

## ZUR STRATIGRAPHIE DES OBEREN HAUPTDOLOMITS (NOR) DER LIENZER DOLOMITEN (OSTTIROL, ÖSTERREICH)

Joachim Blau & Thomas Schmidt, Gießen

Mit 4 Abbildungen und 6 Tafeln

**Zusammenfassung:** Diese Arbeit ist ein Beitrag zur Stratigraphie der Obertrias (Hauptdolomit) in den nördlichen Lienzer Dolomiten. Eine bituminöse Dolomit-Kalk-Mergel-Wechselfolge (bekanntester Aufschluß Zellinscharte) wurde bisher vorwiegend als Raibleroder Kössener Schichten interpretiert. Unsere Kartierung jedoch zeigt zunächst einmal, daß die Schichtfolge konkordant in den oberen Hauptdolomit eingeschaltet ist. In der Serie finden sich unter anderem Algenlaminite, die sich seitlich mit einem massigen, ungeschichteten Dolomit (buildup) verzahnen. Die lithologischen Befunde machen die Serie weder mit den Kössener noch mit den Raibler Schichten der Lienzer Dolomiten vergleichbar. Foraminiferenfunde deuten auf norisches oder rhätisches Alter des Komplexes. Die Schichtfolge ist damit als ein Äquivalent zu den Seefelder Schichten der Nördlichen Kalkalpen zu sehen. Durch diesen Befund vereinfacht sich das N/S-Profil durch die Lienzer Dolomiten (Meridian Lienz) wesentlich: Von der Rosenkofel(Lienzer)-Antiklinale liegt eine konkordante Schichtenfolge vom Wettersteindolomit bis in die Amlacher -Wiesen- Schichten vor. Für die "Stadel-Synklinale" und die "Laserz-Antiklinale" gibt es keine Hinweise. Die Mächtigkeit des Hauptdolomits beträgt damit ca. 3000 m. Dies ist innerhalb des Ostalpins die größte bekannte Mächtigkeit.

**Abstract:** This paper presents new stratigraphic data on the Triassic sequence of the Lienzer Dolomiten. An alternation of bituminous dolomites, limestones and marls (best exposed at Zellinscharte) has been mostly regarded to the Raibler or Kössener Schichten. Mapping reveals however that the sequence is intercalated in the Upper Hauptdolomit. The sequence contains algal laminites, which pass laterally into a massive dolomitic buildup. Productive samples have yielded foraminifers indicative of Norian or Rhaetian age, which rules out an affiliation to the Raibler Schichten (Carnian). The lithology is comparable with the Seefelder Schichten of the Nördliche Kalkalpen, rather than with the Kössener Schichten or Raibler Schichten. The newly proposed arguments for the Seefelder Schichten involve a significant simplification of the tectonic structure: a cross-section through the Lienzer Dolomiten, at Lienz, now shows a continuous sequence from the Wetterstein Dolomit in the core of the "Lienz (Rosenkofel)-Anticline" to the Amlacher-Wiesen-Schichten including a Hauptdolomit sequence of about 3000 m thickness. Therefore the further use of the terms "Stadel-Syncline" and "Laserz-Anticline" should be discontinued.

### 1. Einleitung

Im hangenden Bereich des Hauptdolomits tritt eine Folge dunkler Mergel wechsellagernd mit plattigen Kalken und Dolomiten sowie dickgebankten Dolomiten auf. Sie steht beispielsweise in dem Bereich, wo Frauenbach und Tiefenbach aus dem Gebirge heraus ins Drautal münden (vgl. Abb. 1), an. Von diesem Aufschluß streicht das Vorkommen südlich des Unteren Lavanter Kolbens vorbei und bildet dort durch die wasserstauenden Mergelsumpfiges Gelände. Von dieser Lokalität aus läßt sich der Zug S' vom Lavanter Altalpl durch den Auerlinggraben (vgl. Taf. 4, Fig. 5) über die Zellinscharte bis in die sumpfigen Wiesen unterhalb der Insteinhütte verfolgen (vgl. Abb. 1).

Dieser Schichtkomplex wurde in der Vergangenheit sehr unterschiedlich gedeutet, mit nicht unerheblicher Konsequenz für das tektonische Querprofil der zentralen Lienzer Dolomiten und die Mächtigkeit des Hauptdolomits.

### 2. Erforschungsgeschichte

GEYER (1903: 177) hält die südlich des Lavanter Altalpls anstehenden dunklen Mergel für Kössener Schichten (l.c.: 178: "...isolierte Vorkommen..." (von Kössener Schichten) "...nächst dem Lavanter Alpl (nördlich unter der Keilspitze)"). CORNELIUS-FURLANI (1953: 290) hält die dunklen Schiefer "unter der Laserzwand" für Raibler Schichten, in denen zwei Dolomitlinsen steckten.

Van BEMMELEN & MEULENKAMP (1969: 224) sind die ersten, die einen Unterschied zwischen dem Bereich der zentralen Lienzer Dolomiten aufgeschlossenen "eigentlichen drei Carditabänder(n)" und ihren Zwischenmitteln und dem "beim Innstein und im Frauenbach" anstehenden "zweiten Typ der Jauken D" (Jauken D sensu van BEMMELEN & MEULENKAMP = Cardita- oder Raibler Schichten) sehen.

KRAUS (1969: 95), der die Raibler Schichten des Drauzugs detailliert aufnahm, sah, daß zwischen unserem

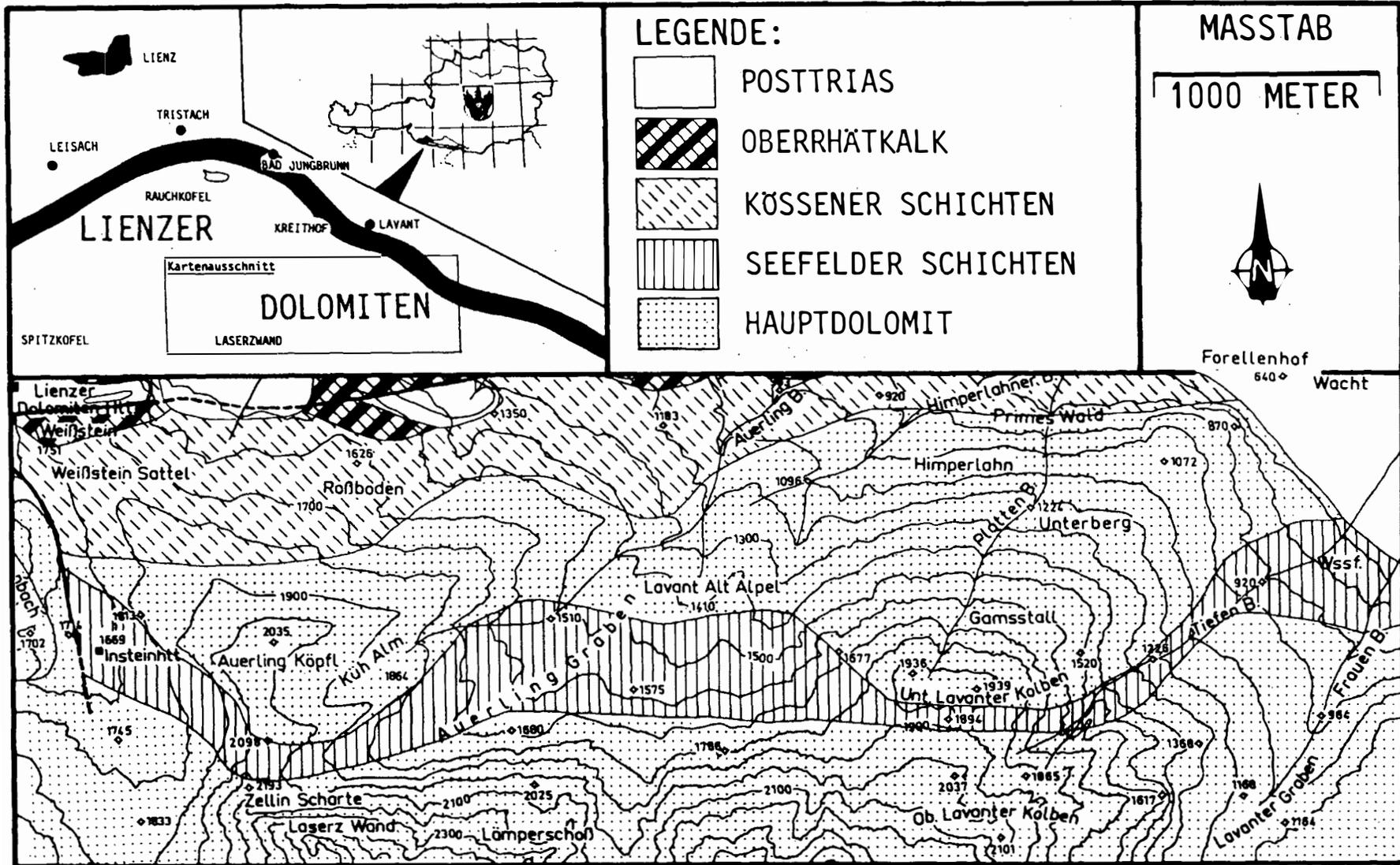


Abb. 1:

Geologische Karte des Südflügels der Amlacher- Wiesen- Mulde. Kartengrundlage: Kartierung 1:10000 der Amlacher-Wiesen-Mulde von J. BLAU & T. SCHMIDT, unveröffentlichtes Manuskript, Gießen 1985.

Vorkommen und den Raibler Schichten keine Gemeinsamkeiten bestehen und zog darauf den Komplex zu den Kössener Schichten.

HOFFERT (1975: 37) schließlich beschrieb das Vorkommen von der Zellinscharte als Seefelder Schichten. Er konnte einen Skelettrest bergen, der von KREBS als einem Reptil aus der Ordnung Ichthyosauria, Familie Mixosauridae - aus der oberen Trias - zugehörend, bestimmt wurde. Wir schließen uns der Meinung von HOFFERT an.

### 3. Schichtbeschreibung

Am besten aufgeschlossen finden sich die angesprochenen Schichten in der Zellinscharte (Abb. 2). In anderen Lokalitäten ist die Schichtenfolge nicht durchgehend aufgeschlossen und zeigt auch eine andere lithofazielle Ausbildung.

#### 3.1 Profil Zellinscharte

Ein nahezu vollständiges Profil ist in der Zellinscharte aufgeschlossen. Das Profil soll im folgenden tabellarisch beschrieben werden, Abb. 3 zeigt das entsprechende Säulenprofil.

Hangend:	Oberster Hauptdolomit, massig, dickgebant, Mikrofauna: <i>Agathammina austroalpina</i> , <i>Aulotortus friedli</i> ; <i>Agathammina austroalpina</i> tritt in hoher Individuendichte auf.
5 m	Dolomitmergel, schwarz, blättrig, glänzend
30 m	dickgebantter, massiger Dolomit
5 m	dunkle Dolomitmergel
15 m	dünnplattige Dolomite, an der Basis mit Fossilgrus
10 m	schwarze, tonige Dolomitmergel
20 m	dünnplattige, laminierte Dolomite
13 m	feinzerfallende, schwarzbraune Kalkmergel
7 m	plattige Kalkmergel, Mikrofauna: <i>Agathammina austroalpina</i>
7 m	plattige bis bankige Kalke mit Erosionsrinnen (Taf. 5, Fig. 1) und Tempestitlagen, Hornsteinlinsen
10 m	dünnplattige Kalkmergel, mit zahlreichen Fossilresten, hauptsächlich Bivalven
20 m	grobgebantter Dolomit
10 m	plattige Kalke, untergeordnet Mergelzwischenlagen, etwa im mittleren Bereich Molluskenreste. Mikrofauna: <i>Aulotortus tumidus</i> , <i>Aulotortus friedli</i> , <i>Aulotortus sinuosus</i> , <i>Aulotortus pokorny</i> , <i>Agathammina austroalpina</i>
5 m	Aufschlußlücke, aufgrund der Morphologie wahrscheinlich Mergel
Liegend:	massiger dickgebantter Hauptdolomit der Laserzwand

Das Profil hat damit eine Gesamtmächtigkeit von ca. 170 m. Beim Anschlag der Gesteine macht sich der Bitumengehalt durch einen intensiven Geruch bemerkbar.

Die Mikrofazies weist zumindest die kalkigen Partien der Schichtfolge als subtidale Bildung aus. Bei den Kalken handelt es sich um oft durchwühlte Biomikrite, reich an Muschelschalen und Gastropoden. Crinoidenbruchstücke, Reste von Dasycladaceen und Foraminiferen treten untergeordnet auf. Ferner finden sich Pellets und Ooide.

Die Dolomite sind durchwegs stark rekristallisiert. Dennoch lassen sich in mehreren Schriffen ursprüngliche textuelle Merkmale wie z.B. gradierte Lagen erkennen. Diese werden als Tempestite interpretiert; sie sind reich an Muschelschalen und Intraklasten.

Bitumen findet sich entweder angereichert auf Klüften (Taf. 6, Fig. 6) oder im Intergranularraum (Taf. 6, Fig. 8). Auch auf Drucklösungsflächen kann Bitumen angereichert sein (Taf. 6, Fig. 7).

Bei Mikriten ist es im Mikroskop meist nicht auszumachen und vermutlich im Sediment fein verteilt.

Die Serie im Hangenden wurde von HOFFERT (1975: 37) als Plattenkalk angesprochen. Es handelt sich jedoch eindeutig um Hauptdolomitfazies mit typischen dickgebantten Dolomiten, wie sie beispielsweise am Weg Dolomitenhütte/Karlsbader Hütte anstehen. Plattige Kalke mit zwischengeschalteten Mergeln finden sich hier nicht. Eine solche Plattenkalkfazies tritt nur in den südlichen Lienzer Dolomiten auf, beispielsweise im Bereich des Lumkofel.

#### 3.2 Algenlaminit- und Buildup-Fazies

Die oben beschriebenen Schichten streichen von der Zellinscharte durch den Auerlinggraben südlich am Lavanter Altalpl vorbei. Die Serie liegt hier meist unter dem Schutt der Laserzwand verborgen, doch sind durch Forstwege zumindest hangende Bereiche angeschnitten. So an dem Forstweg, der vom Abzweig zum Lavanter Altalpl in südlicher Richtung führt. Etwa beim Punkt 1575 stehen hier schwarze Dolomitmergel und dünnplattige, bituminöse Dolomite an. Schließlich stößt man auf einen sich morphologisch über die Schichtflächen erhebenden, ungeschichteten, massigen Dolomitkörper (Taf. 4, Fig. 3). Im Streichen läßt er sich ca. 10 m, quer zum Streichen ca. 30 m verfolgen. Unmittelbar am Weg verzahnt sich der massige Dolomit mit laminierten, bituminösen Dolomiten (Taf. 4, Fig. 3, Taf. 6, Fig. 1, 2, 9). Dabei nimmt die Bankmächtigkeit im Übergangsbereich zum massigen Dolomit hin kontinuierlich zu. Der Übergangsbereich beträgt ca. 50 cm bis 1 m. Die Schichtflächen der Laminite sind teilweise wellig ausgebildet, was wohl auf syndementäre Rutschfaltung

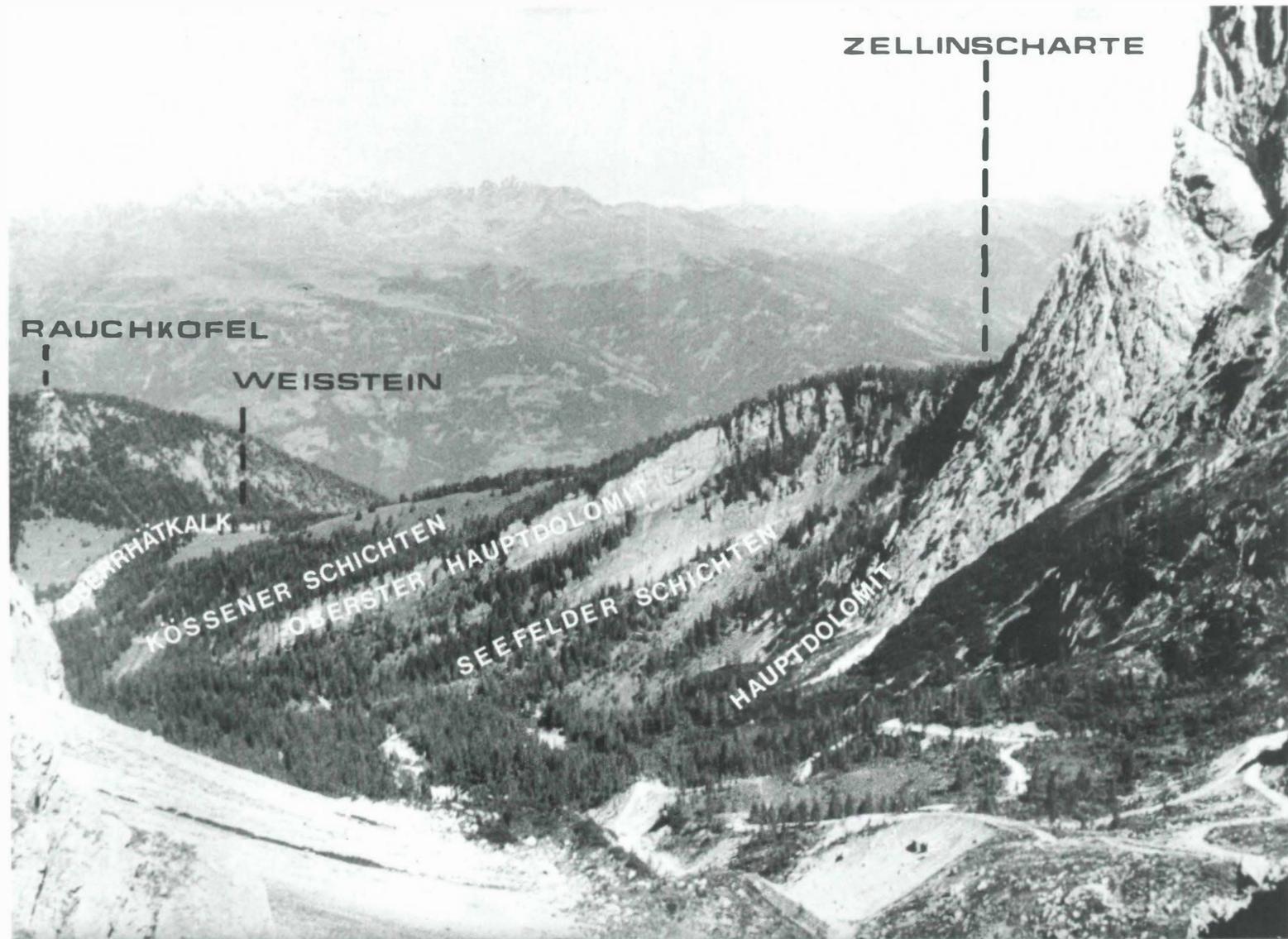


Abb. 2:

Blick von Süden (Weg zur Karlsbader Hütte) in die Amlacher-Wiesen-Mulde. Der Anschnitt entspricht etwa einem N/S-Profil, es zeigt sich die Konkordanz der Schichtenfolge.

zurückzuführen ist (Taf.4, Fig.4). Im Dünnschliff geben sich die dünnplattigen Dolomite als Algenlaminite (PLF-LLH) zu erkennen; Fenstergefüge sind häufig (LF-A). Die Fauna beschränkt sich auf selten auftretende Foraminiferen. Schrumpfungsrisse konnten nicht beobachtet werden.

In einem Horizont fanden sich Tempestitlagen, reich an Muschelschalen, Gastropoden, Crinoiden, Ooiden, Pellets und Intraklasten. Obwohl Algenlaminite mit Fenstergefügen meist als intra- bis supratidale Bildungen angesehen werden (FISCHER, 1964; MÜLLER-JUNGBLUTH, 1968, 1970; CZURDA & NICKLAS, 1970; FRUTH & SCHERREIKS, 1982, 1984) deuten wir sie in diesem Fall als Ablagerungen des flachen Subtidals, da eindeutige Austrocknungserscheinungen wie Trockenrisse oder Teepee-Strukturen fehlen. Fenstergefüge können auch durch Gasbildung infolge Zersetzung organischer Substanz im flachen Subtidal entstehen (FÖRSTNER et al., 1968: 58).

Einen weiteren Hinweis auf den subtidalen Ursprung der Algenlaminifazies liefert der Verzahnungsbe- reich mit dem massigen Dolomitkörper. Hier finden sich einzelne z.T. gradierte Schüttungen, die mit Sicherheit von dem massigen Dolomitkörper stammen. Eine Anlieferung der Komponenten aus weiter entfernten Ablagerungsräumen durch einzelne hochenergetische Ereignisse kann ausgeschlossen werden. In diesem Falle müßten sich die verschiedenen Schüttungen in der Algenlaminifazies, die in zwei Profilvereihen durchgehend beprobt wurde, wiederfinden. In den angesprochenen Schüttungen finden sich (Taf. 6, Fig. 3) Peloide, Intraklasten, Aggregatkörner sowie Crinoidenbruchstücke (innerhalb von Intraklasten und als Einzelkomponenten). Auch vereinzelte Ooide kommen vor. Da Crinoiden als sichere subtidale Anzeiger gelten, müssen sowohl der massige Dolomit als auch die Algenlaminite als ebensolche Bildungen interpretiert werden.

In dem massigen Dolomitkörper selbst lassen sich sowohl makroskopisch als auch im Dünnschliff keinerlei Gerüstbildner erkennen. Das Gestein ist stark rekristallisiert und enthält mikritische Intraklasten. Die Intraklasten sind meist fossilleer; teilweise enthalten sie Crinoidenbruchstücke.

Aufgrund seiner Morphologie, der massigen Gesteinsausbildung und der Verzahnung mit einer anderen Fazies muß der angesprochene Gesteinskörper als buildup (sensu HECKEL, 1974, zit. nach FLÜGEL, 1985) bezeichnet werden. Das Fehlen von Gerüstbildnern und die oft gefundenen Mikrite lassen die Bezeichnung mud mound gerechtfertigt erscheinen. Die Bildung dieser Hügelstruktur wäre in ruhigem Milieu unter Beteiligung von Crinoiden und Algen, die als Sedimentfänger dienten, vorstellbar.

### 3.3 Slumping-Strukturen

Bei den Aufschlüssen am Tiefenbach findet sich ein Horizont, der durch slumps gekennzeichnet ist. Der bis ca. 1 m mächtige Horizont aus feinlaminierten, bituminösen Dololaminiten wird von Dolomitmergeln unterlagert und läßt sich im Gelände ca. 500m nach Westen verfolgen, bis er im Schutt verschwindet. Die einzelnen Slumping-Körper sind quer zur Längsachse angeschnitten und erscheinen als kugelige, "zwiebelschalige" Knollen (Taf. 4, Fig. 1, 2). Überlagert wird der Slumping-Horizont von ca. 50 cm Dolomitmergel, darüber folgen dickgebankte Dolomite ohne erkennbare Mikrostrukturen.

CZURDA (1972: 240) fand im Profil Silbergraben der Gailtaler Alpen innerhalb von Seefelder Schichten ebenfalls Algenlaminite. Er deutet die Seefelder Schichten des Drauzugs als Flachwasserfazies (im Gegensatz zur Kolkfazies z. B. der Berchtesgadener Alpen). Diese Interpretation deckt sich gut mit unseren Beobachtungen im Profil der Zellinscharte, wo Erosionsrinnen auftreten (Taf. 5, Fig. 1). Die häufig vorkommenden Algenlaminite sprechen ebenfalls für diese Deutung.

### 3.4 Dünnbankige Dolomite N' der Anettwände

Ein weiteres, stratigraphisch unter den Seefelder Schichten liegendes und von diesen durch großgebankten Hauptdolomit getrenntes Niveau dünngebankter Dolomite ist nördlich der Anettwände in den Hauptdolomit eingeschaltet. Es handelt sich um relativ gleichmäßig gebankte, bituminöse Laminite (Taf. 5, Fig. 2, 3). Zum Teil finden sich in den Bänken Hornsteinlinsen. Mikrofossilien konnten in diesem Niveau nicht gefunden werden. Innerhalb der Serie treten ebenfalls synd sedimentäre Rutschfalten auf (Taf. 5, Fig. 4). Vermutlich bewog dieses Vorkommen van BEMMELN & MEULENKAMP (1965) den Bereich N' des Zuges Laserzgruppe - Hochstadel - Anettwände als Jauken C (= Teil des Wettersteindolomits) zu kartieren. Schlager (1963) kartierte im fraglichen Bereich Hauptdolomit. Für das Niveau gilt nach unseren Beobachtungen das gleiche wie für die Seefelder Schichten: Es ist konkordant in den Hauptdolomit eingeschaltet (vgl. Taf. 5, Fig. 2). Es finden sich keinerlei Hinweise auf eine mögliche Einschuppung der Serie in den Hauptdolomit.

## 4. Mikrofauna und -flora

### 4.1 Material

Ein Großteil der Fauna stammt aus dem Profil von der Zellinscharte, die Nummern der jeweiligen Proben finden sich auf den Tafelerläuterungen und sind mit denen des Säulenprofils (Abb. 3) identisch. Naturgemäß fanden sich die besterhaltenen Formen in den karbonatischen Partien des Profils. Diese Partien zeigten auch die größte Faunen- diversität. Einige wenige Formen lieferten die mit dem Riff

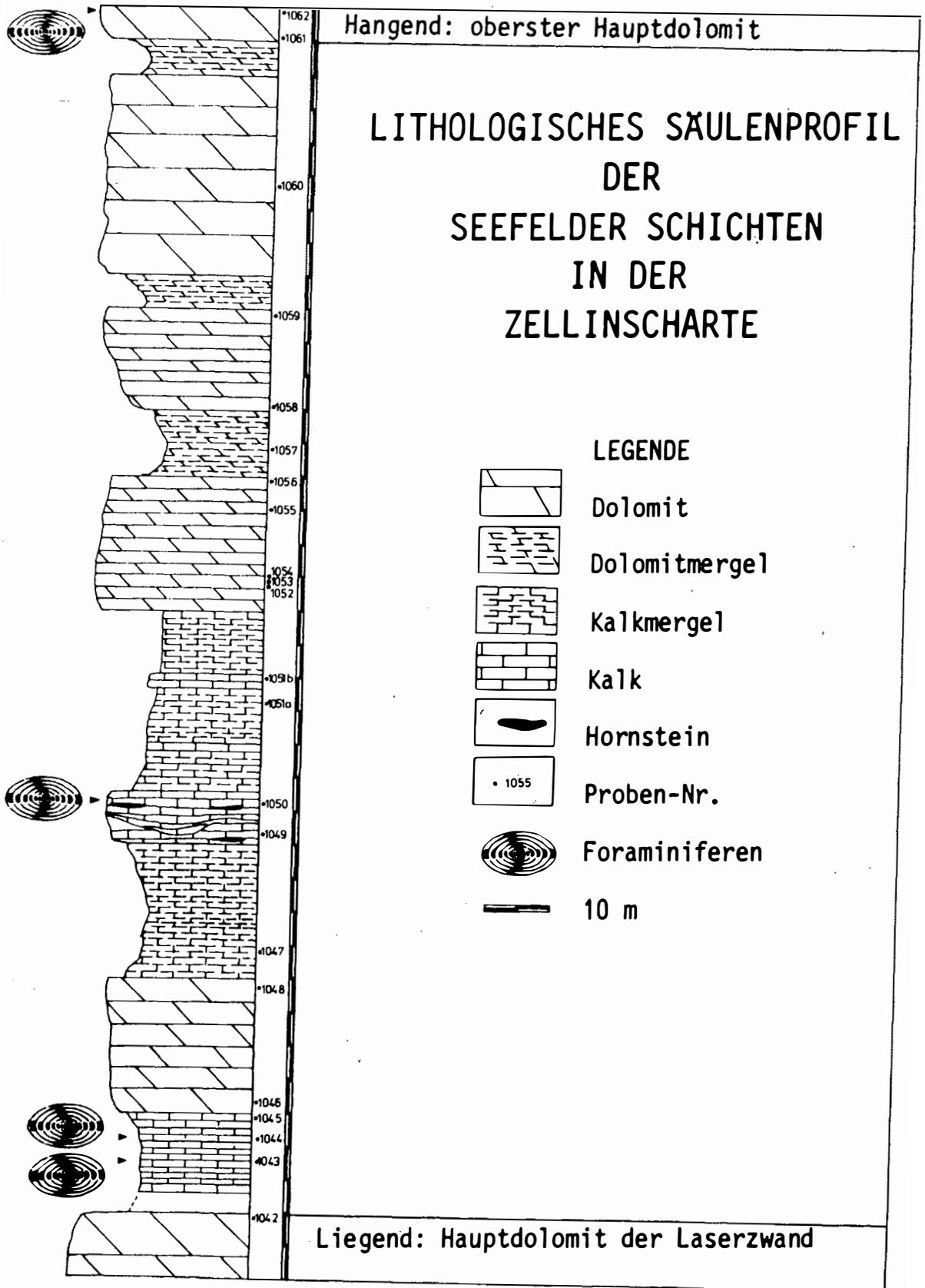


Abb. 3:

Lithologisches Säulenprofil der Seefelder Schichten in der Zellinscharte

beim Lavanter Alpl verzahnten Algenlaminiten. Bei diesen Formen handelt es sich um *Agathammina austroalpina* KRISTAN-TOLLMANN & TOLLMANN, *Meandrospira* (?) *deformata* SALAJ, *Meandrospira pusilla* (HO) und *Tetrataxis* (?) *nana* KRISTAN-TOLLMANN. Die Proben der Aufschlüsse vom Frauenbach waren fossilifer. Das Schlämmen einer Reihe von Mergelproben von allen zuvor genannten Lokalitäten blieb erfolglos. Weiteres Fossilmaterial, welches zum Vergleich beigelegt ist, stammt aus einem Fallstück aus dem Kerschbaumer Tal, das sich aufgrund seiner Lithologie eindeutig dem Hauptdolomit zuordnen ließ, Diese Probe hat die Nummer 988. Die Exemplare von der Zellinscherte sind "rekristallisiert", zeigen zum Teil aber als Reliktstrukturen Reste der ehemaligen Lamellen (Taf. 1, Fig. 12, 13; Taf. 2, Fig. 1). An diagenetischen Gehäuseveränderungen kommt damit Inversion (sensu PILLER, 1978) in Betracht. Mikritsäume finden sich bei den Individuen aus den Seefelder Schichten nur in sehr untergeordnetem Maß, was vielleicht auf eine schnelle Einbettung zurückzuführen ist. Durch diese relativ gute Erhaltung konnten die Involutinen als solche sicher angesprochen und von aus der Literatur bekannten homöomorphen Glomospirellen (die sich allerdings in unserem Material nicht fanden) unterschieden werden.

