

Neue Poriferen aus oberkambrischen Gesteinen der Milaformation
im Elburzgebirge (Iran)

von H. Mostler & A. Mosleh-Yazdi⁺)

Zusammenfassung

Die Milaformation bei Fashand (nördlich von Karadj im Elburzgebirge, Iran) wurde sowohl lithologisch, als auch stratigraphisch aufgegliedert. Über dem unterkambrischen Lalunsandstein folgt eine Dolomit-Serie des Mittelkambriums, die von sechs lithologischen Einheiten oberkambrischen Alters überlagert wird. Die Alterseinstufung wurde mit Hilfe von Megafossilien und Conodonten vorgenommen. In der höchsten der sechs lithologischen Einheiten vollzieht sich bereits der Übergang vom Kambrium zum Ordoviz; die beiden darauffolgenden Serien sind demnach in das tiefere Ordovizium zu stellen.

Die massenhaft auftretenden Poriferenspiculae sind auf die tiefere und höhere Fragmentkalk-Sandstein-Serie beschränkt. Aus diesem Grunde wurden die beiden Serien einer näheren Untersuchung, speziell in mikrofazieller und mikropaläontologischer Hinsicht, unterzogen. Die vielen Poriferenspiculae setzen sich zum überwiegenden Teil aus hexactinen bzw. vom Hexactin abzuleitenden Nadeln zusammen. Daneben treten noch pentactine (Anatetraene etc.) und tetractine (Oxytetractin, Caltrop) Spiculae auf.

Stark "angeschwollene" hexactine Nadeln in Verbindung mit zwei weiteren modifizierten Sechsstrahlern wurden einer neuen Gattung zugeordnet (*Rigbyella ruttneri* n. gen. n. sp.). Sie gehören wahrscheinlich einer neuen Familie der Hexactinellida an.

Massenhaft verbreitet sind in den Fragmentkalken die Nadeln heteractinider Poriferen. Es handelt sich um Vertreter der Gattungen *Chancelloria*, *Archiasterella* und *Eiffelia*; zwei neue *Chancelloria*-Arten wurden aufgestellt. Im Zuge der Poriferenbearbeitung mußte die bisherige Reichweite der Gattungen *Archiasterella* und *Eiffelia* eine Revision erfahren; die bisher auf das Unterkambrium beschränkte Gattung *Archiasterella* reicht bis zur Kambrium/Ordoviz-Grenze, *Eiffelia*, bisher nur aus dem Mittelkambrium bekannt, reicht ebenfalls bis an den Top des Kambriums.

⁺) Anschriften der Verfasser: Univ.-Prof. Dr. Helfried Mostler, Institut für Geologie und Paläontologie, Universitätsstr. 4, A-6020 Innsbruck; Dr. Ali Mosleh-Yazdi, Baharestan Square, Nezamieh Kuche 72, Teheran, Iran

Schirmförmige Spiculae unsicherer systematischer Stellung wurden im höchsten Kambrium, im Kambrium/Ordoviz-Grenzbereich und basalen Ordoviz nachgewiesen (*Nabaviella elegans* n. gen. n. sp. und *Nabaviella ? triradiata* n. gen. n. sp.).

Summary

The Milaformation near Fashand (in the north of Karadj, Alborz-Mountains, Iran) was subdivided as well lithologically as stratigraphically. Above the Lower Cambrian Lalun-sandstone follows a dolomite-member of the Middle Cambrian, which is overlaid by six lithological members of Upper Cambrian/Lower Ordovician age.

The enormously arising sponge spicules are bound to the lower and higher "Fragmentkalk-Sandstein-Serie". Chiefly they consist of hexactine needles. Also pentactine and tetractine spicules are abundant.

Unusually swollen hexactine needles in connexion with two modified hexactine spicules were appointed to a new genus (*Rigbyella ruttneri* n. gen. n. sp.). Probably they belong to a new family of Hexactinellida.

Heteractinid sponges appear numerously: *Chancelloria*, *Archiasterella* and *Eiffelia*. Two new *Chancelloria*-species were described. The genera *Archiasterella* and *Eiffelia* reach up to the top of the Upper Cambrian.

Umbrella-needles of uncertain systematic position were established in the Upper Cambrian, the Cambrian/Ordovician boundary and the basal Ordovician (*Nabaviella elegans* n. gen.n.sp. and *Nabaviella ? triradiata* n.gen.n.sp.).

Inhalt

1. Einleitung
2. Profilübersicht und kurze Erläuterung
3. Beschreibung der poriferenführenden Sedimente
4. Zur Altersstellung der Fragmentkalk-Serien
5. Kurze Beschreibung der Poriferenspiculae
6. Systematische Beschreibung
7. Zur stratigraphischen Verwertbarkeit der im Kambrium beobachteten Poriferenspiculae

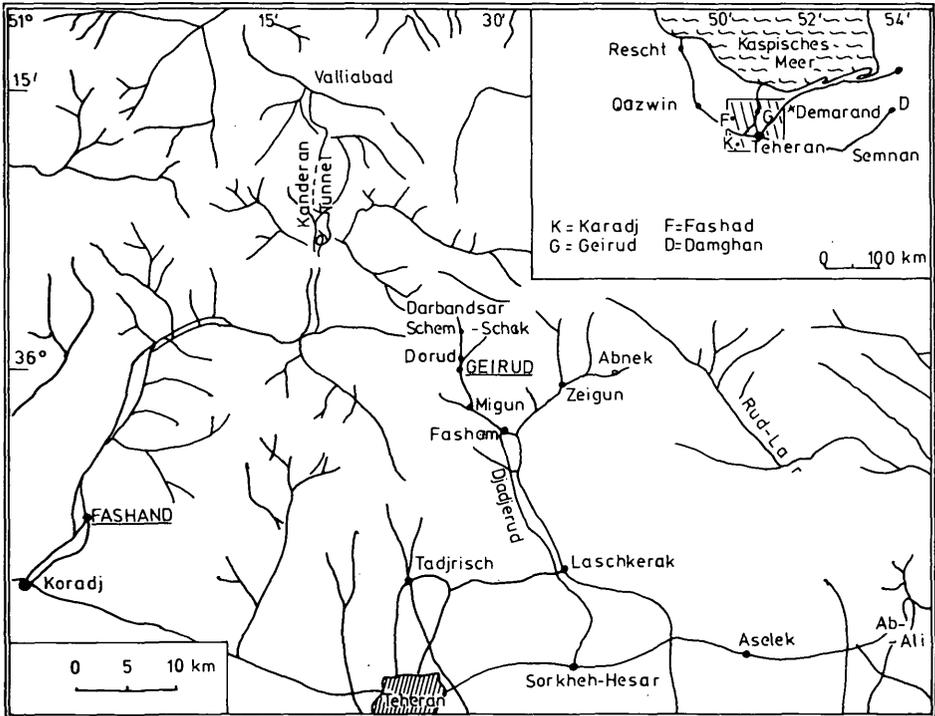
Literaturnachweis

Tafelerläuterungen

1. Einleitung

Im Zuge mikrofazieller und mikropaläontologischer Untersuchungen, die sich insbesondere mit kambrischen Karbonatgesteinsfolgen befaßten, fanden die Verfasser sehr viele Poriferen-Skelettelemente. Besonders reichhaltige Poriferenfaunen konnten aus den höheren Profilabschnitten der Milaformation herausgelöst werden. Solche sind nicht nur innerhalb der Milaformation recht häufig, sondern finden sich auch in mittel- bis oberkambrischen Schichtfolgen des Gebirgszuges zwischen Kerman und Isfahan, wie einer der Verfasser (MOSTLER) feststellen konnte. Besonders häufig, manchmal sogar gesteinsbildend, sind sie im Elburzgebirge in der Nähe der Ortschaft Fashand (siehe Abb. 1), 90 km nordwestlich von Teheran. Aus diesem Grunde wurde das Profil Fashand für diese Studie ausgewählt.

Die Milaformation, nach dem Typ-Profil am Mila-Kuh westlich Dangan benannt (STÖCKLIN, RUTTNER & NABAVI 1964), wurde seinerzeit lithostratigraphisch in fünf Einheiten (member) aufgliedert. Man vermutete im basalen member ein mittelkambrisches Alter, während das höchste Schichtglied bereits dem basalen Ordovizium zugeordnet wurde. Mittlerweile verfügt man über mehr paläontologische Daten, die es uns erlauben, auch das Profil von Fashand zeitlich besser in den Griff zu bekommen. Der Lalunsandstein, der die Milaformation unterlagert, konnte, entgegen früherer Meinungen, endgültig in das Unterkambrium eingestuft werden. Das member 1 der Milaformation ist nach R. WOLFART (1973: 350) ins mittlere Kambrium einzuordnen (siehe



dazu auch B. KUSCHAN 1974). Im Profil Fashand (Abb. 2) entspricht die lithologisch recht analog entwickelte, 146 m mächtige Dolomitserie dem member 1 und somit dem mittleren Kambrium. Die darauffolgenden Serien (2-7) sind in das Oberkambrium zu stellen, ausgenommen der hangendste Abschnitt der Serie 7, der bereits zum basalen Ordovizium aufgrund unserer Conodontenuntersuchungen überleitet. Um dem Leser einen kurzen Überblick über die gesamte Profilabfolge zu vermitteln, sollen die auf Abb. 2 festgehaltenen Serien kurz besprochen werden.

2. Profilübersicht und kurze Erläuterung

Das Profil von Fashand wurde von N. SIEBER 1970 im Zuge von Kartierungsarbeiten entdeckt und auch lithostratigraphisch gegliedert. Die bei der Profilaufnahme uns leitenden mikro-faziellen Gesichtspunkte haben eine von SIEBER abweichende Gliederung ergeben.

2.1. Dolomit-Serie (146 m)

Über den weißen hangendsten Sandsteinen (Topquarzite des Lalunsandsteinkomplexes) entwickelt sich ein Sandstein mit dolomitischem Bindemittel, in dem sich zum Teil der Dolomit bereits zu Dolosparit-Arealen konzentriert. Unter Mitanolieferung von toniger Substanz entstehen nun die ersten sandigen, zum Teil schon siltigen Dolomitmergel, die rauhwackenähnlich anwittern. Die Sandschüttung läßt plötzlich nach und es entstehen die ersten reinen Dolomite, die meist eine deutliche Laminierung aufweisen, wenn sie nicht aus arenitischen bis ruditischen Komponenten aufgebaut werden, wie dies zwischendurch immer wieder vorkommt.

In den mittleren und höheren Abschnitten der Dolomitserie wird erstmals Fossildetritus erkennbar und in der Folge wechsellagern nun Dolomitbänke, bestehend aus Biogendetritus, mit solchen aus Stromatolithrasen. Gegen das Hangende zu setzen wiederum sandige Schüttungen ein; die sandigen Dolomitmergel sind zum Teil sehr stark durchwühlt. Ein Charakteristikum der laminierten Dolomite sind Kieselknauer bzw. bis zu 1 cm dicke SiO_2 -Bänder. Ihre Entstehung konnte bisher noch nicht geklärt werden.

Die Gesteine der Dolomitserie wurden also zunächst noch von der auslaufenden klastischen Schüttung beherrscht und erst im Laufe der Zeit konnten sich reine karbonatische Flachwassersedimente herausbilden, wie etwa laminierte Dolomite, die noch in einem etwas übersalzten Milieu entstanden. Mit Annäherung an normale Salinitätsverhältnisse war auch eine erste Besiedlung durch eine Reihe von Biogenen möglich. Gleichzeitig verbesserte sich auch der Grad der Durchlüftung, wie die umkrusteten Komponenten einzelner Dolomitbänke zeigen. Gegen Ende der Serie stellten sich wieder schlechte Lebensbedingungen ein, die auch prompt zum Erlöschen der erst zuvor entstandenen Organismen führten.

