterkambrium): Sieht man von den Poriferen ab, von denen in diesem Biotop nur Vertreter von Calcispongien nachweisbar sind, ist die im unlöslichen Rückstand anfallende Mikrofauna etwas spärlich. Neben vorwiegend juvenilen Brachiopodenschalen (*Obolella*) sind es gelegentlich stark umkristallisierte Ostracodenschälchen; letztere lassen sich infolge des schlechten Erhaltungszustandes nicht einmal generisch erfassen. Vereinzelt wurden Vertreter der Gattung *Hyolithellus* nachgewiesen; sonst fallen im unlöslichen Rückstand nur noch partiell verkieselte Archaeocyathidenskelettelemente an.

b) Mikrofauna aus den Knollenkalken (Mittelkambrium): Auffallend sind an agglutinierte Foriminiferen erinnernde Gebilde, deren Zuordnung zu den Foraminiferen sehr fragwürdig ist. Häufig treten Echinodermaten auf, von denen Skelettelemente der Eocrinoidea vorherrschen; Carpoidea sind selten. Lateralschilde, die an solche von Ophiuren erinnern, die aber diesen nicht sicher zugeordnet werden können, sind häufig; auch die den Armwirbeln analogen Gebilde konnten nachgewiesen werden. Manche Proben sind voll von phosphatischen Mikrofossilien; neben Paraconodonten tritt eine Reihe von Problematika auf, wie z.B. *Lenargyrium knappologicum, Olivoides multisulcatus, Zeugites* sp. etc. Reich ist auch der Anfall an Häutungsprodukten von Trilobiten, die in Bruchstücken mit im unlöslichen Rückstand anfallen; ebenso häufig sind juvenile Brachiopodenschalen.

Die im Unterkambrium auftretende Mikrofauna hat, mit Ausnahme von *Hyolithellus* und verschiedener Chancelloriidae, keinen Konnex mit den tiefunterkambrischen Faunen aus dem Tommotian; sie belegt nur, daß einzelne Formen dieser Gattungen hinauf bis in die Redlichia-Zone reichen.

In der mittelkambrischen Fauna ist das Auftreten von *Lenargyrium knappologicum* sehr wichtig. Diese Form wurde von BENGTSON (1977) aus dem Unterkambrium (Atdabanian) bekanntgemacht und von GEDIK (1977) fälschlicherweise einer neuen Gattung (*Hadimopanella oezgueli*) zugeordnet. Auch hat der ebengenannte Autor die Gesteine, in denen *L. knappologicum* vorkommt, stratigraphisch falsch eingestuft. Die roten Knollenkalke der Türkei sind völlig analog entwickelt wie die in Sardinien und sind aufgrund von *Pyconoctodus tenuis, Hertzina bisulcata* und *Furnishina furnishi* in das Mittelkambrium zu stellen. Wichtig erscheint dem Verf. das Auftreten der Problematika *Olivoides* und *Zeugites* im Mittelkambrium Sardiniens, die somit vom Tommotian bis in das Mittelkambrium hinaufreichen. Das von MOSTLER & MOSLEH-YAZDI (1977) untersuchte Oberkambrium im Elburs-Gebirge (Iran) hat trotz engster Probennahme keine Spur von *Lenar-*

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

gyrium, Olivoides und *Zeugites* erbracht, so daß man nach dem bisherigen Kenntnisstand annehmen darf, daß diese Formen mit Ende des Mittelkambriums erlöschen.

4. Systematische Erfassung der aus dem Unter- und Mittelkambrium von Iglesiente stammenden Poriferen

Zwei unterschiedlich zusammengesetzte Poriferenfaunen liegen aufgrund der faziellen Aufsplitterung vor; neben der damit zusammenhängenden Milieuabhängigkeit der Schwämme spielt randlich auch noch der zeitliche Faktor, der entwicklungsgeschichtlich steuernd wirkt, eine weitere, wenn auch mehr untergeordnete Rolle.

Innerhalb der unterkambrischen Archaeocyathidenbioherme konnte folgende Poriferenfauna nachgewiesen werden:

Calcispongea: Heteractinida
Chancelloria sp.
Phobetractinia polymorpha REIF
Sardospongia triradiata n. gen. n. sp.
Polyactinella furcata n. gen. n. sp.

Kieselschwämme fehlen! Wie aus Dünnschliffuntersuchungen hervorgeht, sind die Spiculae der Calcispongea nur auf die lutitischen Zwickelbereiche zwischen den aus Archaeocyathiden und Algen aufgebauten Sedimenten beschränkt; am Aufbau des riffbildenden Gerüstes sind sie nicht beteiligt.

Die in den mittelkambrischen Knollenkalken auftretende Poriferenfauna ist wesentlich artenreicher und setzt sich sowohl aus Vertretern der Calcispongien als auch aus solchen der Kieselspongien zusammen:

Calcispongea: Heteractinida
Chancelloria maroccana SDZUY
Chancelloria sardinica n. sp.
Archiasterella pentactinia SDZUY
Archiasterella n. sp.
Phobetractinia polymorpha REIF
Sardospongia triradiata n. gen. n. sp.
Polyactinella furcata n. gen. n. sp.

Hexactinellida: Lyssakida
Ptorospongia sp. (stauractines Spiculum)
Kiwetinoka sp. (stauractine, diactine und orthodiaene Nadeln)

Systematische Beschreibung: Kl. Calcispongea
Ord. Heteractinida

Bisher zugeordnete Familien: Chancelloriidae
Astraespongiidae
Octactinellidae
Wewokellidae

Neu hinzukommend: Polyactinellidae n. fam.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Fam. Chancelloriidae WALCOTT, 1920

Typusart *Chancelloria eros* WALCOTT, 1920

Chancelloria sardinica n. sp.

(Taf. 5, Fig. 8 - 10)

Derivatio nominis: Nach dem Auftreten in kambrischen Gesteinen Sardiniens.
Holotypus: Taf. 5, Fig. 8.
Locus typicus: Gutteru Pala; Pb-Zn-Lagerstätte in Iglesiente, SW-Sardinien.
Stratum typicum: Knollenkalke (Bank 146), Mittelkambrium.

Diagnose: Eine Art der Gattung *Chancelloria*, die sich aus 2 Nadeltypen zusammensetzt. Die Mehrzahl der Nadeln ist mit 6 H + 1 V ausgestattet; nur ein geringer Anteil setzt sich aus Spiculae mit 3 H + 1 V zusammen.
Beschreibung: Die sechs H-Strahlen sind relativ kurz, gerade verlaufend und gestreckt. Im Gegensatz dazu ist der eine V-Strahl sehr lang, meist gestreckt oder schwach gebogen. Die stets mit diesen Spiculae vertretenen vierstrahligen Nadeln sind in der Anlage analog gebaut wie die vierstrahligen Spiculae von *Chancelloria maroccana* SDZUY, nur mit dem Unterschied, daß ein Strahl senkrecht nach oben gebogen ist; ein H-Strahl wurde in einen V-Strahl umgewandelt.
Bemerkungen: Ähnliche Nadeln aus 3 H + 1 V haben MOSTLER & MOSLEH-YAZDI (1976: 22) als mögliche neue Art der Gattung *Chancelloria* ausgewiesen; auffallend jedoch war die stete Vergesellschaftung dieser mit Formen der *Chancelloria iranica* MOSTLER & MOSLEH-YAZDI, die allerdings bisher nur aus dem Oberkambrium bekanntgemacht werden konnten.
Stratigraphische Reichweite: Bisher nur aus dem Mittelkambrium SW-Sardiniens bekannt.

Polyactinellidae n. fam.

Diagnose: Spongien, deren Gestalt und Form nicht bekannt ist. Diese Familie wurde nur aufgrund von sehr markanten Spiculae und Spiculaevergesellschaftungen aufgestellt. Die Kalknadeln lassen sich von einer dreistrahligen Grundform ableiten; es sind (? 3-), 5-, 6-, 9- und 12-strahlige Spiculae entwickelt (Abb. 3).

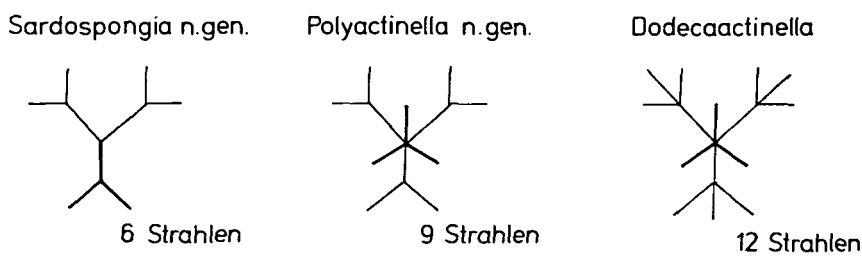


Abb. 3: Schematische Darstellung der wichtigsten Vertreter der Familie Polyactinellidae n. fam.

Stratigraphische Reichweite: Vom Unterkambrium bis ins höhere Unterkarbon (Visé) reichend.
Diskussion: Die hier neu aufgestellte Familie unterscheidet sich grundsätzlich von den anderen drei bzw. vier den Heteractinida zugeordneten Familien durch einen von die-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

sen stark abweichenden Bautypus der Spiculae. Während Vertreter der obengenannten Familien einen eher komplexen Nadelaufbau erkennen lassen, sind jene der Polyactinellidae n. fam. einfach gebaut und alle von einem "Dreistrahler" ableitbar.