#### 4.2 Systematischer Teil

Foraminifera EICHWALD, 1830

Fusulinina WEDEKIND, 1937

Moravamminidae POKORNY, 1951

Earlandiinae CUMMINGS, 1955

*Earlandia* PLUMMER, 1930

*Earlandia tintinniformis* (MISIK, 1971)

(Taf. 3, Fig. 11)

- \* 1971 *Aeolisaccus tintinniformis* n.sp.- MISIK, S. 169, Taf. 1, Fig. 1-6, Fig. 1.
- 1976 *Earlandia tintinniformis* (MISIK, 1971).- ZANINETTI, S. 120 (Taf. 3, Fig. 20). (Mit ausführlicher Synonymieliste).
- 1983 *Earlandia tintinniformis* (MISIK, 1971).- SALAJ, BORZA & SAMUEL, S. 81, Taf. 7, Fig. 3-4.

Bemerkungen : Es liegt ein Exemplar aus der Algenlaminitfazies vom "Riff" südlich des Lavanter Alpls vor. Die Maße (Gehäuselänge: 300 Mikron, Breite an der Öffnung: 170 Mikron, decken sich gut mit den Angaben bei SALAJ, BORZA & SAMUEL, 1983: 81). Mit dem Fund in den Seefelder Schichten ist die Verbreitung der Art bis ins Nor nachgewiesen, wie dies ZANINETTI (1976: 120) bereits vermutet hatte.

? Endothyrea BRADY, 1884

? Tetrataxidae GALLOWAY, 1933

? *Tetrataxis* EHRENBERG, 1854

*Tetrataxis* (?) *nana* KRISTAN-TOLLMANN, 1964

(Taf. 3, Fig. 12)

- \* 1964 *Tetrataxis nanus* n.sp.- KRISTAN-TOLLMANN, S. 45, Taf. 7, Fig. 8-9.
- 1976 "*Tetrataxis*" *nana* KRISTAN-TOLLMANN, 1964.- ZANINETTI, S. 125, Taf. 22, Fig. 24-25, Taf. 23, Fig. 10-11.
- 1983 *Tetrataxis nana* KRISTAN-TOLLMANN, 1964.- SALAJ, BORZA, & SAMUEL, S. 88, Taf. 36, Fig. 6-12, Taf. 37, Fig. 4, Taf. 138, Fig. 1-2, Taf. 139, Fig. 1-2
- ? 1983 *Tetrataxis* aff. *nana* KRISTAN-TOLLMANN, 1964.- SALAJ, BORZA & SAMUEL, Taf. 140, Fig. 1-9.

Bemerkungen: Die systematische Stellung der Form ist unsicher, die Tetrataxidae haben eine zweischichtige Wand; dies ist weder bei den Schliffbildern in KRISTAN-TOLLMANN (1964) noch bei den in SALAJ, BORZA, & SAMUEL (1983) abgebildeten Exemplaren zu erkennen. Bei unserem Exemplar ist die ursprüngliche Wandstruktur ebenfalls nicht erhalten. Unser Exemplar korrespondiert aber sehr gut mit den in SALAJ, BORZA, & SAMUEL (1983) auf Taf. 129, Fig. 2 und Taf. 36, Fig. 12, abgebildeten Exemplaren.

Maße: Die Höhe unseres Exemplars ist ca. 300 Mikron.

Miliolina DELAGE & HEROUARD, 1896 emend. BRÖNNIMANN & ZANINETTI, 1971

Miliolacea EHRENBERG, 1839, emend. BRÖNNIMANN & ZANINETTI, 1971

Fischeriinae MILLET, 1898

Cyclogyrinae LOEBLICH & TAPPAN, 1961

*Agathammina* NEUMAYR, 1887

*Agathammina austroalpina* KRISTAN-TOLLMANN & TOLLMANN, 1964

(Taf. 2, Fig. 12-23, Taf. 3, Fig. 1-6)

- \* 1964 *Agathammina austroalpina* n.sp.- KRISTAN-TOLLMANN & TOLLMANN, Taf. 2, Fig. 6-13, Taf. 5, Fig. 8-9.
- 1976 *Agathammina austroalpina* KRISTAN-TOLLMANN & TOLLMANN, 1964.- ZANINETTI, S. 131, Taf. 5, Fig. 1-2, Taf. 7, Fig. 3-13. (Mit ausführlicher Synonymieliste).
- 1983 *Agathammina austroalpina* KRISTAN-TOLLMANN & TOLLMANN, 1964.- SALAJ, BORZA, & SALAJ, S. 96, Taf. 7, Fig. 6-11, Taf. 49, Fig. 1-16, Taf. 50, Fig. 1-6, Taf. 123, Fig. 4e.

Bemerkungen: Nach ZANINETTI (1976: 132) kommt *Agathammina austroalpina* normalerweise nicht zusammen mit Involutinen vor, in unseren Proben findet sie sich im Profil Zellinschicht sowohl zusammen mit Involutinen (Probe Nr. 1043b, 1044) als auch in wesentlich höherer Individuendichte allein (Probennr. 1062). Darüber hinaus ist *Agathammina austroalpina* die einzige Foraminifere, die in größerer Anzahl in der Algenlaminitfazies auftritt. Material: Mehr als 50 Exemplare.

Maße: Die beobachteten Individuen zeigen keine große Variabilität in ihren Maßen. In der langen Achse des Gehäuses gemessen, liegen sie zwischen 150 bis 250 µm, bei quer zur Gehäuseachse geschnittenen Exemplaren zwischen 100 bis 150 µm.

*Meandrospira* LOEBLICH & TAPPAN, 1946

*Meandrospira pusilla* (HO, 1959) (Taf. 3, Fig. 8, 9, ?)

- 1976 *Meandrospira pusilla* (HO, 1959).- ZANINETTI, S. 135, Taf. 1, Fig. 5-11. (Mit ausführlicher Synonymieliste).
- 1983 *Meandrospira pusilla* (HO, 1959) emend.- SALAJ, BORZA, & SAMUEL, S. 101, Taf. 55, Fig. 1-18, 19a.

Bemerkungen: Die auf Tafel 3, Fig. 8 und 9 abgebildeten Exemplare korrespondieren sehr gut mit denen von HO (1959). Das in der vorliegenden Arbeit auf Taf. 3, Fig. 7 abgebildete Exemplar wird nur mit ? zu der Art gestellt.

Nach SALAJ, BORZA, & SAMUEL (1983: 101) ist die Art ein Anzeiger für küstennahe detritogene Fazies. Unsere Exemplare stammen aus der Algenlaminitfazies nahe dem "Riff" südlich des Lavanter Alpls. Sie treten zusammen mit *Agathammina austroalpina* KRISTAN-TOLLMANN & TOLLMANN, 1964, auf.

Material: 2 (? 3) Exemplare.

Maße: Der Durchmesser der Gehäuse liegt bei ca. 150 µm.

*Meandrospira* (?) *deformata* SALAJ, 1967

(Taf. 3, Fig. 10)

- \* 1967 *Meandrospira deformata* SALAJ n.sp.- SALAJ, BIELY & BYSTRICKY, S. 122, Taf. 2, Fig. 3a-d.
- 1975 *Meandrospira* (?) *deformata* SALAJ, 1967.- GAZDZICKI, TRAMMER & ZAWIDZKA, S. 290, Taf. 7, Fig. 9-16.
- 1976 "*Meandrospira*" *deformata* SALAJ (in SALAJ, BIELY & BYSTRICKY, 1967).- ZANINETTI, S. 138, Taf. 1, Fig. 20-22.
- 1983 *Meandrospira deformata* SALAJ (in SALAJ, BIELY & BYSTRICKY, 1967).- SALAJ, BORZA & SAMUEL, S. 98, Taf. 53, Fig. 1-4, Taf. 54, Fig. 1-6.

Bemerkungen: Die systematische Stellung der Art ist umstritten (ZANINETTI, 1976; GAZDZICKI, TRAMMER & ZAWIDZKA, 1975), möglicherweise ist sie *Globovalvulineria* zuzuordnen. Anhand unseres Exemplars kann jedoch keine Aussage getroffen werden.

Material: 1 Exemplar.

Maße: Der größte Gehäusedurchmesser beträgt ca. 200 µm.

Involutinina HOHENEGGER & PILLER, 1977

Involutinacea BÜTSCHLI, 1880

Involutinidae BÜTSCHLI, 1880

*Aulotortus* WEYNSCHENK, 1956

*Aulotortus sinuosus* WEYNSCHENK, 1956

(Taf. 1, Fig. 11, 12b, 13-15, Taf. 2, Fig. 1, 8)

\* 1956 *Aulotortus sinuosus* WEYNSCHENK, n.sp.- WEYNSCHENK, S. 27, Fig. 1, 2, Taf. 6, Fig. 1, 3.

non 1956 *Aulotortus sinuosus* WEYNSCHENK, n.sp.- WEYNSCHENK, Taf. 6, Fig. 2.

• 1978 *Aulotortus sinuosus* WEYNSCHENK.- PILLER, S. 45, Taf. 2, Fig. 1-7, Taf. 3, Taf. 4, Fig. 1-16, Taf. 5, Fig. 1-16. (Mit ausführlicher Synonymieliste).

• 1983 *Aulotortus broennimanni* SALAJ, in SALAJ, BIELY & BYSTRICKY, 1967.- SALAJ, BORZA, & SAMUEL, S. 142, Taf. Taf. 99, Fig. 1-4, Taf. 100, Fig. 1-2.

• 1983 *Aulotortus oscillens* (OBERHAUSER, 1957).- SALAJ, BORZA, & SAMUEL, S. 142, Taf. 100, Fig. 3-6, Taf. 101, Fig. 1-5.

• 1983 *Aulotortus sinuosus* (WEYNSCHENK, 1956).- SALAJ, BORZA, & SAMUEL, S. 142, Taf. 102, Fig. 1-5, Taf. 103, Fig. 1-3.

• 1983 *Rakusia oberhauseri* SALAJ, in SALAJ, BIELY & BYSTRICKY, 1967, emend. SALAJ, 1969.- SALAJ, BORZA, & SAMUEL, S. 143, Taf. 103, Fig. 4-5, Taf. 104, Fig. 1-4, Taf. 105, Fig. 2b, Taf. 108, Fig. 1.

• 1983 *Rakusia ploechingeri* n.sp.- SALAJ, BORZA, & SAMUEL, S. 143, Taf. 104, Fig. 5, Taf. 105, Fig. 4, Taf. 114, Fig. 3b.

1984 *Aulotortus* ex gr. *sinuosus* WEYNSCHENK, 1956.- CIARAPICA & ZANINETTI, S. 126, Taf. 1, Fig. 1, 2, Taf. 5, Fig. 1, 3.

Bemerkungen: Eine ausführliche Beschreibung der Art findet sich bei PILLER, 1978. Die Gehäuse unserer Formen sind rekristallisiert. Teilweise sind noch Relikte des ursprünglichen Lamellenbaus vorhanden (Taf. 1, Fig. 13). Nachdem PILLER (1978) die Gattung *Aulotortus* revidiert hatte und auch *Rakusia oberhauseri* SALAJ, in SA-

LAJ, BIELY & BYSTRICKY, 1967, emend. SALAJ, 1969 in die Synonymie von *Aulotortus* WEYNSCHENK stellte, haben SALAJ, BORZA & SAMUEL (1983) die in der Synonymieliste aufgeführten *Aulotortus*-"Arten" sowie *Rakusia* beibehalten, und mit *Rakusia ploechingeri* sogar eine weitere "Art" hinzugefügt. Unserer Ansicht nach sind alle diese "Arten" aus den bei PILLER (l.c.) genannten Gründen zu *Aulotortus sinuosus* WEYNSCHENK zu stellen.

Das Exemplar zu Taf. 2, Fig. 8 ist einseitig "erodiert", sodaß der Eindruck trochispiraler Aufrollung entsteht.

Maße: Entsprechend der Variabilität der Art liegen die Werte für die Breite zwischen etwa 400 bis 700 µm bei Höhen von ca. 200 bis 500 µm.

Material: ca. 10 Exemplare.

***Aulotortus friedli* (KRISTAN-TOLLMANN, 1962)**

(Taf. 1, Fig. 1-10, 12a)

- \* 1962 *Glomospirella friedli* n.sp.- KRISTAN-TOLLMANN, S. 229, Taf. 1, Fig. 13-16, Taf. 12, Fig. 3.
- 1978 *Aulotortus friedli* (KRISTAN-TOLLMANN, 1962).- PILLER, S. 55, Taf. 8, Fig. 1-8, Taf. 9, Fig. 1-6, Taf. 10, Fig. 1-15. (Mit ausführlicher Synonymieliste).
- 1983 *Angulodiscus friedli* (KRISTAN-TOLLMANN, 1962).- SALAJ, BORZA, & SAMUEL, S. 144, Taf. 106, Fig. 1c, Taf. 109, Fig. 5-11, Taf. 110, Fig. 1-10, Taf. 111, Fig. 1-9, Taf. 112, Fig. 1-4, Taf. 113, Fig. 1-9, Taf. 118, Fig. 2,5, Taf. 123, Fig. 4d.
- 1983 *Angulodiscus gaschei gaschei* KOEHN-ZANINETTI & BROENIMANN, 1968.- SALAJ, BORZA, & SAMUEL, S. 145, Taf. 106, Fig. 4c, Taf. 114, Fig. 1-5, Taf. 115, Fig. 1-4, Taf. 116, Fig. 1-9, Taf. 119, Fig. 2.
- ? 1983 *Angulodiscus glomospirelloides* n.sp.- SALAJ, BORZA, & SAMUEL, S. 145, Taf. 107, Fig. 3.
- 1985 *Aulotortus friedli* (KRISTAN-TOLLMANN, 1962).- CIARAPICA & ZANINETTI, 71-86, Taf. 1, Fig. 1-9, Taf. 2, Fig. 1-8, Taf. 3, Fig. 1-9, Abb. 1a-e.

Bemerkungen: PILLER (1978) gibt eine ausführliche Beschreibung der Art. In unserem Material zeigt die Art eine hohe Variationsbreite in der Größe; die Gehäusedurchmesser liegen zwischen 100 und 500 µm.

Homöomorph zu *Aulotortus friedli* sind *Gandinella apenninica* CIARAPICA & ZANINETTI, 1985, und *Gandinella falsofriedli* (SALAJ, BORZA & SAMUEL,

1983). Nach unserer Ansicht könnte es sich bei diesen Formen ebenfalls um *A. friedli* handeln. Diagenetische Effekte, durch die Involutinengehäuse die gleiche Wandstruktur wie die von CIARAPICA & ZANINETTI 1985 und von POISSON, CIARAPICA, CIRILLI & ZANINETTI (198) abgebildeten *Gandinella*-Arten zeigen, finden sich auch in verschiedenen Proben aus Kössener Schichten der Lienzer Dolomiten.

Material: ca. 50 Exemplare.

***Aulotortus tumidus* (KRISTAN-TOLLMANN, 1964)**

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

- \* 1964 *Angulodiscus tumidus* n.sp.- KRISTAN-TOLLMANN, S. 141, Abb 3, Fig. 1-6.
- 1978 *Aulotortus tumidus* (KRISTAN-TOLLMANN, 1964).- PILLER, 1978, S. 51, Taf. 6, Fig. 1-8, Taf. 7, Fig. 1-16. (Mit ausführlicher Synonymieliste).

Bemerkungen: Die Art wurde 1978 von PILLER emendiert, rekrystallisierte Exemplare sind nach der neuen, auf den Lamellationsmodus gegründeten Diagnose nur schwer von *Aulotortus sinuosus* zu unterscheiden. Wir haben solche Exemplare zu *Aulotortus tumidus* gestellt, bei denen der Aufrollungsmodus stabil planspiral ist und bei denen die Deuterolocuswände relativ dünn sind.

***Aulotortus pokorny* (SALAJ, 1967)**

(Taf. 2, Fig. 3, 6)

- \* 1967 *Angulodiscus pokorny* SALAJ, nov.SALAJ.- Salaj, in SALAJ, BIELY & BYSTRICKY, S.128, Taf. 6 Fig 4a, b.
- 1978 *Aulotortus pokorny* (SALAJ, 1967).- PILLER, S. 61, Taf. 11, Fig. 1-7. (Mit ausführlicher Synonymieliste).
- 1983 *Angulodiscus pokorny* SALAJ, in SALAJ, BIELY & BYSTRICKY, 1967.- SALAJ, BORZA, & SAMUEL, S. 146, Taf. 106, Fig. 1a, b, Taf. 121, Fig. 1-5, 9.

Bemerkungen: Eine ausführliche Beschreibung der Art findet sich bei PILLER, 1978. In unserem Material liegen keine achsialen Schliffkanten vor. Bei den abgebildeten Exemplaren ist jedoch deutlich der charakteristische streptospirale Anfangsteil des Gehäuses zu erkennen.

Familia ind.

*Turrspirillina* (?) CUSHMAN, 1927

***Turrspirillina* (?) *minima* PANTIC, 1967**

(Taf. 2, Fig. 7)

- \* 1967 *Turrspirillina minima* n.sp.- PANTIC, Taf. 1, Fig 1-8.
- 1976 *Turrspirillina minima* PANTIC, 1967. -

ZANINETTI, S. 145, Taf. 23, Fig. 1–3. (Mit ausführlicher Synonymieliste).

- 1976 *Turrispirillina minima* PANTIC.- FÜLÖP, Taf. 7, Fig. 1.
- 1983 *Turrispirillina minima* PANTIC, 1967.- SALAJ, BORZA, & SAMUEL, S. 131, Taf. 84, Fig. 1–10.

Bemerkungen: Uns liegt ein Exemplar aus dem Hauptdolomit (Lesestein) vor, welches sehr gut mit dem von SALAJ, BORZA, & SAMUEL (1983) auf Taf. 84, Fig. 10 abgebildeten Exemplar korrespondiert. (Von den durch die Autoren im Text aufgeführten 12 Tafelfiguren existieren im übrigen nur 10).

Maße: Das Exemplar mißt an der breitesten Stelle ca. 200 µm.

Rotaliina DELAGE & HEROUARD, 1896

Oberhauserellacea FUCHS, 1975

Oberhauserellidae FUCHS, 1970

*Oberhauserella* FUCHS, 1967

*Oberhauserella* cf. *norica* FUCHS, 1967

- \* 1976 *Oberhauserella norica* n.gen. et n.sp.- FUCHS, 1967, S. 151, Taf. 3, Fig. 7, Taf. 6, Fig. 2, 6.
- 1976 *Oberhauserella norica* FUCHS, 1967.- ZANINETTI, S. 184, Taf. 19, Fig. 1.

Bemerkungen: Unsere Exemplare korrespondieren gut mit den von FUCHS (1967) abgebildeten. Taf. 2, Fig. 11, zeigt eine Schnittlage im rechten Winkel zur Gehäuseachse, bei der deutlich wird, daß die Kammern wenig aufgebläht und rund bis oval sind. Eine Bestimmung derartiger Formen aus dem Schliff ist jedoch aufgrund der Artdiagnosen, die im Schliffbild nur schwerlich nachvollzogen werden können nicht mit Sicherheit möglich.

Material: ca. 5 Exemplare.

Maße: Die Schnitte zeigen größte Durchmesser zwischen 80 und 130 µm.

#### **incertae sedis**

##### **Problematicum 1**

(Taf. 3, Fig. 13)

Es liegt ein kalkiges Gehäuse vor, bei dem nicht zweifelsfrei geklärt werden konnte, ob es sich um eine Foraminifere oder einen Gastropoden handelt. Das Gehäuse stammt aus dem Hauptdolomit.

##### **Problematicum 2**

(Taf. 3, Fig. 14)

Ein kieselig-agglutiniertes Gehäuse, das etwa die Morphologie einer Calpionelle hat. Die Wand des Gehäuses ist an der Öffnung verdünnt und läuft in einen kurzen geraden

"Kragen" aus. Gegen eine Zuordnung zu den Tintinniden spricht die kieselige Wandsubstanz.

#### **Kalkalgen**

Taf. 3, Fig. 15-20 zeigt Kalkalgenfragmente aus den Seefelder Schichten der Zellinscharte. Diese können den Genera *Aciculella* und *Halicoryne* zugeordnet werden. Eindeutig bestimmbar ist allerdings nur *Halicoryne carpatica* MISIK, 1987 (Taf. 3, Fig. 17).

#### **4.3 Alter der Fauna**

Aus der Gruppe der Involutinen ist nach PILLER (1978: Abb. 16) nur *Aulotortus pokorny* aussagekräftig, er kommt sowohl im Nor als auch im Rhät vor. Der Gesamtcharakter der Involutinen spricht aber für oberste Trias, weil weder *Triadodiscus* noch *Lamelliconus* auftreten. Weitere Anzeiger für Nor/Rhät sind *Tetrataxis* (?) *nana* und *Oberhauserella* cf. *norica*.

Der Leitwert von *Aulotortus friedli* ist aufgrund unterschiedlicher Artkonzepte umstritten, nach PILLER (1978) reicht *Aulotortus friedli* aus dem Ladin bis ins Rhät, CIARAPICA & ZANINETTI (1985) sehen (l.c.: 84) *Aulotortus praegaschei* als eine ladinisch-karnische Form an; *A. friedli* ist nach diesen Autorinnen eine obertriassische Form. Die Alge *Halicoryne carpatica* MISIK (1987) findet sich nach MISIK in norischem Dachsteinkalk.

Insgesamt zeigt die Faunenassoziation aber norisch-rhätisches Alter an. Eine genauere Einstufung ist allerdings nicht möglich.

Einen weiteren Hinweis auf postkarnisches Alter der Serie liefert die Foraminifere *Gsollbergella spirolo-culiformis* (ORAVECZ-SCHEFFER, 1968). Diese Form ist nach ORAVECZ-SCHEFFER (1987: 109) eine Leitart des Karn und konnte während noch laufender Untersuchungen in z.T. extrem hoher Individuendichte in zahlreichen Horizonten der Raibler Schichten der Lienzer Dolomiten gefunden werden. In den Seefelder Schichten fehlt die Form.

#### **5. Schlußfolgerungen und Diskussion**

Die oben beschriebenen Schichten können nur als bituminöse Einschaltungen im oberen Hauptdolomit und damit als äquivalente Bildungen zu den Seefelder Schichten angesehen werden. Solche Einschaltungen sind in den Lienzer Dolomiten seit langem bekannt (GEYER, 1903: 176; KLEBELSBERG, 1935: 283; van BEMMELEN & MEULENKAMP, 1965: 227; CZURDA, 1972: 239).

Die mikrofaziellen Merkmale kennzeichnen die Schichten als flachmarine Ablagerungen, was sich gut mit den Beobachtungen von CZURDA (1972: 240) deckt, der

eine Flachwasserfazies (z.B. Lienzer Dolomiten) von einer Kolkfazies (z.B. Berchtesgadener Alpen) unterscheidet. Während FRUTH & SCHERREIKS (1982: 212, 1984: 312) die Seefelder Schichten als Übergangsfazies (Intertidal - flaches Subtidal) bezeichnen, sehen andere Autoren sie als rein subtidale Bildungen an (MÜLLER-JUNGBLUTH, 1968: 238, 1970: 297, BRANDNER & POLESCHINSKI, 1986: 90).

Auch hinsichtlich der stratigraphischen Stellung herrscht in der Literatur Uneinigkeit. So stellen MÜLLER-JUNGBLUTH (1968: 229, 1970: 277) und CZURDA & NICKLAS (1970) die Seefelder Schichten generell zwischen den Mittleren und Oberen Hauptdolomit, während BRANDNER & POLESCHINSKI (1986: 85) sie als zeitäquivalent zum Plattenkalkniveau sehen. Bei FRUTH & SCHERREIKS (1982, 1984) schließlich erscheint die Seefelder Fazies in mehreren Niveaus des Oberen Hauptdolomits.

Unser Vorkommen keilt lateral rasch nach Westen aus. Es scheint sich also um eine linsenartige Einschaltung zu handeln. Dies entspricht den Beobachtungen von van BEMMELEN & MEULENKAMP (1965: 227) in den südlichen Lienzer Dolomiten. WESTRUP (1970: 23) beschreibt das seitliche Auskeilen von Seefelder Schichten in den südlichen Lechtaler Alpen. MÜLLER-JUNGBLUTH (1968: 235) wie auch WESTRUP (1970: 23) weisen darauf hin, daß in früheren Kartierungen (AMPFERER, 1932) diese Schichten oft mit Kössener Schichten verwechselt wurden.

Noch nicht beschrieben wurden buildup-Strukturen (mud mounds), wie wir sie südlich des Lavanter Altalpls fanden (siehe Abschnitt 3.2).

Im Gelände ergaben sich keinerlei Hinweise für eine Einschuppung der Schichten. Nachdem bereits HOFFERT (1975) die Konkordanz der Seefelder Schichten zum Hauptdolomit gesehen hatte, sollen hier noch einmal die für Konkordanz und für ein obertriassisches Alter der Schichten sprechenden Gründe herausgestellt werden:

- Die zuvor beschriebene Foraminiferenfauna ist als Assoziation eine norisch-rhätische. Typische Involutinen des Karn fehlen.
- HAHN (1966: 23) wies durch die Untersuchung von Geopetalgefügen vom Weg Laserzwand/Karlsbader Hütte, vom Lavanter Graben und vom Osthang des Bloßkofels nach, daß eine konkordante Abfolge von der Lienzer Antiklinale weg vorliegt, es sich also um den Nordflügel der Antiklinale handelt.
- Eine klastische Beeinflussung der Seefelder Schichten ließ sich an keinem Dünnschliff nachweisen, eine solche wäre aber im Falle von Raibler Schichten zu erwarten.

Als Alternative zur Deutung der Seefelder Schichten verbliebe damit noch die Interpretation der Serie im Sinne von GEYER (1903) und KRAUS (1969), nämlich als Kössener Schichten. Folgende Punkte sprechen gegen diese Deutung:

- Aus dem die Seefelder Schichten überlagernden obersten Hauptdolomit gehen in Konkordanz die Kössener Schichten hervor, es fehlt jegliches Anzeichen einer Störung, wie sie als Extremfall beispielsweise von BEMMELEN & MEULENKAMP (1965) sehen. Hervorragende Aufschlüsse finden sich am Weg Dolomitenhütte/ Karlsbaderhütte. Ein konkordanter Übergang von Hauptdolomit in Kössener Schichten läßt sich im gesamten Südflügel der Amlacher-Wiesen-Mulde nachweisen (BLAU & SCHMIDT, 1985, unveröffentlicht).
- Weder sind aus den Kössener Schichten der Lienzer Dolomiten Diploporen bekannt, noch treten dort die oben beschriebenen Algenlaminiten und buildups vom Typ des Riffes S' des Lavanter Alpls auf.
- Nirgendwo finden sich in den Kössener Schichten des Drauzugs so mächtige (Dolomit-)Mergellagen wie im Profil Zellinscharte.
- Außer an der Basis finden sich in Profilen der Kössener Schichten keine Dolomite. Helle, dickgebankte Dolomite wie am Frauenbach und im Profil Zellinscharte treten überhaupt nicht auf.

### 5.1 Das N/S-Profil durch die zentralen Lienzer Dolomiten

Abb. 4 zeigt zwei Querprofile durch die zentralen Lienzer Dolomiten, etwa im Meridian von Lienz. Abb. 4-2 zeigt die bisherige Deutung bzw. die kompilatorische Zusammenfassung der Deutungen nach TOLLMANN (1977), Abb. 4-1 die neue Deutung. Danach gibt es weder Hinweise für die sog. "Stadel-Synklinale" noch für die Laserz-Antiklinale. Es liegt vom Nordflügel der Rosenkofel (Lienzer)-Antiklinale eine nordfallende konkordante Schichtenfolge vom Wettersteindolomit bis in die Amlacher-Wiesen-Schichten (Unterkreide) südlich des Rauchkofels vor (vgl. Abb. 2). Die Amlacher-Wiesen-Schichten bilden die Muldenfüllung der Amlacher-Wiesen-Synklinale, eine weitgespannte Mulde, deren abgerissener und aufgeschobener Nordflügel der Hauptdolomit des Rauchkofels bildet.