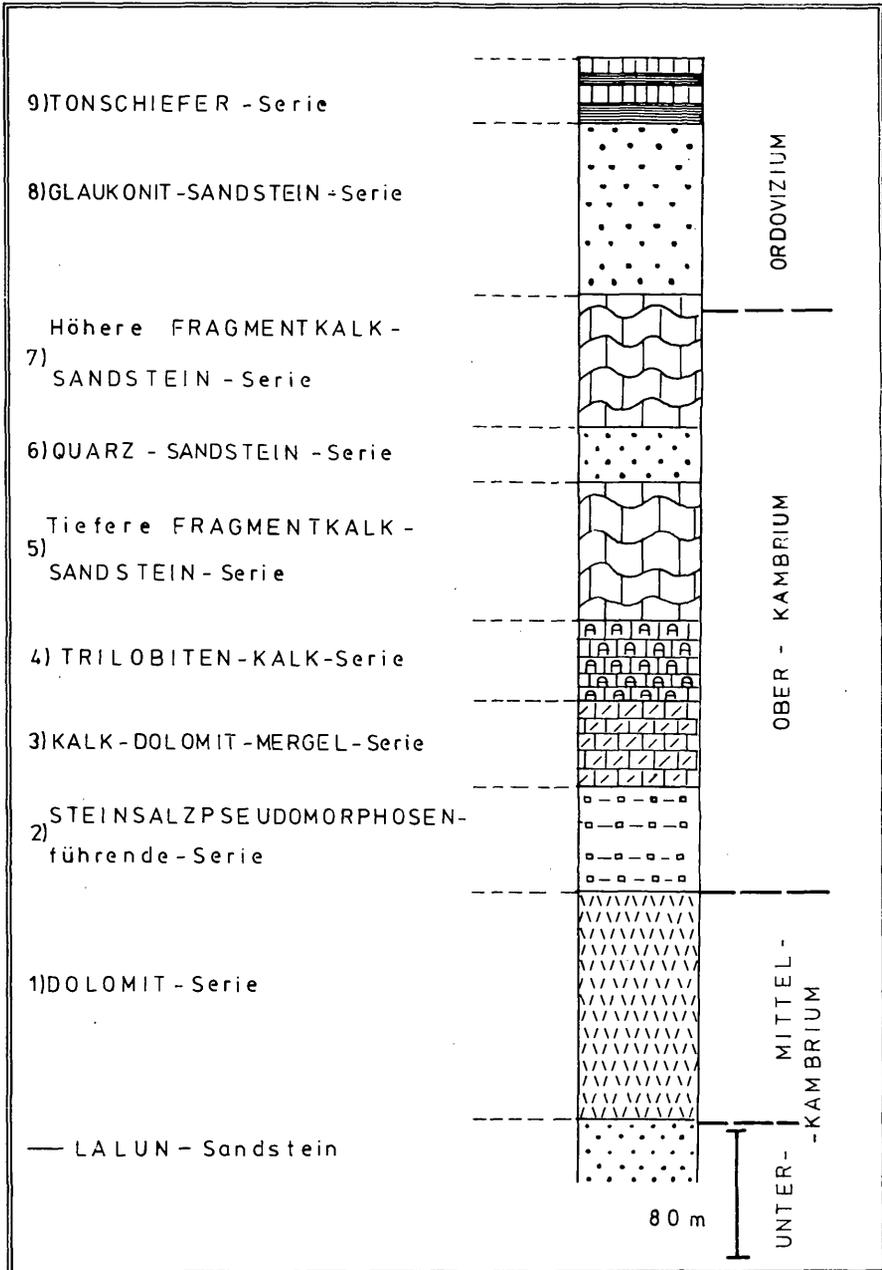


Abb. 2: Gliederung der Milaformation im Profil Fashand (Elburzgebirge)

2.2. Steinsalzpseudomorphosenführende Serie (67 m)

Über den letzten Dolomitmergeln der Dolomit-Serie setzen zellig struierte Dolomite ein, die an den Bankoberflächen Steinsalz-pseudomorphosen führen. Die ganze Serie besteht praktisch nur aus einer Wechsellagerung von laminierten Dolomiten mit steinsalzpseudomorphosenführenden Dolomitmergeln, die zum Teil auch Trockenrisse aufweisen. Dazwischen treten hin und wieder Dolomite mit LF-Gefügen auf.

Das übersalzene Milieu, das sich schon in der höheren Dolomitserie andeutete, verstärkte sich noch etwas. Die Stromatolithen, Trockenrisse und LF-Gefüge sprechen für allerflachstes Wasser bzw. zeitweises Trockenfallen.

2.3. Kalk-Dolomitmergel-Serie (156 m)

Die schon in Serie 2 angedeutete rhythmische Sedimentation (Dolomitmergel mit Steinsalzpseudomorphosen im steten Wechsel mit laminierten, z.T. IF-führenden Dolomiten) setzt in der Serie 3 fort. Jeder Rhythmus beginnt mit einer Dolomitmergel-Sedimentation, gefolgt von gut gebankten Stromatolithen-führenden Dolomiten, worauf Komponentenkalke bzw. Kalkoolithe folgen, um schließlich von geringmächtigen sterilen Dolomiten abgeschlossen zu werden. Die Komponentenkalke (Fossil detritus) weisen aufgrund ihrer faunistischen Zusammensetzung und der Entstehung von Ooiden auf sauerstoffreiches, turbulentes Flachwasser hin.

2.4. Trilobitenkalk-Serie (51 m)

Wenn man den basalen Teil dieser Serie studiert, hat man das Gefühl, daß der Sedimentationsraum nun endgültig jenem des dauernden Subtidals angehört, wie die biogenreichen Kalke (Brachiopoden; Trilobiten, Echinodermaten) zeigen. Doch im mittleren Abschnitt der Schichtfolge setzen überraschenderweise biogenfreie (sterile) Dolomite mit Hohlraumgefügen ein, die im Hangenden von einer 30 cm mächtigen Crinoidenbank (plötzliche Crinoidendetritus-Schüttung) abgelöst werden, gefolgt von Dolomitmergeln, über denen wiederum Bioarenite und -rudite bis zum Top dieser Serie reichen.

2.5. Tiefere Fragmentkalk-Sandstein-Serie (90 m)

Sandige Filamentkalke mit knolligen Bankoberflächen (reich an Trilobiten); dazwischen grüngraue bis graue mergelige Tonschiefer bis Tonmergel (eine ausführlichere Besprechung erfolgt im nächsten Kapitel).

2.6. Quarz-Sandstein-Serie (35 m)

Die Serie beginnt mit Konglomeraten bis Breccien (es handelt sich also um richtige Aufarbeitungsprodukte), wobei wiederum ein sehr hoher Anteil an Glaukonit zu beobachten ist. Manchmal scheint es, als ob der Glaukonit das Bindemittel der Konglomerate darstellt. Darüber setzen karbonatführende Sandsteine ein, die von bankigem Dolomit überlagert werden. In diesen schalten sich zunächst allmählich dolomitische Quarzite ein, die dann von mächtigen Glaukonit-Quarziten überlagert werden.

Nur einmal wird diese Folge von einer Lage von Fragmentkalcken

unterbrochen, die das Hangende der Quarzite darstellen (rund 20 m sind glaukonitarm bis glaukonitfrei). Nur die letzten 4 m bestehen aus Glaukonit-Quarziten.

2.7. Höhere Fragmentkalk-Sandstein-Serie (86 m)

Sandige Fragmentkalke, knollig herauswitternd, in Wechsellagerung mit grüngrauen bis grauen Tonschiefern und Kalklagen, wobei einzelne Kalbänke reich an Trilobiten und "Obolus" sind.

2.8. Glaukonit-Sandstein-Serie (114 m)

Diese Serie ist relativ eintönig entwickelt, d.h. sie setzt sich im unteren Teil im wesentlichen aus glaukonitführenden Sandsteinen (untergeordnet) und vor allem aus sitligen Schiefern mit Quarzit und Sandsteineinlagerungen zusammen. Der höhere Anteil wird nur aus eintönigen Glaukonit-Quarziten aufgebaut.

2.9. Tonschiefer-Serie (40 m)

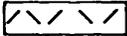
Die Glaukonit-Sandstein-Serie wird abrupt unterbrochen; darüber folgen siltige Tonschiefer mit Graptolithen, in denen nur sehr spärlich dünne Karbonatlagen eingeschaltet sind. Diese Karbonatlagen sind sehr biogenreich, wobei besonders Brachiopodenschill auftritt; einzelne Lagen sind auch sehr reich an Orthoceren, es handelt sich hier also bereits um eine ordovizische Serie. Die fossilreichen Kalke werden zu 10-20% aus Silikatdetritus aufgebaut. Die Biogene setzen sich aus Brachiopoden (relativ dickschalig), Orthoceren, Echinodermaten und Trilobiten zusammen.

3. Beschreibung der poriferenführenden Sedimente

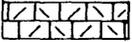
Sämtliche im Profil von Fashand angetroffenen Poriferen-Skelettelemente stammen aus Fragmentkalken. Diese Fazies muß einen besonders günstigen Einfluß auf die Poriferenentwicklung gehabt haben. Denn, obwohl ab der Kalkdolomitmergel-Serie biogenführende Kalke auftreten, die sowohl von der Fazies her (Flachwasser), als auch zeitlich gesehen zumindest Vertreter der Gattungen *Allonia*, *Chancelloria* und *Archiasterella* führen sollten, fehlen diese. Chancelloriida sind durchwegs Flachwasserbewohner und dies ist weltweit nachgewiesen. Nach ZURAVLEVA & KORDE (1968: 27) sollen die Chancelloriida in tonigen Schichten, aber auch in der typischen Trilobitenfazies so gut wie nicht vorkommen; dies würde sehr gut mit unseren Beobachtungen übereinstimmen. Auch bei den von FUCHS & MOSTLER 1972 aus der Hazira-Formation (Niederer Himalaya) nachgewiesenen Chancelloriida handelt es sich um Flachwasserablagerungen. Mittlerweile liegen aber bereits Beobachtungen vor, daß eine Gruppe der Chancelloriida sich auch tiefere Meeresbereiche mit schlammigen Böden erobert hat.

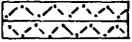
3.1. Tiefere Fragmentkalk-Sandstein-Serie (Abb. 3 und 4)

Zur Namensgebung sei kurz folgendes angeführt: Durch spätdiagenetische Lösungsvorgänge kommt es zu einer Anlösung der Kalkknollen, durch in der tonig-siltigen Matrix sprossende Dolomitrhomboeder, wobei eine lappige Begrenzung der ehemaligen Knollen entstand. An dieser Grenze kam es in der weiteren Folge zu Drucklösungen bzw. zur Styolithenbildung und somit zu einer Überprä-

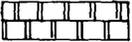
DOLOMITE: 

 laminiert

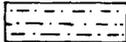
 gebankt

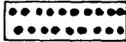
 sandig

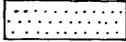
 rauhwackoid

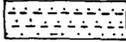
 kalkig

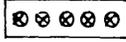
siltige SANDSTEINE bzw. QUARZITE

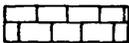
 siltige Schiefer

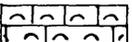
 Sandsteine

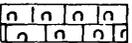
 Quarzite

 schieferige Quarzite

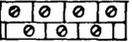
 Konglomerate

KALKE: 

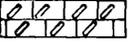
 fossildetritusführend

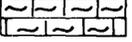
 Stromatolithen

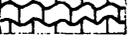
 trilobitenführend

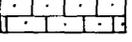
 oid-, oncoïdführend

 komponentenführend

 Resedimente
intraform. Breccie

 wurstelig (vermicular)

 knollig

 sandig

tonig-mergelige Gesteine:

 Ton-Tonmergel (z.T. Schieferung)

 Mergel

 Dolomitmergel

-  Kieselknauer
-  Steinsalzseudom.
- Ba Baryt
- Fe Eisen
-  Glaukonit
-  Diabasgang
-  Brachiopoden
-  Crinoiden
-  Orthoceren

Abb. 3: Legende zu den Profilen

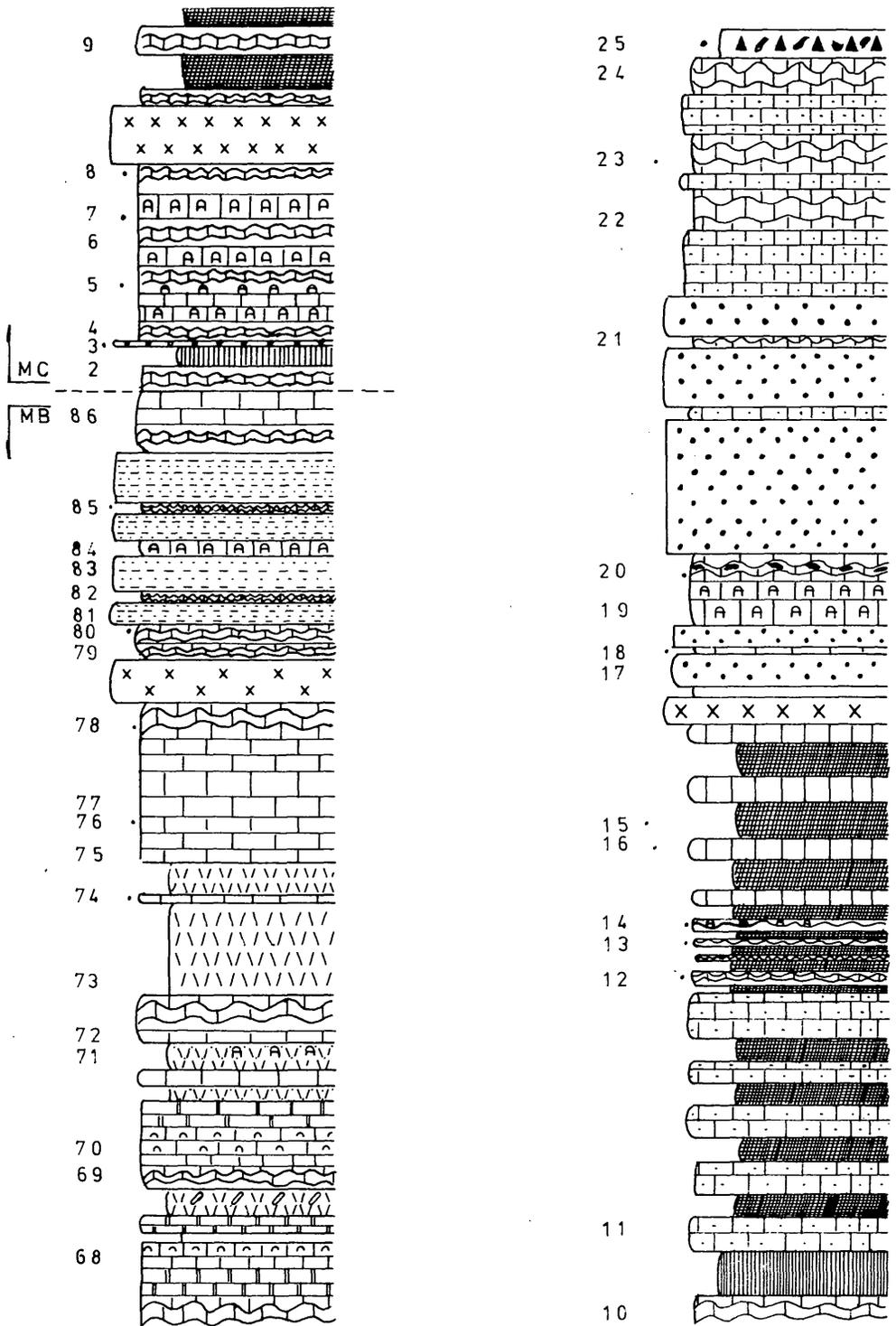


Abb. 4: Tiefere Fragmentkalk-Sandstein-Serie (90 m). - MB68-86, MC2-25

gung der Kontakte. Im Endeffekt entstanden also unregelmäßige Kalkfragmente, die zur Bezeichnung Fragmentkalk Anlaß gaben.