Ursprünglich wurden die den *Phobetractinia* und *Dodecaactinella* zugeordneten Nadeln von REIF (1968) der Klasse Hexactininellida, also den Kieselschwämmen, zugezählt. Erst RIGBY & TOOMEY (1967) vermuteten, daß es sich hiebei um Kalkspongien handelt. MOSTLER (1971) hat erstmals *Phobetractinia* aus dem Visé (Afghanistan) nachgewiesen und konnte in jüngster Zeit vom Unterkambrium bis hinauf in das Unterkarbon fast lückenlos Kalkspiculae dieser Gattung, stets vergesellschaftet mit Spiculae anderer Heteractinida, finden. Mit dem Auftreten von Spiculae, die den Dreistrahler zum Grundtypus haben, sind die Heteractinida auf jeden Fall als polyphyletisch entstanden zu betrachten (weiteres darüber siehe Kap. 6).

Der Familie Polyactinellidae sind folgende Gattungen zuzuordnen:
Polyactinella n. gen.
Sardospongia n. gen.
Phobetractinia REIF
Dodecaactinella REIF

Polyactinella n. gen.

Typusart *Polyactinella furcata* n. gen. n. sp.

Derivatio nominis: Von "Polyactin", einer Spongien-Nadel, deren Strahlen von einem Zentrum ausgehen, ableitbar.

Diagnose: Ein heteractinider Schwamm, der aus 9-strahligen Spiculae aufgebaut wird; weitere Merkmale sind unbekannt. Die Spiculae aus 6 von einem Punkt ausgehenden, in einer Ebene verlaufenden Strahlen, wovon 3, meist sind es die längeren, dichotom gegabelt sind. Es handelt sich also um ein neunstrahliges Spiculum ("Pedioeneaactin").
Diskussion: In der Anlage der Strahlen ähnelt das zuvor genannte Spiculum dem "Pediohexaster", also einem Sechsstrahler, dessen Strahlen in einer Ebene liegen; solche Nadeltypen sind für die Vertreter der Octactinellidae sehr charakteristisch.

Die Grundform des Spiculums der neuen Gattung leitet sich jedoch von einem Dreistrahler ab; es hat auch den Anschein, daß zunächst nur 3 Hauptstrahlen entwickelt werden und die 3 weiteren Strahlen erst nach der dichotomen Aufspaltung der Hauptstrahlen angelegt werden.

Polyactinella furcata n. gen. n. sp.

(Taf. 1, Fig. 5; Taf. 2, Fig. 1 - 2, 7)

Derivatio nominis: Nach der dichotomen Verzweigung der Hauptstrahlen benannt.
Holotypus: Taf. 2, Fig. 2.
Locus typicus: Steinbruch Funtana Calomba bei San Angelo, Iglesiente, SW-Sardinien.
Stratum typicum: Archaeocyathidenkalk des Matoppa-Members (Unterkambrium).

Diagnose: Siehe Gattungsdiagnose, da monospezifisch.
Beschreibung: Zunächst zur Terminologie: 3 Hauptstrahlen, die an ihren Enden in 2 Nebenstrahlen aufspalten; als Hauptstrahlen 2. Ordnung werden jene bezeichnet, die wesentlich kürzer sind und in der Verlängerung der Hauptstrahlen liegen.

Grundsätzlich lassen sich zwei Formen auseinanderhalten, und zwar solche, die lange Hauptstrahlen und solche, die kurze Hauptstrahlen entwickeln. Mit den langen Haupt-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

strahlen sind kurze Hauptstrahlen 2. Ordnung korreliert, und bei kurzen Hauptstrahlen ist es umgekehrt. Hauptstrahlen 1. und 2. Ordnung schließen miteinander je einen Winkel von 120° ein, während der Aufspaltungswinkel bei den Hilfsstrahlen zwischen 85 und 114° schwankt. Alle Strahlen verlaufen in einer Ebene, wenn es auch manchmal bei jenen mit kurzen Hauptstrahlen 2. Ordnung so wirkt als würden diese zwar parallel, aber etwas höher ansetzen.

Die Größe der Spiculae schwankt zwischen 0.15 und 0.22 mm.

Stratigraphische Reichweite: Bisher nur im Unter- und Mittelkambrium von Sardinien nachgewiesen.

Sardospongia n. gen.

Derivatio nominis: Aus dem Terminus "sardisch" abgeleitet.

Diagnose: In einer Ebene liegen dreistrahlige Spiculae, deren Hauptstrahlen dichotom verzweigt sind. Der Winkel zwischen den Hauptstrahlen beträgt stets 120°.

Diskussion: Nicht abgeklärt werden konnte, ob sich die Nadeln der Gattung *Sardospongia* n. gen. aus phobetractinen Spiculae herausentwickelt haben, indem der dritte Hauptstrahl auch einer dichotomen Aufspaltung unterzogen wurde.

Sardospongia triradiata n. gen. n. sp.

(Taf. 1, Fig. 1 - 4; Taf. 2, Fig. 3 - 6; Taf. 3, Fig. 4, 8)

Derivatio nominis: Von der dreistrahligen Struktur des Spiculums hergeleitet.

Holotypus: Taf. 2, Fig. 5.

Locus typicus: Pb-Zn-Lagerstätte Gutteru Pala, Iglesiente, SW-Sardinien.

Stratum typicum: Knollenkalke des Mittelkambriums, Bank 150.

Diagnose: Bisher monospezifisch, siehe daher Gattungsdiagnose.

Beschreibung: Analog wie bei *Polyactinella furcata* sind zwei Formen mit langen und kurzen Hauptstrahlen auseinanderzuhalten; die mit den langen Strahlen entwickeln kurze, meist gerade verlaufende Hilfsstrahlen; dagegen sind jene mit kurzen Hauptstrahlen durch sehr lange, oft gebogene Hilfsstrahlen gekennzeichnet; in fast allen Fällen sind die Hilfsstrahlen länger als die Hauptstrahlen. Der Winkel zwischen den beiden Hilfsstrahlen variiert zwischen 90 und 112°.

Die Größe der Spiculae schwankt zwischen 0.2 und 0.38 mm.

Stratigraphische Reichweite: Unter- und Mittelkambrium von Sardinien.

Phobetractinia REIF, 1968

Neue, erweiterte Diagnose: Die von REIF (1968) aufgestellte Gattung ist durch Nadeln vom Typus Phobetractin und Synphobetractin gekennzeichnet. Im Gegensatz zu REIF, ist das als Phobetractin bezeichnete Spiculum selten völlig plan, sondern meist entweder parallel zum oberen Strahl aufgebogen, oder ist noch häufiger senkrecht dazu, an der Grenze zwischen den Lateralstrahlen*) und dem oberen Strahl aus der Ebene herausgedreht. Die Vielgestaltigkeit der Spiculae ist aus Abb. 5 ersichtlich und soll eine langatmige Beschreibung ersetzen. Das Synphobetractin unterscheidet sich nur durch die Verschmelzung der beiden unteren Strahlen, die entweder in einer langgezogenen Spitze

*) Bezeichnung der Strahlen nach RIGBY & TOOMEY (1978) (Abb. 4).

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

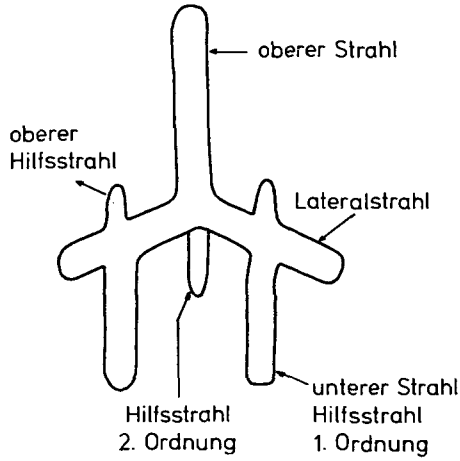


Abb. 4: Zur Terminologie eines phobetractinen Spiculums

enden, oder sie lösen sich nach einer kurzen Verschweißungsstrecke wiederum voneinander, indem sie divergierend weiterwachsen (zuerst also ein Konvergieren der Lateralstrahlen, was in einer Verschmelzung dieser gipfelt, und danach ein Divergieren am unteren Ende des Spiculums).

Die Größe der Spiculae schwankt zwischen 0.2 und 1.6 mm.

Stratigraphische Reichweite: Unterkambrium bis Ende Visé.