Es muß hier allerdings ausdrücklich betont werden, daß dieser "einfache" tektonische Bau des N/S-Profils nur in einem relativ schmalen, sich E/W erstreckenden Streifen gegeben ist. Sowohl weiter im Westen als auch im Osten der Lienzer Dolomiten herrschen kompliziertere tektonische Verhältnisse.

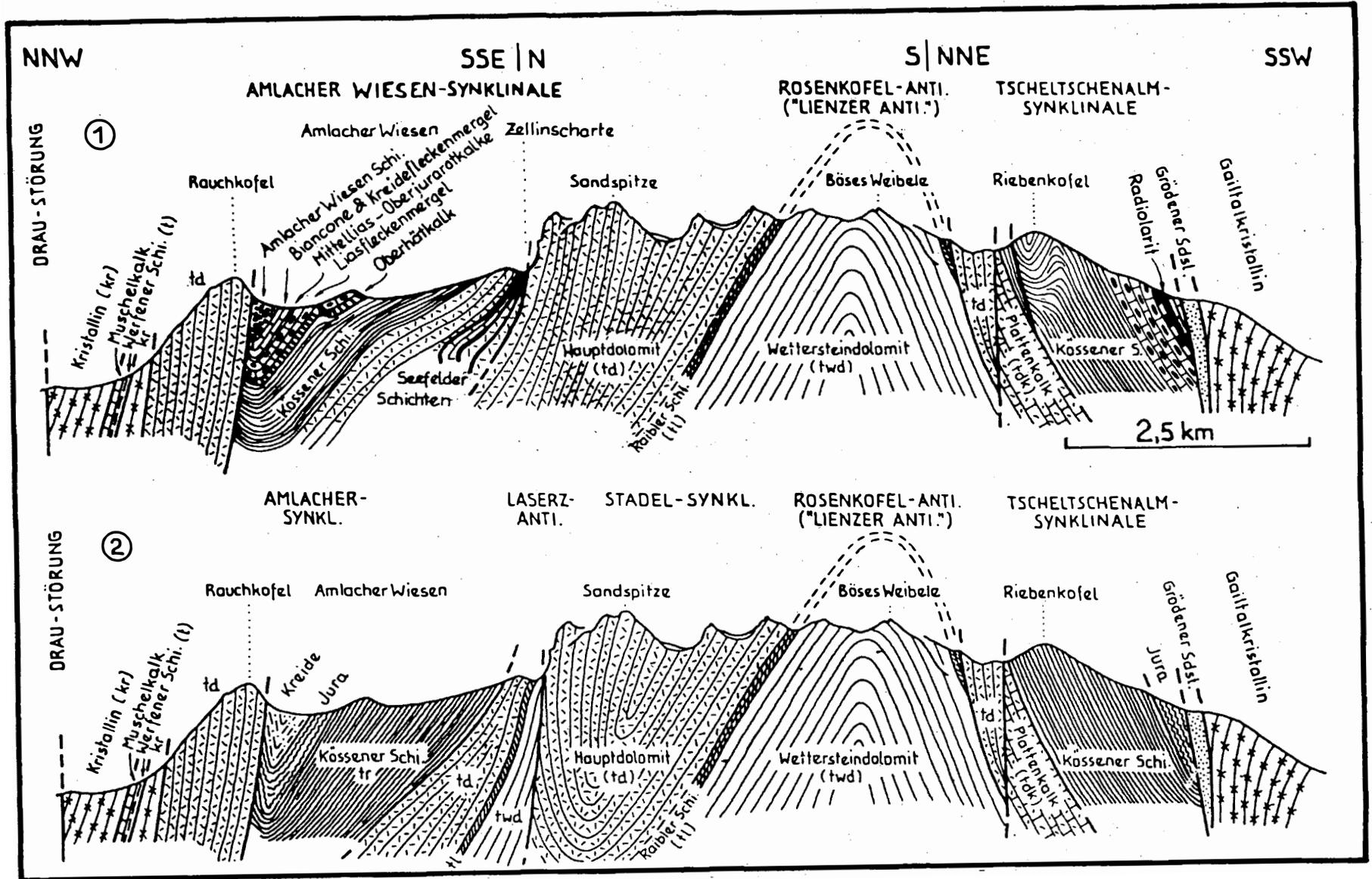


Abb. 4:

1) N/S-Profil durch die Lienzer Dolomiten nach unserer Interpretation;  
 2) zeigt die bisherige Interpretation. (aus TOLLMANN, 1977, umgezeichnet).

## 5.2 Hauptdolomitmächtigkeit

Da nach unseren Untersuchungen eine ungestörte Schichtenfolge vom Wettersteindolomit bis in die Unterkreide vorliegt, ergibt sich für den Hauptdolomit eine Mächtigkeit von ca. 3000 m. Möglicherweise ist die Mächtigkeit noch höher anzusetzen. Das ergibt sich aus folgenden Gründen: Der oberste Hauptdolomit ist im Profil Zellinschichte/Dolomitenhütte ca. 100 Meter mächtig. Südlich von Lavant allerdings folgt über den Seefelder Schichten noch der dickgebankte Hauptdolomit des Unteren Lavanter Kolben und des Unterbergs, welcher bei der Wacht östlich Lavant ins Drautal ausstreicht. Zusammen ergibt dies für den obersten Hauptdolomit eine Mächtigkeit von ca. 300–400 m. Nun ist allerdings die Frage offen, ob die Seefelder Fazies in der Lithosäule des Hauptdolomits eine "stabile" Position innehat, oder ob sie sich lateral innerhalb der Säule verschiebt. Hierzu werden von der Gießener Arbeitsgruppe weitere Untersuchungen geführt. Sollten die Seefelder Schichten ein horizontstabiles Niveau einnehmen, ergibt sich für das Profil im Meridian der Wacht eine Mächtigkeit von ca. 3400 m.

Trotz dieser noch offenen Fragen bleibt festzustellen, daß in den Lienzer Dolomiten die größte bis jetzt bekannte Hauptdolomitmächtigkeit im ostalpinen Bereich vorliegt.

## Dank

Herrn Prof. Dr. W. Blind möchten wir für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danken. Frau M. Schorge besorgte die Ausarbeitung der Photos in bewährter Weise. Der DAAD förderte die Geländearbeiten zu dieser Arbeit mit Stipendien im Sommer 1983 (Kennziffern 313/012/559/3 und 313/020/520/3).

## Literatur

- AMPFERER, O. (1932): Geologische Karte der Lechtaler Alpen, mit Erläuterungen, 1:25000, Wien.
- BEMMELEN, R. W. van & MEULENKAMP, J.E. (1965): Beiträge zur Geologie des Drauzugs (Kärnten, Österreich). (Dritter und letzter Teil). Die Lienzer Dolomiten und ihre geodynamische Bedeutung für die Ostalpen.- Jb. Geol. B.-A., **108**, 213–268, Wien.
- BRANDNER, R. & POLESCHINSKI, W.: Stratigraphie und Tektonik am Kalkalpensüdrand zwischen Zirl und Seefeld in Tirol (Exkursion D am 3. April 1986).- Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. **68**, 67–92, 12 Abb., Stuttgart, 1986.
- CIARAPICA, G. & ZANINETTI, L. (1984): *Aulotortus praegaschei* (KOEHN- ZANINETTI, 1968): révision taxonomique et stratigraphique sur la base du matériel-type.- Rev. Paleobiol., **3** (1), 53–61, 4 Taf., Genève.
- CIARAPICA, G. & ZANINETTI, L. (1984): Foraminifères et biostratigraphie dans le Trias supérieur de la série de La Spezia (Dolomites de Coregna et Formation de La Spezia, nouvelles formations), Apennin septentrional.- Rev. Paleobiol., **3** (1), 117–134, Genève.
- CIARAPICA, G. & ZANINETTI, L. (1985): *Gandinella apenninica* n.sp. (Foraminifère), dans le Trias supérieur (Rhetien, Biozone a *Triasina hantkeni*) du Monte Cetona, Apennin septentrional.- Rev. Paleobiol., **4** (2), 307–310, Genève.
- CIARAPICA, G. & ZANINETTI, L. (1985): Le cas de '*Glomospirella friedli* - *Angulodiscus ? gaschei*' (= *Aulotortus friedli*, Aulotortinae, Involutinidae, Foraminifère, Trias): Analyse structurale et Révision taxonomique.- Arch. Sci. Genève, **38** (1), 71–86, Genève.
- CORNELIUS-FURLANI, M. (1953): Beiträge zur Kenntnis der Schichtfolge und Tektonik der Lienzer Dolomiten. I.- Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, **162**, 279–294.
- CORNELIUS-FURLANI, M. (1955): Beiträge zur Kenntnis der Schichtfolge und Tektonik der Lienzer Dolomiten. II.- Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, **164**, 279–294.
- CZURDA, K. (1970): Sedimentationszyklen aus dem Nord der Klostertaler Alpen (Nördliche Kalkalpen, Vorarlberg).- Ber. Nat.-Med. Ver. Innsbruck, **58**, 465–482, 5 Taf., Innsbruck.
- CZURDA, K. (1972): Parameter und Prozess der Bildung bituminöser Karbonate (Bituminöser Hauptdolomit).- Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **21**, 235–250, 4 Abb., Innsbruck.
- CZURDA, K. & NICKLAS, L. (1970): Zur Mikrofazies und Mikrostratigraphie des Hauptdolomites und Plattenkalk-Niveaus der Klostertaler Alpen und des Rhätikon. (Nördliche Kalkalpen, Vorarlberg).- Festbd. Geol. Inst. 300-J.-Feier Univ. Innsbruck, 165–253, 13 Taf., 5 Tab., 10 Photo-Taf., Innsbruck.
- FISCHER, A.G. (1964): The Lofer Cyclothems of the Alpine Triassic.- Kansas Geol. Survey Bull., **169**, 107–149, 38 Abb., Lawrence.
- FLÜGEL, E. (1975): Fazies-Lexikon.- 90 S., Erlangen.
- FÖRSTNER, U., MÜLLER, G. & REINECK, H.E. (1968): Sedimente und Sedimentgefüge des Rheindeltas im Bodensee.- N. Jb. Miner. Abh., **109**, 1/2, 32–62, Stuttgart.
- FRUTH, I. & SCHERREIKS, R. (1982): Hauptdolomit (Norian) - Stratigraphy, Paleogeography and Diagenesis.- Sedim. Geol., **32**, 195–231, 9 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Amsterdam.
- FRUTH, I. & SCHERREIKS, R. (1984): Hauptdolomit - Sedimentary and Paleogeographic Models (Norian, Northern Calcareous Alps).- Geol. Rdsch., **73**, 305–319, 14 Abb., Stuttgart.
- FUCHS, W. (1967): Über Ursprung und Phylogenie der Trias-'Globigerinen' und die Bedeutung dieses Formenkreises für das echte Plankton.- Verh. Geol. B.-A., **1967** (1/2), 135–176, Wien.
- FÜLÖP, D. (1976): The Mesozoic basement horst blocks of Tata.- Geol. Hungarica, **16**, 279 S., Budapest (Inst. Geol. Hung.).

- GAZDZICKI, A., TRAMMER, J. & ZAWIDZKA, K. (1975): Foraminifers from the Muschelkalk of Southern Poland.- *Acta Geol. Polonica*, **25** (2), 285–298, Warschau.
- GEYER, G. (1903): Zur Geologie der Lienzer Dolomiten.- *Verh. Geol. R.-A.*, 165–196, 5 Abb., Wien.
- HAHN, L. (1966): Zur Stratigraphie, Struktur und Stellung des Drauzugs.- *Inaug.-Diss. Univ. Erlangen-Nürnberg*, 52 S., 69 Abb., Erlangen.
- HO, YEN (1959): Triassic Foraminifera from the Chia-lingkiang Limestone of South Szechuan.- *Acta Palaeontol. Sinica*, **7** (5) 387–433, Peking.
- HOFFERT, E. (1975): Zur Geomorphologie und Geologie der Lienzer Dolomiten.- *Inaug. Diss. FU Berlin*, 141 S., Berlin.
- HOHENEGGER, J. & PILLER, W. (1975): Diagenetische Veränderungen bei obertriadischen Involutinidae (Foraminifera).- *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1975** (1), 26–39, Stuttgart.
- HOHENEGGER, J. & PILLER, W. (1977): Die Stellung der Involutinidae BÜTSCHLI und Spirillinidae REUSS im System der Foraminiferen.- *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1977** (7), 407–418, Stuttgart.
- KRAUS, O. (1969): Die Raibler Schichten des Drauzuges (Südliche Kalkalpen). Lithofazielle, sediment-petrographische und palaeogeographische Untersuchungen.- *Jb. Geol. B.-A.*, **112**, 82–152, Wien.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. (1962): Stratigraphisch wertvolle Foraminiferen aus Obertrias- und Liaskalken der voralpinen Fazies bei Wien.- *Erdöl- Z.*, **78**, 228–233.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. (1964): Die Foraminiferen aus den rhätischen Zlambachmergeln der Fischerwiese bei Aussee im Salzkammergut.- *Jb. Geol. B.-A.*, Sdb. **10**, 189 S., Wien.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & TOLLMANN, A. (1964): Das mittelostalpine Rhät-Standardprofil aus dem Stangalm-Mesozoikum (Kärnten).- *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **56** (1963), 539–589, Wien.
- MISIK, M. (1966): Microfacies of the Mesozoic and Tertiary Limestones of the West Carpathians.- 269 S., Bratislava (Slov. Akad. Vied).
- MISIK, M. (1971): *Aeolisaccus tintinniformis*, n.sp., from the Triassic of the West Carpathian mts.- *Geol. Carpathica*, **22** (1), 169–172, Bratislava.
- MISIK, M. (1987): The Alga *Halicoryne carpatica* n.sp. from Upper Triassic of Western Carpathians.- *Geol. Zborn. - Geol. Carpathica*, **38** (3), 285–293, 1 Abb., 2 Taf., Bratislava.
- MÜLLER-JUNGBLUTH, W.U. (1968): Sedimentary Petrologic Investigation of the Upper Triassic "Hauptdolomit" of the Lechtaler Alps, Tyrol, Austria.- In: MÜLLER, G. & FRIEDMAN, G.M. (Eds): *Recent Developments in Carbonate Sedimentology in Central Europe*, 228–239, 14 figs., Springer, Berlin.
- MÜLLER-JUNGBLUTH, W.U. (1970): Sedimentologische Untersuchungen des Hauptdolomites der östlichen Lechtaler Alpen, Tirol.- *Festbd. Geol. Inst. 300-J.-Feier Univ. Innsbruck*, 255–308, 6 Abb., 6 Taf., Innsbruck.
- ORAVECZ-SCHEFFER, A. (1967): Triassic Foraminifers of the Transdanubian Central Range.- *Geol. Hungarica, Ser. Palaeont.*, **50**, 331 S., 8 Tab., 12 Abb., Budapest, 1987.
- PANTIC, S. (1967): *Turrspirillina minima* n.sp. des sédiments triasiques des Dinarides externes. - *Vesnik Geologija, A*, **24/25**, 257–258, Beograd.
- PILLER, W. (1978): Involutinacea (Foraminifera) der Trias und des Lias.- *Beitr. Palaeont. Österr.*, **5**, 1–164, Wien.
- PILLER, W. (1983): Remarks on the suborder Involutinina HOHENEGGER & PILLER, 1977.- *J. Foram. Res.*, **13** (3), 191–201, Washington.
- POISSON, A., CIARAPICA, G., CIRILLI, S. & ZANINETTI, L.: *Gandinella falsofriedli* (SALAJ, BORZA & SAMUEL, 1983) (Foraminifère, Trias supérieur), étude de l'Espece sur la Base du Material Type du Domuz Dag (Taurus Lycien, Turquie).- *Rev. Paleobiol.*, **4** (1), 133–136, Geneve, 1985.
- SALAJ, J., BIELY, A. & BYSTRICKY, J. (1967): Trias-Foraminiferen in den Westkarpaten.- *Geol. Prace*, **42**, 119–136, Bratislava.
- SALAJ, J., BORZA, K. & SAMUEL, O. (1983): Triassic foraminifers of the West Carpathians.- 213 S., 23 Abb., 157 Taf., Bratislava (Geol. ustrav D. Stura).
- SCHLAGER, W. (1963): Zur Geologie der östlichen Lienzer Dolomiten.- *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien*, **13** (1962), 41–120, 4 Taf., Wien.
- SMITH, D.B. (1981): The Magnesian Limestone (Upper Permian) reef complex of northeastern England.- *SEPM Spec. Publ.*, **30**, 161–186, Tulsa.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich.- 766 S., Wien (F. Deuticke).
- WESTRUP, J. (1970): Geologie der südlichen Lechtaler Alpen zwischen Schnann und Imsterau (Tirol).- *Inaug. Diss. Natw. Fak., Univ. Marburg*, 152 S., 27., 2 Beil., Marburg, 1970.
- ZANINETTI, L. (1976): Les foraminifères du Trias.- *Riv. Ital. Paleont.*, **82** (1), 1–258, Milano.

*Anschrift der Verfasser:*

*Dipl.-Geol. Joachim Blau, Dipl.-Geol. Thomas Schmidt, Institut für Angewandte Geowissenschaften der Justus-Liebig-Universität, Senckenbergstr. 3, D-6300 Gießen*

eingereicht: 28. Juli 1987

angenommen: 14 Aug. 1989

## Tafelerläuterungen

Die Dünnschliffe zu dieser Arbeit gehören zur Sammlung Blau/Schmidt und werden unter den in den Tafelerläuterungen genannten Nummern im Institut für Angewandte Geowissenschaften aufbewahrt.

### Tafel 1

Fig. 1–10: *Aulotortus friedli* (KRISTAN-TOLLMANN, 1962).

Fig. 12–15: *Aulotortus sinuosus* WEYNSCHENK, 1956.

Maßstab für alle Fig.: 1,5 cm = 100 µm

Herkunft, Schliff- und Probennummern:

Fig. 1–4, 6, 9, 12: Proben-Nr. 1044.

Fig. 8, 13: Proben-Nr. 1043a.

Fig. 5, 7: Proben-Nr. 1043b.

(Alle Seefelder Schichten, Profil Zellinscharte, anstehend).

Fig. 15: Proben-Nr. 1062, oberster Hauptdolomit, Profil Zellinscharte, anstehend.

Fig. 11: Proben-Nr. 988, Hauptdolomit, Kerschbaumer Tal, Fallstück.

### Tafel 2

Fig. 1, 8: *Aulotortus sinuosus* WEYNSCHENK, 1956.

Fig. 2, 4–5: *Aulotortus tumidus* (KRISTAN-TOLLMANN, 1964).

Fig. 3, 6: *Aulotortus pokorny* (SALAJ, 1967).

Fig. 9–11: *Oberhauserella cf. norica* FUCHS, 1967.

Fig. 7: *Turrspirillina (?) minima* PANTIC, 1967

Fig. 12–23: *Agathammina austroalpina* KRISTAN-TOLLMANN & TOLLMANN, 1964

Maßstab für alle Fig.: 1,5 cm = 100 µm

Herkunft, Schliff- und Probennummern:

Fig. 1–4, 6, 16, 23: Proben-Nr. 1044.

Fig. 5: Proben-Nr. 1043b.

Fig. 21: Proben-Nr. 1050.

(Alle Seefelder Schichten, Profil Zellinscharte, anstehend).

Fig. 7, 8: Proben-Nr. 988, Hauptdolomit, Kerschbaumer Tal, Fallstück.

Fig. 9–11: Proben-Nr. 1067, Seefelder Schichten, Profil Zellinscharte, Fallstück.

Fig. 12–15, 17–20: Proben-Nr. 1062, oberster Hauptdolomit, Profil Zellinscharte, anstehend.

Fig. 22: Proben-Nr. 183dI, Algenlaminitfazies, Seefelder Schichten, südlich des Lavanter Altalpls, anstehend.

### Tafel 3

Fig. 1–6: *Agathammina austroalpina* KRISTAN-TOLLMANN & TOLLMANN, 1964

Fig. 8–9, ?7: *Meandrospira pusilla* (HO, 1959)

Fig. 10: *Meandrospira (?) deformata* SALAJ, 1967

Fig. 11: *Earlandia tintinniformis* (MISIK, 1971)

Fig. 12: *Tetrataxis (?) nana* KRISTAN-TOLLMANN, 1964

Fig. 13: Problematicum 1

Fig. 14: Problematicum 2

- Fig. 15: *Aciculella* sp.  
 Fig. 16: *Halicoryne* sp.  
 Fig. 17: *Halicoryne carpatica* MISIK, 1987  
 Fig. 18–20: ? *Aciculella* sp.

Maßstab für alle Fig.: 1,5 cm = 100 µm

Herkunft, Schliff- und Probennummern:

- Fig. 1, 5–6: 1062, oberster Hauptdolomit, Profil Zellinscharte, anstehend.  
 Fig. 2, 15: Proben-Nr. 1043b.  
 Fig. 3, 16–17: Proben-Nr. 1044.  
 Fig. 14: Proben-Nr. 1043a.  
 (Alle Seefelder Schichten, Profil Zellinscharte, anstehend).  
 Fig. 13, 18, 20: Proben-Nr. 988, Hauptdolomit, Kerschbaumer Tal, Fallstück.

Die Originale zu nachstehenden Fig. entstammen alle der Algenlaminitfazies, Seefelder Schichten, südlich des Lavanter Altalpls, anstehend.

- Fig. 4: Proben-Nr. 183cII-2  
 Fig. 7: Proben-Nr. 183cI-1  
 Fig. 8: Proben-Nr. 183dII-3  
 Fig. 9: Proben-Nr. 183dII-1  
 Fig. 10: Proben-Nr. 183cII-3  
 Fig. 11: Proben-Nr. 183cII-1  
 Fig. 12: Proben-Nr. 183dII-4

#### Tafel 4

- Fig. 1: Ein Ausschnitt aus dem Slumpinghorizont der Seefelder Schichten am Tiefenbach.  
 A = unterlagernde Dolomitmergel  
 B = der eigentliche Slumpinghorizont  
 C = überlagernder dickgebankter Dolomit.  
 Der Rahmen markiert einen typischen Slumpkörper (vgl. Fig. 2).
- Fig. 2: Ein typischer Slumpkörper, Ausschnittvergrößerung aus Fig. 1. Deutlich wird der zwiebelschalige Aufbau des Körpers.
- Fig. 3: Das buildup beim Lavanter Alt Alpel. Im rechten und oberen Bildteil der massive Dolomit des Riffes, etwa in der Bildmitte der Übergangsbereich und im linken Bildteil die dünn-schichtige Algenlaminitfazies.
- Fig. 4: Ein Ausschnitt der Algenlaminite von Fig. 3. Deutlich zu erkennen ist der dünn-schichtige Aufbau. Auf der Schichtfläche im rechten Bildbereich sind synsedimentäre Gleitstrukturen zu erkennen.
- Fig. 5: Blick von der Zellinscharte nach Osten (vgl. auch Abb. 1). Der Bereich der Seefelder Schichten tritt aufgrund der geringen Erosionsresistenz der Mergelbänder als morphologischer Graben (Auerlinggraben, Sattel S' Lavanter Kolben) in Erscheinung.
- Fig. 6: Ein Mergelhorizont innerhalb der Seefelder Schichten im Profil Zellinscharte.

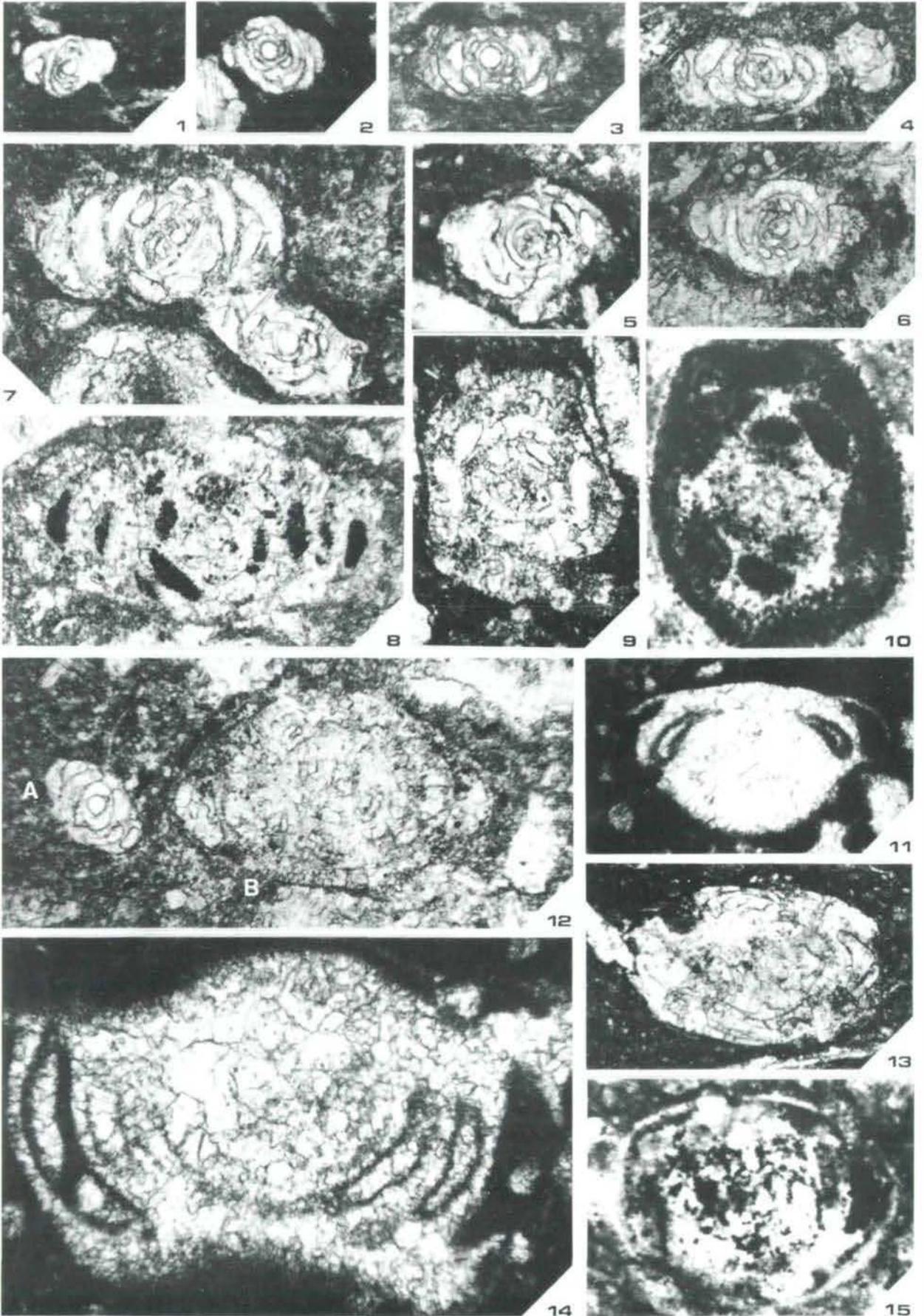
#### Tafel 5

- Fig. 1: Erosionsrinne (? Priel) im zweiten Kalkhorizont des Profils Zellinscharte (vgl. Abb 2). Das Bild wurde in die richtige Oben-Unten Orientierung gebracht.
- Fig. 2–3: Dünnbankige Dolomite N' der Anettwände. Mit a und b sind der unter- und überlagernde massive Hauptdolomit markiert. Es finden sich keine Hinweise für Störungen, die Serie ist konkordant in den Hauptdolomit eingeschaltet.
- Fig. 4: Synsedimentäre Fließfalte im dünnbankigen Hauptdolomit S' der Anettwände.