3.1.1. Profilbeschreibung

Typisch für diese Serie sind einerseits die knolligen Fragmentkalke, andererseits die z.T. geringmächtigen Sandsteineinschaltungen. Die Basis der Serie wird mit knolligem Fragmentkalk eingeleitet, gefolgt von dolomitischen Kalken und fossildetritusführenden Kalken. Diese Folge leitet über eine geringmächtige Dolomitmergellage in dolomitische Kalke bzw. Dolomite mit Resedimenten über. Darüber beginnt ein zweiter, sehr ähnlich ablaufender Zyklus, der wiederum mit knolligen Fragmentkalken beginnt und mit Dolomiten z.T. etwas sandig endet. Der dritte Zyklus beginnt nun entweder wie bisher mit knolligem Fragmentkalk oder mit einer geringmächtigen Bank von Bioareniten. Darüber folgen gebankte Dolomite, in die sich dünngebankte Bioarenite einschalten können. Diese geringmächtigen Bänke sind bereits stark durch Quarz- und Glimmerdetritus beeinflusst. Die vierte Folge beginnt auch mit Fragmentkalken, die reich an Trilobitenbruchstücken und Schwammspiculae sind.

3.2. Höhere Fragmentkalk-Sandstein-Serie

3.2.1. Profilbeschreibung

Die unterlagernde Glaukonit-Sandstein-Serie wird ganz abrupt von einer relativ mächtigen Tonmergelfolge (erster Zyklus), in die sich geringmächtige Bänke von Fragmentkalken einschalten, abgelöst. Auch die Fragmentkalke sind zum Teil relativ stark sandig. Dieses Milieu scheint den Chancelloriiden besonders gut gefallen zu haben, denn die Fragmentkalke setzen sich zum Großteil aus ihren Schwammspiculae zusammen.

Auffallend sind immer noch auftretende Trilobitenbruchstücke und Brachiopodenschalen (von hornschaligen Typen). Darüber beginnen relativ konzentriert Trilobitenkalke, d.h. es handelt sich z.T. bis zu 50% um Trilobiten-Skelettelemente. Ziemlich selten sind Echinodermenbruchstücke eingestreut. Typisch für diese Kalke (Biomikrite bis Biorudite) ist, daß sie stark dolomitisiert sind; es handelt sich um fleckenhaft auftretende Dolomitrhomboeder. Wiederum setzt eine Glaukonit-Sandsteinfolge ein, der in der Mächtigkeit schwankende Fragmentkalke (stets etwas sandig) zwischengeschaltet sind.

Ein zweiter Zyklus beginnt mit Tonmergeln, die mit Fragmentkalken alternieren. Darauf folgt ebenso wie vorher eine stark durch Sandstein betonte Schichtfolge. Abgeschlossen wird diese von einem polymikten Konglomerat.

3.2.2. Zur Mikrofazies der Fragmentkalke

Sparitisierte Biomikrite bis Biosparite, zum Teil biogenreiche Pseudosparite:

Isolierte Kalkfragmente unterschiedlicher Größe schwimmen in einer tonig-siltigen Matrix. Die Matrix der Kalkknollen setzt sich aus Mikrit, Mikrospartit und Spartit zusammen; in einigen Fällen entsteht durch Kornvergrößerung eine mittel- bis grobkristalline Matrix = Pseudospartit. Die Übergänge von Mikrit

(Mikrit II; Korngröße im Siltbereich) zu Mikrosparit bzw. Sparit weisen wohl auf einen ursprünglich höheren Anteil von Mikrit hin, der im Zuge der Diagenese einer Sparitisierung verfiel. Selten tritt über größeren Schalenfragmenten eine Spatithaube auf.

Die Komponenten der Kalkknollen setzen sich aus Biogenen, Pellets, terrigenem Detritus bzw. umgelagerten Mineralneubildungen zusammen.

Biogene: Dasycladaceen (selten), "Calcisphären" (selten), Poriferen (häufig bis sehr häufig), Brachiopoden (häufig), Trilobiten (häufig bis sehr häufig), Ostracoden (selten), Echinodermaten (selten), Schalenbruchstücke unbekannter Herkunft, zum Großteil als Filamente anzusprechen.

Pellets: faecal Pellets dürften wohl ausscheiden, es handelt sich vielmehr um angerundete homogene Kalkkomponenten.

Umgelagerte Mineralneubildungen: es sind Glaukonit- und Kieselsäurekomponenten, die aus dem Untergrund aufgearbeitet wurden. Sowohl die Glaukonitisierung, als auch die Verkieselung muß sehr rasch vor sich gegangen sein, wie die aufgearbeiteten Spiculae aus Glaukonit und Kieselsäure beweisen.

Terrigener Detritus: Quarz ist bei weitem vorherrschend, sehr selten treten Feldspat und Glimmer auf. Die Anlieferung von Tonmineralien dürfte ziemlich konstant gewesen sein.

Bemerkungen zu den Biogenen: Bei den Dasycladaceen handelt es sich um nicht näher bestimmbar Thallus-Bruchstücke. Die Calcisphären entsprechen etwa den aus dem Devon beschriebenen Formen; inwieweit sie eventuell Foraminiferen angehören könnten, läßt sich wegen der schlechten Erhaltung nicht sagen. Unter der Rubrik Porifera sind stets nur Spiculae dieser gemeint, deren Formenreichtum sich zum Teil schon in den Schlibfbildern abzeichnet. Die Brachiopoden sind durch hornige Schalen schon im Gelände sehr auffallend. Im wesentlichen sind es Vertreter der Obolacea. Bei den zum Teil sehr häufig auftretenden Trilobitenresten sind es vor allem Querschnitte durch Panzerfragmente und Pleuralstacheln. Die selten auftretenden Ostracoden (isolierte Einzelklappen) sind glattschalig. Die Echinodermaten, die etwas häufiger auftreten, dürften auf Eocrinoidea zurückgehen; eine genauere Zuordnung ist unmöglich, zumal sie im unlöslichen Rückstand nur sehr stark korrodiert aufscheinen.

Soweit zur Kennzeichnung der Kalkfragmente. Die zwischen den Kalkfragmenten auftretende Matrix ist die eines Mergels bis Tonmergels mit einem nicht unbedeutenden Siltanteil. Nicht selten treten Quarz und Glaukonit in der Matrix auf. Besonders auffallend sind sie sich zu Arealen zusammenschließenden eisenreichen Dolomitrhomboider.

Die Fragmentkalk sind Ablagerungen eines flachen Subtidals. Dafür spricht die relativ stark aufgespaltene Biofraktion (individuenreich); alle Biogene können nur unter stetiger Wasserbedeckung überleben. Durch das Auftreten von Dasycladaceen hat man die Möglichkeit, das tiefere Subtidal, das aufgrund der oben angeführten Tiergruppen auch in Betracht zu ziehen wäre, auszuschließen.

Was die Ablagerungsbedingungen betrifft, so herrschte stets eine

nicht unbedeutende Wasserbewegung, wofür der terrigene Detritus spricht, aber auch die Aufarbeitung von frühdiagenetischer Kieselsäure und Glaukonit sowie zum Teil stark zerbrochene Biogene.

4. Zur Altersstellung der Fragmentkalk-Serien

Für die tiefere Fragmentkalk-Serie ist aufgrund folgender Faunen die Einstufung in das Oberkambrium sicher: *Billingsella tonkiniana* MANSUY; *Chelidonocephalus* sp.; *Eochuangia* sp.; *Anomocarella* sp.

Die höhere Fragmentkalk-Sandstein-Serie weist bis zur Schicht MC41 eine noch sehr ähnliche Faunenzusammensetzung auf, dann wird aber die Megafossilführung spärlich; wirklich aussagekräftige Fossilien sind erst innerhalb der 40 m mächtigen Tonschiefer-Serie, also nach 172 m, anzutreffen, und die gehört, wie wir mit Hilfe von Conodonten überprüft haben, in das höhere Tremadoc, zum Teil schon dem basalen Arenig an.

Aus diesem Grunde wurde mit Hilfe von Mikrofossilien versucht, den hangenden Teil der höheren Fragmentkalk-Sandstein-Serie einzustufen. Während der erste conodontenführende Bereich in den Fragmentkalken, der der assemblage-Zone 1 nach MÜLLER zugeordnet werden kann, noch etwa die gleiche Megafaunenzusammensetzung wie oben führt, also sicher noch dem Oberkambrium entspricht, tritt im Bereich zwischen MC47 und MC54 bereits eine Conodontenfauna auf, die für assemblage-Zone 4 nach MÜLLER 1974 spricht. Leider fehlen im weiteren Profil Conodonten, möglicherweise wegen der stärker werdenden terrigenen Schüttungen, sodaß wir nicht genau wissen, wo die Grenze zu assemblage-Zone 5 nach MÜLLER liegt, die, verglichen mit den Verhältnissen in Australien, die Oberkambrium/Ordoviz-Grenze einigermaßen gut markieren würde. Aus diesem Grunde müssen wir nach unseren mikrofaunistischen Untersuchungen vorerst einen 12 m mächtigen Bereich als Übergangsbereich zwischen Oberkambrium und basalem Ordovizium freihalten (siehe Abb. 5).

Versuchen wir, die stratigraphisch nicht unbedeutenden Chanceloriida für eine Einstufung mit heranzuziehen, so wissen wir aus der Literatur, daß Vertreter von *Chancelloria*, *Archiasterella* im höheren Kambrium aussterben. Spiculae dieser Gattungen treten zum letzten Mal in der Schicht MC57 auf. Nachdem die Kalke darüber sedimentologisch völlig gleich ausgebildet sind wie die zuvor, darf man in diesem Fall wohl von einem Erlöschen dieser Poriferengruppe sprechen. Außerdem treten z.B. in den darüberliegenden Kalken nur noch Poriferen anderer Gattungen auf. Nach dem heutigen Wissensstand müssen wir konsequenterweise die Kambrium/Ordoviz-Grenze über dem letzten Vorkommen von *Chancelloria* etc. (siehe Abb. 5) ziehen.

Höhere FRAGMENTKALK-
SANDSTEIN - Serie (86m):
— MC (Maßstab 1: 200/ 1cm \approx 2 m)