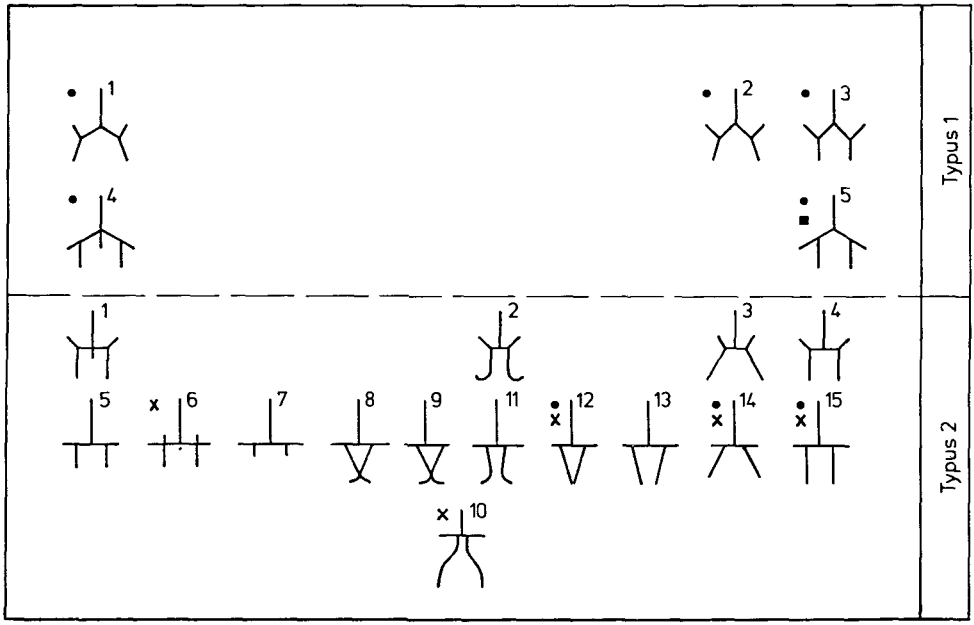
Bemerkungen: REIF (1968) hat trotz der Vielgestaltigkeit der ihm vorliegenden Spiculae nur eine Art aufgestellt und dies im Artnamen zum Ausdruck gebracht (*Phobetractinia polymorpha*). Obwohl durch den Verf. dieser Studie eine Reihe neuer Formen hinzukam, ist es auch jetzt nicht vertretbar, diese in mehrere Arten aufzugliedern. Man kann zur Zeit lediglich festhalten, daß Formen vom Typus 1 im Kambrium und Ordovizium vorherrschen und ab dem Silur nicht mehr auftreten. Typus 2 ist im Silur immer noch mit großer Formenfülle vertreten, während im Devon dieser Typus schon einige Formen abbaut, und im Unterkarbon von diesem Typus nur mehr die Formen 8, 9, 12, 13 und 15 vertreten sind (Abb. 5).

5. Diskussion der Poriferenfauna

Wie bereits in Kapitel 4 dargelegt, weisen die unterkambrischen Archaeocyathidenkalke eine auf Calcispongea beschränkte artenarme Fauna auf. Kieselschwämme haben den Lebensraum der Archaeocyathidenbioherme gemieden. Besonders überrascht hat das frühe Auftreten der *Phobetractinia*, deren Einsetzen man erst im Laufe des Ordoviziums (RIGBY & TOOMEY, 1978) vermutete. Damit ergibt sich, daß neben den Chancelloriiden, die bisher als die alleinigen Vertreter der Heteractinida im Kambrium gesehen wurden, auch andere heteractinide Poriferen, die aufgrund verbindender Merkmale zu einer eigenen Familie (Polyactinellidae n. fam.) zusammengefaßt wurden, ebenso ab dem Unterkambrium ihren festen Platz eingenommen haben.

Der Lebensraum der polyactinelliden Poriferen deckt sich im wesentlichen mit jenem der Chancelloriidae. Sowohl im Unter- als auch Mittelkambrium treten sie gemeinsam auf.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at



•im Unter-u. Mittelkambrium ×REIF 1968 ▪RIGBY & TOOMEY

Abb. 5: Schematische Darstellung der verschiedenen Bautypen phobetractiner Kalkspiculae

Für die Chancelloriidae wird aufgrund der bisherigen Untersuchungen ein Lebensraum im flachen Subtidal angenommen. Ihr Auftreten in Beckenarealen der Knollenkalkfazies läßt eher ein Einschwemmen der Skelellelemente aus dem Flachwasser erwarten; inwieweit das auch für die Vertreter der Polyactinellidae zutrifft, ist noch nicht geklärt, zumal diese im Becken auch isoliert auftreten.

Die von REIF (1968) erstmals entdeckten Nadeln vom Typ Phobetractin, Synphobetractin und Dodecaactin wurden nicht den Calcispongien zugeordnet, sondern aufgrund ihres besonderen Bautypus den Hexactinellida angeschlossen. Nachdem REIF (1968) erkannte, daß sich die drei Nadeltypen auf keine bekannte Poriferenordnung zurückführen lassen, auch eine Ableitung dieser aus den bisher bekannten Grundformen nicht möglich erschien, und ähnlich komplizierte Formen wie das Dodecaactin bei den Kalkschwämmen unbekannt sind, hat er diese als incertae sedis den Hexactinellida zugeordnet. Maßgeblich hiefür war einmal der rechte Winkel zwischen den Lateralstrahlen und dem oberen Strahl beim Phobetractin, das Verschmelzen der unteren Strahlen beim Synphobetractin, und die senkrecht zueinander stehenden Achsen beim Dodecaactin.

RIGBY & TOOMEY (1978) haben aus dem tieferen Ordovizium phobetractine Nadeln gefunden, die, entgegengesetzt zu jenen, die REIF (1968) abgebildet hat, zwischen dem oberen Strahl und dem Lateralstrahl einen Winkel von 120° aufweisen; dies hat zur Vermutung geführt, daß es sich hiebei um Spiculae von Kalkschwämmen handeln könnte. Die vom Verf. im Unter- und Mittelkambrium nachgewiesenen Spiculae bestätigen diesen Verdacht und es kann kein Zweifel bestehen, daß es sich hiebei um Nadeln von Kalkschwämmen handelt. Auch der rechte Winkel beim Synphobetractin scheint nicht der ursprünglich angelegte zu sein (Abb. 6).

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

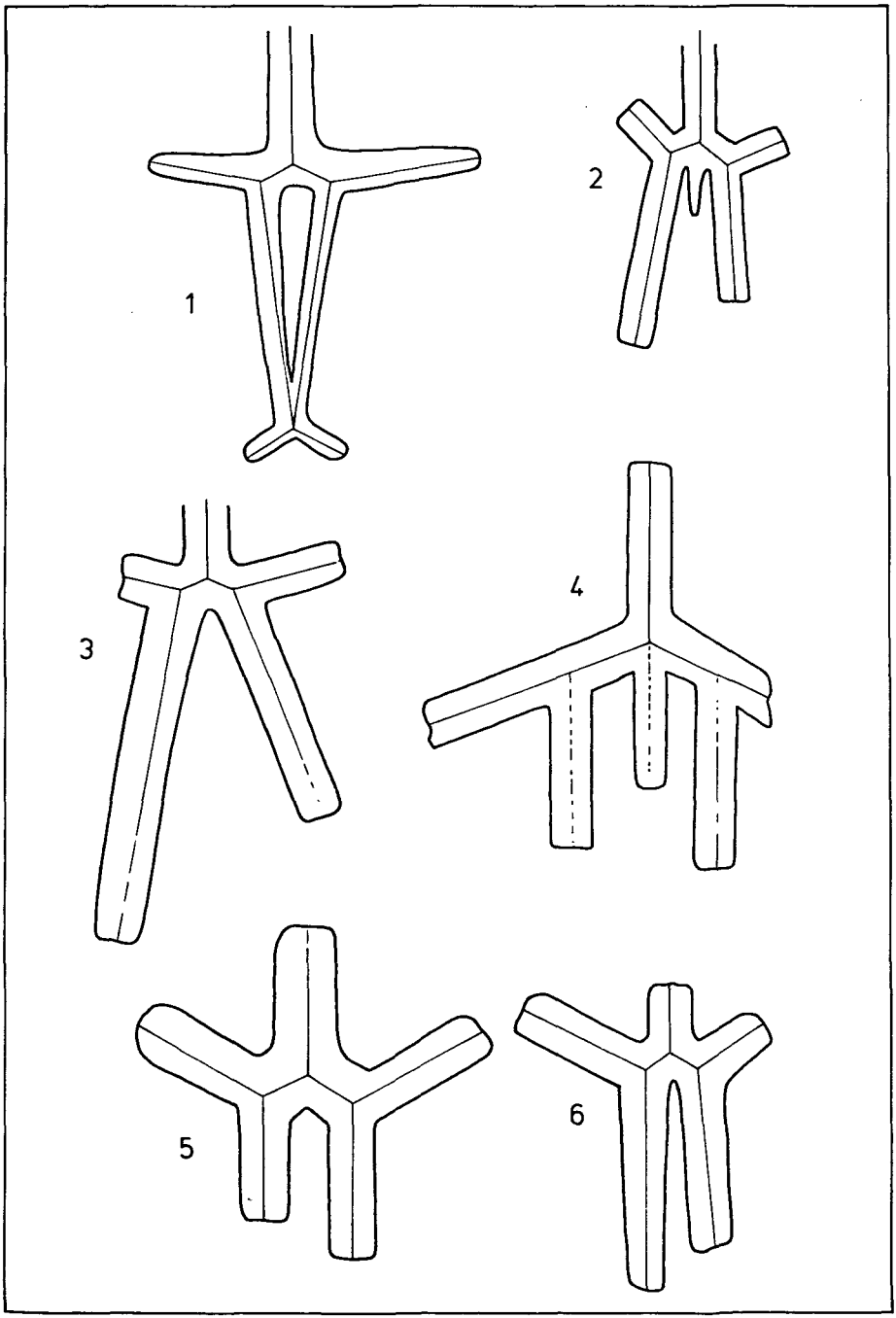


Abb. 6: Zur primären Anlage phobetractiner Spiculae; Verschmelzung der drei Strahlen in einem Winkel von 120°

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Im Mittelkambrium, bedingt durch eine Faziesumstellung, vor allem durch das Erlöschen der riffbauenden Archaeocyathiden, wird die Poriferenfauna artenreicher. Besonders in Erscheinung tritt nun das Aufblühen der Chancelloriidae. Wenn auch im Mittelkambrium keine neuen Vertreter der Polyactinellidae hinzukommen, so sind sie mengenmäßig wesentlich stärker als im Unterkambrium vertreten. Eine Bereicherung der Poriferenfauna wird durch das Hinzutreten der Kieselschwämme herbeigeführt. Dabei fällt auf, daß es sich ausschließlich um Vertreter lyssakider Poriferen handelt, die jedoch so massenhaft auftraten, daß sie örtlich gesteinsbildend wurden; so sind innerhalb der mittelkambrischen Knollenkalke in mehreren Horizonten Spiculite eingeschaltet. Ungeklärt ist noch, warum diese Spiculite nur aus Nadeln lyssakider Schwämme aufgebaut werden. Die polyactinelliden Spongien haben sich vom Unterkambrium zum Mittelkambrium nicht verändert; die Entwicklung ist stehengeblieben; charakteristisch ist das Faunenbild durch das Vorherrschen des Phobetractins vom Typus 1 (Abb. 5). Synphobetractine Nadeln treten erst im Laufe des Ordoviziums auf. Der Grundbautypus des Phobetractins bleibt, von geringen Modifikationen abgesehen, bis zum Ende des Unterkarbons erhalten (Abb. 7).