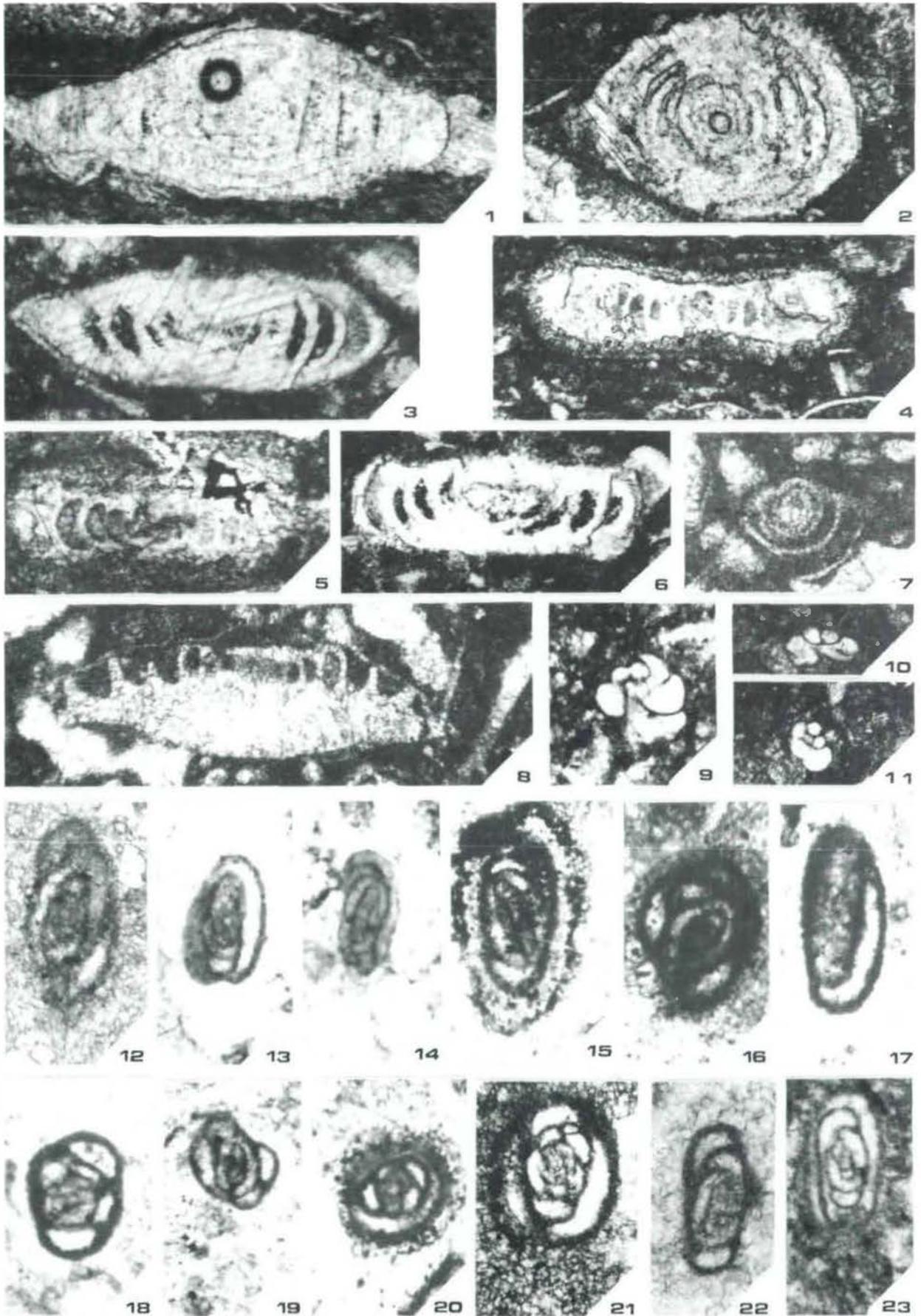
## Tafel 6

- Fig. 1: Algenlaminit (Schliff-Nr. 170b2; Maßstab: 1 cm = 225  $\mu$ m).
- Fig. 2: Algenlaminit (Schliff-Nr. 192c; Maßstab: 1 cm = 450  $\mu$ m).
- Fig. 3: Schüttung vom Riff aus dem Verzahnungsbereich Riff/Algenlaminitfazies. Zu erkennen sind Crinoidenfragmente sowie Aggregatkörner (Schliff-Nr. 196; Maßstab: 1 cm = 450  $\mu$ m).
- Fig. 4: Tempestitlage in der Algenlaminitfazies. Zu erkennen sind Crinoidenbruchstücke, Ooide, Pelloide und Schalenbruchstücke (Schliff-Nr. 183d; Maßstab: 1 cm = 450  $\mu$ m).
- Fig. 5: Aggregatkorn aus einer Tempestitlage im Profil Zellinscherte (Schliff-Nr. 1058; Maßstab: 1 cm = 75  $\mu$ m).
- Fig. 6: Klufbitumen in rekristallisiertem Algenlaminit (Schliff- Nr. 173; Maßstab: 1 cm = 450  $\mu$ m).
- Fig. 7: Bitumenanreicherung an einem Styloliten (Schliff-Nr. 173; Maßstab: 1 cm = 225  $\mu$ m).
- Fig. 8: Bitumen in Intergranularräumen (Schliff-Nr. 197; Maßstab: 1 cm = 30  $\mu$ m).
- Fig. 9: Algenlaminit, Ausschnittvergrößerung des Schliffes von Fig. 6; Maßstab: 1 cm = 225  $\mu$ m

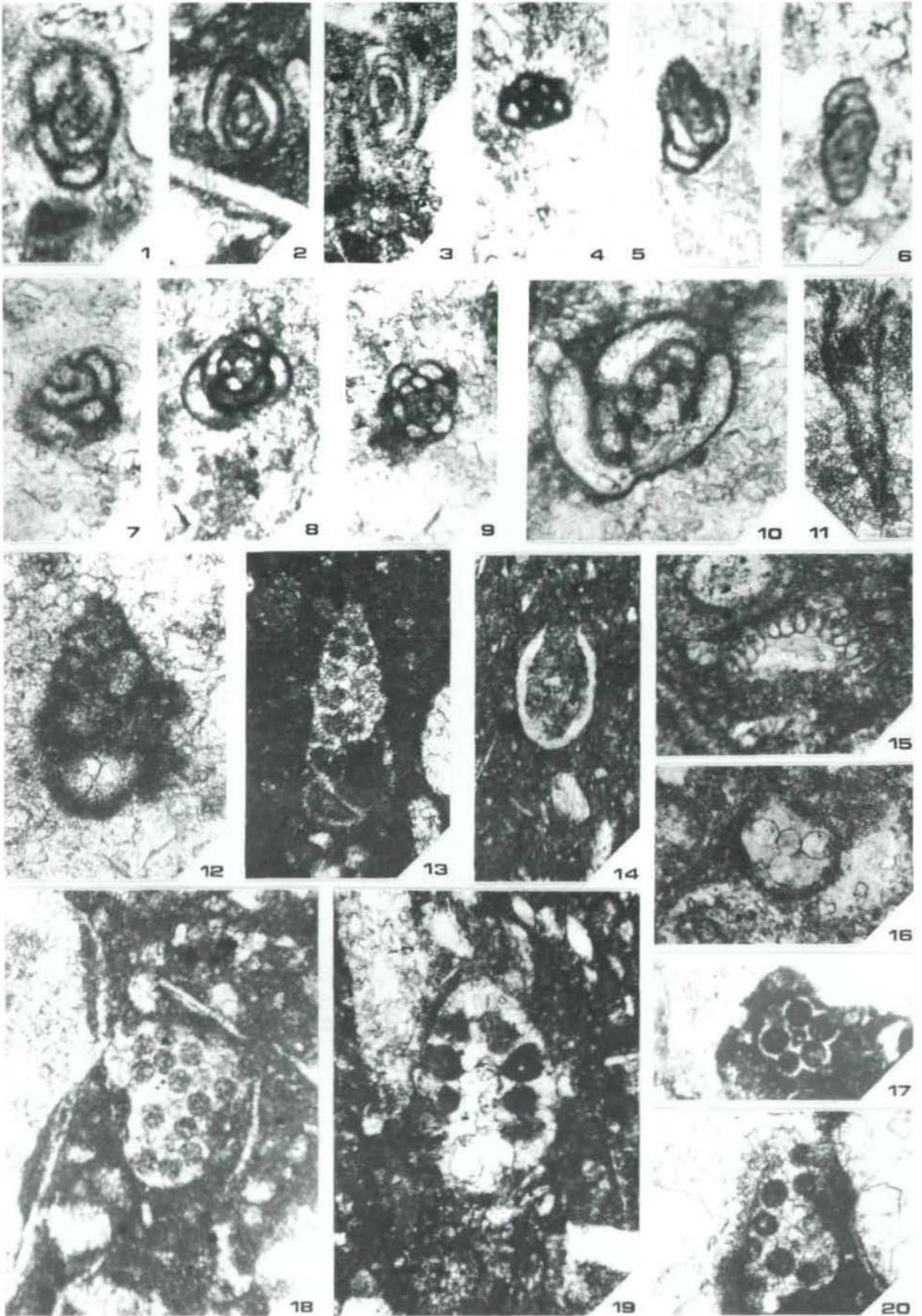
Tafel I



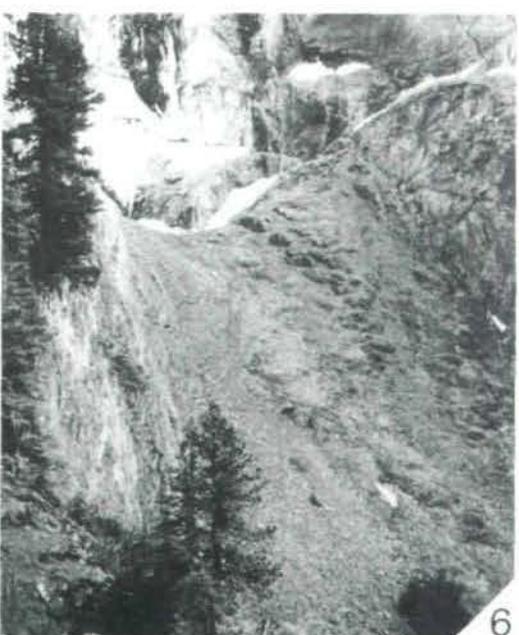
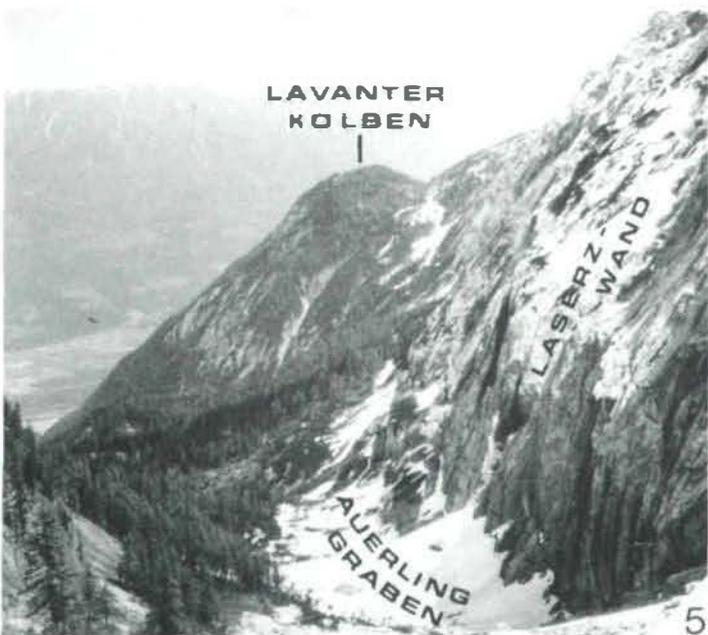
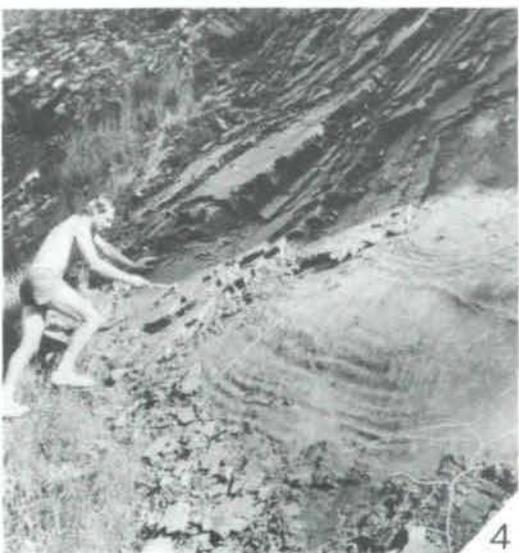
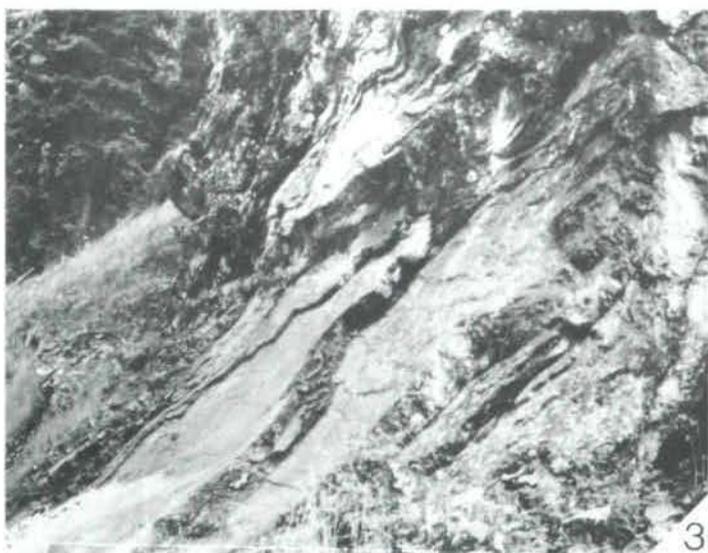
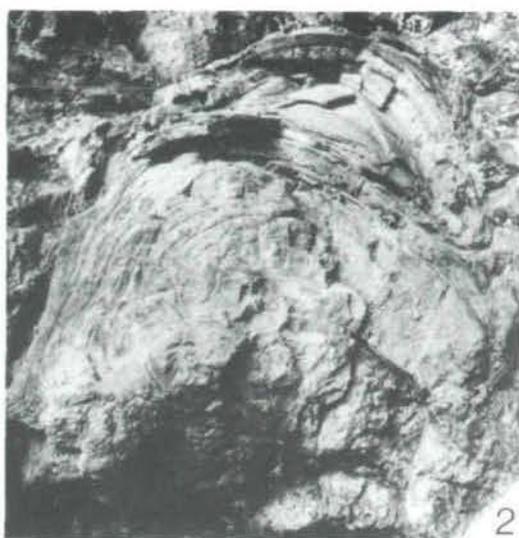
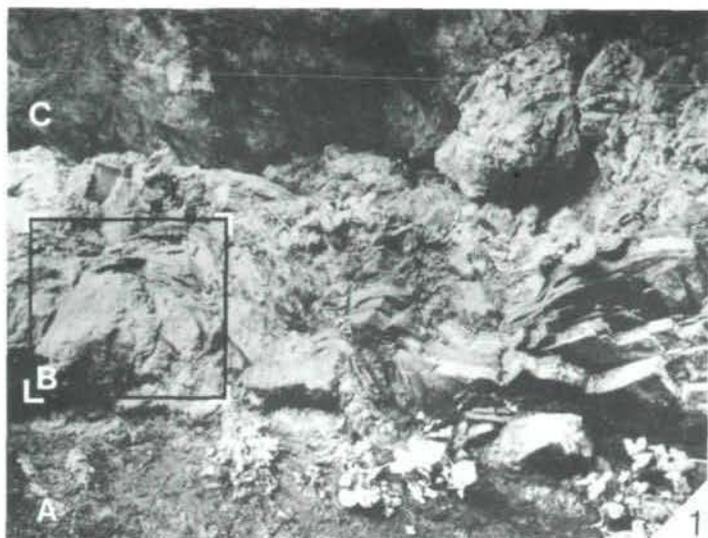
Tafel 2



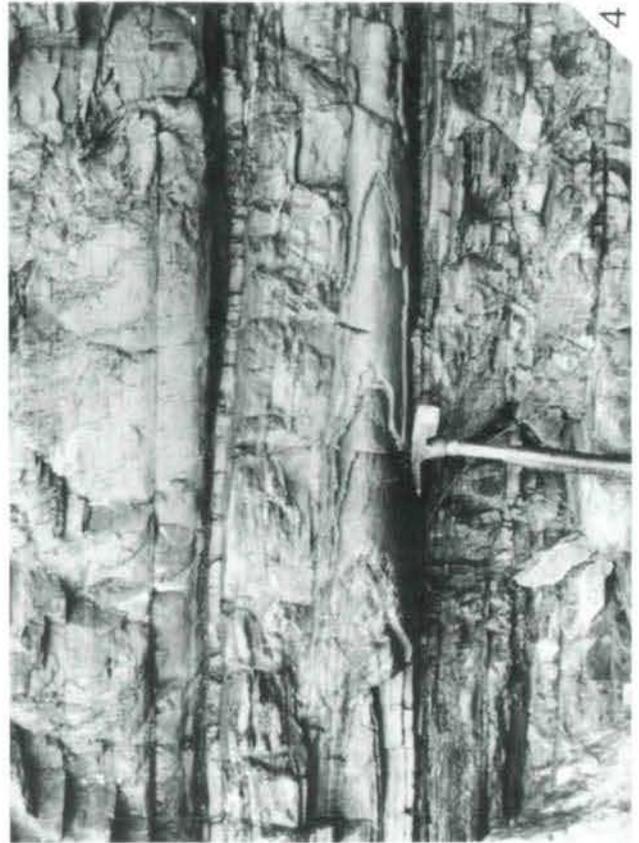
Tafel 3



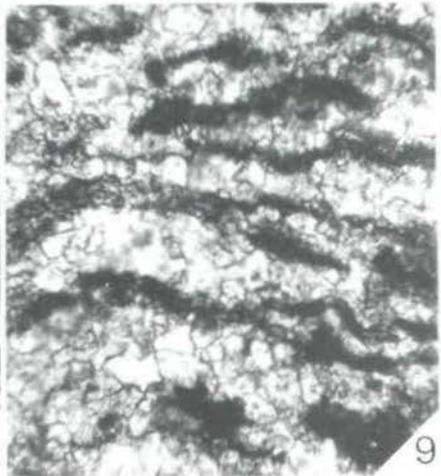
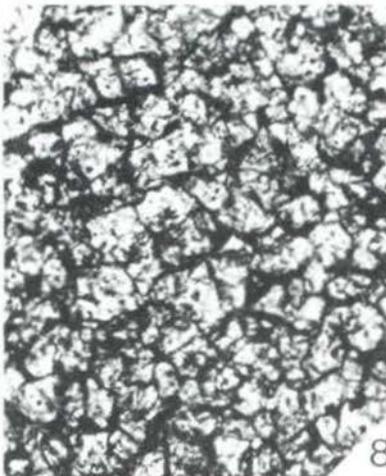
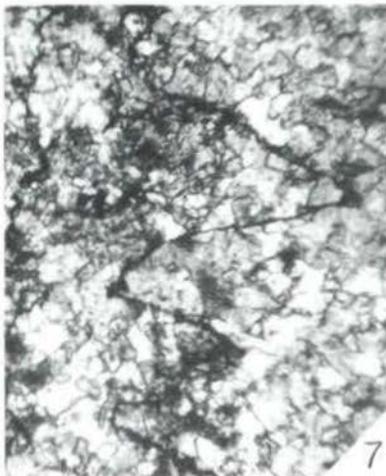
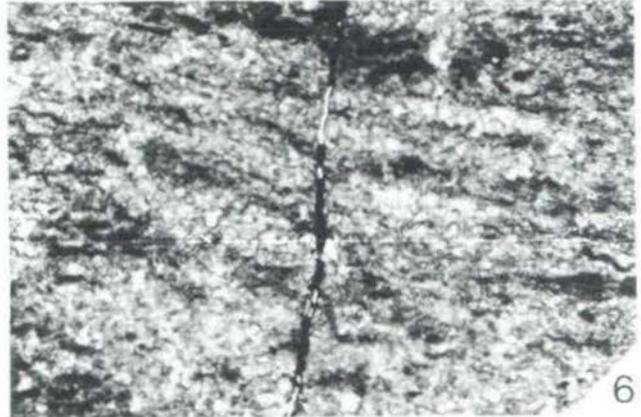
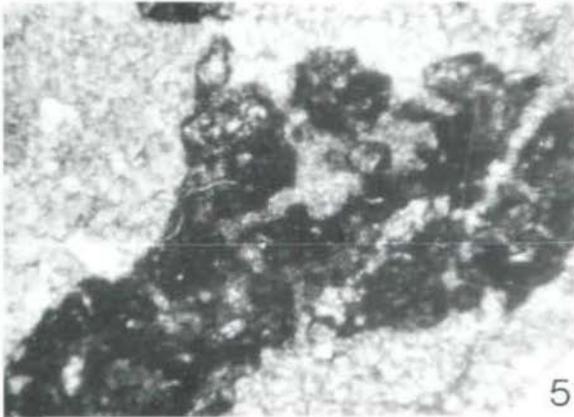
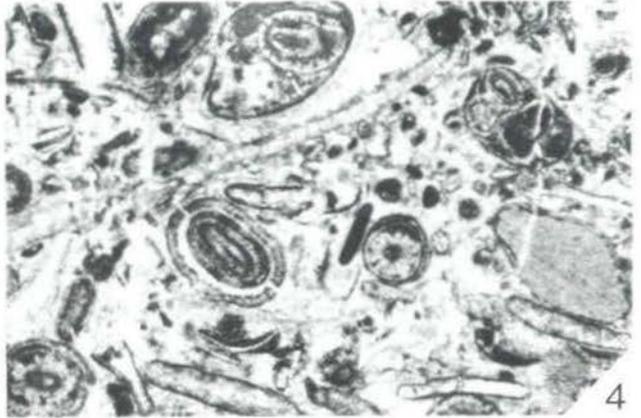
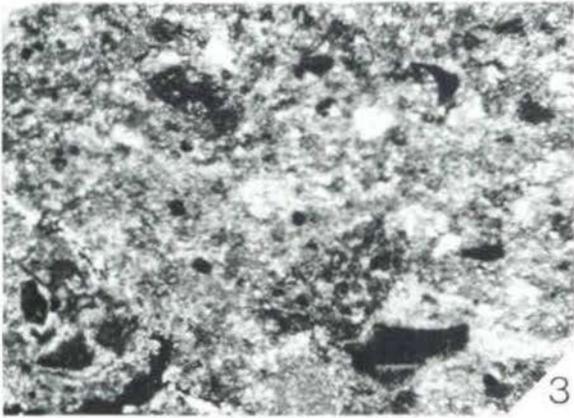
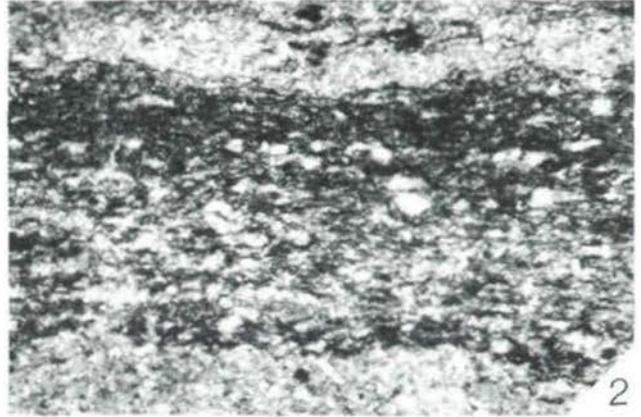
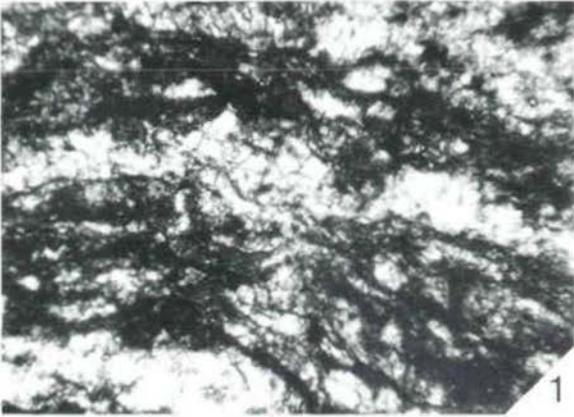
Tafel 4



Tafel 5



Tafel 6



# THE UPPERMOST RHAETIAN-LOWER LIASSIC CONTINENTAL TERRIGENOUS SENOKOS FORMATION IN THE YUGOSLAVIAN CARPATHO-BALKANIDES (STARA PLANINA Mts)

Draginja Urošević and Vladan Radulović, Beograd

With 2 figures and 1 plate

**Abstract:** The Senokos Formation, composed of terrigenous sediments deposited in the late Rhaetian and early Liassic, is located in the Visok and Vidlic belts of the Stara Planina Mts in Yugoslavian and Bulgarian Carpatho-Balkanides. The formation is underlain by various Triassic sediments: Lower Rhaetian, Norian, Carnian, Ladinian, Anisian or even Scythian, and overlain by Middle Liassic carbonates: conglomeratic limestones with Lower Pliensbachian brachiopods and bivalves.

**Zusammenfassung:** Die Senokos-Formation (terrigenes Sedimente des höheren Rhät und tiefen Lias) ist in den Visok- und Vidlic-Ketten des Stara-Planina-Gebirges der jugoslawischen und bulgarischen Carpatho-Balkaniden verbreitet. Die Formation wird von verschiedenen triassischen Sedimenten (Unterrhät, Nor, Karn, Ladin, Anis oder Skyth) unterlagert und durch Mitteltrias-Karbonate (konglomeratische Kalke mit Brachiopoden und Lamellibranchiaten des Unter-Pliensbachien) überlagert.

## 1. Introduction

A continental terrigenous series in the Yugoslavian and Bulgarian Carpatho-Balkanides (Fig. 1; NACHEV, 1976, Fig. 4), known by various names, is presently described and introduced as Senokos Formation. On the territory of Yugoslavia, it is cropping out in two belts of Stara Planina Mts: Visok belt, 36 km long, and Vidlič belt, about 8 km in length.

The region of Stara Planina Mts is part of the Stara Planina-Poreč unit in the "Balkanikum", according to the geotectonic interpretation by ANDJELKOVIĆ & NIKOLIĆ (1974), or of the Stara Planina-Poreč structural zone of the Carpatho-Balkanides, according to MAKSIMOVIĆ (1974).

## 2. Previous works

The earliest information about sediments of the Senokos Formation in the Yugoslavian part of Stara Planina Mts is found in ŽUJOVIĆ (1983). He wrote that "sandstone with plant imprints" from Velika Lukanja and "conglomerate and sandstone from Pokrovnik can be taken for Lower Liassic".

In the Senokos locality M. ANDJELKOVIĆ (1957) recognized "Red series which is including marly and sandy shales and bright red marl, lying between Upper Triassic dolomitic limestone and Lower Liassic quartzose sandstone". The same author (1958, 1962, 1978) states that Het-

tangian and Sinemurian rocks of Stara Planina Mts are transgressively overlying the Lower, Middle or Upper Triassic. He divides these Liassic sediments into three parts. The lower part consists of conglomerates with quartz pebbles, gradually changing into quartzose sandstone. The intermediate level consists of fine-grained sandstones, intercalated with shales, coal clay, and marl with coal interbeds. The upper part is built up of red quartzites.

UROŠEVIĆ & J. ANDJELKOVIĆ (1970) divide the Rhaetian of the Stara Planina Mts into the lower part, represented by carbonates with Lower Rhaetian bivalves (*Cardita*, *Myophoria*, *Modiola*, etc.), foraminifers and algae, and the upper part, named by us as the "Red Series" (subdivided into two levels: the lower one composed of marly red limestone, conglomerate, loose argillaceous sediments, interbedded with sandstone including sphaerosiderite concretions; and the upper one of breccia, marly limestones, and siltstones).

In the village Rosomač, UROŠEVIĆ (1969) found ostracodes (*Darwinula* cf. *major* LONES) and plant detritus in siltstone, and at Vrelo locality, plant detritus and fish teeth in marls. Freshwater gastropods and ostracodes, similar to those from Rosomac, are found in bituminous limestones alternating with shales. Transgressively over the "Red Series" lie Liassic sediments.

Bulgarian authors also wrote about these series: GORANOV (1961) describes Rhaetian red calcareous clay and argillaceous marls from western Bulgaria (Balkan

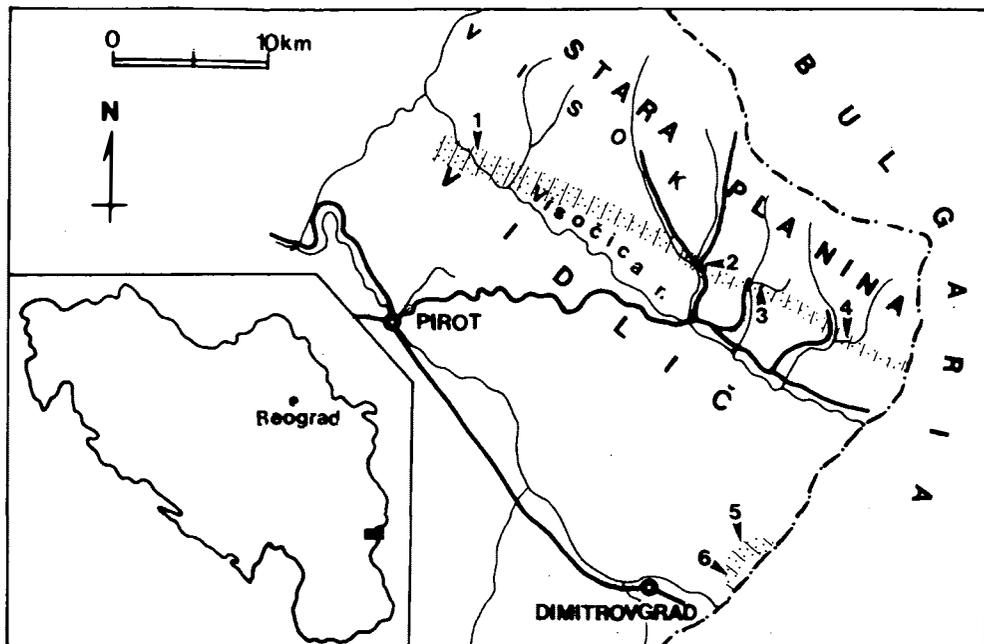


Fig. 1:

Distribution (hatched) and location of the investigated Senokos Formation sections of the Stara Planina Mts in Yugoslavian Carpatho-Balkanides.

Legend: (1) Mala Lukanja; (2) Vrelo; (3) Rosomac; (4) Senokos; (5) Mojinci; (6) Brebevnica.