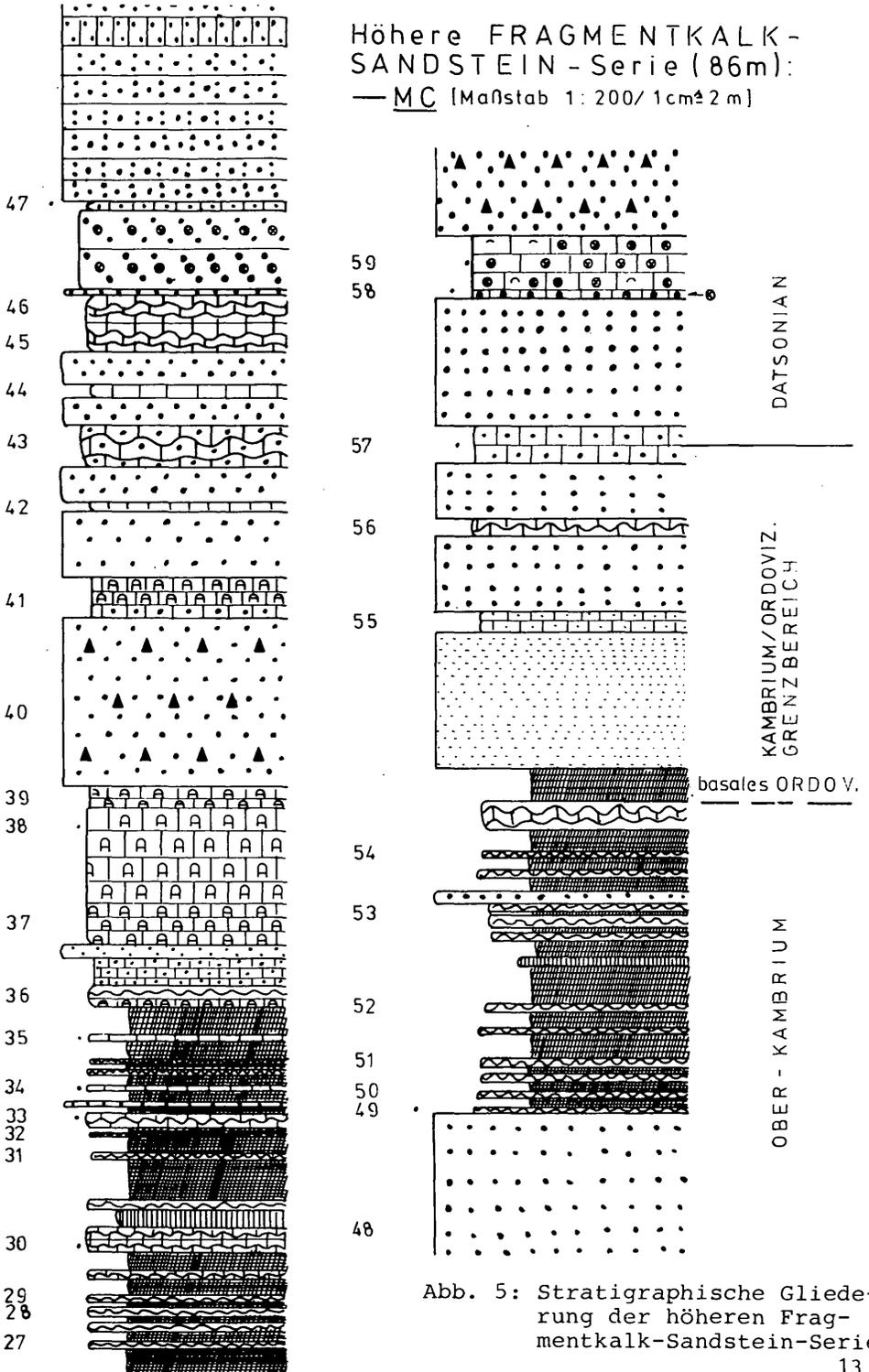


Abb. 5: Stratigraphische Gliederung der höheren Fragmentkalk-Sandstein-Serie

5. Kurze Beschreibung der Poriferenspiculae

5.1. Allgemeine Bemerkungen

Megaskleren von Poriferen finden sich in den Lösungsrückständen des Oberkambriums innerhalb der tieferen und höheren "Fragmentkalk-Sandstein-Serie" sehr häufig, zum Teil treten diese massenhaft auf. Ihr Erhaltungszustand kann als gut bis sehr gut bezeichnet werden. Das Baumaterial der Schwammnadeln besteht zum größten Teil aus SiO_2 und Glaukonit, seltener aus Pyrit. In Glaukoniterhaltung liegen vorwiegend die Achsenkanalfüllungen der Chanceloriiden-Nadeln vor. Das ursprünglich kalkige Skelett dieser Spiculae ist nicht mehr erhalten, es wurde vielmehr durch Kieselsäure ersetzt, welchem Umstand wir die Erhaltung ganzer Nadeln bei der Essigsäureaufbereitung verdanken. Der Ersatz der karbonatischen Nadelsubstanz durch eine kieselige macht bei einer Reihe von Spiculae selbst eine systematische Zuordnung zu taxonomischen Größeneinheiten unmöglich, da es in einigen Fällen nicht möglich ist, zu entscheiden, ob diese ursprünglich als Kalk- oder Kieselsäurenadeln vorlagen. So konnten z.B. bei schirmförmigen Spiculae einerseits Merkmale entdeckt werden, die eher für eine Abkunft von Kalknadeln sprechen, andererseits aber auch Hinweise für ursprüngliches Kieselsäurebaumaterial gefunden werden.

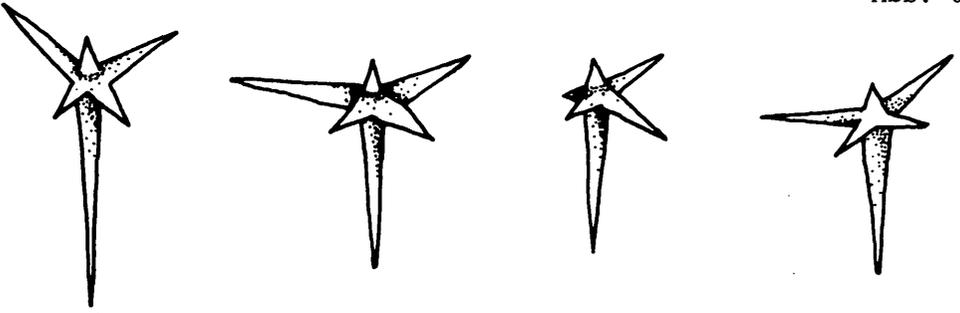
Eine Reihe von Kieselsäureumlagerungen, in mehreren Generationen ablaufend, produziert Bildungen von zwei bis drei ineinander geschachtelten Röhren (innerhalb einer Nadel), wobei es schwierig wird, welche dieser Röhren nun dem ursprünglichen Achsenkanal entsprechen könnte. Ebenso sind die in den ungemein stark verdickten Hexactinen auftretenden "Kugeln" recht problematisch, die von den Verfassern am ehesten als diagenetisch entstandene Produkte gedeutet werden.

5.2. Hexactine und von Hexactinen abzuleitende Nadeln

Ein Großteil der Schwammspiculae ist der Klasse Hexactinellida SCHMIDT (1870) zuzuordnen. Es handelt sich hier um primär aus Kieselsäure aufgebaute Schwammnadeln. Ein Teil, möglicherweise überhaupt der Großteil der Kieselsäureknauer, dürfte auf eine frühdiagenetische Auflösung der Kieselspiculae im Zuge einer Dolomitisierung zurückzuführen sein, denn es ist auffallend, daß z.B. in dem wesentlich stärker dolomitierten Profil von Geirud (hier nicht besprochen) Schwammspiculae fehlen, obwohl sie aufgrund stratigraphischer Position, als auch aufgrund lithofazieller Entwicklung vorhanden sein müßten.

5.2.1. Hexactin mit ungleich langen Seitenstrahlen (Abb. 6)

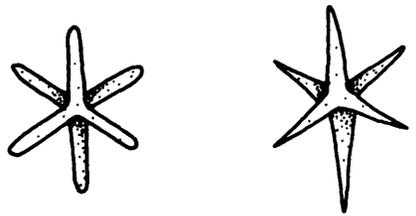
Der Hauptstrahl ist unterhalb der abzweigenden Seitenstrahlen mindestens vier bis fünfmal so lang als darüber; außerdem ist der kurze Abschnitt des Hauptstrahles etwas schmaler als der lange. So sind zwei der vier Seitenstrahlen sehr kurz und ein Seitenstrahl ist extrem lang. Alle vier Seitenstrahlen entsprechen einander in der Länge nicht, d.h. keiner der vier Seitenstrahlen ist gleich lang.



5.2.2. Oxyhexactine-Nadeln (Abb. 7)

Zwei Typen von oxyhexactinen Nadeln konnten beobachtet werden, und zwar einmal solche, deren sechs gleich lange Stacheln am Ende stark abgerundet sind, zum anderen Male solche, deren Enden alle spitz zulaufen.

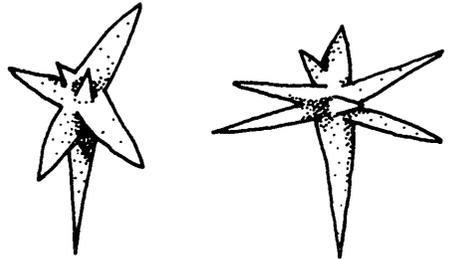
Abb. 7



5.2.3. Vom Hexactin abzuleitende Nadeln (meist fünf, selten sechs Seitenstrahlen), (siehe dazu Abb. 8)

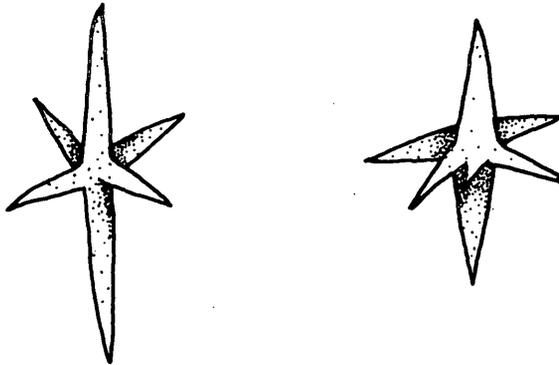
Generell zeigt sich die gleiche Anlage wie bei dem vorher besprochenen Typus (Abb. 6), was die Ausbildung des Hauptstrahles betrifft. Die Seitenstrahlen sind so angeordnet, daß sie nicht mehr streng in einer Ebene liegen, während die Strahlenlänge ähnlich wie bei Formen von Abb. 6 nicht so variiert.

Abb. 8



5.2.4. Vom Hexactin abzuleitende Nadeln mit fünf Seitenstrahlen (Abb. 9)

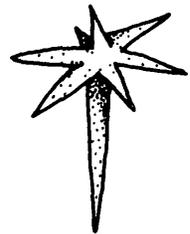
Es handelt sich um Formen, die einen Hauptstrahl aufweisen, der durch die Seitenstrahlen in zwei gleich lange Teile gegliedert wird. Anstelle von vier in einer Ebene auftretenden Seitenstrahlen zeigt sich bei diesen Formen bereits der Ansatz eines fünften Strahls, der bei einigen Nadeln schon zu einem vollen Seitenstrahl ausgewachsen sein kann.



5.2.5. Möglicherweise noch vom Hexactin abzuleitende Nadeln (Abb. 10)

Da es nicht ganz sicher ist, ob sich der Hauptstrahl nach der Abzweigung der Seitenstrahlen noch weiter fortsetzt, oder ob der etwas abgewinkelte Strahl bereits als Seitenstrahl anzusprechen ist, muß eine Zuordnung zu den hexactinen Nadeln unsicher bleiben. Nachdem es sich aber um Formen handelt, die stets mit hexactinen Nadeln vergesellschaftet sind, dürfte eine Ableitung von Hexactin nicht völlig auszuschließen sein.

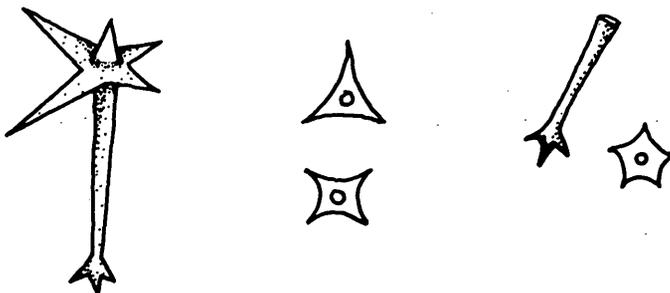
Abb. 10



5.2.6. Hexactine Nadeln mit an einem Ende "aufgespaltenem" Hauptstrahl (Abb. 11)

Grundsätzlich entspricht dieser hexactine Typus dem unter Abb. 6 angeführten Typus; d.h. vier ungleich lange Seitenstrahlen, ein Hauptstrahl, der unten vier- bis fünfmal länger ist als oben. Der Unterschied liegt also nur in der Ausbildung des unteren Teiles des Hauptstrahles. Dieser Teil spaltet sich in ein drei-, vier- bzw. fünfstrahliges Ende (Sternfigur) auf.

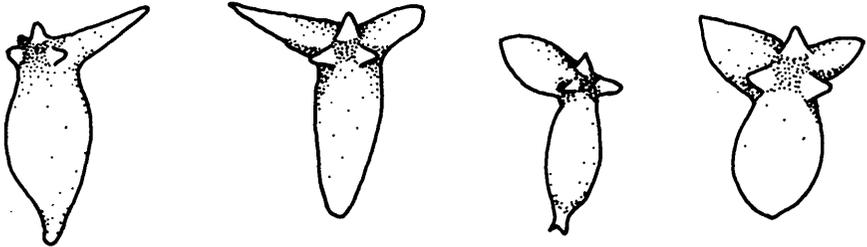
Abb. 11



5.2.7. Hexactine Nadeln mit ein bis drei stark "angeschwollenen" Strahlen (Abb. 12)

Hiebei handelt es sich um Formen, die durch eine sehr starke Verdickung eines oder mehrerer Strahlen charakterisiert sind. Typisch für diese Nadeln ist eine Sechsstrahligkeit, d.h. ihr hexactiner Grundbau ist stets erkennbar, selbst wenn in vielen Fällen drei, in seltenen Fällen fünf Strahlen nie mehr als kleine "hütchenförmige" Aufragungen bilden (Taf. 5, Fig. 12). Sehr häufig kommt es am freien Ende des Hauptstrahles, der stets stark verdickt ist, zur Ausbildung eines drei-, vier- oder fünfstrahligen Kranzes bzw. einer Sternfigur. Eine solche wurde bereits bei den hexactinen Nadeln mit an einem Ende aufgespaltenem Hauptstrahl erwähnt (siehe Abb. 11).

Abb. 12

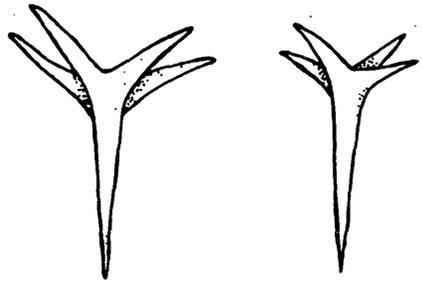


5.3. Pentactine Nadeltypen

5.3.1. Anatetraene Spiculae (Abb. 13, 14)

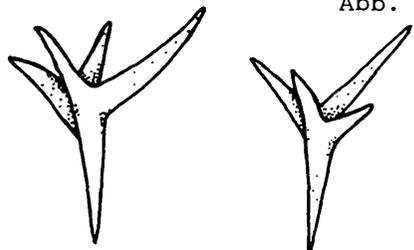
Hiebei handelt es sich um Formen mit einem relativ langen Schaft, von dessen Ende vier mehr oder weniger gleich lange Aststrahlen abgehen. Die Aststrahlen sind etwas nach oben gebogen, ihre Enden sind stets spitz zulaufend. Rhabdom und Cladisk schließen einen stumpfen Winkel ein.

Abb. 13



Ein zweiter Typus, der noch zu den anatetraenen Nadeln zu zählen ist, ist ebenso durch einen langen Schaft gekennzeichnet. Die vier Aststrahlen dagegen sind ungleich lang, wobei ein Aststrahl die Länge des Schaftes erreichen kann.