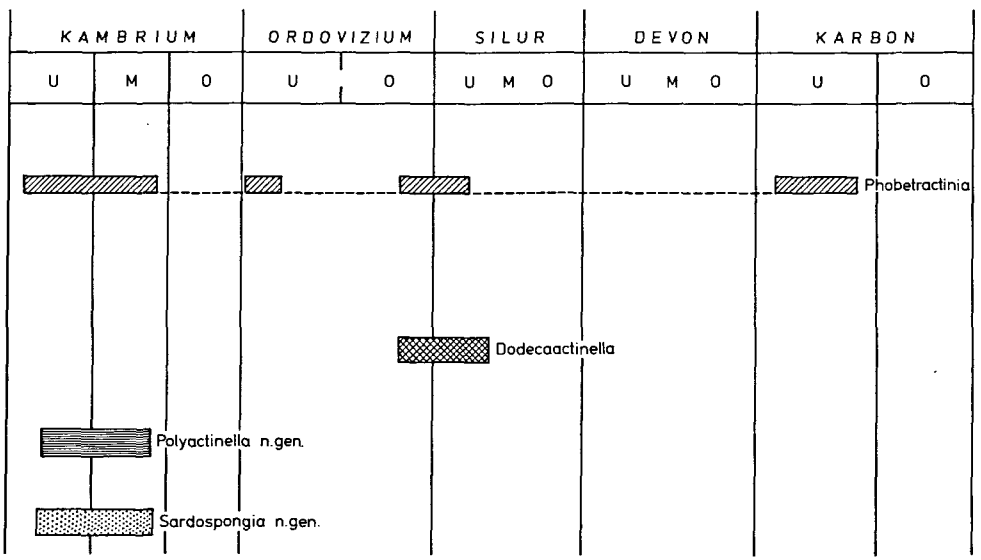


Abb. 7: Die zeitliche Verbreitung der polyactinelliden Schwämme

6. Ein Beitrag zur stratigraphischen Verbreitung der Polyactinellidae n. fam. und deren Bedeutung für die Phylogenie der Calcispongea

SDZUY (1969) hat aufgrund seiner Untersuchungen an unter- und mittelkambrischen Poriferen ein Konzept über den möglichen Entwicklungsablauf dieser vorgestellt (siehe Abb. 8). Danach wird vermutet, daß sich sowohl die Calcispongea als auch die Demospongia und Hexactinellida von den Chancelloriidae (im Sinne von SDZUY) ableiten. RIGBY & NITECKI (1975) stellen ein völlig anderes Modell vor (Abb. 9) und sehen in

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

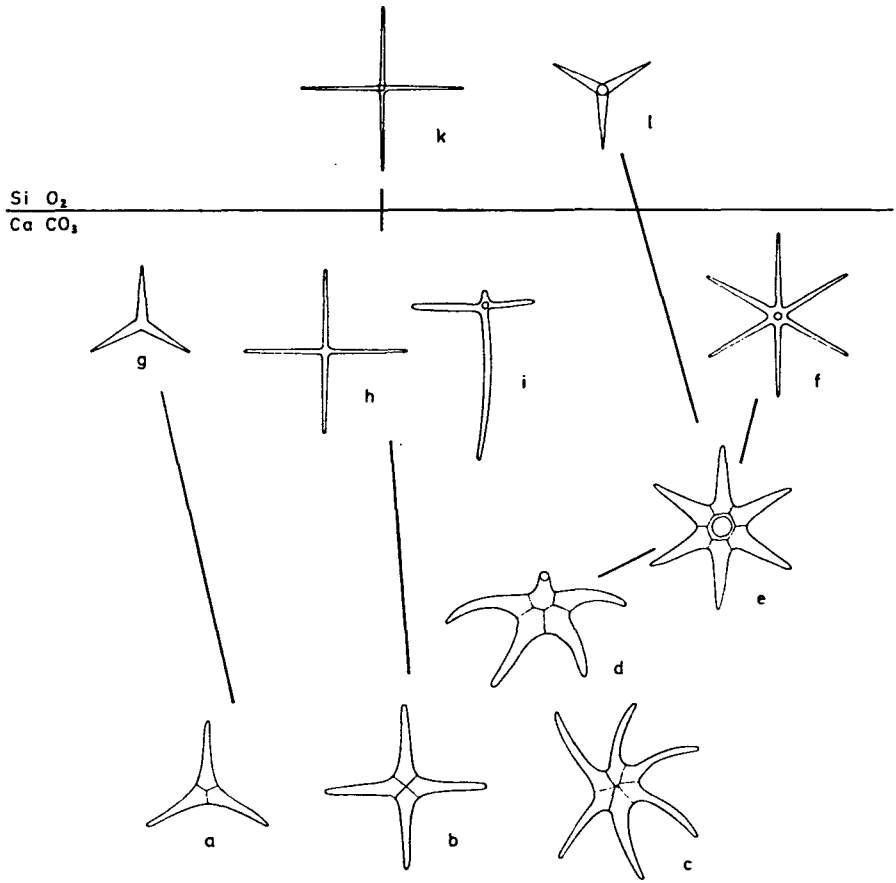


Abb. 8: Die möglichen phylogenetischen Zusammenhänge der Porifera nach SDZUY (1969): Unterhalb der horizontalen Linie Nadeln aus $CaCO_3$, oberhalb der Linie solche, aus SiO_2 bestehend. a-e: Chancelloriida, f: Octactinellida, g: Calcarea, h: Protospongiidae, z.T., i: Calihexactina n. gen., k: Mehrzahl der Hexactinellida, l: Demospongea

der primitivsten Form der Chancelloriidae (WALCOTT, 1920) den Ausgangspunkt für die Entwicklung der Heteractinida aus einer Stammform, die möglicherweise schon im hohen Kambrium einsetzte.

Von den Chancelloriidae spalten danach vermutlich schon im Oberkambrium die ersten Vertreter der Astraeospongiidae ab; des weiteren sollen sich auch die Wewokellidae im Oberdevon von den Chancelloriidae, die ihren Schwerpunkt im Kambrium haben, ableiten, wobei letztgenannte Familie schon im hohen Ordovizium Ansätze der Abspaltung entwickelt.

Das von RIGBY & NITECKI vorgestellte Konzept scheint den phylogenetischen Gegebenheiten am nächsten zu kommen. MOSTLER & MOSLEH-YAZDI (1977) sind diesen Vorstellungen gefolgt und haben dieses vorwiegend in Hinsicht auf die stratigraphi-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

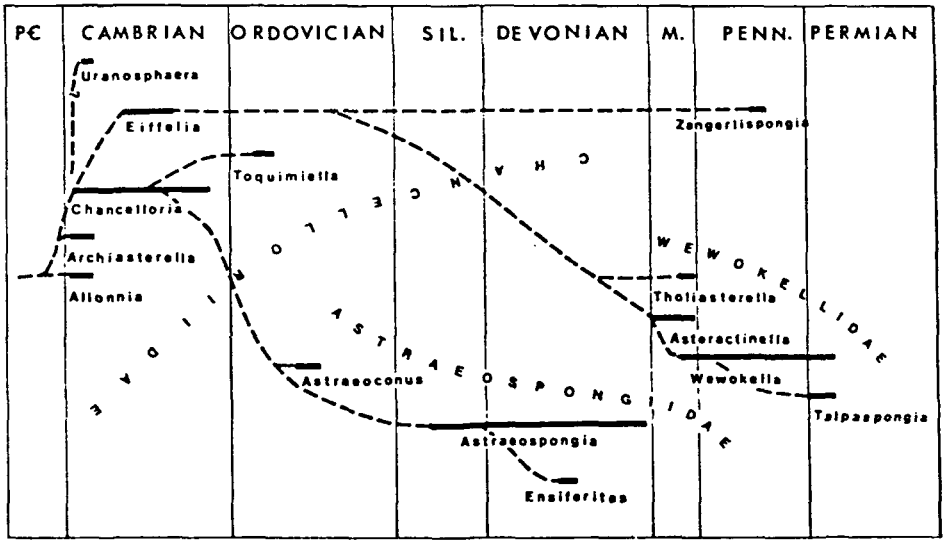


Abb. 9: Phylogenie der Heteractinida nach RIGBY & NITECKI (1975)

sche Verbreitung der einzelnen Gattungen und Arten modifiziert. Nach MOSTLER (1982) tritt die Gattung *Chancelloria* bereits im basalsten Unterkambrium (Tommotian) auf und reicht bis zur Oberkambrium/Ordoviz-Grenze (die Obergrenze der stratigraphischen Reichweite ist durch Conodonten kontrolliert).