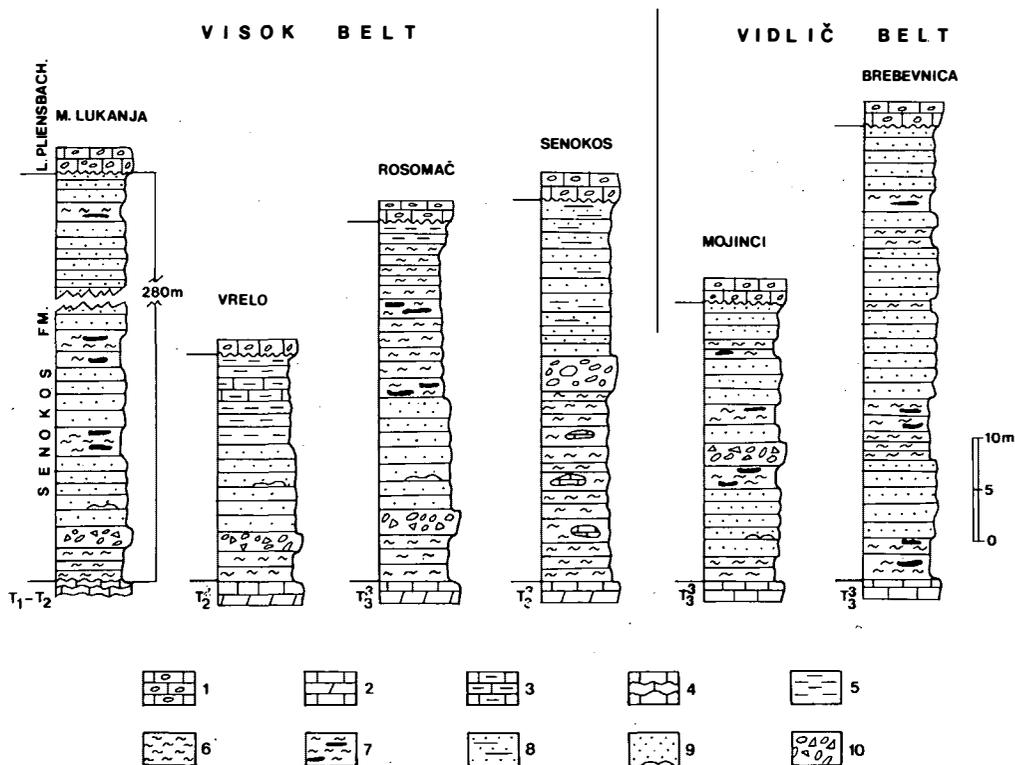


Fig. 2: Stratigraphic columns of the Senokos Formation in the Visok and Vidlic belts.

Legend: (1) Bioturbated Lower-Middle Triassic limestone; (2) Triassic limestone and/or dolomitic limestone; (3) Clay, clay-shale, clay sandstone; (4) Black clay and clay-shale with coal; (5) Quartzose sandstone, laminated sandstone and siltstone (a), and quartzose conglomerate (b); (6) Quartzose sandstone with sphaerosiderite, and limonitecrusts; (7) Marl; (8) Marly limestone; (9) Breccia; (10) Pliensbachian conglomeratic limestone.

Range), which he takes to overlies the slightly eroded Norian sediments. Rhaetian sediments are transgressively overlain by Lower or Middle Liassic.

Using ammonites, bivalves, and brachiopods, SAPUNOV, TCHOUMTCHENCO & SHOPOV (1967) give the biostratigraphy of the Lower Jurassic of western Bulgaria. Due to the non-availability of biostratigraphic data, these authors "make the lower boundary of the Hettangian coincident with the lithologic boundary between the Kostina Formation above and the nameless formation of the likely Rhaetian age under it". The same authors state that sandstones, siltstones, and conglomerates of the Kostina Formation lie transgressively over various Triassic sediments. NACHEV (1976) described in detail "The Continental Coal-Bearing Terrigenous Association (CCTA)" which "overlies a diverse basement of Early Palaeozoic to Rhaetian with angular or parallel unconformity. Its age is assumed to be Hettangian". The same sediments are mentioned by NACHEV & YANEV (1980) as "limnic clay-sand geocomplex".

### 3. Senokos Formation

Name: After the village of Senokos in Yugoslavian part of Stara Planina Mts.

Synonyms: "Sandstone with plant imprints" and "conglomerate and sandstone" - ŽUJOVIĆ (1983).

"Red Series and quartzose sandstone of the Lower Liassic" - M. ANDJELKOVIĆ (1957).

"Hettangian and Sinemurian rocks" - M. ANDJELKOVIĆ (1958, 1962, 1978).

"Red calcareous clay and argillaceous marls" (correspond to the lower part of the Senokos Formation) - GORANOV (1961).

? "Nameless Formation" and "Kostina Formation" - SAPUNOV, TCHOUMATCHENKO & SHOPOV (1967).

"The Continental Coal-Bearing Terrigenous Association" - NACHEV (1976).

"The limnic clay-sand geocomplex" - NACHEV & YANEV (1980).

Type section: A section near the village of Senokos, from the Karibanjska Reka to the village itself.

Boundaries: Triassic rocks of different age underlie the Senokos Formation (in Bulgaria, the Paleozoic also) with angular or parallel unconformity: (1) Campilian bioturbated sediments with *Costatoria costata* Zenker (Mala Likanja), (2) anisian limestones with *Lopha decemcostata* (GOLDFUSS) (Velika Likanja), (3) Ladinian rocks with *Diplopora annulatissima* PIA (Vrelo), (4) Canian sediments with *Paragondolella polygnathiformis* (BUDUROV & STEFANOV) and *Chlamys obliqua* (MÜNSTER) (Brebevnica), (5) Norian limestone with *Aulotor-*

*tus pokorny* SALAJ and *Coenothyris radulovici* (UROŠEVIĆ) and (6) Lower Rhaetian dolomitic limestone with *Cardita austriaca* HAUER, *Cardita cloacina* (QUENSTEDT), *Modiola minuta* GOLDFUSS, and *Involutina* (Senokos and Rosomač).

Senokos Formation is transgressively overlain by limestones including quartz grains and pebbles and Lower Pliensbachian fauna: *Pseudopecten* (*Ps.*) *equivalvi* J. SOWERBY, *Lobothyris subpunctata* (DAVIDSON), *Callospiriferina tumida* (v. BUCH), etc.

In Bulgaria are "The Transgressive Terrigenous Carbonate Association" of NACHEV (1976) is an equivalent of these sediments, with the lowermost *angulata*-zone sediments, suggesting a diachronous marine transgression (Hettangian in the Bulgarian, Pliensbachian in the Yugoslavian part of the belt, that means the age of the transgression in the central area is Hettangian, while on the periphery it is Pliensbachian).

Lithology and genesis: Dominant rocks in the Senokos Formation are white, yellow to reddish quartzose sandstones, varying in grain size from fine to conglomeratic. Other constituents are clay, fire proof kaolin clays, clay-shales, clay sandstone (mainly in the lower part), marls and marly limestones with ostracodes, freshwater gastropods, plant detritus, fish teeth and scales. Banks of breccia are present in some sections Limonite crusts and large nodules (concretions) of sphaerosiderite occur almost throughout the formation. The formation includes coal and black shale coloured by coaly matter.

The Senokos Formation has a thickness ranging from 30 to 350 m. The lithology of the Formation varies largely from section to section, it changes laterally according to the paleogeographic position of the Formation. Clayey sediments dominate in the central part of the area of deposition.

NACHEV (1976: 24-31) gave a detailed presentation of petrological, sedimentological, and in respect of the economic importance of the series, especially geochemical characteristics of the Formation. He wrote that it included alluvial, lacustrine, and marsh facies "originated in a continental flat with rivers, lakes and marshes in humid climate". Alluvial sediments are dominantly coarse-grained and poorly sorted, cross-laminated; cycles up to 15 metres occur in some outcrops.

The main early Kimmerian events (block faulting) in the Stara Planina Mts belt occurred after the Lower Rhaetian. Erosional processes in the uplifted blocks reached various Triassic levels (in Bulgaria even the Paleozoic). A new sedimentation cycle probably began in the late Upper Rhaetian: fluvio-lacustrine sediments were deposited in the Upper Hettangian or Sinemurian.

Age: In the Yugoslavian territory the Senokos Formation lies over Lower Rhaetian marine sediments and under Lower Pliensbachian marine conglomeratic limestones, suggesting deposition during the uppermost Rhaetian, Hettangian and Sinemurian. With respect to the general area of the belt, the boundaries of the formation are diachronous.

#### 4. Senokos Section

Rocks underlying the Senokos Formation are sandy and dolomitic limestones with *Cardita austriaca* (HAUER), *C. cloacina* (Quenstedt), *C. cf. munita* STOPPANI, *Myophoria inflata* EMMRICHE, *Modiola minuta* GOLDFUSS, and *Parallelodon azzorale* (STOPPANI) (Pl. 1, figs. 1-7).

The formation begins with clay, clay-shale, clayey sandstone including three layers of quartzose sandstone. In the middle part occur medium to coarse-grained quartzose sandstone beds including sphaerosiderite concretions. The uppermost part of the formation consists of white laminated quartzose sandstone.

Over the formation lie Lower Pliensbachian sediments with: *Entolium (E.) corneolum* (YOUNG & BIRD), *Pseudopecten (Ps.) equivalvis* (J. SOWERBY), *Pectenidae* (n. gen. ?), *Modiolus thiollerei* (DUMORTIER), *Pholadomya cf. ventricosa* (AGASSIZ), *Pleuromya striatula* AGASSIZ, *Lobothyris subpunctata* (DAVIDSON), *Mediterranirhynchia dubia* Sučić-Protić, *Keratothyris moorei* (DAVIDSON), and *Callospiriferina tumida* (v. BUCH) (Pl. 1, Figs. 8-18). The succession continues upwards with sandy limestones and marly sandstones abounding with brachiopods (SUČIĆ-PROTIĆ, 1969, 1971, 1985) and bivalves (RADULOVIĆ, 1982) of the *armatus*- and *jamesoni*-zone.

#### References

ANDJELKOVIĆ, M. (1957): Gornji trijas na Staroj Planini. Zap. Srps. geol. društ. za 1956, 107-109, Beograd.

ANDJELKOVIĆ, M. (1958): Geološki sastav i tektonika jugozapadnih padina Stare Planine. Pos. izd. SAN, odelj. prir. - mat. nauka, 24, 1-48, Beograd.

ANDJELKOVIĆ, M. (1962): Biostratigrafija donje jure Stare Planine na osnovu amonita. Geol. an. Balk. pol., 29, 1-10, Beograd.

ANDJELKOVIĆ, M. (1978): Stratigrafija Jugoslavije. Izd. "Minerva", 1077 pp., Subotica-Beograd.

ANDJELKOVIĆ, M. & NIKOLIĆ, P. (1974): Tektonska rejonizacija Karpato-balkanida istočne Srbije. Zbornik radova Rud.-geol.-met. fak. i Inst. za bakar, 16, 57-71, Bor.

GORANOV, A. (1961): Litologija na ret v čast ot Zapadna Stara planina. Trud. geol. Bulgar., ser. stratigr. tect., 3, 75-92, Sofija.

MAKSIMOVIĆ, B. (1974): Prilog geotektonskoj rejonizaciji Srbije. Zbornik radova Rud.-geol.-met. fak. i Inst. za bakar, 16, 73-111, Bor.

NACHEV, I. (1976): Litologija na Jurskite sedimenti v Bulgarija. Izd. Bulg. Akad. Naukite, 159 pp., Sofija.

NACHEV, I. & YANEV, S. (1980): Sedimentnite geokompleksi v Bulgaria. Izd. Nauka i Izkustvo, 203 pp., Sofija.

ORAVECZNE-SCHEFFER, A. (1978): Triassic Foraminifers of the Trandanium Central Range. Geol. Hung., ser. paleont., 50, 1-234, 98 pls., Budapest.

RADULOVIĆ, V. (1982): Lijaska lamelibranhijatska fauna jugozapadnih padina Stare Planine (istočna Srbija). Geol. an. Balk. pol., 46, 293-324, 7 pls., Beograd.

SALAJ, J. BARZA K. & SAMUEL, O. (1983): Triassic Foraminifers of the West Carpathians. Vyd. Geol. ústav Dionyza Štúra, 213 pp., 157 pls., Bratislava.

SAPUNOV, I., TCHOUMATCHENKO, P. & SHOPOV, V. (1967): Biostratigrafija na dolnojurskite skali pri s. Komsica, sofijsko (zapadni Balkanidi). Bull. geol. Inst., ser. geotect. stratigr. lithol., 16, 125-143, Sofija.

SUČIĆ-PROTIĆ, Z. (1969, 1971, 1985): Mesozoic Brachiopoda of Yugoslavia. Middle Liassic Brachiopoda of the Yugoslav Carpatho-Balkanids. (1):1-93, 57 pls., Univ., Belgrade Monogr. (1969); (2):1-63, 41 pls., Univ. Belgrade Monogr. (1971); (3):1-60, 35 pls., Paleont. Jugoslavica, 32, Zagreb (1985).

UROŠEVIĆ, D. & ANDJELKOVIĆ, J. (1970): Retski kat na Staroj Planini. Vesn. Zav. geol. geofiz. istr., A, 28, 301-306, 7 pls., Beograd.

UROŠEVIĆ, D. (1971): Pregled trijaske faune i flore Stare Planine (Karpato-balkanski pojas). Geol. an. Balk. pol., 36, 95-104, 13 pls., Beograd.

UROŠEVIĆ, D. (1979): Stratigrafičeskoe položenie sloev s Darwinula v retskom jaruse gori Stara Planina. Proc. VII Int. Symp. Ostracodes, Serbian geol. Soc., 99-111, 1 pl., Beograd.

UROŠEVIĆ, D. (1988): Gornji trijas planine Vidlič. Geol. an. Balk. pol., 52, 347-352, 1 pl., Beograd.

UROŠEVIĆ, D. (1988): Mikrofosili iz trijasa unutrašnjeg pojasa jugoslovenskih Karpato-balkanida. Geol. an. Balk. pol., 52, 371-379, 7 pls., Beograd.

ŽUJOVIĆ, J. (1893): Geologija Srbije. Deo prvi. Topografska geologija. 334 pp., Beograd.

#### Authors' addresses:

Dr. Draginja Urošević, Geološki institut, Karadjordjeva St. 48, YU-11001 Beograd; Dr. Vladan Radulović, Institute of Regional Geology and Palaeontology, Faculty of Mining and Geology, Kamenička St. 6, YU-11001 Beograd

submitted: February 15, 1989

accepted: June 25, 1989

## Explanation of plate

### Plate 1

Figs 1–7: Lower Rhaetian

Fig. 1: *Cardita austriaca* (HAUER), x 1.5.

Fig. 2: *Cardita cf. munita* STOPPANI, x 1.5.

Figs 3–4: *Cardita cloacina* (QUENSTEDT), x 1.

Fig. 5: *Myophoria inflata* (EMMRICHE), x 1.5.

Figs 6–7: *Paralledon azzorale* (STOPPANI), x 1.

Figs 8–18: Lower Pliensbachian

Fig. 8: *Pectenidae* (n. gen. ?), x 1.

Fig. 9: *ntolium* (E.) *corneolum* (YOUNG & BIRD), x 1.

Figs 10–11: *Modiolus thiollerei* (DUMORTIER), x 1.

Fig. 12: *Pseudopecten* (Ps.) *equivalvis* (J.SOWERBY), x 1.

Fig. 13: *Pleuromya straitula* AGASSIZ, x 1.

Figs 14–15: *Lobothyris subpunctata* (DAVIDSON), x 1.

Fig. 16: *Keratothyris moorei* (DAVIDSON), x 1.

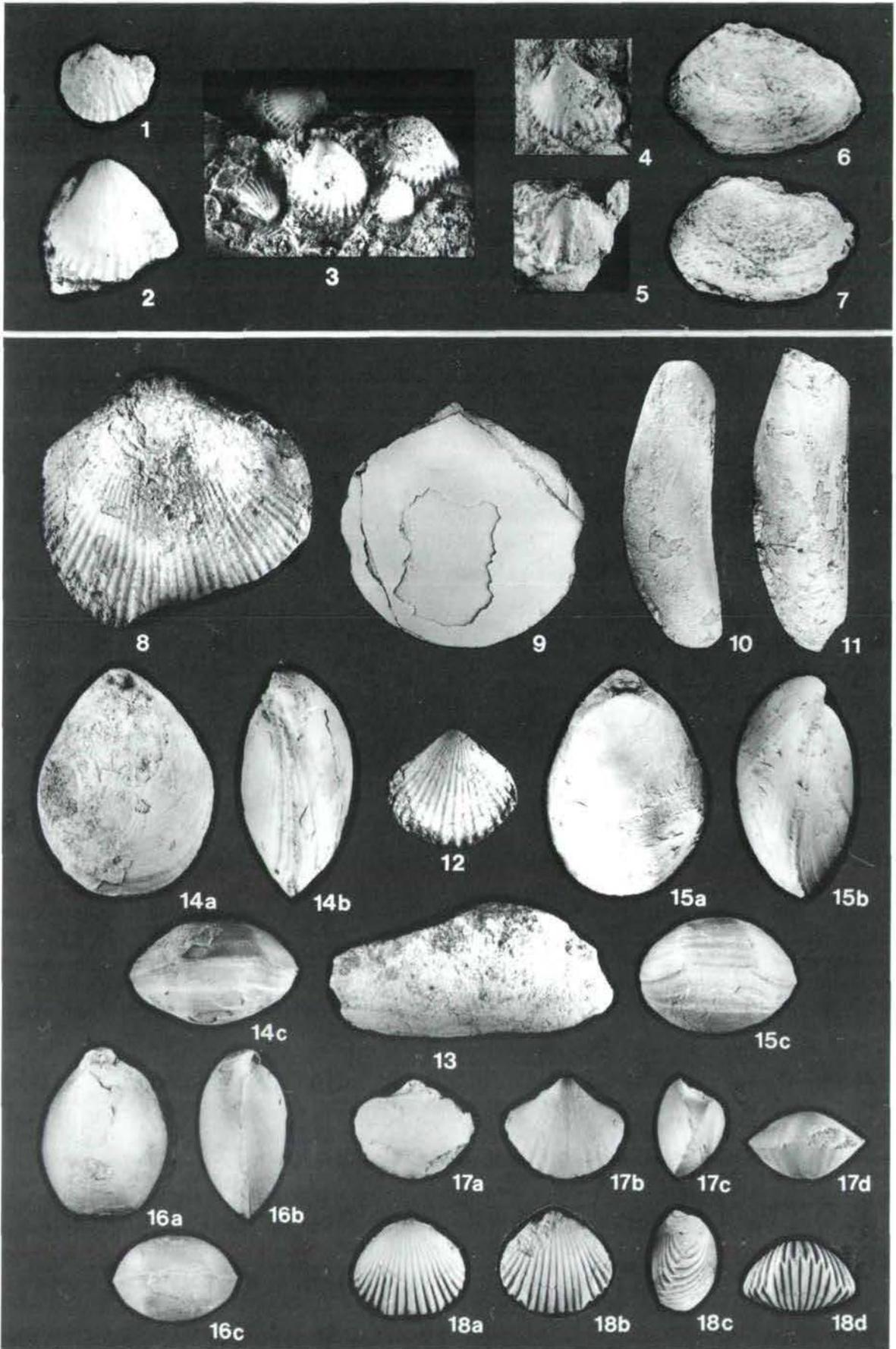
Fig. 17: *Callospiriferina tumida* (v. BUCH), x 1.5.

Fig. 18: *Mediterranirhynchia dubia* SUČIĆ-PROTIĆ, x 1.5.

All specimens are from Senokos locality, Stara Planina Mts, Yugoslavian Carpatho-Balkanides, and coated with ammonium chloride.

(Photos by V. Radulović)

Plate 1



# DIE HÄRINGER SCHICHTEN VOM NORDRAND DES UNTERINNTALER TERTIÄR-BECKENS (ANGERBERG, TIROL): FAZIES, SEDIMENTPETROGRAPHIE UND BECKENGENETISCHE ASPEKTE

Volkmar Stingl, Innsbruck

Mit 6 Abbildungen

**Zusammenfassung:** Das Vorkommen von Bitumenmergeln und Breccien der Häringer Schichten (Unteroligozän) am Nordrand des Unterinntaler Tertiär-Beckens beim Gehöft Schindler zeigt deutlich einen durch Lateraltektonik gestörten Muldenbau. Die Faziesanalyse an 2 Profilen läßt das Verzahnen von lakustrinen und alluvialen Sedimenten erkennen, so daß eine Interpretation als fan delta gerechtfertigt ist. Auf Grund der Sedimentpetrographie kommt nur ein kleinräumiges, kalkalpines Liefergebiet in Frage, eine bisher postulierte Beteiligung von kristallinem Material (SCHNABEL & DRAXLER, 1976) ist auszuschließen.

Fazielle und sedimentpetrographische Argumente deuten darauf hin, daß hier der ursprüngliche Nordrand des Beckens vorlag und das Unterinntaler Tertiär nicht als nachträglich eingesenkter Rest einer weiträumigen Molassebedeckung der Nördlichen Kalkalpen betrachtet werden kann.

**Abstract:** The occurrence of Häring beds (Lower Oligocene) at the northern margin of the Unterinntal Tertiary basin (locality "Schindler") clearly displays a synclinal structure, modified by younger lateral movements. Facial analysis shows the interfingering of lacustrine and alluvial sediments, which allows the interpretation as fan delta sequence. Sedimentary petrography points to a local, carbonate dominated source, a crystalline source can be ruled out.

Based on facial and petrographical arguments, the position of this occurrence is interpreted as the primary northern margin of the basin. Therefore the Unterinntal Tertiary does not represent a post-depositionally downfaulted remnant of a wide-spread molasse cover of the Northern Calcareous Alps.

## 1. Einleitung und Problemstellung

Das kleine Vorkommen von Häringer Schichten (Unteroligozän ?) nördlich des Gehöftes Schindler am Oberangerberg (Tirol) wird schon von AMPFERER (1922) erwähnt, der die "Häringer Kohlen und Bitumenmergel" (S. 118), die eng mit Hauptdolomit verschuppt sind, als tektonische Einschlüsse an Längsverwerfungen deutet. Die karbonatischen Breccien werden in dieser Arbeit nicht erwähnt.

Die Verwirrung um dieses Vorkommen beginnt mit WOLETZ (in HEISSEL, 1955: 67), die Schwermineraldaten vom "Obereozän Schindla" (je ein fein- und ein grobkörniger Sandstein) auflistet. Als Probennahmepunkt führt sie "W Schindla" an. Das von WOLETZ angeführte Spektrum kann aber zwanglos mit jenen der Oberangerberger Schichten verglichen werden, die tatsächlich auch westlich des Gehöftes Schindler auftreten.

Eine erste fazielle Ansprache der "echten" Häringer Schichten vom Schindler findet sich bei KÖVECS (1964), dessen Deutung der Bitumenmergel vom Angerberg als limnisch-brackische Fazies sich auch HAMDI (1969) anschließt.

Die letzte und modernste Arbeit (SCHNABEL & DRAXLER, 1976) beinhaltet neue Daten zur Schwermineralführung, Palynologie und Nannoplanktonführung. Hinsichtlich des Nannoplanktons erwiesen sich die untersuchten Proben als steril (STRADNER, in SCHNABEL & DRAXLER, 1976: 351). Die palynologischen Ergebnisse zeigten, daß die Sedimente äußerst arm an Sporomorphen sind. Marines Plankton fehlt, was DRAXLER dazu veranlaßt, sie als "rein limnische Ablagerungen" (S. 343) zu bezeichnen. Bei der Profildarstellung und Bearbeitung der Schwerminerale in dieser Arbeit setzen sich nun die oben erwähnten Verwirrungen um dieses Vorkommen fort. Das in SCHNABEL & DRAXLER (1976: 336) dargestellte Profil kann nicht nachvollzogen werden, die Neuaufnahme unter Berücksichtigung von Geopetalgefügen erbrachte diesbezüglich ein neues Bild. Bei der Schwermineraluntersuchung stimmt lediglich die Aussage (S. 329), daß die Spektren von WOLETZ (in HEISSEL, 1955) nicht mit denen von SCHNABEL & DRAXLER (1976) übereinstimmen. Von den 3 untersuchten Proben (nach der Profildarstellung auf S. 336 alle aus Breccienhorizonten!) besitzen 2 ein Granat-dominiertes Spektrum mit Staurolith, Epidot und bis zu 29 % (!) barroisitische Hornblenden (S. 332 ff.),

von dem ein alpidisch metamorphes Kristallin als Liefergebiet abgeleitet wird. Die große Korngröße der Hornblendebruchstücke soll aber nur einen kurzen Transportweg anzeigen.

In den oben angeführten Problemen mit letztlich weitreichenden Folgen ist der Grund für eine Einzeldarstellung dieses Vorkommens von Häringer Schichten zu suchen. In der vorliegenden Arbeit soll eine klare Profil-darstellung, eine sedimentologische Bearbeitung und fa-zielle Analyse versucht, sowie die Konsequenzen hin-sichtlich der Beckenanlage überprüft werden.

## 2. Lage des Vorkommens und geologisch-tektonische Verhältnisse (Abb.1)

Das hier dargestellte Vorkommen befindet sich auf einer Höhe von ca. 780 m in ca. 400 m Entfernung nordwestlich der Hofgruppe Schindler am Oberangerberg. Es liegt oberhalb einer Schotterentnahmestelle, bei der ein kleiner Bach von einer Hauptdolomitstufe herabkommt. Über dieser Stufe stehen die tertiären Sedimente an. Knapp östlich des Baches, am Fuß der Felsen, sieht man noch den verstürzten Lauf eines alten Stollens, der von früheren Schurfversuchen auf Kohle stammt (siehe auch AMPFERER, 1922) und den Hauptdolomit durchfahren hat.

Das Vorkommen liegt als tektonische Linse eingeklemmt zwischen dem Hauptdolomit des Zimmererkopfes (Lechtaldecke) und einer Hauptdolomit-Schuppe im S.

Westlich bzw. südwestlich schließt ein größerer Streifen von Liaskalken (nach AMPFERER, 1922) an, der auch die Wände oberhalb des Berglsteinersees aufbaut.

Während die Nordbegrenzung des Vorkommens gegen den Hauptdolomit nicht aufgeschlossen ist, zeigt der südliche Kontakt zur Hauptdolomit-Schuppe tektonische Überarbeitung. Auffallend ist das im mittleren Teil der Häringer Schichten gehäufte Auftreten von Harnischflächen mit variabler Richtung und unterschiedlich ausgerichteter Strömung.

Bei der Suche nach Geopetalgefügen in den ungestörten Profilbereichen konnte festgestellt werden, daß der nördliche Teil den senkrecht gestellten Nordschenkel einer ungefähr E-W-streichenden Muldenstruktur darstellt, während der südliche Teil den N-fallenden aufrechten Südschenkel bildet. An Gefügen für die Lagebeurteilung wurden v. a. Belastungsstrukturen durch die Breccienpakete auf den Mergellagen verwendet. Gradierung erwies sich nicht als sicheres Indiz, da manche Breccien auch eine inverse oder invers-normale Korngradierung besitzen. Als Besonderheit konnten in einem Fall Schergefüge im Mergeln beobachtet werden, die durch den darüberfahrenden Breccienstrom im plastischen Sediment verursacht wurden.

Es zeigte sich also klar der durch Lateralbewegungen stark gestörte Muldenbau des Häringer-Schichten-Vorkommens, wobei die 2 Schenkel nicht unmittelbar korreliert werden können.

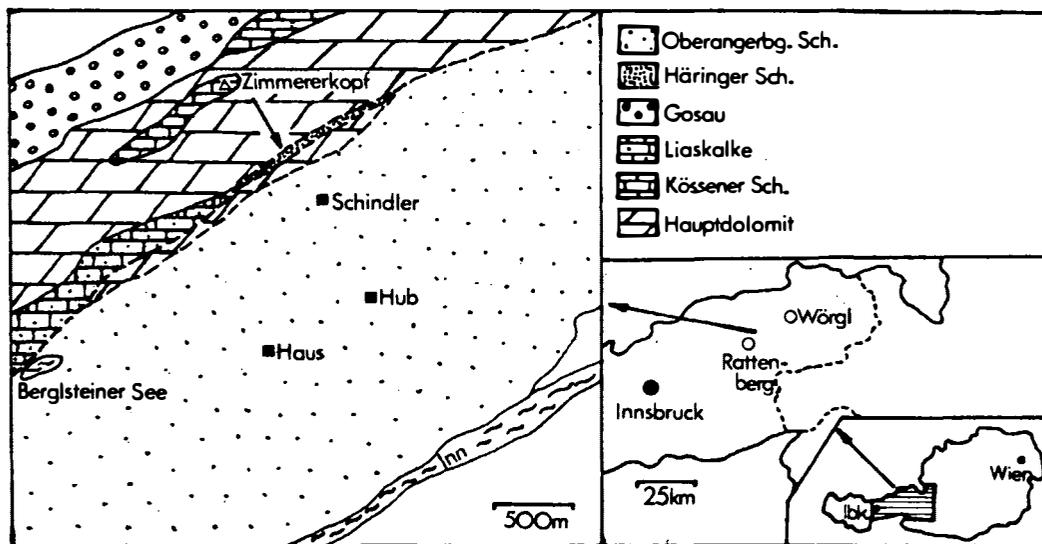


Abb. 1:

Geologischer Rahmen der Häringer Schichten vom Gehöft Schindler (umgezeichnet nach AMPFERER, 1922) und Lage der Profile (Pfeil).

### 3. Profilbeschreibung (Abb.2)

**Nordschenkel:** Der steilstehende bis leicht überkippte Nordschenkel der Mulde ist im orographisch linken Teilgraben mit ca. 11 m Mächtigkeit aufgeschlossen (Abb. 3). Das Profil beginnt im Liegenden mit 1 m von gradierten korngestützten Karbonatbreccien mit Korngrößen von 0.5 bis 50 cm. Die danach folgenden 3 m sind sehr stark überrollt und bewachsen, werden aber i. w. wieder von Karbonatbreccien eingenommen, wie aus Einzelaufschlüssen des Nachbargrabens zu entnehmen ist.