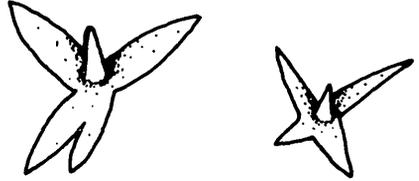
Abb. 14



5.3.2. Unregelmäßiges Pentactin (Abb. 15, 16)

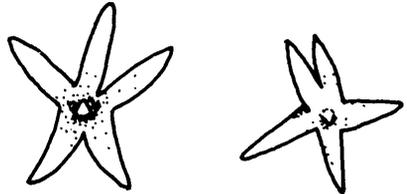
Die fünf von einem Punkt ausgehenden Strahlen zeigen einen unregelmäßigen Aufbau. Vier Strahlen liegen in einer Ebene, wobei es zu einer Art paarigen Ausbildung kommt. Die Winkel zwischen den paarigen und unpaarigen Strahlen variieren sehr stark; der senkrecht aufragende Strahl ist sehr kurz.

Abb. 15



In einigen Fällen wird neben den ursprünglichen vier Strahlen ein fünfter Strahl in derselben Ebene angelegt, wobei es gleichzeitig zu einer starken Reduktion des senkrecht aufragenden Strahles kommt.

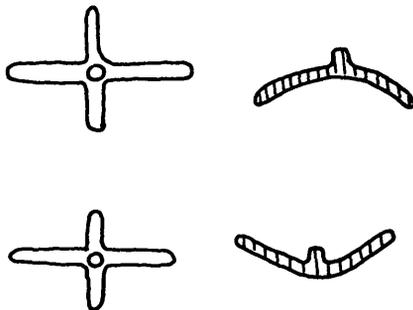
Abb. 16



5.3.3. Pentactine Nadeln mit stumpfen Nadelenden (Abb. 17)

Die Spiculae weisen vier in einer Ebene liegende konkav oder konvex gebogene Strahlen auf. Je zwei dieser Strahlen sind gleich lang und enden stets sehr stumpf, auch der fünfte, senkrecht aufragende sehr kleine Strahl weist ein stumpfes Ende auf.

Abb. 17

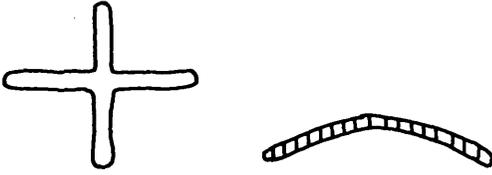


5.4. Tetractine Nadeln

5.4.1. Plane bis gewölbte, im wesentlichen oxytetractine Nadeln (Abb. 18)

Eshandelt sich um Formen, die aus vier Strahlen bestehen, die meist gleich lang sind. Zum Teil sind zwei Strahlen etwas kürzer als die anderen. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, daß die vorher genannten pentactinen Nadeln aus den hier genannten hervorgegangen sind, denn sie entsprechen einander, sowohl was die Länge der Nadeln betrifft, als auch was die Wölbung und das stumpfe Ende der Strahlen betrifft.

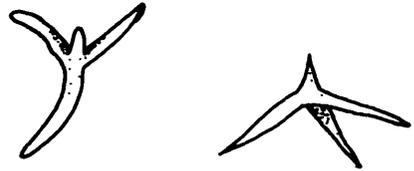
Abb. 18



5.4.2. Caltrop mit spitzen Enden (Abb. 19)

Diese nur selten vorkommenden Nadeln bestehen aus zwei gleich langen und einem etwas längeren in einer Ebene verlaufenden Strahlen. Sie sind leicht geschwungen und nach oben aufgewölbt. Ein kurzer, ebenfalls spitz endender Strahl ragt senkrecht dazu auf.

Abb. 19



6. Systematische Beschreibung

Stamm Porifera GRANT 1872

Klasse Hexactinellida SCHMIDT 1870

I n c e r t e s e d i s

Rigbyella n. gen.

Typusart *Rigbyella ruttneri* n. gen. n. sp.

Derivatio nominis: Nach Dr. J. Keith RIGBY (Brigham Young University, Provo, Utah), der 1975 ähnliche Spiculae aus dem Kambrium der Wilberns-Formation, Texas, beschrieben hat.

Diagnose: Ein Schwamm, dessen Skelett sich aus Hexactinen mit ungleich langen Strahlen, aus Hexactinen, deren Hauptstrahl am freien Ende aufgespalten ist (Sternfigur), und aus stark "angeschwollenen" Hexactinen aufbaut. Weitere Merkmale sind unbekannt.

Vorkommen: Bisher nur innerhalb der "höheren Fragmentkalk-Sandstein-Serie" beobachtet und hier wiederum nur im höheren Teil dieser Serie. Also noch im gesicherten Kambrium/Ordoviz-Grenzbereich und im basalen Ordovizium, welches mit dem australischen Datsonian korrelierbar ist.

Rigbyella ruttneri n. gen. n. sp.

(Taf. 3, Fig. 1-3, 5, 6; Taf. 5, Fig. 1-19; Abb. 6)

Derivatio nominis: Zu Ehren von Herrn Dr. RUTTNER, Direktor der Geologischen Bundesanstalt Wien, der sich um die Erforschung der Milaformation sehr verdient gemacht hat.

Holotypus: (Folgende Spiculae-Vergesellschaftung) Taf. 3, Fig. 6; Taf. 5, Fig. 3; Abb. 11, Fig. 2.

Diagnose: Da bisher monospezifisch, siehe Gattungsdiagnose.

Beschreibung: Zur Zeit wissen wir nur über den Spiculae-Besatz der neuen Poriferenart Bescheid. Es handelt sich hierbei um drei verschieden ausgebildete Hexactine.

- 1) Spitz endende schmale Hexactine mit ungleich langen Strahlen; ein Seitenstrahl ist sehr lang, in den meisten Fällen ebenso lang wie der Hauptstrahl (siehe Abb. 6, Fig. 1-2, 4).
- 2) Hexactine mit spitz endenden Strahlen; das freie Ende des Hauptstrahles dagegen zeigt eine kronenartige Aufspaltung. Bei Betrachtung senkrecht auf die Hauptstrahlenachse erkennt man eine drei-, vier- oder auch fünfstrahlige Sternfigur, in deren Mitte der Achsenkanal frei austritt (siehe Taf. 5, Fig. 1-2, 3, 6; Abb. 11, Fig. 1-5).
- 3) Am auffallendsten sind diejenigen Hexactine, deren Strahlen eine ungewöhnlich starke Verdickung aufweisen. Der Hauptstrahl ist immer von dieser Verdickung erfaßt und ist dabei mindestens so dick wie alle Strahlen zusammen (siehe Taf. 3, Fig. 6; Taf. 5, Fig. 12). In den meisten Fällen ist aber auch ein Seitenstrahl, in einigen Fällen aber auch ein zweiter Seitenstrahl stark "angeschwollen" (siehe Taf. 3, Fig. 1, 3, 5; Taf. 5, Fig. 8-11, 13-18). Zu den Seltenheiten gehören Spiculae, bei denen mehr als drei Strahlen "angeschwollen" sind; in diesen Fällen sind die Verdickungen nicht so extrem entwickelt (siehe Taf. 5, Fig. 4). Die stark verdickten Spiculae können ebenso wie die unter Punkt 2 beschriebenen Hexactine am freien Ende des Hauptstrahles eine Sternfigur aufweisen; diese ist meist fünfstrahlig (siehe Taf. 3, Fig. 2). Recht häufig ist aber auch ein kleiner, stumpf kegelförmiger Fortsatz (Taf. 3, Fig. 6), seltener dagegen sind zwei zapfenartige Fortsätze (siehe Taf. 3, Fig. 1).

Der Achsenkanal ist ebenso schmal wie bei den unter 1) genannten Hexactinen (siehe Taf. 5, Fig. 19). Bemerkenswert ist es allerdings, daß sich zwischen Achsenkanal und der Außenbegrenzung der stark "angeschwollenen" Spiculae kugelige Gebilde fanden; sie konnten aber auch im Schnittpunkt aller Strahlen gefunden werden. In diesem Falle war kein Achsenkanal sichtbar. Möglicherweise handelt es sich bei diesen Kugeln um sekundäre Bildungen, die im Zuge der Diagenese entstanden. Jedenfalls gehen alle in den Lösungsrückständen in Verbindung mit den Poriferenspiculae gefundenen Kugeln auf die "angeschwollenen" Spiculae zurück (auf Taf. 3, Fig. 3 ist eine Kugel innerhalb des stark verlängerten aufgetriebenen Seitenstrahles zu sehen; auf Taf. 5, Fig. 5 ist eine Kugel im Schnittpunkt aller sechs Strahlen

dargestellt).

Größe der Spiculae: 0,3-1,6 mm.

Abschließend sei noch auf ein Merkmal verwiesen, das bei allen drei Typen von Hexactinen auftritt, nämlich ein der Länge des Hauptstrahles entsprechender Seitenstrahl. Damit ist es unseres Erachtens gesichert, daß die obengenannten drei Typen von Hexactinen einer Schwammart angehören.

Vorkommen: siehe unter Gattung.

Bemerkungen: J.K. RIGBY hat ungewöhnlich dicke hexactinellide Poriferenspiculae aus dem Kambrium der Wilberns-Formation (Texas) bekanntgemacht, von denen er schreibt, daß er bisher keine frühpaläozoischen Poriferen kennt, die eine derartige Spiculae-Vergesellschaftung wie diese aufweisen. Die meisten kambrischen und ordovizischen lyssakiden Poriferen haben relativ einfach gebaute bzw. wenig modifizierte Spiculae (einfache Hexactine, acanthose Pentactine). RIGBY glaubt, daß drei Spiculae-Typen (aus kambrischen Kalken herausgelöst) zu einem Schwamm gehören: einfache Hexactine, bedornete Hexactine und Pentactine, "angeschwollene" Hexactine und Pentactine und deren Abkömmlinge. Man kann bei den von RIGBY (1975: Textfigur 1) abgebildeten Spiculae ganz deutlich den hexactinen und pentactinen Grundbau bei den stark "angeschwollenen" Nadeln erkennen, und zwar immer mit langem Hauptstrahl und kurzen Seitenstrahlen. Diese Grundanlage kommt selbst bei den extrem aufgeblähten Spiculae-Typen, die neben sechs Strahlen noch eine Vielzahl von Sekundärstrahlen (untergeordneter Natur) ausbilden, noch klar zum Ausdruck.

Es ist eine Reihe von Analogien zwischen den von RIGBY und uns dargestellten Spiculae-Typen feststellbar. Besonders auffallend sind Merkmale, die für alle an einem Schwamm beteiligten Spiculae-Typen zutreffen. Bei *Rigbyella ruttneri* n. gen. n. sp. ist es der stets erkennbare, in der Länge dem Hauptstrahl entsprechende Seitenstrahl; bei den von RIGBY 1975 abgebildeten Spiculae-Typen ist es immer ein langer Hauptstrahl in Verbindung mit kurzen Seitenstrahlen.

Es erscheint nun sehr wahrscheinlich, daß die hier mit der charakteristischen Spiculae-Vergesellschaftung angeführten Poriferen aus dem Kambrium einer Familie angehören. Inwieweit man die von RIGBY dargestellten Spiculae noch der Gattung *Rigbyella* n. gen. zuordnen kann, allerdings unter Modifizierung der Gattungsdiagnose, kann erst nach Vorliegen weiteren kambrischen Materials entschieden werden. Ebenso steht die Verbindung zu *Stioderma coscinum* FINKS (aus dem Perm) noch offen.

Ordnung Heteractinida DE LAUBENFELS 1955

Familie Chancelloriidae WALCOTT 1920

emend. RIGBY & NITECKI 1975

Genus *Chancelloria* WALCOTT 1920

Typusart *Chancelloria eros* WALCOTT

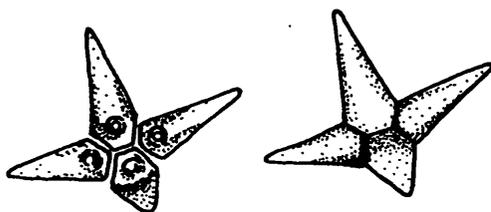
Chancelloria n. sp.

(Abb. 20, Fig. 1-2)

Es handelt sich um Nadeln mit vier Strahlen, wovon ein Strahl stark aufgebogen ist und somit als V-Strahl anzusprechen wäre; dieser könnte aber ebenso wie bei *Archiaster* (*Archiasterella pentactina*) auch als H-Strahl angesehen werden.

Bemerkungen: vierstrahlige Nadeln sind bei *Chancelloria marroccana* SDZUY (allerdings nur in Verbindung mit fünf-, sechs-, sieben- und achtstrahligen Nadeln) und bei *Chancelloria eros* WALCOTT (in Verbindung mit fünf- bis neunstrahligen Nadeln) bekannt geworden. Bei den eben aufgezählten Arten gibt es keine einzige vierstrahlige Nadel, bei der ein Strahl so stark aufgebogen wäre wie bei *Chancelloria* n. sp. Es ist allerdings nichtvöllig auszuschließen, daß eine Verbindung zu den Nadeln von *Chancelloria iranica* n. sp. besteht, zumal in zwei Proben vier- und achtstrahlige Formen miteinander vorkommen, obwohl sonst in den anderen Proben die achtstrahligen ohne Begleitung anderer *Chancelloria*-Nadeln auftreten.

Abb. 20



Chancelloria iranica n. sp.

(Abb. 21, Fig. 1-2)

Derivatio nominis: Nach dem Vorkommen.

Holotypus: Abb. 21, Fig. 1, 2.

Locus typicus: Fashand nördlich Qazwin (Elburz, Iran).

Stratum typicum: Höhere Fragmentkalk-Sandstein-Serie in knolligen Kalken (MC51).