Auch die Gattung *Archiasterella* reicht bis in das höchste Oberkambrium; ebenso mußte die stratigraphische Reichweite von *Eiffelia* bis in den Grenzbereich Oberkambrium/Unterordoviz erweitert werden. Weitere Ergänzungen, wie z.B. das gesicherte Auftreten von Arten der Fam. Wewokellidae bereits im Obersilur, wurden in das Evolutionsschema (Abb. 10) eingearbeitet.

Das wichtigste an diesem Schema sind die in dieser Studie vom Autor erarbeiteten neuen Daten, die zweifelsohne aufzeigen, daß sich die Heteractinida polyphyletisch entwickelt haben. Es konnte somit erstmals nachgewiesen werden, daß sich aus primitiven Dreistrahlern im tiefen Unterkambrium 5-, 9- und 12-strahlige Nadeln z.T. noch im Unterkambrium entwickelten; sie weisen auf eine völlig neue Linie der Evolution. Ein fast lückenloser Nachweis einer eigenständigen Poriferengruppe im Rang einer Familie, vom Unterkambrium bis hinauf in das Visé, ist dem Autor unter Mitbenutzung vieler paläozoischer Poriferenproben gelungen und in das vorgestellte Entwicklungsschema (Abb. 10) eingeflossen. Das Erlöschen dieser Familie (Polyactinellidae n. fam.) fällt in das hohe Unterkarbon, genau in jene Zeit, in der das Auftreten der ersten Pharetronida fällt (HARTMAN et al., 1980). Von den heteractiniden Poriferen erlöschen die Astraespongiidae im Oberdevon, die Polyactinellidae im Unterkarbon; nur die Wewokellidae setzen bis in das Unterperm hinein fort.

Eine direkte Ableitung der Pharetronida (Inozoa) aus den heteractiniden Poriferen ist bisher nicht gelungen; eine Verbindung mit den Sphinctozoa ist auszuschließen, sie

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

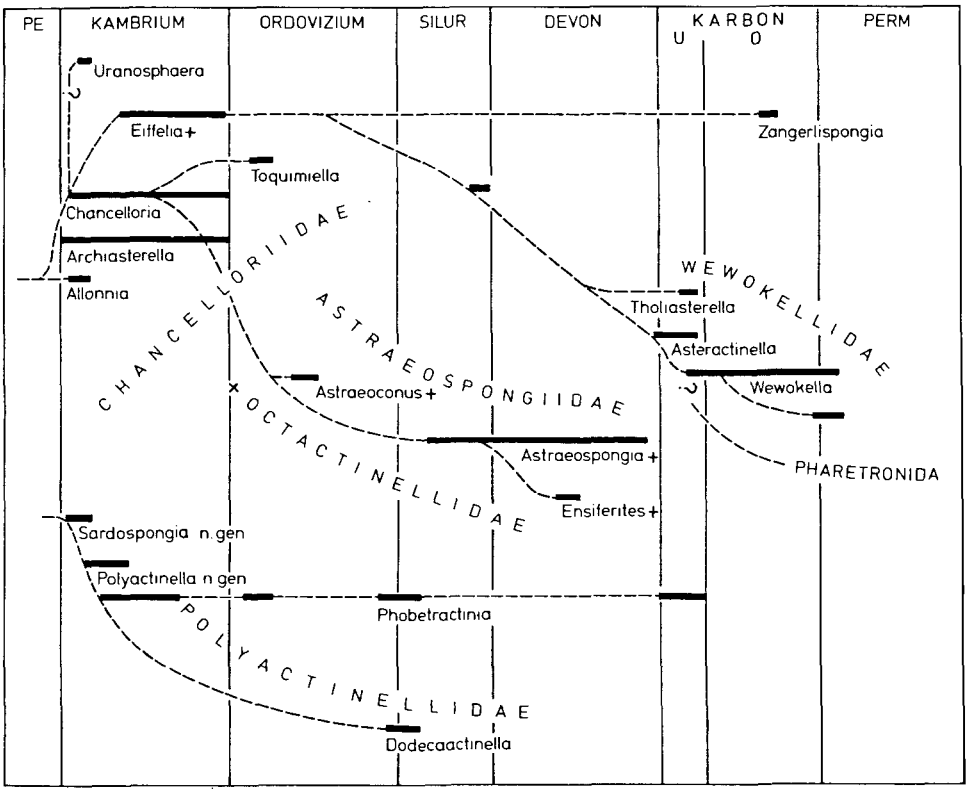


Abb. 10: Die polyphyletische Entwicklung der Heteractinida (nach den Vorstellungen des Autors)

treten nicht erst im Oberkarbon auf, wie dies HARTMAN et al. (1980) darstellen, sondern sind bereits ab dem Oberdevon nachweisbar (Abb. 11).

Sollte sich als sicher herausstellen, daß ein Dreistrahler ohne Aufspaltung der Hauptstrahlen als erster gebildet wurde, dann würde die eine Linie der Entwicklung direkt zu den Dialytina (Calcarea und Calcaronea) führen, deren Existenz bisher nur bis in das Karbon zurückverfolgt werden konnte.

Z u s a m m e n f a s s u n g : Einleitend wird kurz der Werdegang des Kambriums im Iglesiente dargestellt. Im Gegensatz zu bisherigen Auffassungen ist dort auch das Oberkambrium entwickelt. Erstmalig werden Mikrofaunen, aus dem unlöslichen Rückstand von über 150 Proben gewonnen, vorgestellt. Dabei konnten auch wichtige Leitformen wie *Lenargyrium knappologicum, Olivoides multisulcatus* und *Zeugites* sp. nachgewiesen werden, die bisher nur auf das tiefste Unterkambrium beschränkt waren; sie alle kommen auch im Mittelkambrium vor.

Die roten Knollenkalke der Türkei sind altersmäßig mit den bunten Knollenkalken SW-Sardiniens übereinstimmend und nicht, wie bisher, in das Oberkambrium einzuordnen.

Die unterschiedliche Poriferenfauna ist auf die Faziesdifferenzierung (Angebot verschiedener Biotope) zurückzuführen. Die unterkambrischen Archaeocyathidenbioherme wurden nur von Calcispongien besiedelt, während die in Tiefschwellenposition abgelagerten Sedimente auch den Kieselschwämmen als Siedlungsraum dienten. Die Zusammensetzung der Poriferenfauna bot eine Überraschung; es ließen sich nicht nur 1 neue Art der Familie Chancelloriidae nachweisen, sondern bereits ab dem tiefen Unterkambrium völlig neue, auf Dreistrahler zurückgehende Kalkskleren. Damit war es

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

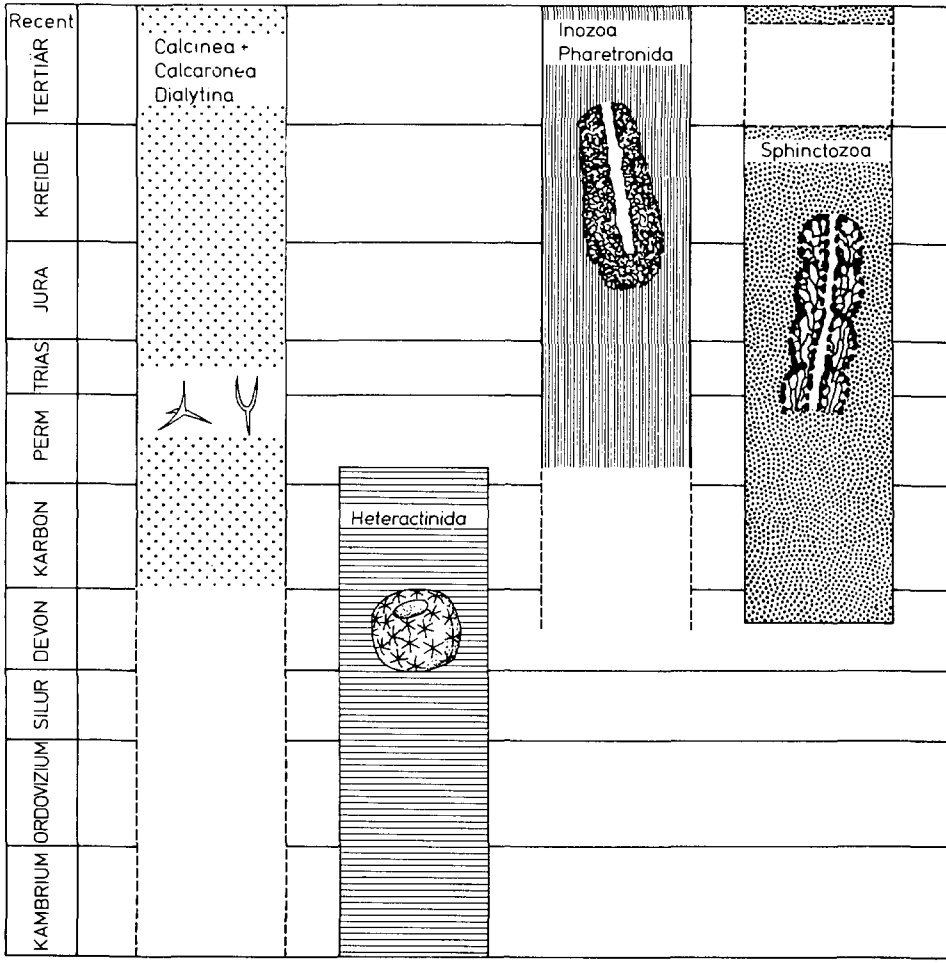


Abb. 11: Zur zeitlichen Verbreitung der wichtigsten Calcispongea nach HARTMAN et al. (1980); etwas modifiziert und ergänzt

erstmals gelungen, neben der Stammform der Chancelloriidae einen völlig anders entwickelten Bautypus nachzuweisen. Phobetractine und dodecaactine Spiculae, die bisher fälschlicherweise den Kieselschwämmen (Hexactinellida) zugeordnet wurden, sind von diesem Bautypus abzuleiten, sie alle lassen sich einer neuen Familie (Polyactinellidae n. fam.) zuweisen, die sich nun aus den 2 neuen Gattungen (*Polyactinella* n. gen. und *Sardospongia* n. gen.) und den Gattungen *Phobetractinia* und *Dodecaactinella* zusammensetzen. Die Gattungsdiagnose der *Phobetractinia* wurde erweitert und auch deren stratigraphische Reichweite einer Revision unterzogen.