Auf diese folgt ca. 1 m von grauen bis schwarzen Doloomitmergeln mit hohem Bitumengehalt und Kohleführung. Auf den Schichtflächen sind noch die stark inkohlten Pflanzenreste zu erkennen. In die Bitumenmergel schalten sich v. a. im höheren Teil doloarenitische Lagen ein, die in der Schichtung eingeregelt, stark zerdrückte Bivalvenschalen aufweisen. Einzelne Lagen bestehen zur Gänze aus gradiertem Schill. Auch diese sandig-siltigen Pakete besitzen einen hohen Bitumengehalt und führen kohlige Substanz.

Über den Bitumenmergeln setzt wieder die Brecciansedimentation mit Einzelschüttungen zwischen 20

und 60 cm Mächtigkeit ein (insgesamt ca. 4 m). Zwischen die einzelnen Pakete schalten sich wenige cm dicke, graue bis schwarze Doloarenite bis -siltite mit wechselnder Bitumen- und Kohleführung ein, die die reliefierte Oberfläche der unterlagernden Grobklastika auffüllen. Komponenten aus überlagernden Breccienströmen sind z. T. in die feineren Zwischenlagen eingesunken und produzierten deutliche Belastungsstrukturen, die als Geopetalgefüge geeignet sind.

Während die mächtigeren Breccien meist ungeschichtet sind und ein chaotische Interngefüge aufweisen, zeigen die geringermächtigen öfters normale Gradierung und fallweise eine invers gradierte Basis. Die Komponenten der korngestützten Breccien sind durchwegs schlecht gerundet (höchstens kantengerundet) und schlecht sortiert (mittlere Korngröße zwischen 2 und 7 cm).

Den Abschluß des Profils bilden nochmals Karbonatbreccien, die offenbar keine feinkörnigen Zwischenlagen mehr besitzen. Nach ca. 2 m wurde die Profilaufnahme beendet, da hier der extrem zerscherzte Mittelteil der Mulde beginnt und eine Einbindung nicht mehr möglich war.

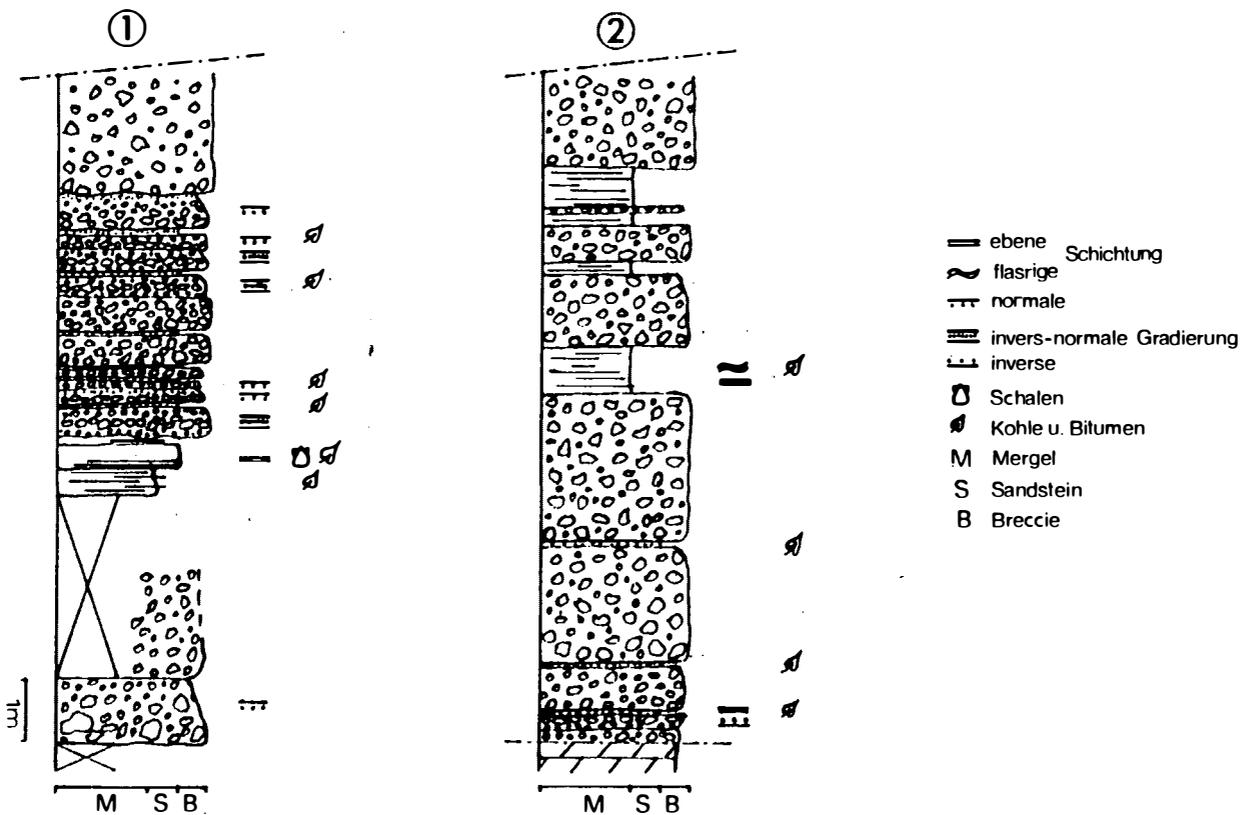


Abb. 2:

Profile durch die Häringer Schichten vom Gehöft Schindler: 1. Nordschenkel, 2. Südschenkel.



Abb. 3:

Bitumenmergel mit Schillbank (links, Liegendes) und Breccien des Profils im Nordschenkel der Mulde (Profil 1).

**Südschenkel:** Der Südschenkel der Mulde ist im orographisch rechten Teilgraben in einem Profil vonebenfalls ca. 11 m erschlossen, bevor er in den stark gestörten Muldenkern mit verschuppten Karbonatbreccien und bituminösen Mergeln übergeht.

Die Basis, tektonisch gegen die Hauptdolomitschuppe abgegrenzt, bilden 2 geringmächtige Breccienlagen, deren höhere eine inverse Gradierung aufweist. Darüber folgen, jeweils durch dünne kohlig-bituminöse, mergelig-arenitische Lagen getrennt, bis zu 2,5 m mächtige ungeschichtete Breccien mit Korngrößen von maximal 6 cm. Ungefähr in Profilmitte tritt dann ein Komplex von flasrigen und laminierten Bitumenmergeln mit Kohleführung auf, die durch Korngrößenunterschiede und unterschiedliche Bitumengehalte einen Farbwechsel von hellgrau bis schwarz zeigen. Nach einer Breccie mit 1,2 m Mächtigkeit dominieren wieder groblaminierte bis flasrige, bituminöse Mergel bräunlicher Farbe, in die sich 2 Breccien einschalten. Der Rest des Profils wird wieder von karbonatischen Breccien aufgebaut.

Im höheren mergeligen Abschnitt konnten brauchbare Geopetalgefüge gefunden werden, die die aufrechte Lagerung belegen. Durch das Darübergleiten einer Breccien-schüttung über zu diesem Zeitpunkt noch plastisch verformbare Mergel wurden durchgescherte Stauchgefüge produziert.

Auch in diesem Profil sind die Breccien durchwegs schlecht sortiert und zeigen keinerlei Interngefüge, die Komponentenrundung ist als schlecht zu bezeichnen. Selten beinhalten die Breccien Kohlefragmente und nahe der Schüttungsbasis Flecken von bituminöser Substanz, die aus der Einarbeitung von Bitumenmergeln aus dem Untergrund stammen.

#### 4. Sedimentpetrographie

Die Komponenten der Breccienkörper bestehen aus wenigen Typen von Karbonatbruchstücken (Abb. 4). Es dominieren diverse mittel- bis grobkristalline Dolomitfragmente, die mit vereinzelt Partikeln von Dolomitbreccien (Kataklasten) eindeutig aus dem Hauptdolomit zu beziehen sind. Dazu gesellen sich sterile Kalkmikrite bis mikrosparitische Kalke, einzelne Komponenten von Biomikriten führen Foraminiferen und andere Organismen. Die mikritischen Kalke sowie seltene Gerölle von Pelspariten stammen aus den Liaskalken (nach AMPFERER, 1922), die heute westlich des Vorkommens anstehen.

Die Grundmasse wird im wesentlichen ebenfalls von Karbonatdetritus (Doloarenit) eingenommen. Nur selten findet man fleckig verteiltes Bitumen (aus der Aufarbeitung von Bitumenmergeln), das die Partikel vom Rand her und entlang von Intergranularen stark korrodiert und die Grundmasse verdrängt. Nur ganz lokal sind Zementati-

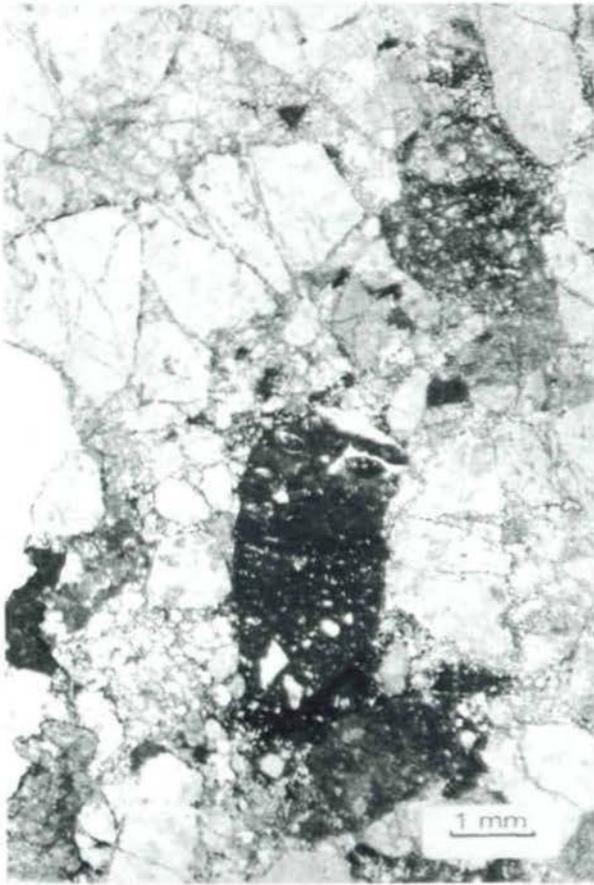


Abb. 4:

Bröccie aus verschiedenen Dolomitfragmenten (Hauptdolomit) und mikritischen Kalken.

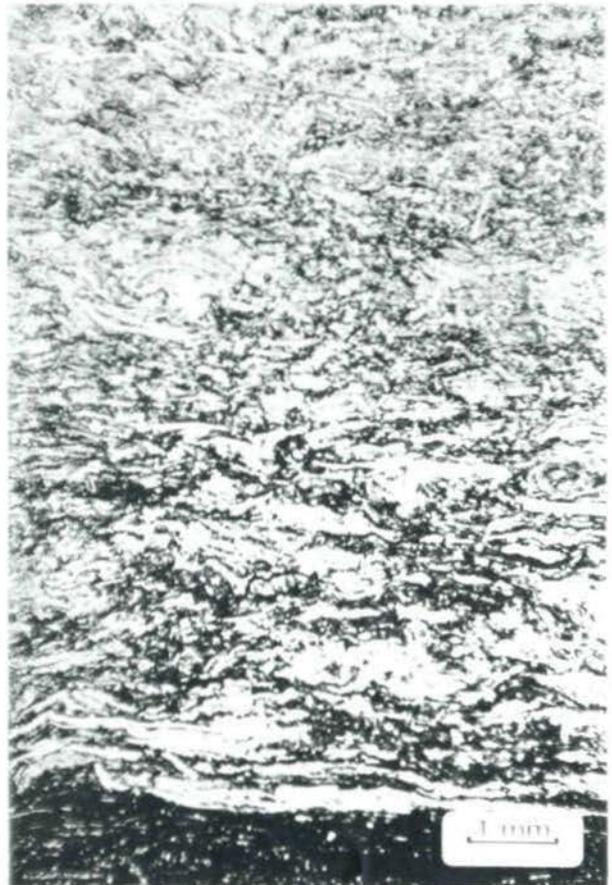


Abb. 5:

Gradierte Schillbank aus Profil 1.

erscheinungen durch grobspätiges Karbonat, welches aus der Drucklösung von karbonatischen Komponenten stammt, zu beobachten.

Die Mergel bestehen aus einer im mm-Bereich liegenden Wechsellagerung von karbonatischen Feinklastika mit unterschiedlichen Gehalten an inkohlten Pflanzenresten sowie Bitumen, das oft in Form bräunlich-oranger durchscheinender Tröpfchen vorliegt. Vor allem größere arenitische Partien führen neben dem Bitumen häufig eingeregelt Kohlepartikel. Deformationsstrukturen in feinkörnigen Mergeln gehen z. T. wahrscheinlich auf Bioturbation zurück. In mächtigeren Mergelabschnitten findet man v. a. in bituminösen Abschnitten immer wieder stark deformierte Schalenreste von Bivalven, die nicht näher bestimmbar sind. Im nördlichen Profil ist eine gradierte Schillage eingeschaltet, deren Schalenfragmente dicht gepackt und eingeregelt sind (Abb. 5). Dazwischen finden sich nur wenige Dolomitpartikel, die Grundmasse wird hauptsächlich von organischer Substanz (Bitumen) eingenommen.

Schwemmineralanalysen brachten ein negatives Ergebnis. Außeropakem Material, das lediglich bitumenumkrustete Dolomitpartikel beinhaltet, wurden keine Schwemminerale gewonnen. Die von SCHNABEL & DRAXLER (1976) beschriebenen Spektren mit Granat, Staurolith, Hornblenden, Epidot und anderen Phasen können nur so erklärt werden, daß bei der Aufbereitung Verunreinigungen der Siebböden verschleppt wurden oder Proben verwechselt wurden, da die Spektren (abgesehen von den Hornblenden) eine auffällige Ähnlichkeit zu Spektren der Angerberger Schichten zeigen.

Zusammenfassend kann noch einmal hervorgehoben werden, daß in den Flälinger Schichten vom Schindler ausschließlich kalkalpines Material aufgearbeitet wurde, und keinerlei Anzeichen für eine Einbringung von siliziklastischem Detritus vorliegt. Weder finden sich Quarze oder andere siliziklastische Partikel, noch sind entsprechende Schwemminerale vorhanden. Aus dem Geröllspektrum und den geologischen Verhältnissen kann auf ein nahegelegenes, kleinräumiges Einzugsgebiet mit Hauptdolomit und Liaskalken geschlossen werden.

## 5. Fazies

Die geringe Mächtigkeit der Häringer Schichten vom Schindler sowie die beschränkte Einsicht in die laterale Entwicklung der Bänke erschweren eine fazielle Ansprache der Sedimente. Allerdings erlauben die wenigen Sedimentstrukturen sowie die textuelle Zusammensetzung durchaus, auf die Ablagerungsmechanismen und auf den Sedimentationsraum zu schließen.

Herausstechendster Lithofaziestyp sind die Bitumenmergel, deren hoher Anteil an pflanzlichem Detritus und vor allem die Bivalven einen aquatischen Ablagerungsraum belegen. Aus sedimentologischer Sicht kann nicht entschieden werden, ob marines oder Süßwassermilieu vorlag. In Anlehnung an die Ergebnisse bezüglich Palynologie und Nannoplankton von SCHNABEL & DRAXLER (1976) sowie an die von LÜHR (1962) erstellte Faziesinterpretation der Häringer Schichten an der Typuslokalität (Bad Häring) scheint aber eher ein lakustriner Rahmen in Frage zu kommen. Dafür sprechen auch die ruhigen Ablagerungsbedingungen, die sich in Horizontallaminierung und seltener leicht flasriger Schichtung (Bioturbation?) äußern. Eine Umlagerung des eingebrachten sandigen Karbonatdetritus durch Wellentätigkeit oder Bodenströmungen kann nicht festgestellt werden. Lediglich die leicht gradierte Schillbank könnte durch wind- bzw. wellenverursachte Akkumulation im Flachstwasserbereich bzw. im unmittelbaren Uferbereich erklärt werden.

Die den Bitumenmergeln eingeschalteten, meist feinkörnigen Karbonatsandsteine bis -siltsteine (mit Mächtigkeiten von wenigen mm bis cm) zeigen Hinweise auf Sedimentation aus einer laminaren, hochkonzentrierten Suspension. Die korngestützten, matrixarmen bis -freien Bänkchen besitzen keinerlei interne Gefüge, außer seltenen, einkorndicken basalen Grobsandlagen (Traktionsteppich). Da keine Indizien dafür zu finden sind, ob der Transport vorwiegend durch dispersiven Korndruck oder in echter Suspension erfolgt ist, kann nicht entschieden werden, ob es sich um kohäsionslose, subaquatische grain flows oder liquefied flows (siehe z.B. LOWE, 1982) handelt.

Die Breccien können auf Grund ihres textuellen und strukturellen Aufbaus (Kornstützung, Matrixarmut, schlechte Sortierung und Rundung, Fehlen von Schichtung) insgesamt als unreife Schuttfächersedimente interpretiert werden, die intern durch Reibungs- und Trägheitskräfte dominiert werden (FISHER, 1971; LARSEN & STEEL, 1978; LOWE, 1982). Dafür spricht auch das weitgehende Fehlen von ausgeprägten Erosionsflächen an der Basis der Schüttungen, auch wenn sie offenbarden noch plastisch verformbaren Untergrund der organisch-reichen Schlamm überfahren haben. Lediglich die weni-

gen bituminösen Flecken in den tieferen Teilen einzelner Breccienkörper deuten auf geringe Aufarbeitungstätigkeit hin. Ansonsten wurden nur gravitatives Einsinken von Komponenten in die Bitumenmergel (nach dem Stillstand des Schuttstroms) und durch den gerichteten Druck während des Transports die Bildung von zerscherten Stauchfalten beobachtet (Abb. 6).



Abb. 6:

Zerscherte Stauchfalten in bituminösen Mergeln. Der darüber liegende Breccienkörper zeigt eine invers gradierte Basis. Zeichnung nach einem Handstück.

Anhand der Gradierungsart können vier Breccientypen unterschieden werden, die über den Sedimentationsmechanismus Schlüsse auf das lokale Environment zulassen. Die mächtigeren Bänke bestehen aus ungradierten und ungeordneten Breccien, die als "echte" debris flows (FISHER, 1971; LOWE, 1976, 1982) gedeutet werden können. Das korngestützte Gefüge läßt allerdings Übergänge zu grobklastischen grain flows vermuten, wobei der dispersive Korndruck noch durch den geringen Matrixgehalt und Porenwasser weitgehend aufgehoben wurde (NEMEC et al., 1984; LOWE, 1982). Die invers gradierte Bank sowie die invers gradierte Basis einiger geringermächtiger Breccien deuten die Vorherrschaft von intergranularem Verteilungsdruck in der basalen Schub- und Scherzone an, wodurch die Komponenten in Bewegung gehalten wurden und die Korngrößenabscheidung bewirkt wurde. Diese im wesentlichen durch die Trägheitskomponente in einem hochkonzentrierten Korngemisch beherrschten density-modified grain flows (LOWE, 1982) vermitteln letztlich über die invers-normal gradierten Breccien zu den normal gradierten Typen, die durch Ausseigerung der Partikel aus einer turbulenten, wenn auch noch hochkonzentrierten, Suspension gekennzeichnet sind. Die Möglichkeit für die Klasten, sich relativ frei zu bewegen, impliziert eine deutliche Herabsetzung der Viskosität (FISHER, 1971), was durch Aufnahme von Wasser

in das Korngemisch und die damit verbundene Verringerung der Kornkonzentration erreicht wird. Eine zusätzliche Wasseraufnahme und Verdünnung während des Transports des debris flows kann praktisch nur dann erfolgen, wenn der Schuttstrom in einen vorhandenen Wasserkörper eintritt, weshalb die invers-normal und normal gradierten Breccien als Hinweis auf subaquatische Sedimentation gedeutet werden können. Ähnliche Prozesse werden auch von NEMEC et al. (1984) für ein devonisches fan delta in Norwegen beschrieben.

Ein auffallendes Phänomen ist bei manchen Breccienbänken ein deutlich bimodaler Top, bei dem offenbar das Feinmaterial zwischen den Klusten durch schichtiges Auswaschen an der Oberfläche entfernt wurde (subaerisch oder subaquatisch?). Das entstandene Relief wurde z. T. durch sandig-siltiges, lakustrines Material verfüllt (LARSSEN & STEEL, 1978; NEMEC et al., 1984). Dieser Vorgang dürfte auch die Feinklastika bereitgestellt haben, die als subaquatische grain flows oder liquefied flows in die Bitumenmergel eingeschaltet sind.

Durch die Wechsellagerung der Schuttstrombreccien mit den wahrscheinlich lakustrinen Bitumenmergeln wird der Verzahnungsbereich zwischen Schuttfächer und Seesedimenten angezeigt, sodaß eindeutig von einem fan delta gesprochen werden kann (ETHRIDGE & WESCOTT, 1984; McPHERSON et al., 1987, 1988; NEMEC & STEEL, 1988). Diese Interpretation wird durch die Ausdeutung der Gradierungstypen in den Breccien, die einen Wechsel von subaerischen und subaquatischen Bedingungen anzuzeigen scheinen, gestützt.

## 6. Schlußfolgerungen auf Grund der petrographischen und faziellen Ergebnisse

**Liefergebiet:** Wie schon im Kapitel zur Sedimentpetrographie erwähnt, müssen die von SCHNABEL & DRAXLER (1976) angeführten Schwermineraldaten revidiert werden. Neue Schwermineraluntersuchungen und Dünnschliffbearbeitungen erbrachten keinerlei Hinweis auf siliziklastische Beeinflussung. Es wurde **ausschließlich kalkalpines Material** (Hauptdolomit und Jurakalk) sedimentiert, das aus der näheren Umgebung bezogen wurde, womit die Suche nach einem kristallinen Einzugsgebiet hinfällig geworden ist.

**Alter:** Aus lithofaziellen Gründen wurde das Breccien-Bitumenmergel-Vorkommen vom Schindler schon früh mit den Häringer Schichten der Typuslokalität bei Bad Häring verglichen, wo sie in das Unteroligozän eingestuft werden (LINDENBERG, in HAGN et al., 1981). Solange aber vom Schindler keine belegbare Einstufung vorliegt, kann bei diesem Vorkommen der Begriff "Häringer Schichten" nur als Faziesbegriff verstanden werden. Es ist

zwar sehr wahrscheinlich, daß hier ebenfalls Unteroligozän vorliegt, aber ohne zwingenden Beweis muß auch noch die Möglichkeit einer faziell ähnlichen, aber jüngeren Beckenrandbildung mit in Betracht gezogen werden.

**Beckenanlage:** Die Bindung von alluvialen Schuttfächern und fan deltas an synsedimentär aktive tektonische Strukturen ist zwar keine zwingende Notwendigkeit, stellt aber großteils durch die ständige Reliefverjüngung und Materialbereitstellung das auslösende Element für in Bezug auf das Liefergebiet proximale grobklastische Sedimentation dar (z.B. HEWARD, 1978; DUNNE & HEMPTON, 1984; ETHRIDGE & WESCOTT, 1984; McPHERSON et al., 1987; NEMEC & STEEL, 1988). Obwohl das einzige Vorkommen von grobklastischen Häringer Schichten am Nordrand des Unterinntaler Tertiärbeckens nur sehr beschränkte Einsicht bietet und auch keine Schüttungsrichtungen rekonstruiert werden konnten, legt doch das Auftreten dieser Fazies den Schluß nahe, daß hier der durch jüngere Lateralektonik überarbeitete, ursprüngliche Nordrand des Beckens vorliegt. Diese Ansicht widerspricht dem Gedanken einiger älterer Autoren (WINKLER-HERMADEN, 1927; ZÖBELEIN, 1952; MUTSCHLECHNER, 1953; PICHLER, 1962), die eine ursprünglich geschlossene Molassebedeckung der Nördlichen Kalkalpen annahmen und im Inntaltertiär nur einen nachträglich eingesenkten und so vor der Erosion geschützten Rest dieser Bedeckung sahen. Die Meinung rührt von der Parallelisierung der Augensteinvorkommen auf dem Kaisergebirge und in anderen Gebieten mit den Oberangerberger Schichten her. Nachdem aber schon im Unteroligozän ein tektonisch kontrolliertes Becken mit entsprechendem Reliefunterschied zum Rahmen vorhanden war, was an der Häringer-Schichten-Fazies ablesbar ist, muß diese Ansicht einer jungen Beckeneinsenkung wohl endgültig fallen gelassen werden. Ähnliche fazielle Verhältnisse (lakustrines fan delta) wurden vom Autor an der Typuslokalität bei Bad Häring (Südrand des Beckens, in Bearbeitung) festgestellt, wo sich außerdem in der Mächtigkeitsverteilung und den Schüttungsrichtungen das lokale Relief äußert und ebenso die Beckenrandlage deutlich zum Ausdruck kommt.

## Dank

Die vorliegende Studie entstand im Rahmen des Projektes P 6806-GEO des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich. Für anregende Diskussionen danke ich Herrn Prof. H. Mostler und Herrn Mag. P. Krois, Innsbruck. Letzterer trug auch durch die Mithilfe bei den Geländearbeiten zum Gelingen der Arbeit bei. Für die kritische Durchsicht des Manuskripts danke ich Herrn Doz. K. Stattegger, Graz.

## Literatur

- AMPFERER, O. (1922): Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärs. - Jb. Geol. B.-A., **72**, 3/4, 105–150, Wien.
- DUNNE, L.A. & M.R. HEMPTON (1984): Deltaic sedimentation in the Lake Hazar pull-apart basin, south-eastern Turkey. - *Sedimentology*, **31**, 401–412, Oxford.
- ETHRIDGE, F.G. & W.A. WESCOTT (1984): Tectonic setting, recognition and hydrocarbon reservoir potential of fan-delta deposits. - in: KOSTER, E.H. & R.J. STEEL (eds.): *Sedimentology of Gravels and Conglomerates*. - Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., **10**, 217–235, Calgary.
- FISHER, R.V. (1971): Features of coarse-grained, high-concentration fluids and their deposits. - *Jour. sed. petrol.*, **41**, 916–927, Tulsa.
- HAGN, H. et al. (1981): Die Bayerischen Alpen und ihr Vorland in mikropaläontologischer Sicht. - *Geol. Bav.*, **82**, 1–314, München.
- HAMDI, B. (1969): Das Tertiär des Ober- und Unterangerberges im Unterinntal (Tirol). - Unveröff. Diss. Univ. Innsbruck, 146 S., Innsbruck.
- HEISSEL, W. (1955): Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärgebietes. - *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **48**, 49–70, Wien.
- HEWARD, A.P. (1978): Alluvial fan sequence and megasequence models: with examples from Westphalian D - Stephanian B coalfields, Northern Spain. - in: MIALI, A.D. (ed.): *Fluvial Sedimentology*. - Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., **5**, 669–702, Calgary.
- KÖVECS, G. (1964): Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Unterinntal zwischen Rattenberg und Niederbreitenbach (Tirol). - Unveröff. Dipl.arb., Inst. f. Paläont. u. hist. Geol. Univ. München, 113 S., München.
- LARSEN, V. & R.J. STEEL (1978): The sedimentary history of a debris-flow dominated, Devonian alluvial fan - a study of textural inversion. - *Sedimentology*, **25**, 37–59, Oxford.
- LOWE, D.R. (1976): Grain flow and grain flow deposits. - *Jour. sed. petrol.*, **46**, 188–199, Tulsa.
- LOWE, D.R. (1982): Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. - *Jour. sed. petrol.*, **52**, 279–297, Tulsa.
- LÜHR, H. (1962): Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär von Häring/Tirol. - Diss. Univ. München, 174 S., München.
- McPHERSON, J.G., SHANMUGAM, G. & R.J. MOIOLA (1987): Fan-deltas and braid deltas: Varieties of coarse-grained deltas. - *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **99**, 331–340.
- McPHERSON, J.G., SHANMUGAM, G. & R.J. MOIOLA (1988): Fan deltas and braid deltas: Conceptual problems. - in: NEMEC, W. & R.J. STEEL (eds.): *Fan Deltas: Sedimentology and Tectonic Setting*. - 14–22, London (Blackie).
- MUTSCHLECHNER, G. (1953): Bohnerz und Augensteine auf dem Kaisergebirge (Tirol). - *Verh. Geol. B.-A.*, **1953**, 4, 226–233, Wien.
- NEMEC, W. & R.J. STEEL (1988): What is a fan delta and how do we recognize it? - in: NEMEC, W. & R.J. STEEL (eds.): *Fan Deltas: Sedimentology and Tectonic Setting*. - 3–13, London (Blackie).
- NEMEC, W., STEEL, R.J., POREBSKI, S.J. & Å. SPINNANGR (1984): Domba Conglomerate, Devonian, Norway: Process and lateral variability in a mass flow-dominated, lacustrine fan-delta. - in: KOSTER, E.H. & R.J. STEEL (eds.): *Sedimentology of Gravels and Conglomerates*. - Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., **10**, 295–320, Calgary.
- PICHLER, H. (1962): Bohnerz-Augenstein-Breccien auf dem Plateau des Zahmen Kaisers (Kaisergebirge, Tirol). - *Verh. Geol. B.-A.*, **1962**, 386–389, Wien.
- SCHNABEL, W. & I. DRAXLER (1976): Sedimentologische, palynologische und Nannofossil-Untersuchungen in der Inneralpinen Molasse des Unterinntales unter besonderer Berücksichtigung von Umlagerungsfaktoren. - *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **151**, 3, 325–357, Stuttgart.
- WINKLER, A. (1927): Über neue Studienergebnisse im inneralpinen Tertiär. - *Akad. Anz.*, **24**, 1–3, Wien.
- ZÖBELEIN, H.K. (1952): Die Bunte Molasse bei Rottenbuch (Obb.) und ihre Stellung in der Subalpinen Molasse. - *Geol. Bav.*, **12**, 86 S., München.