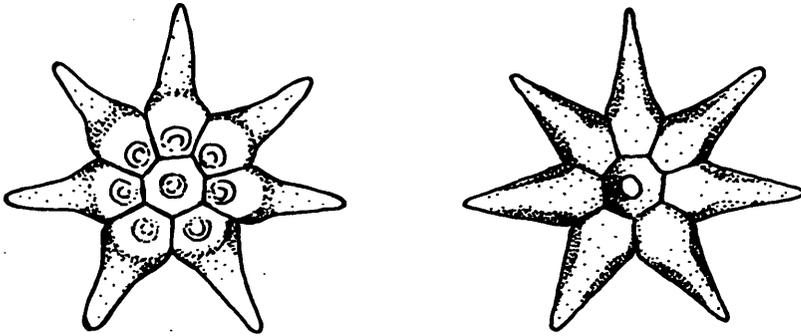
Diagnose: Eine Art der Gattung *Chancelloria* WALCOTT mit konstant acht Strahlen (sieben Horizontalstrahlen und ein Vertikalstrahl).

Beschreibung: Der senkrecht aufragende V-Strahl ist an der Basis sehr breit; die sieben Ecken, an die die sieben H-Strahlen angrenzen, sind ungleich breit; dementsprechend variiert auch die Breite der H-Strahlen.

Bemerkungen: Bis auf zwei Ausnahmen wurden die Nadeln von *Chancelloria iranica* n. sp. mit keinen anderen Nadeltypen vergesellschaftet angetroffen. Nur der vierstrahlige Typus tritt damit vergesellschaftet auf, wodurch eine Möglichkeit besteht, daß auch die vierstrahligen Formen dem Spiculae-Besatz von *Chancelloria iranica* angehören könnten.

Vorkommen: Bisher auf das höhere bis höchste Oberkambrium beschränkt.

Abb. 21



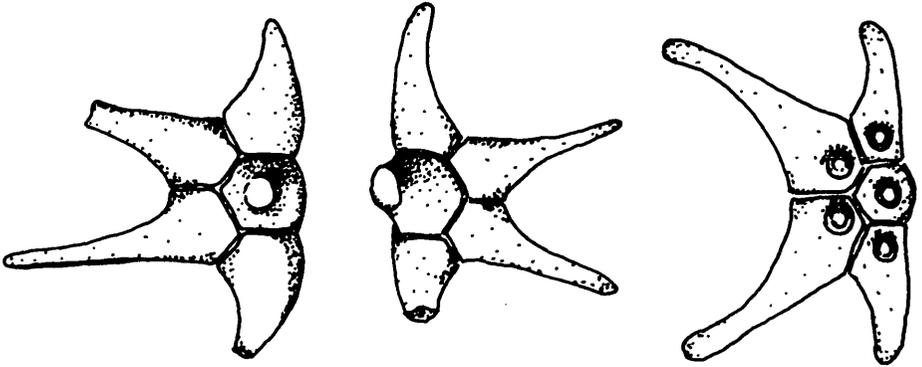
Genus *Archiasterella* SDZUY 1969

Typusart *Archiasterella pentactina* SDZUY 1969

Archiasterella pentactina SDZUY

(Abb. 22, Fig. 1-3)

Diese Nadeln werden von K. SDZUY (1969: 133) der Familie Archiasterellidae zugeordnet. SDZUY stellt sich vor, daß alle fünf Strahlen als Horizontalstrahlen aufzufassen sind, weil der eine aufgebogene Strahl keine völlig senkrechte Lage zur Basisebene aufweist. Damit kommt er zu seinem Nadelkranz, dem typischen Archiaster.



Genus *Eiffelia* WALCOTT 1920

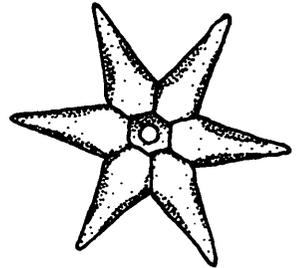
Typusart *Eiffelia globosa* WALCOTT 1920

Eiffelia ? cf. *hispanica* SDZUY

(Abb. 23, Fig. 1)

Die relativ selten vorkommenden Nadeln sind am ehesten der Art *Eiffelia hispanica* SDZUY zuzuordnen. Sie treten nur in der tieferen Fragmentkalk-Sandstein-Serie auf.

Abb. 23



I n c e r t e s e d i s

Gattung *Nabaviella* n. gen.

Typusart *Nabaviella elegans* n. gen. n. sp.

Derivatio nominis: Zu Ehren von Herrn Dipl.Geologen M.H. NABAVI, Leiter der Geologischen Landesaufnahme, Geological Survey of Iran (Teheran), benannt.

Diagnose: Schirmartige Spiculae, deren Horizontalstrahlen (drei, sechs bis elf) sich zu einem in der Größe stark variierenden

Schirmbereich zusammenschließen. Der Vertikalstrahl, der ursprünglich sicher von den Horizontalstrahlen getrennt war, verjüngt sich in Richtung des freien Strahlenendes, um entweder mit stumpfem Ende abzuschließen oder knopfartig anzuschwellen.

Nabaviella elegans n. gen. n. sp.

(Taf. 1, Fig. 1-8; Taf. 2, Fig. 1-3, 5; Taf. 3, Fig. 4)

Derivatio nominis: Nach der eleganten Spiculaeform benannt.

Holotypus: Taf. 3, Fig. 4.

Locus typicus: Fashand, westlich von Teheran zwischen Karaj und Qazwin (Elburzgebirge).

Stratum typicum: Höhere Fragmentkalk-Sandstein-Serie.

Diagnose: Spiculae mit sechs bis elf aufgebogenen Horizontalstrahlen, die sich in der Mitte zu einem mehr oder minder breiten Schirm zusammenschließen. Der zentral liegende Vertikalstrahl ist sehr lang und trägt am Ende eine knopfartige Erweiterung.

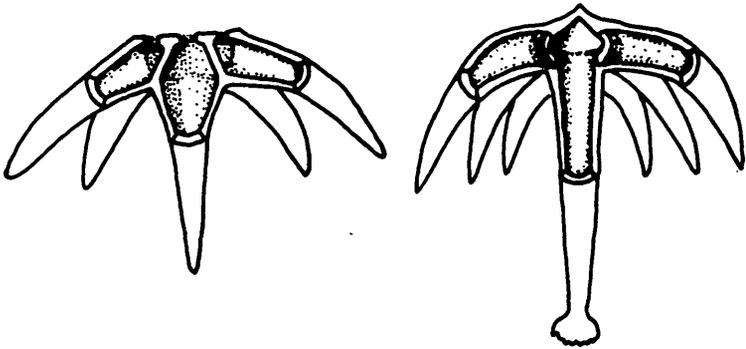
Beschreibung: Die sechs bis elf Horizontalstrahlen schließen sich zu einem in der Breite stark variierenden Schirm zusammen. Acht bis zehn Seitenstrahlen sind sehr häufig, sieben sind häufig, sechs bzw. elf Strahlen sind selten bis sehr selten. Die Horizontalstrahlen sind seitlich stark komprimiert und weisen auf der Oberseite zwei gut erkennbare Grate auf (siehe Taf. 1, Fig. 5, 7; Taf. 2, Fig. 1-2). Bei einigen Exemplaren sind noch weitere schwächer entwickelte gratartige Strukturen zu erkennen (Taf. 3, Fig. 4). Die Horizontalstrahlen verjüngen sich in Richtung des zentralen Schirmbereiches bis kurz vor ihre Einmündung in diesen.

Der Vertikalstrahl ist mindestens zweimal so lang als ein Horizontalstrahl. An seinem Unterende führt er eine knopfartige Erweiterung, wobei entweder nur der untere Abschnitt in viele Zacken aufgelöst ist (Taf. 2, Fig. 8) oder in manchen Fällen der gesamte Bereich von diesem übersät wird (Taf. 1, Fig. 8). Der Vertikalstrahl nimmt in Richtung zum Schirm an Breite zu, wobei sein Querschnitt stets rund ist. Im Schirmbereich selbst kommt es zu einer spitz zulaufenden Ausbuchtung. Diese geht auf den dachförmigen Bau des festen Endes vom Hauptstrahl zurück, der hier durchpaust. Größe der Spiculae: 0,6-3,2 mm.

Bemerkungen: Nach unseren Untersuchungen dürfte es sich hierbei um Spiculae handeln, die sich aus dem Formenkreis der kambri-schen Chancelloriiden herausentwickelt haben bzw. von diesen im höheren Kambrium abzweigen. Maßgebend für diese Ansicht ist der ähnliche Aufbau des Spiculums, wie wir ihn bei den Gattungen *Chancelloria* und *Eiffelia* finden (siehe Abb. 24; Fig. 1 stellt den Bautypus einer Chancelloriiden-Nadel nach SDZUY 1969 dar; Fig. 2 den möglichen Aufbau eines Spiculums von *Nabaviella elegans* n. gen. n. sp.). Der Vertikalstrahl von *N. elegans* ist deutlich vom Horizontalstrahl abgesetzt; er findet sich deshalb, wenn auch selten, isoliert im unlöslichen Rückstand (siehe auch Taf. 2, Fig. 6). Daß der

Vertikalstrahl sich zum Teil nach Aufbrechen der Deckschicht relativ leicht von den Horizontalstrahlen ablöst, dafür sprechen die Bilder auf Taf. 1, Fig. 5, 7; Taf. 2, Fig. 1-2, 5. Zu denken geben allerdings Baumerkmale, die die Abkunft von Chancelloriiden stark in Frage stellen. Es konnten Vertikalstrahlen gefunden werden, die im Zentrum einen schmalen Achsenkanal aufweisen. Zusammen mit der unregelmäßigen Netz- bis Maschenstruktur an der Oberfläche der Nadeln (sie entsprechen z.B. ganz der Oberflächenstruktur von *Rigbyella ruttneri* n. gen. n. sp.) scheint daher die Abkunft von hexactinelliden Poriferen nicht ausgeschlossen.

Abb. 24



Nabaviella ? *triradiata* n. gen. n. sp.

(Taf. 2, Fig. 4)

Derivatio nominis: Nach den drei Strahlen der Spiculae benannt.
Holotypus: Taf. 2, Fig. 4.

Locus typicus: Fashand westlich von Teheran.

Stratum typicum: Höhere Fragmentkalk-Sandstein-Serie.

Diagnose: Spiculae mit drei stark aufgebogenen Horizontalstrahlen und einem zentralen, sich nach oben stark verjüngenden, stumpf endenden Vertikalstrahl.

Stratigraphische Verbreitung: Bisher auf das Oberkambrium beschränkt.

Beschreibung: Das stets nur aus drei Horizontalstrahlen und einem Vertikalstrahl bestehende Spiculum fällt vor allem durch seine drei stark aufgebogenen, relativ kurzen H-Strahlen auf. Der Vertikalstrahl ragt, ähnlich wie bei *Nabaviella elegans*, etwas über den sehr kleinen Schirmbereich auf. Auch er scheint, wie bei *Nabaviella elegans*, ursprünglich vollkommen von den H-Strahlen abgesetzt; gegenüber *Nabaviella elegans* fällt eine knopfartige Erweiterung auf, d.h. das obere Ende hat einen stumpfen Abschluß.

Größe der Spiculae: 0,4-1,3 mm.

Bemerkungen: Ebenso wie bei *Nabaviella elegans* n. gen. n. sp. treten dieselben Probleme bezüglich Achsenkanalentwicklung,

isoliertem Vertikalstrahl und Oberflächenbeschaffenheit auf.

7. Zur stratigraphischen Verwertbarkeit der im Kambrium beobachteten Poriferenspiculae

Die aus den oberkambrischen Karbonatgesteinen isolierten Poriferenspiculae lassen sich den Klassen Heteractinida HINDE 1887 und Hexatinellida SCHMIDT 1872 zuordnen.

Zu den Heteractinida zählen folgende Gattungen:

Allonia DORE & REID
Archiasterella SDZUY
Chancelloria WALCOTT
Eiffelia WALCOTT

Aus dem Oberkambrium des Elburz konnten die Verfasser bis auf *Allonia* die Arten aller hier genannten Gattungen nachweisen (*Chancelloria* n. sp., *Chancelloria iranica* n. sp., *Archiasterella pentactina* SDZUY, *Eiffelia* ? cf. *hispanica* SDZUY).

Nach SDZUY (1969: 123) ist die Verbreitung der Chancelloriida WALCOTT 1920 auf das Kambrium beschränkt. RIGBY & NITECKI (1975: 329) ordnen im Gegensatz zu SDZUY die Vertreter der Familie Chancelloriidae der Ordnung Heteractinida DE LAUBENFELS 1955 zu und emendierten gleichzeitig die Familie Chancelloriidae WALCOTT 1920. Durch die Neufassung der Familie Chancelloriidae kann man nun nicht mehr von einer Beschränkung dieser Familie auf das Kambrium sprechen, da die Vertreter der Chancelloriidae nach RIGBY & NITECKI (1975: 333) bis in das Oberkarbon reichen. Man kann also nur davon sprechen, daß die Vertreter der Gattungen *Allonia*, *Archiasterella*, *Chancelloria* und *Eiffelia* auf das Kambrium beschränkt sind. Nach SDZUY 1969 sind die beiden Gattungen *Allonia* und *Archiasterella* auf das Unterkambrium beschränkt; diese Verbreitungszeit haben auch RIGBY & NITECKI in ihrem Entwicklungsschema der Heteractiniden aufgenommen. Wir konnten aber für *Archiasterella* sichernachweisen, daß diese bis in das Oberkambrium reicht (siehe Abb. 25). Bei *Allonia* ist es noch insoferne unklar, als wir keine sicheren Belege dafür haben, daß die vierstrahligen Nadeln zu dieser Gattung gehören. Auch die von SDZUY 1969 angeführte Verbreitungszeit für *Eiffelia* muß vom Mittelkambrium auf das Oberkambrium erweitert werden. Was die Gattung *Chancelloria* betrifft, so wußte man bereits, daß sie vom Unter- bis in das Oberkambrium reicht, nur blieb es bisher offen, wie weit die Gattung in das Oberkambrium hinaufreicht. Wir konnten nachweisen, daß Vertreter dieser Gattung bis in den Kambrium/Ordoviz-Grenzbereich hinaufreichen.