Aufgrund der hier vorgelegten Untersuchungsdaten sind die bisher für monophyletisch gehaltenen Heteractinida als polyphyletisch entstanden zu betrachten; sie lassen sich auf die Stammformen der Chancelloriidae und jene der Polyactinellidae n. fam. zurückführen.

D a n k : Der Verfasser dankt der Österreichischen Nationalbank (Jubiläumsfondsprojekt Nr. 2306) für die Bereitstellung von Sachmitteln und Reisekosten.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Literatur

BENGTSON, S. (1977): Early Cambrian button-shaped phosphatic microfossils from the Siberian platform. – Paleontology, **20**: 751 - 762.

FINKS, R.M. (1970): The evolution and ecologic history of sponges during Paleozoic times. – In: FRY, W.G. (Ed.): The biology of the Porifera, Symposia zool. Soc. London, nr. **25**: 3 - 22.

FUCHS, G. & H. MOSTLER (1972): Der erste Nachweis von Fossilien (kambrischen Alters) in der Hazira-Formation, Hazara, Pakistan. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **2** (2): 1 - 12.

GEDIK, I. (1977): Orta Toroslar'da konodont biyostratigrafisi (Conodont biostratigraphy of the Middle Taurus). – Türk. Jeol. Kurumu Bül. **20**: 35 - 48.

GROSS, U. (1982): Die Stratigraphie der unterkambrischen Nebida Formation im Iglesiente (Südwestsardinien) unter besonderer Berücksichtigung ihrer Trilobitenfauna. – Diss., Univ. Heidelberg, 122 pp.

HARTMAN, W.D., WENDT, J.W. & F. WIEDENMAYER (1980): Sedimenta **VIII**, 274 pp.

HILL, D. (1972): Archaeocyatha, Treatise Invertebr. Paleont. (TEICHERT, C., Ed.), Boulder-Lawrence (Geol. Soc. Amer.) (Univ. Kansas Press), E, **1**: 158 pp.

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. & U. GROSS (1984): Ein Beitrag zur Mega- und Mikrofauna der mittelkambrischen Knollenkalke (Cabitza-Formation) im Iglesiente (Südwestsardinien). – In Druck.

MOSTLER, H. & A. MOSLEH-YAZDI (1976): Neue Poriferen aus oberkambrischen Gesteinen der Milaformation im Elburzgebirge (Iran). – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **5** (1): 1 - 36.

REIF, W.-E. (1968): Schwammreste aus dem oberen Ordovizium von Estland und Schweden. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., p. 733 - 744.

RIETSCHEL, S. (1968): Die Octactinellida und ihnen verwandte paläozoische Kalkschwämme (Porifera, Calcarea). – Paläont. Z., **42**: 13 - 32.

RIGBY, J.K. & M.H. NITECKI (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. & D.F. TOOMEY (1978): A distinctive sponge spicule assemblage from organic buildups in the Lower Ordovician of Southern Oklahoma. – J. Paleontol., **52**: 501 - 506.

SDZUY, K. (1969): Unter- und mittelkambrische Porifera (Chancelloriida und Hexactinellida). – Paläont. Z., **43**: 115 - 147.

WALCOTT, C.D. (1920): Middle Cambrian Spongiae. – Smithsonian Misc. Coll., **67**: 261 - 364.

ZIEGLER, B. & S. RIETSCHEL (1970): Phylogenetic relationships of fossil calcisponges. – In: W.G. FRY (Ed.). The biology of the Porifera. Zool. Soc. London Symp. **25**: 23 - 40.

Tafelerläuterungen

Tafel 1:

Fig. 1: *Sardospongia triradiata* n. gen. n. sp. mit drei langen Hauptstrahlen und sechs relativ kurzen, gerade verlaufenden Nebenstrahlen (300 x).

Fig. 2: *Sardospongia triradiata* n. gen. n. sp. mit drei kurzen Hauptstrahlen und sechs überlangen, z.T. gebogenen Nebenstrahlen (00 x).

Fig. 3: *Sardospongia triradiata* n. gen. n. sp. mit kurzen Hauptstrahlen und mittellangen Nebenstrahlen (300 x).

Fig. 4: *Sardospongia triradiata* n. gen. n. sp.: Spiculum mit langen Hauptstrahlen und kurzen Nebenstrahlen (300 x).

Fig. 5: *Polyactinella furcata* n. gen. n. sp. mit mittellangen Hauptstrahlen erster Ordnung und kurzen Hauptstrahlen zweiter Ordnung; Nebenstrahlen gleich lang wie Hauptstrahlen erster Ordnung; spitz endend (200 x).

Fig. 6: *Sardospongia triradiata* n. gen. n. sp.: Bruchstück eines Spiculums mit langen Nebenstrahlen (200 x).

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Tafel 2:

Fig. 1: *Polyactinella furcata* n. gen. n. sp.: Bruchstück eines Spiculums mit drei langen Hauptstrahlen erster Ordnung und drei sehr kurzen Hauptstrahlen zweiter Ordnung (250 x).

Fig. 2: *Polyactinella furcata* n. gen. n. sp. (Holotypus) mit drei eher kurzen Hauptstrahlen erster Ordnung, von denen jeder in zwei Nebenstrahlen aufgabelt (300 x).

Fig. 3: *Sardospongia* cf. *triradiata* mit einem normal entwickelten und zwei sehr kurzen Hauptstrahlen, deren Aufgabelung zu den Nebenstrahlen knapp nach dem Verschmelzungspunkt der Hauptstrahlen einsetzt (300 x).

Fig. 4, 6: *Sardospongia triradiata* n. gen. n. sp. mit drei normal entwickelten Hauptstrahlen, die jeweils in zwei kurze Nebenstrahlen aufspalten (300 x).

Fig. 5: *Sardospongia triradiata* n. gen. n. sp. (Holotypus) mit drei kurzen Hauptstrahlen und sehr langen, teils nach innen gebogenen Nebenstrahlen (300 x).

Fig. 7: *Polyactinella furcata* n. gen. n. sp. mit drei kurzen Hauptstrahlen erster Ordnung, die in jeweils zwei Nebenstrahlen aufgabeln, wobei die Länge der Nebenstrahlen die der Hauptstrahlen erster Ordnung überschreiten kann. Die Länge der Hauptstrahlen zweiter Ordnung ist etwa jener der Hauptstrahlen erster Ordnung gleich (Paratypus; 300 x).

Tafel 3:

Fig. 1: Phobetractin mit weit auseinanderstehenden, parallel verlaufenden unteren Strahlen; die langen Lateralstrahlen bilden mit dem oberen Strahl einen Winkel von 120° (Unterkambrium Südwestsardiniens; 200 x).

Fig. 2: Bruchstück eines Phobetractins, schräg von der Seite aufgenommen, um die Aufbiegung der Lateralstrahlen parallel zum oberen Strahl darzulegen (Unterkambrium Südwestsardiniens; 200 x).

Fig. 3: Phobetractine Nadel mit nach oben gebogenen Lateralstrahlen und drei unteren Strahlen; zwei davon divergieren und sind sehr lang. Der dritte – = mittlere – ist schmal und kurz und verläuft subparallel zum oberen Strahl (leichte Knickung an der Grenze zwischen oberem Strahl und Lateralstrahlen; 200 x).

Fig. 4: *Sardospongia triradiata* n. gen. n. sp. mit drei kurzen Hauptstrahlen und sechs langen, nach innen gebogenen Nebenstrahlen (250 x).

Fig. 5: Phobetractin mit senkrecht zum oberen Strahl entwickelten Lateralstrahlen und zwei weit auseinanderstehenden, divergierenden Hilfsstrahlen (Unterkambrium Südwestsardiniens; 200 x).

Fig. 6: Synphobetractin mit stark konvergierenden Hilfsstrahlen, die am Unterende verschmelzen und danach wiederum divergieren (mittleres Ordovizium Schwedens; 200 x).

Fig. 7: Bruchstück eines phobetractinen Spiculums mit nach oben abgewinkelten, leicht geschwungenen, langen Lateralstrahlen und eng beieinanderstehenden, sehr langen, parallel verlaufenden Nebenstrahlen (Unterkambrium Südwestsardiniens; 200 x).