*Anschrift des Verfassers:*

*Dr. Volkmar Stingl, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck*

eingereicht: 15.11.1989

angenommen: 20.12.1989

## GEOTECHNISCHE UND MORPHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM BEREICH DES TALZUSCHUBES "LAHNSTRICHBACH" / FÜGENBERG (ZILLERTAL, TIROL)

Gerhard Poscher, Innsbruck

Mit 5 Abbildungen und 1 Fototafel

**Zusammenfassung:** Die Hangbewegung "Lahnstrichbach" befindet sich in einem Seitental des äußeren Zillertals und liegt mit einer Fläche von rund 1 km<sup>2</sup> fast zur Gänze im unterostalpinen Innsbrucker Quarzphyllit.

Sie wurde mittels einer detaillierten morphologischen und geotechnischen Kartierung 1:2.880 erfaßt. Eine Gliederung des Talzuschubes in Bereiche unterschiedlicher Teilbeweglichkeit und Aktivität kann durch gefügekundliche und morphologische Untersuchungen vorgenommen werden. Die Hangbewegung wird als tiefgreifend klassifiziert. Dafür sprechen neben morphologischen Argumenten vor allem das Zerstörungsbild an den Sperrenbauwerken an der Talzuschubstirn, die Fortsetzung der Bergzerreißung bis in den Plateaubereich der Hangflanke, sowie erste Ergebnisse hydrogeologischer Untersuchungen.

**Abstract:** The movement of valley-slope "Lahnstrichbach" is located in a side-valley of Zillertal/Tyrol. The main field of the project area lies within the "Innsbrucker Quarzphyllit".

This slope-movement was defined by means of detailed morphological and geotechnical mapping in the scale of 1:2.880. A partition of the valley-closure in sections of different slope motions and activities can be done by structural and morphological analyses.

This movement can be estimated as deep reaching. The obvious result is not only proven by morphological aspects, but most of all by the destruction of the barrage constructions at the front of the valley-closure, the continued splitting of the mountain up to the upper plateau of the complete slope as well as by recent results of hydrogeological research.

### 1. Einleitung

Im Sommer 1989 wurde im Auftrag der Wildbach- und Lawinerverbauung (WLV), Gebietsbauleitung Westliches Unterinntal, eine Aufnahme des Talzuschubes Lahnstrichbach, Gemeinde Fügenberg (Äußeres Zillertal) durchgeführt (POSCHER, 1989).

Der Talzuschub liegt in S- bis W-fallenden unterostalpinen Quarzphylliten der Tuxer Alpen (Abb. 1). In dieser Arbeit werden die Ergebnisse der geotechnischen und morphologischen Kartierung dargelegt.

Der heutige Kenntnisstand zur Kinematik tiefgreifender Hangbewegungen in den Ostalpen basiert insbesondere auf den Arbeiten von CLAR & WEISS (1965), ZISCHINSKY (1969), FÜRLINGER (1972), HAUSWIRTH et al. (1979), KRONFELLNER-KRAUS (1980), MOSER & GLUMAC (1983), KÖHLER (1985) und MOSER & KIEFER (1988). Die Prozesse werden als "Bergzerreißung" (AMPFERER, 1939), "Talzuschub" (STINI, 1941), "Sackung" (CLAR & WEISS, 1965; ZISCHINSKY, 1969) und "Massenkriechen in Fels" (BRÜCKL & SCHEIDEGGER, 1972) bezeichnet.

Auf die wildbachkundliche Bedeutung der Talzuschübe als sich bewegende Schuttlieferanten hat bereits STINI (1941, 1952) hingewiesen. Dabei kommt dem Hangfuß bzw. der Böschungstirn besondere Bedeutung zu. Die Erosion des Vorfluters führt zu einer Versteilung der Stirn, damit zu Sekundäranbrüchen mit Bereitstellung von leicht erodierbarem Schutt und letztlich zu einer Beschleunigung des Talzuschubes. An der Stirn des Talzuschubes treten mitunter Gebirgsdrücke auf, die zur Zerstörung konventioneller Sperrenbauwerke führen, damit eine weitere Destabilisierung des Hangfußes und letztendlich eine positive Rückkopplung bewirken.

Großhangbewegungen, die in Form von Kriechprozessen ablaufen, zeigen mathematisch formulierbare Abhängigkeiten zu exogenen Faktoren. So weisen sie hinsichtlich Bewegungsrate (KRONFELLNER-KRAUS, 1980, MOSER & KIEFER, 1988), aber auch hinsichtlich jahreszeitlich divergierender Bewegungsvektoren (CLAR & WEISS, 1965) Abhängigkeiten zur Intensität und Verteilung der Gebietsniederschläge auf.

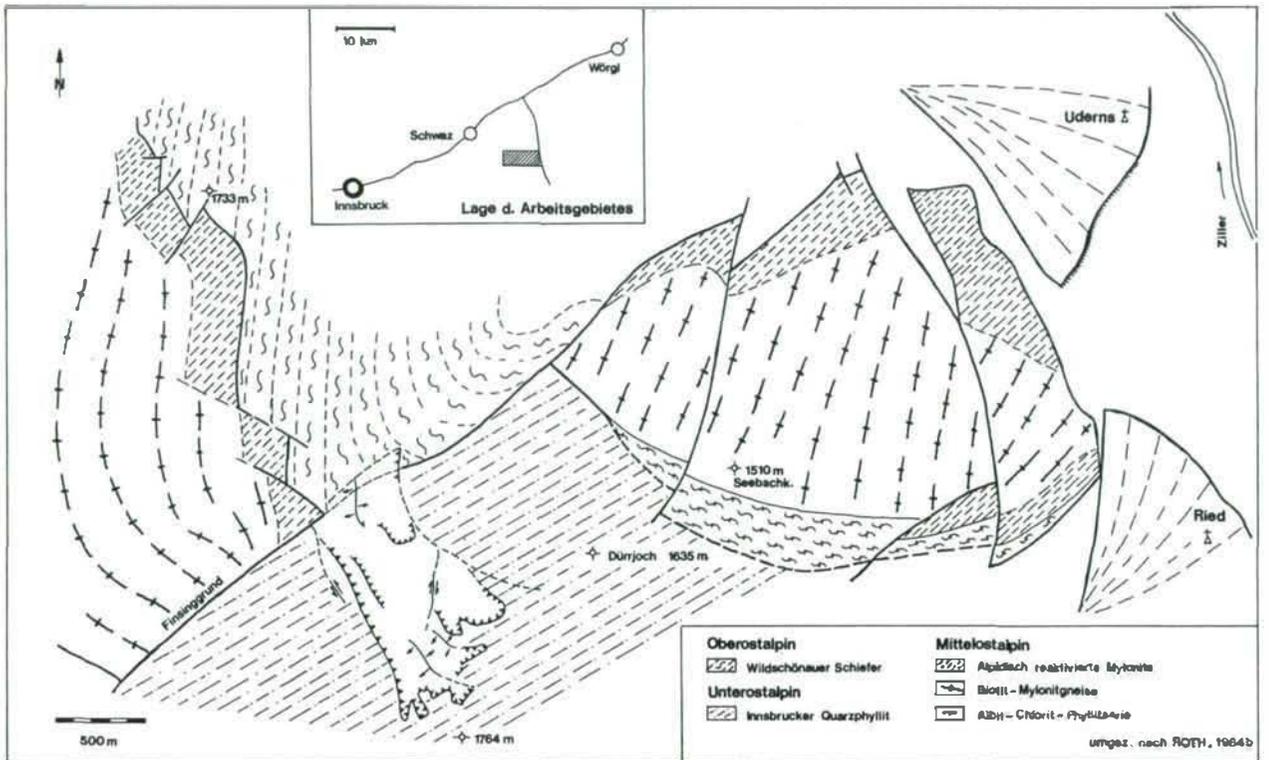


Abb. 1:

Übersicht zur Lage und zur Geologie des Arbeitsgebietes



Abb. 2:

Ansicht der Hangbewegung vom Gegenhang (Kellerjoch-Südflanke)

Dieser kurze Überblick macht deutlich, daß neben einer geotechnisch-morphologischen Kartierung meßtechnische und hydrogeologische Untersuchungsschritte unverzichtbarer Bestandteil einer kinematisch-dynamischen Analyse von instabilen Hangflanken sind, was jedoch aus Kostengründen bislang nur an einigen modellhaft untersuchten Beispielen (Übersicht in: SCHEIDEGGER, 1987) durchgeführt werden konnte.

## 2. Aufgabenstellung, Methodik

Die Kartierung sollte Anhaltspunkte zur rezenten Aktivität, nach Möglichkeit ein ebenes mechanisches Modell der Hangbewegung und Grundlagen für weitere Untersuchungsschritte vermitteln. Angestrebt wurde ferner eine Erfassung der Hangwassersituation und damit eine Verbesserung bestehender und durchzuführender Entwässerungsmaßnahmen.

Auf der Basis einer detaillierten Geländeaufnahme wurden eine Geotechnische und eine Morphologische Karte 1: 2.880 (mit Längs- und Querprofilen) erstellt, die in Form von verkleinerten Ausschnitt-Abbildungen (Abb. 3, Abb. 4 a-d) dieser Arbeit beiliegen. Die Signaturwahl wurde entsprechend den Richtlinien der WLV vorgenommen. Die Terminologie orientiert sich an BUNZA (1982) bzw. MOSER & GLUMAC (1983).

Neben der Aufnahme strukturgeologischer und geofügerelevanter Parameter wurde ein Großteil der Nackentäler und Zerrzonen mit dem Kompaß eingemessen. Ergänzend wurde eine Temperatur- und Leitfähigkeitskartierung sämtlicher Quellen vorgenommen, um mögliche Anhaltspunkte zur Tiefe und Vernetzung des Hangwassersystems zu finden.

## 3. Geologische Übersicht

Das Projektgebiet liegt in der Nordrandzone der altpaläozoischen Serie des Innsbrucker Quarzphyllites (Abb. 1). Östlich des Einzugsgebietes des Lahnstrichbaches greifen oberostalpine Wildschönauer Schiefer knapp auf das Südufer des Finsingbaches über. Weiter östlich bildet den rechten Einhang des Finsingbaches vom Talniveau bis zum Seebachkogel eine mächtige Kellerjochgneisschuppe. Sie wurde von der Kellerjocheinheit im Zuge einer Lateralverschiebung getrennt und ca. 4 km nach NE versetzt.

Die ältesten lt. ROTH (1984a) auskartierbaren Brüche streichen meist NW-SE und werden sowohl von inntal- als auch von zillertalparallelen Störungen versetzt. Sie sind von besonderer Bedeutung für die Anlage, Begrenzung und Internbewegungen der Zuschubmasse (Abb. 1, 2, 3).

Beim Zillertal-Störungssystem handelt es sich um zwei sich spitzwinkelig schneidende Richtungen, die nur in unmittelbarer Zillertalnahe dem Zillertal parallel ver-

laufen und erst im Kartenbild deutlich werden (ROTH, 1984a). Auch diese Störungen nehmen offensichtlich Einfluß auf die Hangbewegung.

Innerhalb der Hangbewegung hat sich mit Ausnahme der östlichen Talzuschubstirn dieses ursprünglich vorhandene Trennflächengefüge erhalten. Die geringe Anzahl an Festgesteinsaufschlüssen, der hohe Durchtrennungsgrad und die lithologische Monotonie des teilweise graphitischen Quarzphyllites boten keine geeignete Grundlage zu einer petrographischen Gliederung des Quarzphyllites im Arbeitsgebiet.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Morphologische Charakteristik, Umgrenzung der Hangbewegung

Einzelne morphologische Einheiten innerhalb der Zuschubmasse hängen von der Position innerhalb eines mobilen Gebirgskörpers ab und geben Auskunft über die unterschiedliche effektive Teilbeweglichkeit (ZISCHINSKY, 1969) des Systems.

Der gesamte rechte Einhang des Finsingbaches westlich des Plattenjochs über Dürrjoch bis hin zur Schlagalm zeigt charakteristische Merkmale einer instabilen Talflanke (Abb. 2, Foto F2). Kennzeichnend für Talzuschübe, besonders für sackende Talzuschübe, ist die Hanggliederung in einen höheren konkaven Abschnitt und einen konvexen vorgewölbten tieferen Teil infolge Massenverlustes und Massenzuwachses (Abb. 2, 5).

Der Talzuschub i.e.S. beiderseits des Lahnstrichbaches ist NW-orientiert und erstreckt sich über max. 740 Höhenmeter. Die Durchschnittsneigung liegt um die 27 Gon (G), das Relief weist Flachstrecken und Versteigungen bis zu 50 G auf. Die Breite der Hangbewegung beträgt zwischen 600 und 750 m (Abb. 3).

Die westliche Begrenzung des Talzuschubes ist von rd. 1200 m SH (Äußere Winterstube) aufwärts (deutlich sichtbar ab etwa 1300 m SH) durch einen bis zu 50 m hohen fossilen Abbruchrand (Hauptabrißkante) gekennzeichnet (Abb. 4b), der ab ca. 1540 m auffächert und Anzeichen rezenter Aktivität (gespannte Wurzeln, Kluftöffnungen bis zu 30 cm) zeigt. Bergwärts leitet der Abbruch über zur Anbruchsmuschel in und um den Lahnstrichbach aus dem Jahre 1944 (JUNGWIRTH, 1978), bzw. zu den Felsabbrüchen, die, den oberen Abbruchrand der Hangbewegung nach E fortsetzend, zwischen 1700 und 1500 m SH markieren (Abb. 4a).

Bergwärts wird die Instabilität des Hanges über seine gesamte Breite bis auf die Plateaufläche bzw. bis zur "Hohen Lacke" durch zahlreiche subparallele Sackungsstufen und Nackentäler angezeigt (Abb. 4a), die sich bis auf die Plateaufläche fortsetzen.

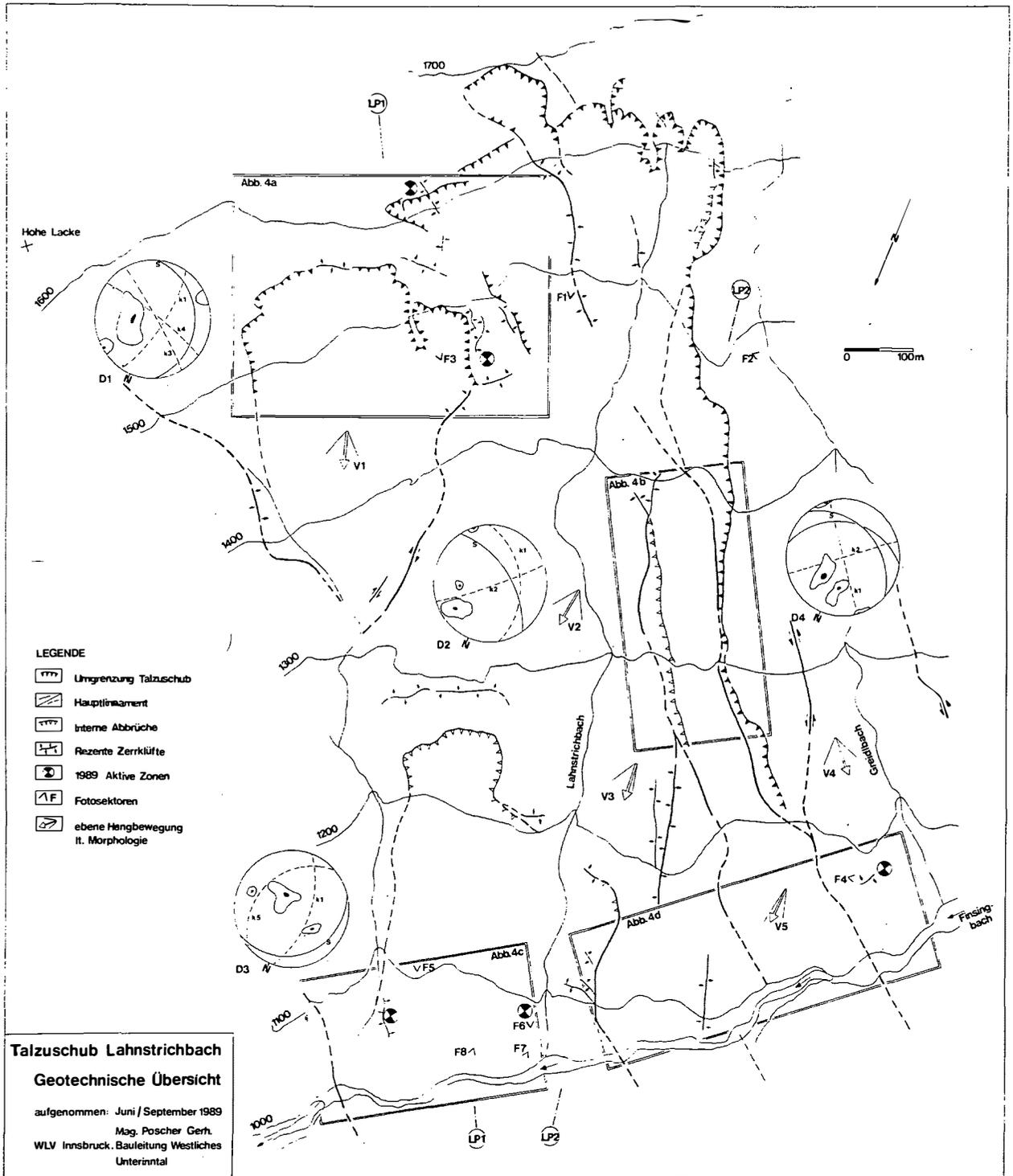


Abb. 3:

Geotechnische Übersicht der Hangbewegung Lahnstrichgraben

Die E-Begrenzung der Hangbewegung ist vergleichsweise schwer zu fassen und erstreckt sich morphologisch wenig deutlich über das Kartierungsgebiet hinaus. Sie wird im E entlang dem Lineament (offene Zerrklüfte) von der "Hohen Lacke" über das "Hohe Moos" und weiter entlang dem Bachlauf östlich des Lahnstrichbaches bis zur Talsohle auf ca. 1000 m SH abgegrenzt, wofür auch strukturelle Argumente vorliegen (s. 4.2.4).

Im W ist die Talzuschubstirn zwischen Greidlbach und Äußerer Winterstube übersteilt (tw. > 50 G) und weist aktive Felsabbrüche auf. Nach E über den Lahnstrichbach hinaus ist die Stirn durch zahlreiche Sekundärabbrüche bei einer Übersteilung von durchschnittlich 35–40 G in veränderlich festen Gesteinen geprägt (Foto F6).

## **4.2. Gliederung des Talzschubes**

Die Anlage der Hangbewegung folgt NW-SE-streichenden und untergeordnet N-S bis NNW-SSE-streichenden Lineamenten, die sich in spitzen Winkeln schneiden. Sie erlauben eine zonale Gliederung der Hangbewegung in Bereiche unterschiedlicher Teilbeweglichkeit bzw. rezenter und fossiler Aktivität (Abb. 3).

Hangtektonisch bedingte Prägungen von Gefüge und Morphologie erlauben eine mechanische Interpretation. Nachfolgend wird eine geraffte Charakterisierung einzelner Teilbereiche der Hangbewegung gegeben, Details mögen den Abbildungen entnommen werden.

### **4.2.1. Bereich oberhalb der Hauptabtriß- bzw. Abbruchkante**

Der Bereich über den Hauptabbrüchen wurde nur randlich in die Aufnahmen miteinbezogen.

Bereits auf dem Luftbild sind versackte Hangabschnitte und subparallele Grate dieser Bergzerreißungszone zu erkennen. Direkt über der östlichen Hauptabbruchkante auf ca. 1550 m SH ist das Gebirge stark entfestigt, bergwärts leiten Zerrklüfte in den westlichen Abbruchbereich über.

Am Riegel zwischen diesen beiden Abbruchbereichen bzw. am westlichen Hauptabbruch konnten Kluftöffnungen bzw. Abstandsvergrößerungen während der Kartierungsarbeiten (Juni–Sept. 1989) beobachtet werden. Insbesondere im östlichen Abbruchbereich darf partiell ein Rückverlegen der Abbruchkante erwartet werden.

### **4.2.2. Bereich der oberen Felsabbrüche und der oberen Zonen des Talzschubes bis ca. 1400 m SH**

Die östlichen Felsabbrüche weisen Höhen bis zu 20 m auf. Es kommt zur Zerlegung in zehnermetergroße Abschnitte und zum Abgleiten von m<sup>3</sup> großen Blöcken auf s-parallelen Harnischflächen (Foto F3). Als Trennflächen dienen orthogonale Kluftscharen (D1 in Abb. 3).

Der westliche Abbruchbereich leitet zum Gebiet des Lahnstrichbaches über. Dieser Bereich weist keine derart hohen Felsabbrüche auf, sie sind gestaffelt und selten über 5 m hoch. Vielmehr kommt es zur Auflösung des Gebirgsverbandes und zum "Bruchkriechen" (MOSER & GLUMAC, 1983), was sich in Blockhalden äußert, die bis auf 1460 m talwärts reichen. Eine NW-SE-streichende aktive Zerrzone, die aus dem westlichen Abbruchbereich talwärts bis auf ca. 1460 m SH reicht (Abb. 3), paust sich teilweise sogar in Blockschutthalden durch (Foto F1).

### **4.2.3. Bereich der mittleren Zonen des Talzschubes**

Die unterschiedliche Aktivität der Großhangbewegung ist westlich des Lahnstrichbaches bergwärts bis auf ca. 1400 m SH zonal und parallel zu den Bruchrändern vornehmlich an NW-SE-streichende Lineamente gebunden (Abb. 3, 4b).

Rezent aktive Zerrzonen treten im Bereich östlich des internen Abbruches (vgl. 4.2.4.2) auf (durchtrennte Vegetationsdecken, gespannte Wurzeln, dm-geöffnete Klüfte). Über die fossilen Bruchränder bis westlich Greidlbach hinausgehend, lassen sich an versetzten Nackentälern Spuren fossiler Relativbewegungen an NW-SE-orientierten Lineamenten finden (Abb. 3). Bei entsprechendem Massenverlust an der Stirn, der in diesem Sektor durch rezent aktive Felsabbrüche bereits gegeben ist (Abb. 4d), müssen diese Lineamente als durchaus reaktivierbar eingeschätzt werden.

Im Abbruchgebiet kann eine Zweigliederung der Abbruchzonen vorgenommen werden. Auch im Mittelabschnitt kann diese Zweigliederung aufgrund unterschiedlicher Teilbeweglichkeit beiderseits eines N-S-streichenden Lineaments mit relativem Bewegungssinn (ableitbar am Versatz subrezenter Sackungskörper) weiterverfolgt werden (Abb. 3). Diese Teilbeweglichkeit ist durch unterschiedliche Kluftsysteme zwischen zentralem und östlichem Abschnitt der Hangbewegung begründet (vgl. D1 und D2 in Abb. 3), und findet u.a. auch im Streichen der Nackentäler ihren Ausdruck (vgl. V1 und V2 in Abb. 3). Das Ausmaß der Hangbewegungen im Abbruchbereich E hängt ganz offensichtlich von Bewegung und Massenverlust im zentralen Bereich der Hangbewegung entscheidend ab.

### **4.2.4. Bereich der Talzuschubstirn**

Es können zwei Homogenbereiche ausgedehnt werden:

#### **4.2.4.1. Der Stirnbereich östlich des Lahnstrichbaches**

Der Stirnbereich ist durch einen Felsabbruch auf ca. 1250 bis 1260 m SH geprägt, der den Ausstrich einer großräumigen Rotationsrutschung darstellt, wie sie in pelitischem,

**Morphologische Signaturen:**

- |   |   |   |               |
|---|---|---|---------------|
|  | Schwemm-, Murkegel                            |  | Doppelgrat    |
|  | Erdfall, abflußlose Senke                     |  | Steilabbruch  |
|  | Geländekante konvex / konkav                  |  | Wallform      |
|  | Rutschbuckel, Gesteinskriechen                |  | Graben, Rinne |
|  | ebenmäßige Hangneigung / Einfallen in Neugrad |   |               |

**Hydrogeologische Signaturen:**

- |   |   |   |                           |
|---|---|---|---------------------------|
|  | Quelle m.perenn./episod. Gerinne (tw. nummeriert) |  | Versickerung              |
|  | Quelllinie, flächiger Wasseraustritt              |  | linienhafte Wasserführung |
|  | Vernässungszone (auch als Übersignatur)           |  | Moor, Nackensee           |

**Anthropogene Umweltveränderungen:**

- |   |                               |   |                    |
|---|-------------------------------|---|--------------------|
|  | Planierung, Anschüttung       |  | Böschungsanschnitt |
|  | Drainage, Entwässerungsgraben |  | Steinhaufen        |

**Massenbewegungen / Festgesteine:**

- |   |   |   |                     |
|---|---|---|---------------------|
|    | Abbruch, Anbruch in Festgesteinen                 |  | Störung, allg.      |
|  | Zugrisse, offene Spalten ("o", tw. m. cm-Angaben) |  | Sackungsstaffel     |
|    | Zugzone, keine sichtbaren Spalten                 |  | Umgrenzung Talzusub |

**Massenbewegungen / Lockergesteine:**

- |   |  |   |                          |
|---|--|---|--------------------------|
|  | Rutschkörper, allg. / durchgescherte Bodenhoriz. |  | Rotationsrutschung       |
|  | Translationsrutschung                            |  | Rillen- u. Rinnenerosion |
|  | zerglittene Vernässungszone                      |   |                          |
|  | alte, vernarbte Massenbewegung                   |   |                          |

**Festgesteinssignaturen (Strukturdaten in Clar-Werten):**

- |   |                                |   |                          |
|---|--------------------------------|---|--------------------------|
|  | Phyllite, kristalline Schiefer |  | aufgelockert, im Verband |
|   |                                |  | nicht mehr im Verband    |

**Lockergesteinssignaturen**

- |   |                                     |   |                      |
|---|-------------------------------------|---|----------------------|
|  | Verwitterungsmaterial u. Hangschutt |  | Moränenmaterial      |
|  | fluviatile Sedimente                |  | Felssturz, Blockwerk |
|  | Blockhalde                          |  | Erratika             |

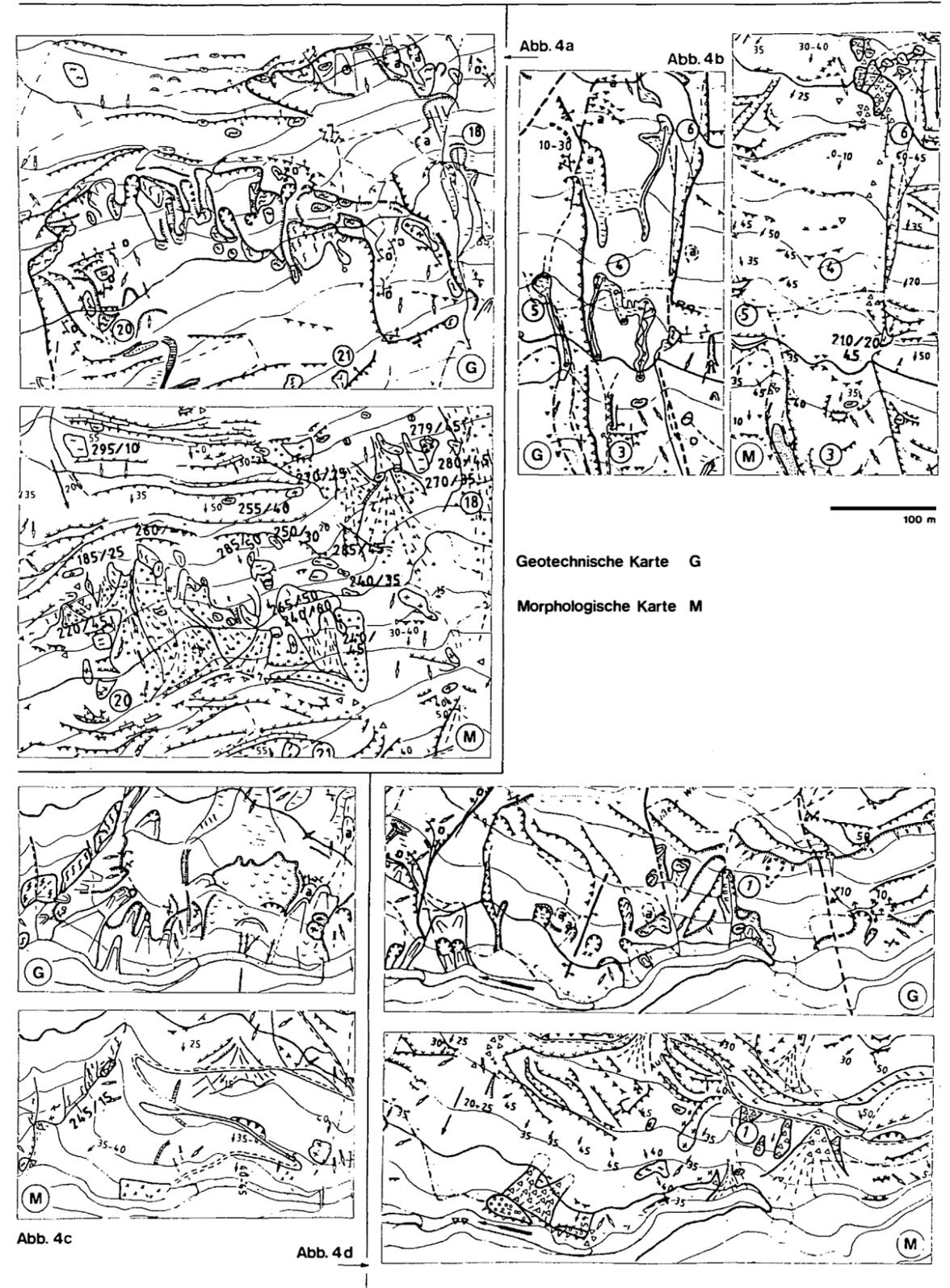


Abb. 4:

Verkleinerte Ausschnitte der geotechnischen und morphologischen Detailkartierung 1: 2.880

blockzerlegtem Festgestein durchaus vorkommen kann (BUNZA, 1982).