Es muß offen bleiben, inwieweit Formen der neu aufgestellten Gattung *Nabaviella* den Heteractinida zugeordnet werden können. Zum Teil gibt es Anzeichen dafür, daß sie sich aus den Gattungen *Chancelloria* oder *Eiffelia* herausentwickeln; trifft dies zu, so müßte man sie zu den Chancelloriidae WALCOTT emend. RIGBY et al. stellen (siehe Abb. 25).

Die Arten der Gattungen *Chancelloria*, *Archiasterella* und *Eiffelia* treten zum letzten Mal in jenem Bereich auf, den wir als Kambrium/Ordoviz-Grenzbereich ausgeschieden haben. Da die poriferen-

freundliche Fazies bis in das Ordovizium hinaufreicht (die Fragmentkalke setzen in das Ordoviz hinein kontinuierlich fort), dürfen wir zweifellos von einem Erlöschen der obengenannten Poriferen sprechen. Wir sind daher der Meinung, daß man mit den Chancellorien-Spiculae ein Instrument zur Hand hat, mit dem man die Kambrium/Ordoviz-Grenze einigermaßen gut fassen kann.

Die Spiculae der Gattung *Nabaviella* setzen im höheren Oberkambrium ein, reichen in das basale Ordoviz hinauf und werden schließlich unseres Erachtens durch den starken Fazieswechsel verdrängt, sodaß wir über ihre stratigraphische Verwertbarkeit keine Aussage treffen können.

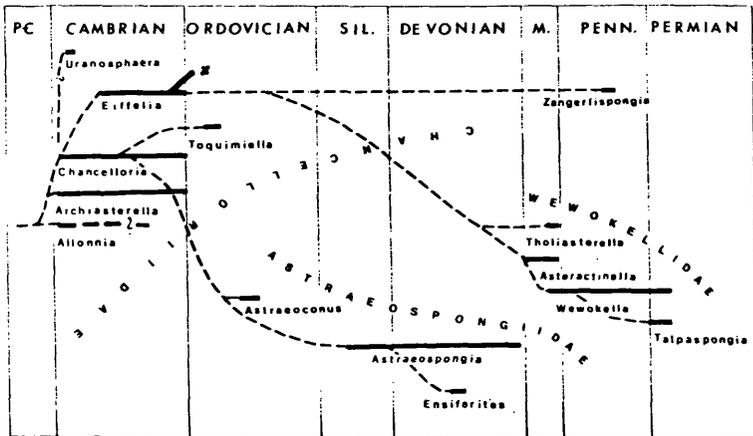


Abb. 25: Entwicklungsschema der Heteractinida nach RIGBY & NITECKI 1975. Die Verbreitungszeiten der einzelnen Gattungen wurden aufgrund unserer Untersuchungen erweitert bzw. ergänzt. Die vermutete Abkunft von *Nabaviella* n. gen. wurde mit x gekennzeichnet.

Danksagung

Zu besonderem Dank sind wir Herrn Dipl.Geol.Dr. M.H. NABAVI, Geological Survey, Teheran, für die Zurverfügungstellung eines Landrovers.

Dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich sei für die Bereitstellung von Sachmitteln gedankt.

Literaturnachweis

- FINKS, R.M. (1972): Late Paleozoic sponge faunas of Texas region, the silicious sponges. - Bull. Amer.Mus.Nat.Hist. 120, art.1, 160 Seiten, New York 1960.
- FUCHS, G. & H. MOSTLER (1972): Der erste Nachweis von Fossilien (kambrischen Alters) in der Hazira-Formation, Hazara, Pakistan. - Geol.Paläont.Mitt.Innsbruck, Bd. 2, 2, 1-12, Innsbruck.
- MOSLEH-YAZDI, A. (1975): Mikrofazies und Mikrofauna der Mila-Formation (Kambrium/Ordovizium) im Elburz (Iran). - Unveröff. Dissertation, 135 Seiten, Innsbruck.
- MÜLLER, K.J. (1973): Late Cambrian and early Ordovician Conodonts from Northern Iran. - Geol.Survey of Iran, Report Nr. 30, Teheran.
- RIGBY, J.K. (1975): Some unusual hexactinellid sponge spicules from the Cambrian Wilberns Formation of Texas. - J.Paleontol. v. 49, 412-415, Tulsa/Oklahoma 1975.
- 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 for the Heteractinida. - J. Paleontol. v. 49, 329-339, Tulsa/Oklahoma.
- SDZUY, K. (1969): Unter- und mittelkambrische Porifera (Chanceloriida und Hexactinellida). - Paläont.Z. 43, 115-147, Stuttgart.
- SIEBER, N. (1970): Zur Geologie des Gebietes südlich des Taleghan-Tales, Zentral-Elburz (Iran). - Europ.-Hochschulschr., Reihe 17, Erdwiss. 2, 126 Seiten, Zürich.
- STÖCKLIN, J.; RUTTNER, A. & M. NABAVI (1964): New data on the Lower Paleozoic and Pre-Cambrian of North Iran. - Geol.Survey of Iran, Rep. 1, 22 Seiten, Teheran.
- WOLFART, R. (1973): Das Kambrium im mittleren Südasien (Irak bis Nordindien). - Zbl.Geol.Paläont. Teil I, 5/6, 227-256, Stuttgart.
- ZURAVLEVA, I.T. & K.B. KORDE (1955): Nachodka gubki *Chancelloria WALCOTT* votloženijach nižnego kembrija sibirii. - Dokl.Akad. Nauk. SSSR, 104 (3), 474-477, Moskau.

Tafelerklärungen

TAFEL 1

(Vergrößerungen, bis auf Fig. 3, alle 150x)

- Fig. 1 *Nabaviella elegans* n. gen. n. sp., mit sehr breitem Schirm und 11 H-Strahlen. Auffallend ist die grobmaschige Netzstruktur.
- Fig. 2 *Nabaviella elegans*, mit ebenfalls 11 H-Strahlen, wobei die Unterseite absichtlich eingedrückt wurde, um den Hohlraum darunter sichtbar zu machen.
- Fig. 3 *Nabaviella elegans*, von der Seite mit stark aufgebogenen H-Strahlen; sehr deutlich kann man die seitliche Komprimierung der H-Strahlen sehen, die im Querschnitt stark langoval sind. Den zwei Graten auf der Oberseite entspricht ein Grat auf der Unterseite. Sehr gut kommt bei der Seitenansicht auch das Auftragen des V-Strahles zum Ausdruck (100x).
- Fig. 4 zeigt *Nabaviella elegans* von unten.
- Fig. 5 Siebenstrahlige *Nabaviella elegans* von oben. Es handelt sich um eine Form mit einem sehr schmalen Schirmbereich und sehr langen gebogenen H-Strahlen. Das zentrale Loch kennzeichnet den Bereich, wo der V-Strahl seine größte Dicke aufweist.
- Fig. 6 Siebenstrahliges Spiculum von unten. Der Schirmbereich ist nach Wegbrechen des V-Strahles gut sichtbar.
- Fig. 7 Das achtstrahlige Spiculum wurde so aufgenommen, daß man den Bereich der V-Strahlverdickung gut einsehen kann.
- Fig. 8 Freies Ende eines V-Strahles von *Nabaviella elegans*, das zu einem knopfartigen Bereich aufgebläht ist. Die Auflösung des verdickten Bereiches in kleine Knoten bzw. spitz endende dornenartige Gebilde wird hier sehr deutlich.

TAFEL 2

- Fig. 1-2 *Nabaviella elegans*, mit sehr kleinem Schirmbereich, aber sehr langen, seitlich stark komprimierten H-Strahlen und herausgebrochenem V-Strahl (150x).
- Fig. 3 *Nabaviella elegans*, seitlich von oben aufgenommen (100x).
- Fig. 4 *Nabaviella triradiata* n. gen. n. sp. (Holotypus), von unten aufgenommen, um vor allem den herausgebrochenen Teil des V-Strahles darzustellen (150x).
- Fig. 5 *Nabaviella elegans*, von oben: wichtig vor allem sind der sehr breite Schirmbereich und die sehr stark reduzierten H-Strahlen (200x).
- Fig. 6 zeigt einen V-Strahl (aus zwei Bruchstücken zusammengesetzt) mit seinem typischen Ober- und Unterende (200x).
- Fig. 7 stellt den Teilbereich der Oberfläche aus der Schirmregion in der Vergrößerung 1:500 dar.
- Fig. 8 Verdicktes freies Ende eines V-Strahles von *Nabaviella elegans* mit schmalen, zentralem "Innenkanal" (200x)

TAFEL 3

(Vergrößerungen, bis auf Taf. 4, alle 300x)

- Fig. 1 Stark "angeschwollene" hexactine Nadeln von *Rigbyella ruttneri* n. gen. n. sp. mit zapfenartigen Fortsätzen am Hauptstrahl.
- Fig. 2 "Angeschwollene" hexactine Nadeln mit fünfstrahliger Sternfigur am Hauptstrahl (*Rigbyella ruttneri* n. gen. n. sp.).
- Fig. 3 Stark aufgetriebene Nadel von *Rigbyella ruttneri* n. gen. n. sp. (Hauptstrahl und ein Seitenstrahl sind stark verdickt; Kugel im aufgebrochenen Seitenstrahl).
- Fig. 4 Schirmstachel von *Nabaviella elegans* n. gen. n. sp. mit mehreren "gratartigen" Bildungen an den H-Strahlen (200x).
- Fig. 5 Nadel von *Rigbyella ruttneri* n. gen. n. sp., so fotografiert, daß man gut den charakteristischen, überlangen Seitenstrahl erkennen kann.
- Fig. 6 Sehr stark "angeschwollener" Hauptstrahl mit den nur ansatzweise sichtbaren Nebenstrahlen (*Rigbyella ruttneri* n. gen. n. sp.).

TAFEL 4

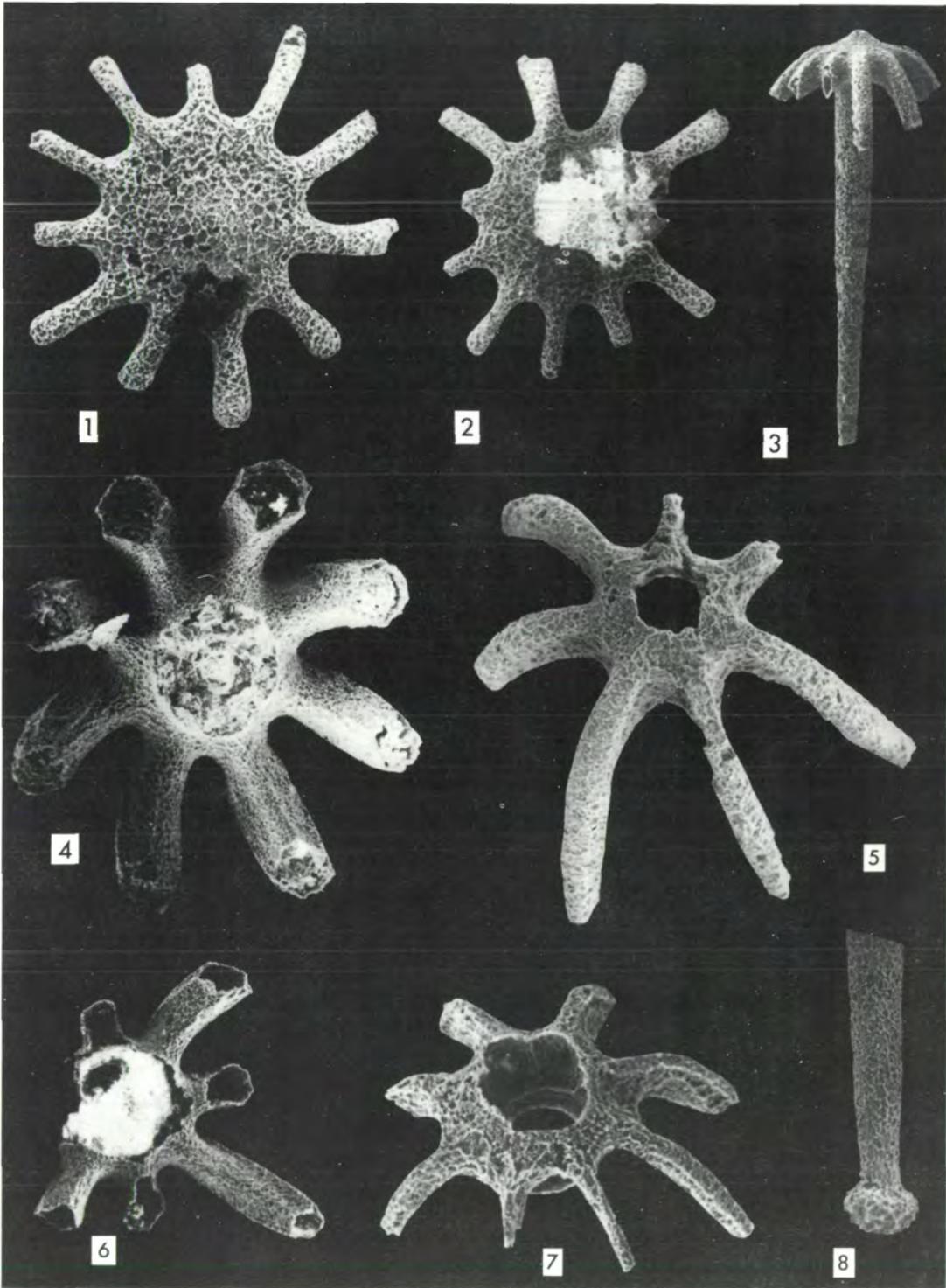
- Fig. 1-2 Querschnitte durch Chancelloriiden-Nadeln, die z.T. nahezu gesteinsbildend in den Fragmentkalken auftreten (40x).
- Fig. 3-4 In den lappig angelösten Bereichen (Fragmenten) auftretende Chancelloriiden-Nadeln (20x).
- Fig. 5 Trilobitenführender Fragmentkalk mit nur selten auftretenden Chancelloriiden (20x).
- Fig. 6 Stark klastischer Bereich in der höheren Fragmentkalk-Sandstein-Serie mit viel Quarz und Glaukonit, Brachiopodenschalen und dem aufgearbeiteten Steinkern (Glaukonit) eines Chancellorien-Strahles (30x).