Fig. 8: *Sardospongia triradiata* mit drei sehr kurzen Hauptstrahlen und sechs ungleich langen, nach innen gebogenen Nebenstrahlen (150 x).

Tafel 4:

Fig. 1: Bruchstück einer phobetractinen Nadel mit abgebrochenem oberen Strahl und zwei nicht ganz erhaltenen, fast senkrecht zum oberen Strahl orientierten Lateralstrahlen und sehr langen Hilfsstrahlen, die divergieren (Unterkambrium Südwestsardiniens; 200 x).

Fig. 2: Synphobetractin mit langen, seitlich komprimiertem oberen Strahl. Das gesamte Spiculum ist an der Grenze zum oberen Strahl und den lateralen Strahlen abgewinkelt; die unteren Strahlen konvergieren und verschmelzen am oberen Ende zu einem spitz endenden Strahl. Die Lateralstrahlen verlaufen senkrecht zum oberen Strahl (Unterkarbon von Irland, 50 x).

Fig. 3: Bruchstück einer synphobetractinen Nadel mit drei überlangen lateralen Strahlen und langen, konvergierenden unteren Strahlen, die am Unterende verschmelzen (Obersilur von England; 200 x).

Fig. 4, 8: Phobetractine mit drei Hilfsstrahlen (= untere Strahlen); einer der Hilfsstrahlen ist in Fortsetzung des oberen Strahls entwickelt, aber mit kleinerem Durchmesser. Die zwei Hilfsstrahlen verlaufen parallel (Fig. 8) oder die zwei äußeren divergieren (Fig. 4 = 300 x, Fig. 8 = 350 x). Beide Spiculae stammen aus dem Unterkambrium Sardiniens.

Fig. 5: Phobetractine Nadel mit nach oben abgewinkelten Lateralstrahlen und zwei parallel dem oberen Strahl verlaufenden Hilfsstrahlen (Unterkambrium Südwestsardiniens, 300 x).

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 6: Synphobetractin mit breitem oberen Strahl und senkrecht dazu verlaufenden, sehr langen Lateralstrahlen (Unterkarbon von Afghanistan; 300 x).

Fig. 7: Bruchstück eines synphobetractinen Spiculums mit kurzen Lateralstrahlen und sehr langen, konvergierenden unteren Strahlen, die bereits im mittleren Teil ihrer Länge verschmelzen; kurz vor Erreichen des Unterendes trennen sich die verschmolzenen Hilfsstrahlen und divergieren stark (Untersilur der Südalpen; 100 x).

Tafel 5:

Fig. 1 - 3: *Archiasterella pentactina* SDZUY (Fig. 1 und 2 von oben; Fig. 3 von unten; 100 x).

Fig. 4 - 5: *Chancelloria* n. sp. MOSTLER & MOSLEH-YAZDI (1976) (150 x).

Fig. 6 - 7: *Chancelloria iranica* MOSTLER & MOSLEH-YAZDI (1976) (150 x).

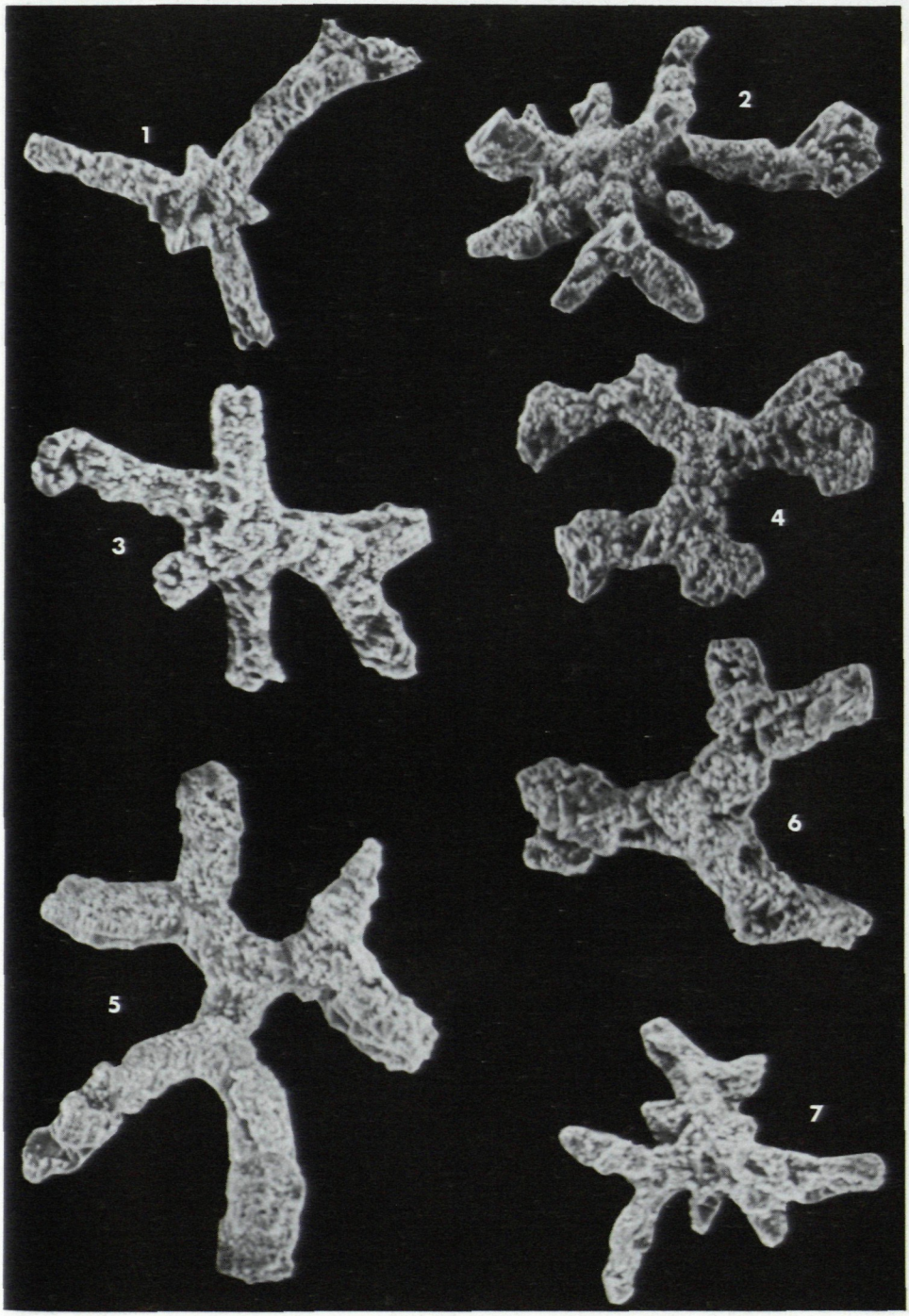
Fig. 8 - 9: *Chancelloria sardinica* n. sp. (Fig. 8: Holotypus; 120 x).

Fig. 10: *Chancelloria sardinica* n. sp. (sechsstrahliges Spiculum; 150 x).

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

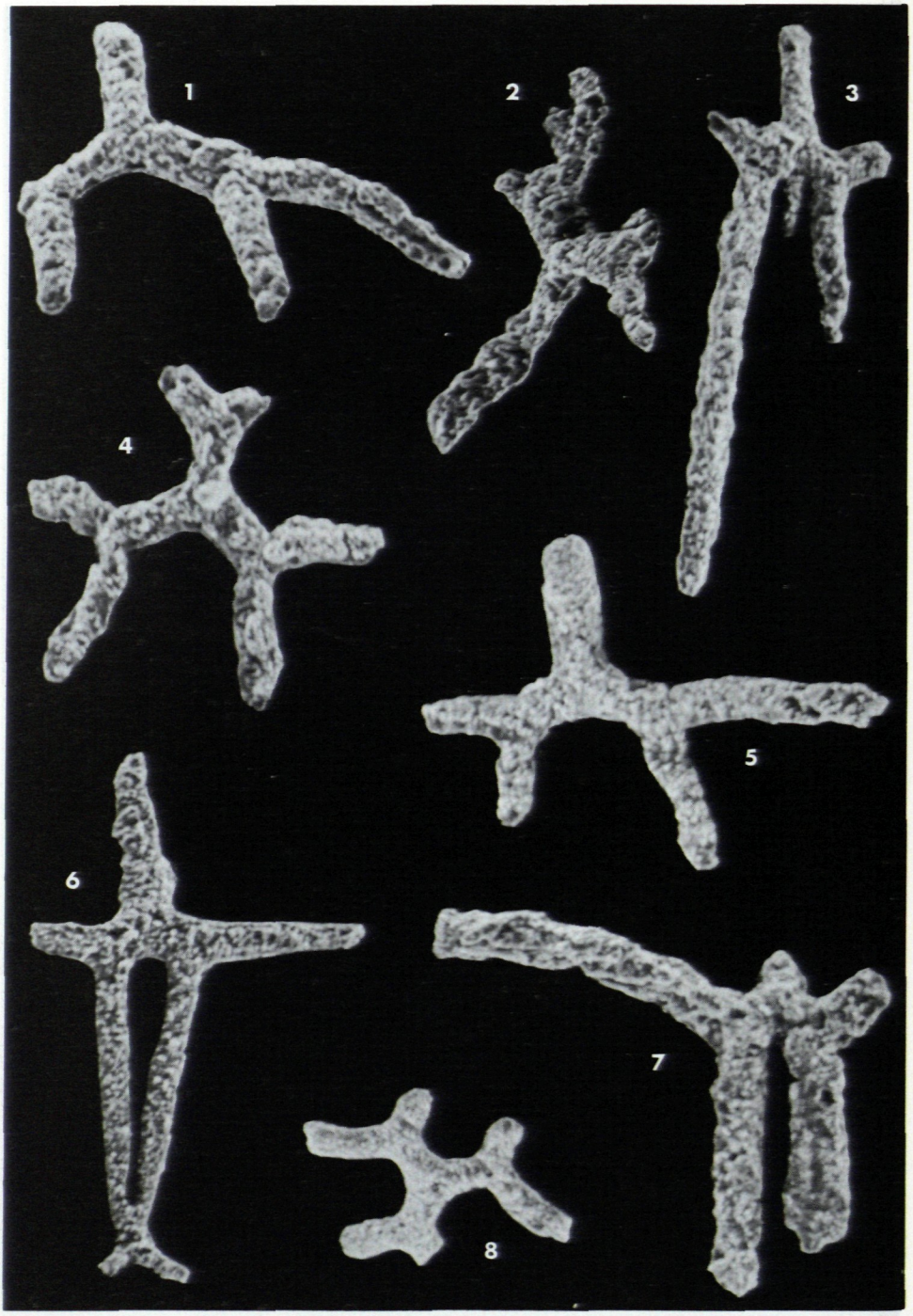
Tafel 1 (Fig. 1 - 6)

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at



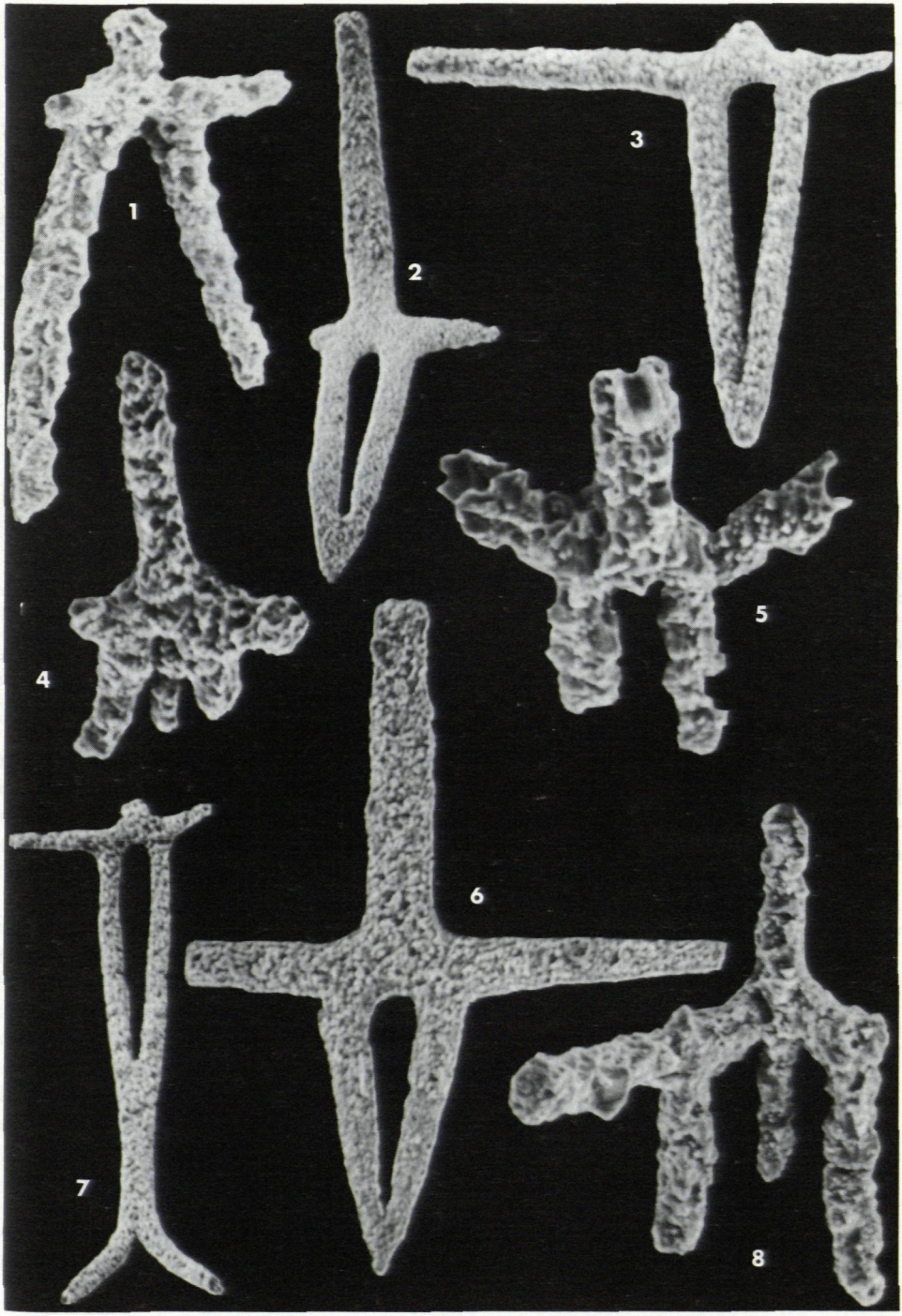
Tafel 2 (Fig. 1 - 7)

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at



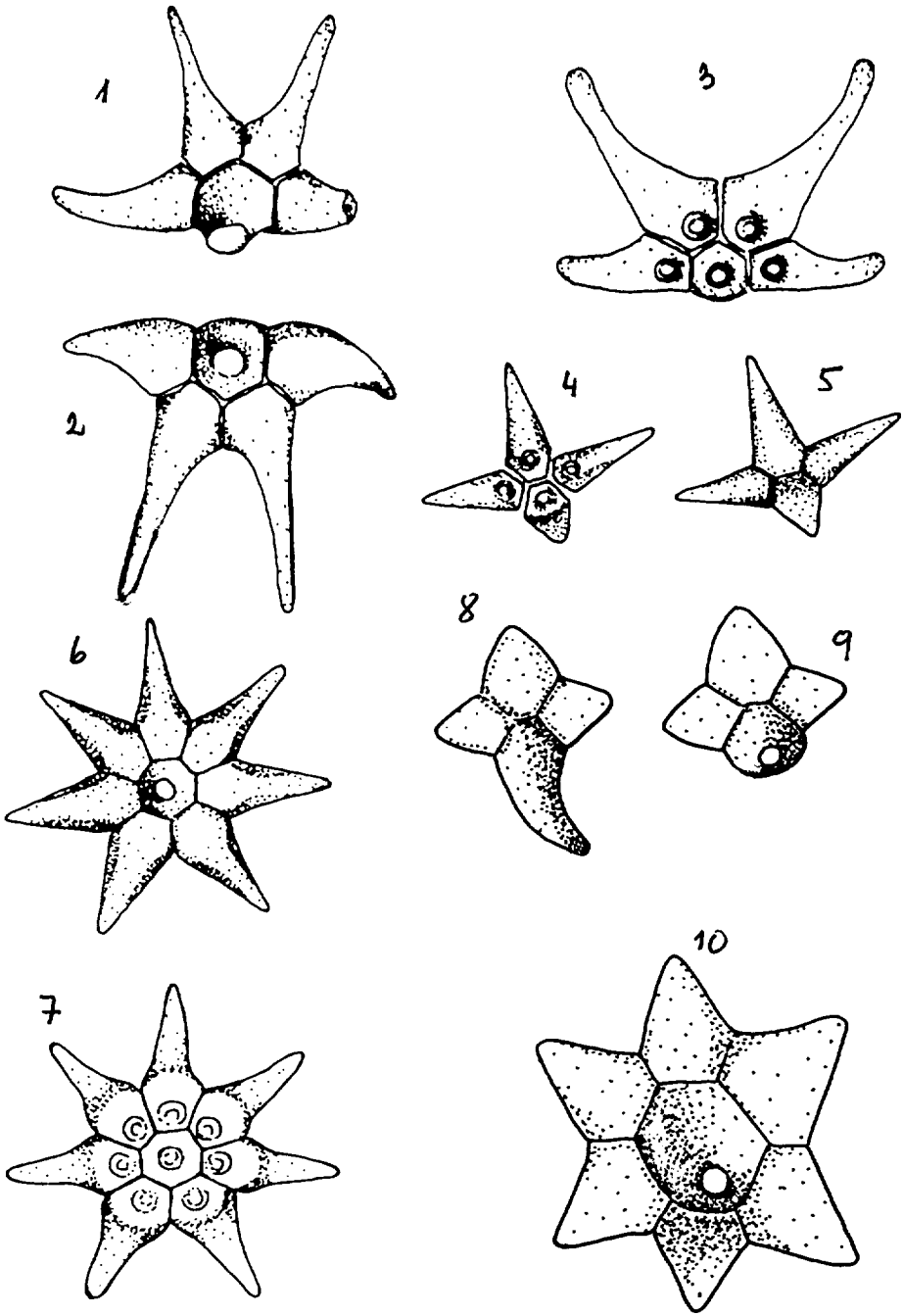
Tafel 3 (Fig. 1 - 8)

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at



Tafel 4 (Fig. 1 - 7)

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at



Tafel 5 (Fig. 1 - 10)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: 72

Autor(en)/Author(s): Mostler Helfried

Artikel/Article: Neue heteractinide Spongien (Calcispongea) aus dem Unter- und Mittelkambrium Südwestsardiniens. 7-32