TAFEL 5

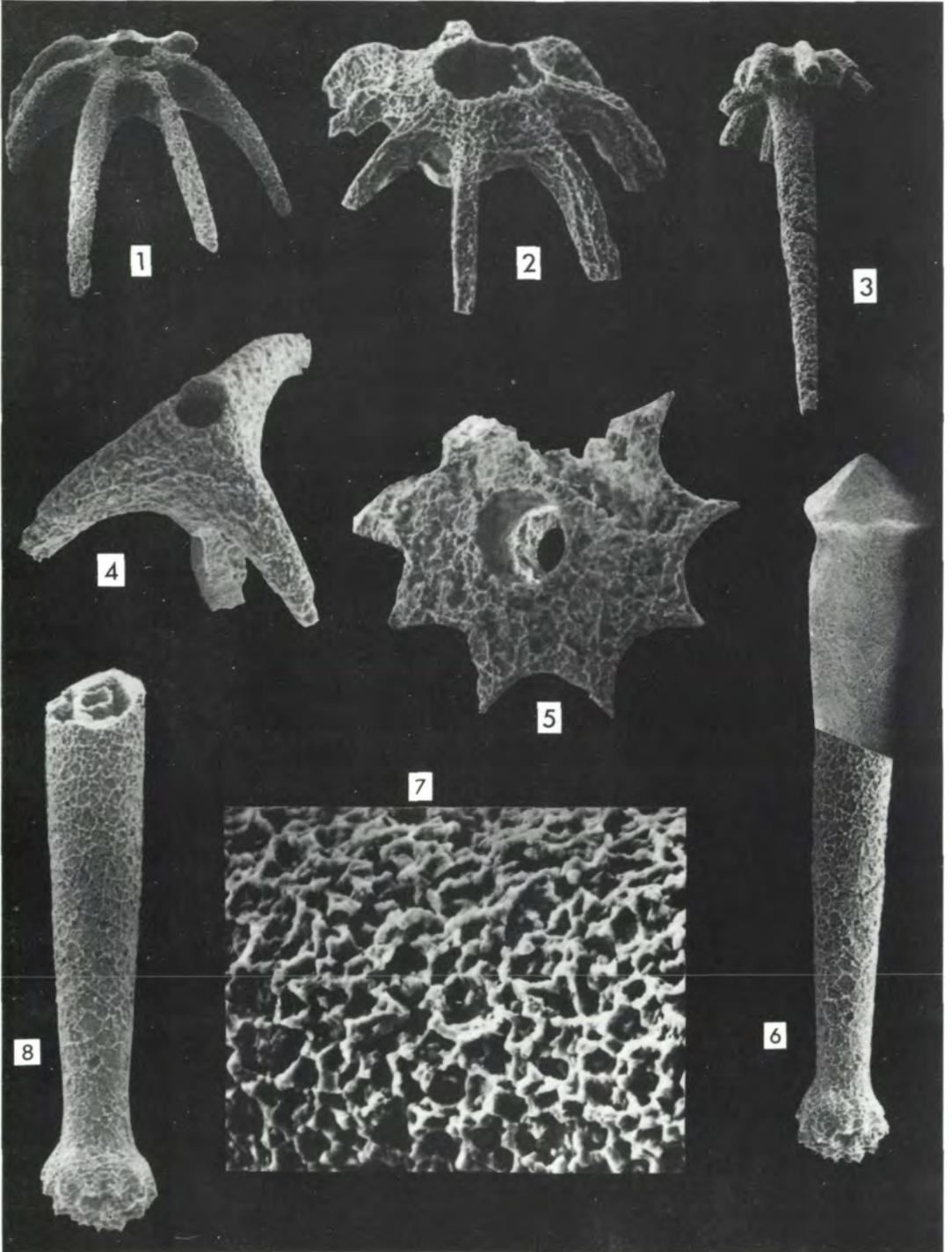
(Vergrößerungen, bis auf Fig. 2, 4, 6, alle ca. 80x)

- Fig. 1-3 Hexactine mit an einem Ende aufgespaltenem Hauptstrahl
- Fig. 4 Sternfigur zu Fig. 10 derselben Tafel gehörend
- Fig. 5 Hexactine Nadel mit schwach aufgeblähtem Seitenstrahl; im Schnittpunkt aller Strahlen (ein Seitenstrahl wurde entfernt) wird eine Kugel sichtbar gemacht.
- Fig. 6 Sternfigur eines stark angeschwollenen Hexactins; zu Fig. 11 derselben Tafel gehörend.
- Fig. 7-18 Variationsbreite der stark angeschwollenen Hexactine von *Rigbyella ruttneri* n. gen. n. sp.
- Fig. 19 stellt ein aufgebrochenes Hexactin dar, in welchem ein schmaler Achsenkanal zu erkennen ist. Zwischen dem Achsenkanal und der Außenschichte des Spiculums ist ein weiter Hohlraum entwickelt, der z.T. mit kugelartigen Gebilden ausgefüllt sein kann.

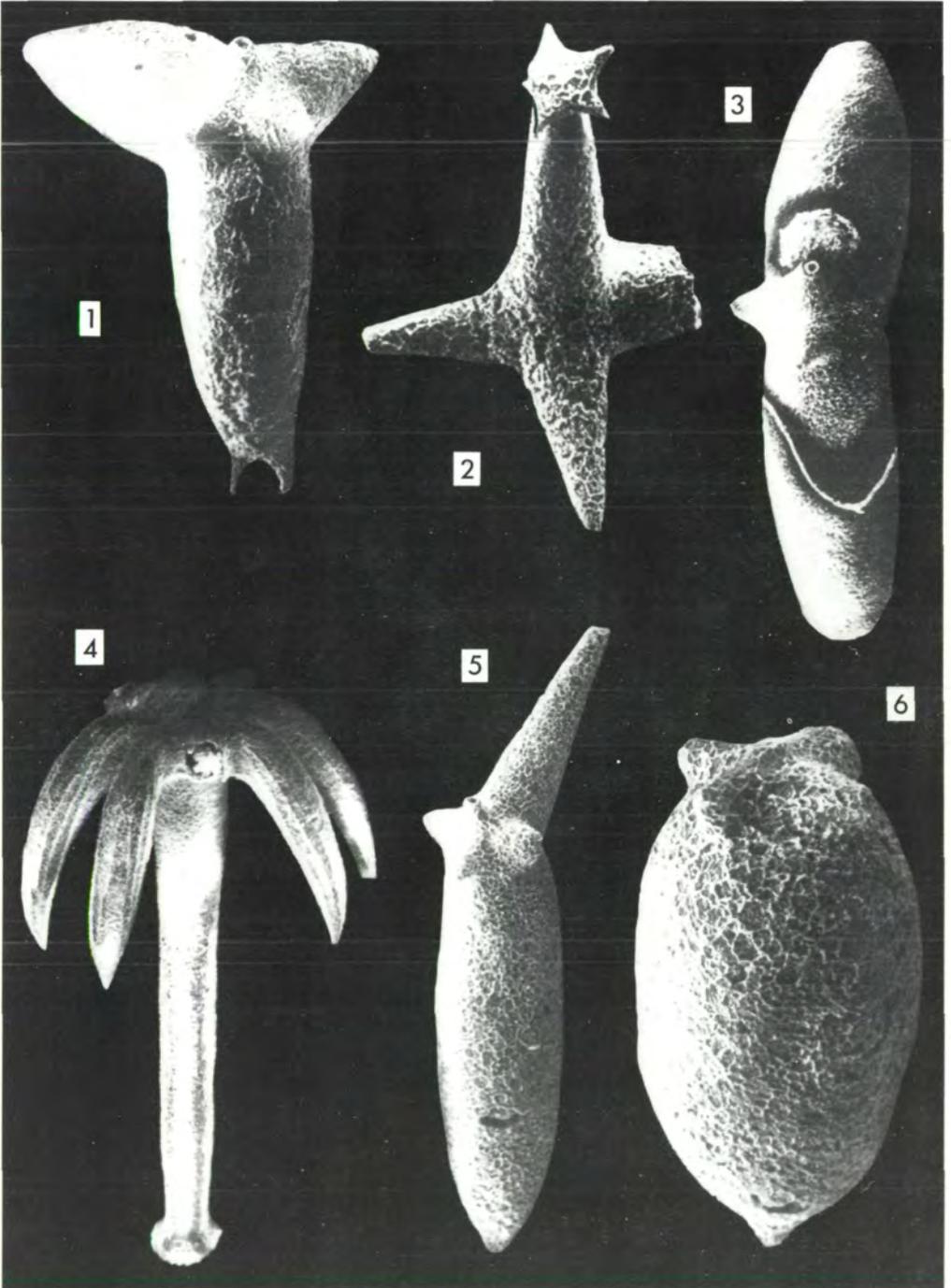
Tafel I



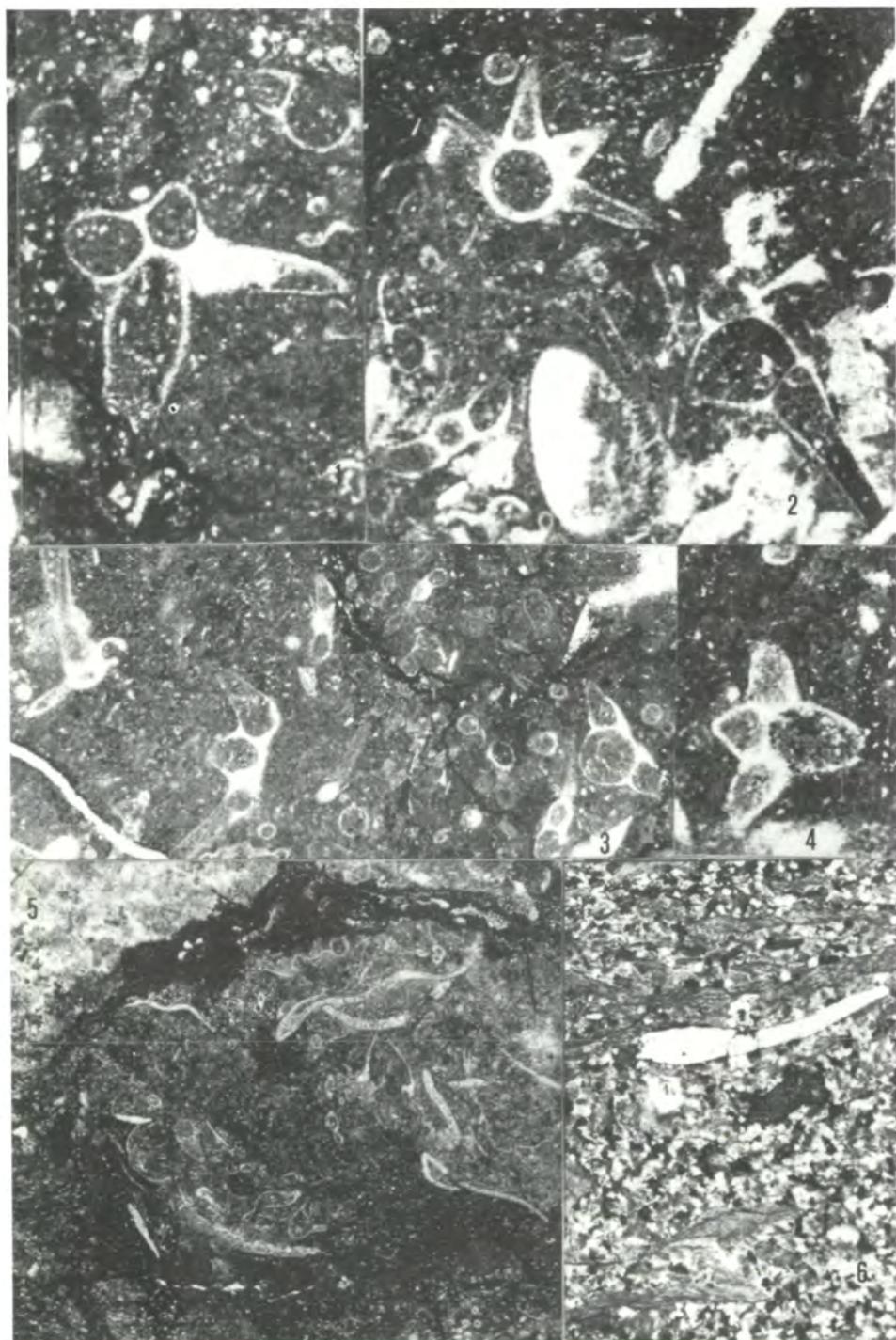
Tafel II



Tafel III



Tafel IV



Tafel V