Die strukturelle Prägung ist im talbodennahen Bereich an der E-Begrenzung des Talzuschubes durch Verschuppungen im Zusammenhang mit der Deckengrenze dominiert (Abb. 1, 4c). Von der Nähe dieser Deckengrenze zeugen zahlreiche Internverfaltungen, Zerscherungen und Mylonitisierungen, sie kommt im Gefüge auch klar zum Ausdruck (vgl. D3).

Die technische Gebirgsfazies im Stirnbereich weist Eigenschaften bindiger Lockergesteine auf. Das Gebirge ist bis an die Talsohle tiefgreifend zerlegt und zeigt Sekundärabbrüche (flache Rotationsrutschungen, siehe Abb. 4c) bis auf die Höhe des Forstweges (ca. 1100 m SH). Diese Massenbewegungen werden von Hangbewegungen überlagert, die bereits zur Zerstörung zahlreicher Sperrenbauwerke geführt haben (Fotos F7, F8). Die Annahme einer überlagernden tiefgreifenden Hangbewegung mit kreisförmiger Gleitfläche von der Sohle bis zur Abbruchzone auf 1250 m SH liegt nahe (Abb. 5). Eine Annahme, die zusätzlich durch das Zerstörungsbild an einzelnen Bauwerken (Foto F7), das auf positive Bewegungsvektoren und somit auf eine Rotationsbewegung schließen läßt, gestützt wird.

#### 4.2.4.2. Der Stirnbereich westlich des Lahnstrichbaches (Abb. 4d)

Die technische Gebirgsfazies westlich des Lahnstrichbaches ist kompetenter. Am linken Ufer auf ca. 1100 m SH finden sich erste Felsabbrüche, begrenzt durch ein als Zerrklüft ausgebildetes Lineament, das den derzeit aktiven Talzuschub nach W begrenzt und sich mit Versatz bis zum internen Abbruch auf 1250 m SH (Abb. 4b) fortsetzt.

Wenige, großteils vernarbte Muschelabbrüche an der Stirn leiten über zur Zone aktiver Felsabbrüche, die sich bis an den Greidlbach erstreckt (Spaltenbildungen über den Abbrüchen im Sommer 1989, vgl. Foto F4).

Hinzuweisen ist auf die ebenen Bewegungsrichtungen der einzelnen Flankenabschnitte, soweit sie aus dem Streichen von Nackentälern, Zerrklüften etc. ermittelt werden konnten. Während V3 und V4 mehr oder weniger hangparallele Sackungen innerhalb der zonalen Lineamente anzeigen, weist V5 einen abweichenden Bewegungssinn auf.

Dies wird auf verstärkten Massenverlust im Zentrum der Hangbewegung und somit auf ein "Eindrehen" der Flanken zurückgeführt. Ein Prozeß, der sich auch unmittelbar westlich des Lahnstrichbaches in der Bildung von Zerrklüften zwischen 1100 und 1200 m SH manifestiert (Abb. 3, 4d).

### 4.3. Hydrogeologische Aspekte

#### 4.3.1. Temperatur- und Leitfähigkeitskartierung

Nach Abschluß der Geländearbeiten wurde eine erste Leitfähigkeits- und Temperaturkartierung vorgenommen. Generell fällt eine Zunahme der Leitfähigkeitswerte der Quellwässer von W nach E auf. Die Temperaturwerte sind nicht immer signifikant, da nicht in jedem Fall die Messung am Erstaustritt erfolgen konnte (Blockschutt etc.).

Weite Bereiche der Hänge sind durch mehrmalige Versickerungen und seichte, sekundäre Quellaustritte charakterisiert (vgl. bspw. Quelle 6 zu Quelle 4 in Abb. 4b), die Zusammenhänge konnten mittels hydrometrischer Kartierung großteils geklärt werden.

Ganz allgemein ist zu bemerken, daß die Quellwässer an Hauptlineamenten im Gegensatz zu diesen seichtgründigen Wiederaustritten vergleichsweise höhere Leitfähigkeitswerte und - wo eine aussagekräftige Temperaturmessung vorgenommen werden konnte - relativ konstante Temperaturen um  $5,5 \pm 0,4^\circ\text{C}$  aufweisen.

Dies stützt die Vermutung nach einem relativ tiefen Hangwassersystem und liefert somit auch einen Hinweis auf die Tiefe der Hangbewegung.

Prinzipiell ist festzuhalten, daß regelmäßige sowie berg- und ostwärts ausgreifende hydrometrische Kartierungen eine sinnvolle Ergänzung der bislang ausgeführten Arbeiten erbringen könnten.

#### 4.3.2. Verbesserung von Entwässerungsmaßnahmen

Die bislang getroffenen Entwässerungsmaßnahmen betreffen hauptsächlich den Mittelabschnitt der Hangbewegung östlich des Lahnstrichbaches zwischen 1220 und 1480 m SH (ANGERER, 1985). Verbesserungen an bestehenden Gräben sind dort angebracht, wo bislang Folien zur Grabenauskleidung verwendet wurden oder keine Stabilisierung der Gräben vorgenommen wurde (Foto F5). Folien sind für kurzfristige Maßnahmen sicherlich ideal, bei längeren Einsätzen wird allerdings der Wirkungsgrad durch Vegetation und seitlichen Geschiebeeintrag stark gemindert. Zusätzliche Entwässerungsmaßnahmen wurden in weiteren Bereichen vorgeschlagen.

#### 4.4. Überlegungen zur Kinematik der Hangbewegung

Auseingangserwähnten Gründen ist eine kinematische Interpretation ohne entsprechende geodätische, geophysikalische und hydrogeologische Meßgrößen mit großen Unsicherheiten behaftet. Mit MÜLLER & LÖTGER (1974) bzw. SCHEIDEGGER (1987) kann für Hangbewegungen dieser Größenordnung ein diskontinuierlicher Bewegungsablauf angenommen werden.

Die Kartierung erlaubt eine Gliederung in zonale Teilschollen mit unterschiedlichen ebenen Bewe-

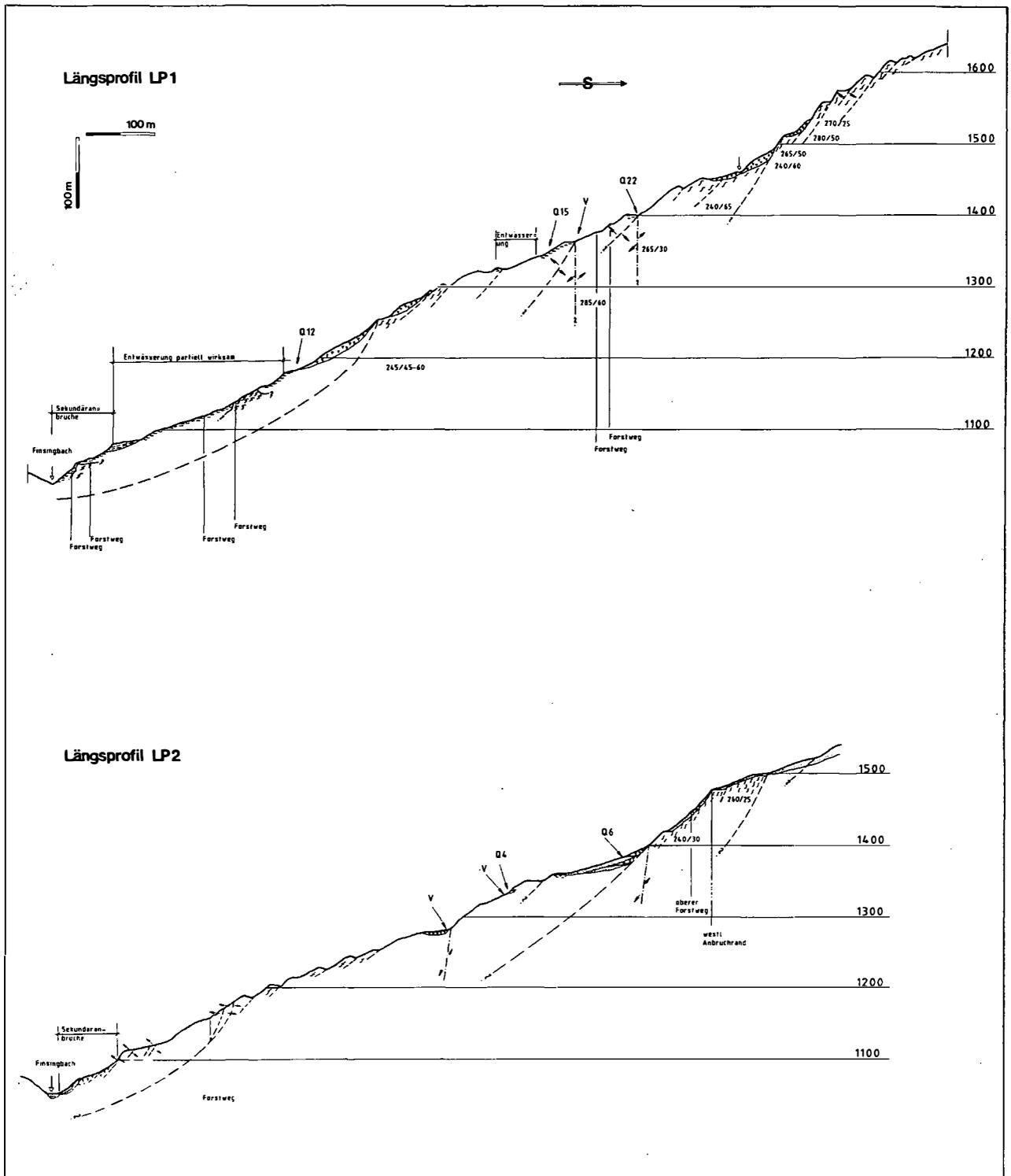


Abb. 5:  
Geologische Längsschnitte zur Hangbewegung (vgl. Abb. 3)

gungstrends einzelner Zonen aufgrund eingemessener Zerrklüfte und Nackentäler. Die Verteilung rezent aktiver Zerrzonen bzw. die Verteilung 1989 aktiver Bereiche (Abb. 3) zeigt, daß aktuell Bewegungen im Gesamtgebiet der instabilen Hangflanke erfolgen.

Die Hangbewegung wird - zumindest für den Bereich unter 1300 m SH - als tiefgreifend klassifiziert (Abb. 5).

Der hohe Zerlegungsgrad an der Zuschubstirn östlich des Lahnstrichbaches legt eine tiefgreifende Hangbewegung nahe. Da Sohlhebungen an der Zerstörung der Sperrenbauwerke in diesem Abschnitt mitbeteiligt sind, spricht dies ebenfalls für eine tiefe, rotationsförmige Gleitfläche.

Wildschönauer Schiefer, die im talnahen Bereich die Ostbegrenzung des Talzuschubes bilden, können weiter westlich nicht mehr verfolgt werden. Daraus ergibt sich ein minimaler Sackungsbetrag an der Stirn von rund 80 m.

Für eine durchgehende Gleitfläche von den Hauptabbruchbereichen bis zur Talsohle liefert die Kartierung keine Information. Indirekte Anzeichen dafür geben die relativ hohen Felsabbrüche im E, die Temperatur- und Leitfähigkeitskartierung, die bergwärtige Fortsetzung der Bergzerreißung bis über den Plateaubereich des Dürrjochs hinaus sowie die deutliche Ausprägung des Sackungsprofils. Vermutlich liegen mehrere durchziehende mächtige Gleitzonen vor, wie dies MOSER & GLUMAC (1983) auch für den Talzuschub Gradenbach annehmen.

## Dank

Herrn Dr. J. Angerer (Wildbach- und Lawinenverbauung Innsbruck) und Herrn Univ.-Prof. Dr. H. Mostler danke ich für die Durchsicht des Manuskripts, Herrn Univ.-Doz. Dr. W. Resch bin ich für wertvolle Hinweise zu Dank verpflichtet.

## Literatur

- AMPFERER, O. (1939): Über einige Formen der Bergzerreißungen. - Sitz.Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., **148**, 1-14, Wien.
- ANGERER, J. (1985): Hydrogeologische Beurteilung des Rutschhanges am rechten Ufer des Lahnstrichbaches, Gde. Fügen, Fügenberg, Uderns. - Unveröff. geologisches Gutachten WLW, 9 S., Beil., Innsbruck.
- BRÜCKL, E. & SCHEIDEGGER, A.E. (1972): The rheology of spatially continuous mass creep in rock. - Rock Mech., **4**, 237-250, Wien.
- BUNZA, G. (1982): Systematik und Analyse alpiner Massenbewegungen. - Schr.reihe Bay. LA Wasserwirtsch., **17**, 1-84, München./
- CLAR, E. & WEISS, P. (1965): Erfahrungen im Talzuschub des Magnesit-Bergbaues auf der Millstätter Alpe. - BHM, **110/12**, 447-460, Wien.
- FÜRLINGER, W. (1972): Mechanismus einer Hangbewegung in Quarzphylliten und dessen Kontrolle im gefügeäquivalenten Modellversuch. - Geol. Rdsch., **61/3**, 871-882 Stuttgart.
- HAUSWIRTH, E.K., PIRKL, H., ROCH, K.H. & SCHEIDEGGER, A.E. (1979): Untersuchungen eines Talzuschubes bei Lesach (Kals, Osttirol). - Verh. G.B.-A., **1979/2**, 51-76, Wien.
- JUNGWIRTH (1978): Bericht über die rechtsufrige Rutschung am Finsingbach zwischen hm 59 bis hm 63 entlang des Lahnstrichbaches. - Unveröffent. Gutachten WLW, 6 S., Beil., Innsbruck.
- KÖHLER, M. (1985): Großräumige Massenbewegungen in Quarzphylliten und ihre baugelologischen Auswirkungen. - Geotechnik, **1985/1**, 8-14, Stuttgart.
- KRONFELLNER-KRAUS, G. (1980): Neue Untersuchungsergebnisse in Wildbächen - Der Talzuschub in Abhängigkeit von Niederschlägen. - Tag.ber. Interpraevent **1980**, Bd. 1, 179-192, Bad Ischl.
- MOSER, M. & GLUMAC, S. (1983): Geotechnische Untersuchungen zum Massenkriechen in Fels am Beispiel des Talzuschubes Gradenbach (Kärnten). - Verh. G.B.-A., **1982/3**, 209-241, Wien.
- MOSER, M. & KIEFER, J. (1988): Die hydrogeologischen Verhältnisse und ihre Beziehungen zur Kinetik im Bereich der Talzuschubsmasse Gradenbach/Kärnten. - Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, **39**, 95-115, Graz.
- MÜLLER, L. & LÖTGERS, G. (1974): Eine Rutschung am Rande eines geologischen Grabens. - Rock Mech., Suppl. **3**, 53-67, Wien.
- POSCHER, G. (1989): Bericht zur geotechnischen Kartierung Lahnstrichbach/Gemeinde Fügenberg (M.: 1: 2.880). - Gutachten WLW, 10 S., 7 Beil., 3 Abb., 5 Fototafeln, Innsbruck.
- ROTH, R. (1984a): Variskische und alpidische Deformationsgeschichte im Grenzbereich zwischen Unter-, Mittel- und Oberostalpinen Decken südöstlich von Schwaz (Tirol). - Mitt. österr. geol. Ges., **77**, 73-91, Wien.
- ROTH, R. (1984b): Veränderungen im Stoff- und Mineralbestand während mehrphasiger Mylonitisierung der Kellerjoch-Gneise (Tirol). - Geol. Rdsch., **73/1**, 69-89, Stuttgart.
- SCHEIDEGGER, A.E. (1987): Dynamik der Massenbewegungen. - Z.d.Ver.Dipl.Ing. WLW, **105**, 75-94, Wörgl.
- STINI, J. (1941): Unsere Täler wachsen zu. - Geol. u. Bauwes., **13**, 71-79, Wien.
- STINI, J. (1952): Talzuschub und Wildbachverbauung. - Geol. u. Bauwes., **19**, 135-137, Wien.
- ZISCHINSKY, U. (1969): Über Sackungen. - Rock Mech., **1**, 30-52, Wien.

*Anschrift des Verfassers:*

*Mag. Gerhard Poscher, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck*

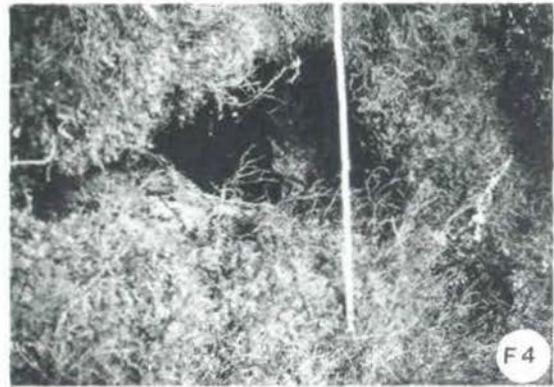
eingereicht: 10.1.1990

angenommen: 16.1.1990

## Erläuterungen zur Fototafel

- F1: Westlicher Abbruchbereich, NW-SE-streichende Zerrzone auf ca. 1500 m SH, die sich in fossiler Blockhalde durchpaust.
- F2: Östlicher Abbruchbereich, Zentralzone auf ca. 1510 m SH. Glattpolierte, s-parallele Harnischflächen, als Gleithorizont dieser Schollen wirksam.
- F3: Hänge westlich des fossilen Abbruchs im Mittelabschnitt gegen Greidl-Alm.
- F4: Westliche Talzuschubsstirn: im Sommer 1989 geöffnete Zerrkluft über den Felsabbrüchen.
- F5: Östliche Talzuschubsstirn: Blick in Fließrichtung, Folienabdichtung werden durch Vegetation und lateralen Sedi-  
menteintrag umflossen und unwirksam.
- F6: Östliche Talzuschubsstirn, Ankerplatz der Bauseilbahn: Sekundärdrutschungen in tiefgründig zerlegtem Quarz-  
phyllit.
- F7: Östliche Talzuschubsstirn, zerstörtes Sperrenbauwerk: Anhebung des abgescherten Flügels als Hinweis auf tief-  
greifende rotationsförmige Hangbewegung.
- F8: Östliche Talzuschubsstirn, zerstörtes Sperrenbauwerk: Kolkbildung mit nachfolgender Rillenerosion.

Tafel 1



## MIKROCRINOIDEN AUS DER OBERTRIAS DER TETHYS

E. Kristan-Tollmann, Wien

Mit 30 Abbildungen und 6 Tafeln

**Zusammenfassung:** Aus drei Schwerpunkten alpiner Obertrias im Raum der Tethys, und zwar aus den Ostalpen in Österreich, dem Taurus in der Türkei und von Timor in Indonesien, wird ein erster Teil von Mikrocrinoiden-Assoziationen vorgestellt. Die Crinoiden waren rasenförmig an den seichten Abhängen von Hallstätter Kalk-Schwellen angesiedelt. Sie wurden aus Lösrückständen von Hallstätter Kalken sowie aus Schlammproben der zwischengelagerten Mergel am Übergang zu den mergeligen Beckensedimenten gewonnen.

Die insgesamt zehn neuen Arten bzw. Unterarten wurden sämtlich aus isolierten Einzelementen rekonstruiert und zu den vier Gattungen *Lanternocrinus* KRISTAN-TOLLMANN, 1988, *Nasutocrinus* n.g., *Leocrinus* n.g. und *Bihaticrinus* n.g. zusammengefaßt. Für die Hälfte der Arten konnte bereits in dieser Studie tethysweite Verbreitung nachgewiesen werden. Es zeigte sich, daß diese Arten auch nach jedem ihrer isolierten Einzelemente einwandfrei bestimmt werden können.

**Abstract:** This paper describes a first part of associations of microcrinoids from the Alpine Upper Triassic. They were sampled in three different areas of the Tethys, namely the Eastern Alps in Austria, the Taurus Mts. in Turkey and Timor in Indonesia. The crinoids formed dense stands on the slopes of the Hallstatt limestone ridges. The remainders of the microcrinoids could be obtained exclusively by dissolving the Hallstatt limestone and also by washing them out from marly intercalations in these limestones.

All ten newly described species resp. subspecies have been reconstructed only by isolated elements of the microcrinoids. They can be arranged in the four genera *Lanternocrinus* KRISTAN-TOLLMANN, 1988, *Nasutocrinus* n.g., *Leocrinus* n.g. and *Bihaticrinus* n.g. It could be demonstrated just now that five of the new taxa are spread over the whole Tethys. It seems remarkable that all these species can be determined exactly also by using only isolated elements.

### 1. Einleitung

Die Abhänge vieler obertriadischer Schwellen im Tethys-Meer waren mit Crinoidenrasen bedeckt. Dies geht hervor aus zahllosen Lösrückständen der vielfach als Schwellensedimente ausgebildeten Hallstätter Kalke gleichermaßen wie aus den Schlammrückständen von Zlambachmergel-Zwischenlagen im Hallstätter Kalk oder Pötschenkalk im Übergang zu reinen Zlambachmergeln, also im ehemaligen Ablagerungsbereich zwischen Schwellen- und Beckensedimenten.

Als besonders eindrucksvolles Beispiel für die eingangs aufgestellte Behauptung können etliche Profile im Übergangsbereich Schwellen-Beckensediment, in unserem Falle Hallstätter Kalk, Pötschenkalk oder Pedatakalk zu Zlambachmergel des Oberrhin und Rhät aus dem Salzkammergut in den Ostalpen angeführt werden, wie etwa: Zwischenkögel W' Hallstatt, Oberösterreich; Schneckenkogel - Leislingalm NE' St. Agatha, Oberösterreich; oder auch Thälerergraben N' Lofer, Salzburg (vollständige Angaben siehe Fundortliste). Alle diese Fundorte zeichnen sich durch eine reiche Mikrofauna spezieller Zusammen-

setzung aus. Neben einer vielfältigen Foraminiferen- und Ostracoden-Assoziation, wie wir sie in gleicher Zusammensetzung aus den Zlambachmergeln des offenen Beckens kennen, findet sich hier am Übergang von seichten Schwellen-Abhängen zum offenen Becken eine eigenständige üppige Echinodermenvergesellschaftung, welche vor allem durch sessile Crinoiden, seltener auch Schwebecrinoiden, geprägt wird. Allerdings sind in den Schlamm- und Lösproben nur isolierte Einzelemente dieser Formen überliefert.

Die sessilen Stielcrinoiden setzen sich markant aus drei Größengruppen zusammen: 1. Mikrocrinoiden, deren meiste Arten eine Gesamtlänge von 15 mm nicht erreichen. Sie besaßen durchwegs kurze Stiele und reduzierte Arme. Von ihnen werden vorwiegend Brachialia gefunden. 2. Kleincrinoiden, deren Stieldurchmesser in der Regel zwischen 3.5 und 4.5 mm erreicht. Von ihnen findet man vorwiegend Columnalia, und hier wiederum Trochiten von Stielen juveniler Exemplare mit Durchmessern zwischen 1 und 2.5 mm. 3. Stielcrinoiden normaler Größe, deren Stieldurchmesser mindestens einen halben Zenti-

meter beträgt und deren Columnalia bisweilen gehäuft vorkommen und mit freiem Auge aufgesammelt werden können. Sie hätten offenbar lange Stiele. Von ihnen findet man oft auch mehr oder minder kurze Stielstücke; juvenile Exemplare sind selten, Kelchteile äußerst selten.

Aus dieser Fülle von Einzelelementen spezifische Taxa zu rekonstruieren, ist ein nicht ganz einfaches Unterfangen, weil ja jede Vergleichsmöglichkeit fehlt. Bei den Mikrocrinoiden handelt es sich durchwegs um neue Gattungen und Arten von noch unbekanntem Aussehen bzw. Zusammensetzung. Auch bei der Erarbeitung der Stielabfolge stößt man insofern auf Schwierigkeiten, als proximale, mittlere und distale Columnalia eines Stieles einer Art sehr verschieden gestaltete und voneinander wesentlich abweichende Artikulationsflächen ausgebildet haben können, gemeinsame Merkmale untergeordnet oder aber zu allgemein vorhanden sein können. Juvenile Exemplare können ebenfalls noch sehr eigenständig entwickelt sein, z. B. durch den Besitz von Nodalien mit Cirrhen weit in das jugendliche Stadium hinein gegenüber adulten ohne Cirrhen.

Andererseits hat sich inzwischen gezeigt, daß viele Taxa - durch sehr charakteristische Einzelelemente gekennzeichnet - in entsprechenden Sedimenten im Gesamt- raum der Tethys verbreitet waren bzw. wieder gefunden werden können und daher von großem stratigraphischem wie auch paläoökologischem oder -geographischem Wert sind. Eine Rekonstruktion diverser Taxa, die auch schon aufgrund von Funden ihrer isolierten Einzelelemente zweifelsfrei wieder erkannt und nachbestimmt werden können, schien daher äußerst sinnvoll. Bei diesem z. T. schwierigen, doch sehr reizvollen Unterfangen ging ich wieder in jener Weise einer Schritt für Schritt-Kombination vor, wie ich sie 1980 bei *Tulipacrinus* angegeben habe. Aus der Fülle der vorhandenen Einzelelemente sollen hier zunächst drei neue Gattungen vorgestellt werden, von denen schon je mehr als eine Art rekonstruiert werden konnte, und deren isolierte Teile zweifelsfrei zur jeweiligen Art zugeordnet werden können. Die meisten der Arten sind mit vorliegender Bearbeitung bereits tethysweit nachgewiesen.

## 2. Fundorte

Das bearbeitete Material stammt aus drei Schwerpunkten Alpiner Obertrias im Raum der Tethys, und zwar aus den Ostalpen, der Türkei und von Timor (Indonesien). Die Proben aus den Ostalpen wurden großteils den mergeligen Zwischenlagen im Hallstätter Kalk am Übergang zu Zlambachmergeln entnommen, es sind durchwegs Schlammproben. Die Crinoiden der Fundpunkte Türkei und Timor entstammen Lösproben direkt aus Hallstätter Kalk.

### a. Österreich (Abb. 1)

Die Proben aus Österreich stammen aus eigener Aufsammlung.

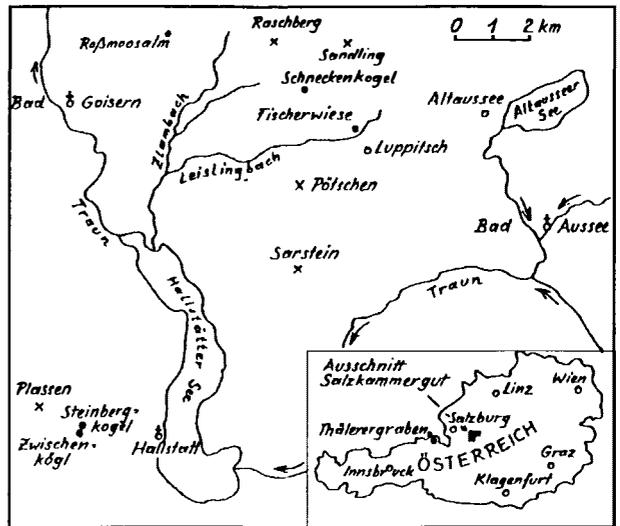


Abb. 1:

Übersicht über die Fundorte der beschriebenen Mikrocrinoiden in Österreich.

1. Mergellage im grauen Hallstätter Kalk, Ober-Nor, Sevat, *Pinacoceras metternichi*-Zone, vom Steinbergkogel N, W' oberhalb von Hallstatt, oberösterreichisches Salzkammergut (Proben Nr. S310, S358, S359). In diesen crinoidenreichen Mergeln wurden folgende Mikrocrinoiden nachgewiesen: *Lanternocrinus lanterna lanterna*, *Lanternocrinus lanterna foliferus* (Holotypus), *Leocrinus krystyni*, *Leocrinus undulatus* (Holotypus), *Leocrinus diffissus*, *Leocrinus armatus* (Holotypus).
2. Mergellagen im roten, knolligen Hallstätter Kalk am Übergang zu Zlambachmergeln, Ober-Nor, Ober-Sevat, Zwischenkogel W' Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich (Proben R230, R232, R234, siehe Abb. 2). Hier wurden folgende Mikrocrinoiden-Arten gefunden: *Lanternocrinus lanterna lanterna*, *Leocrinus undulatus*, *Leocrinus gracilis*.
3. Zlambachmergellagen im Hallstätter Kalk, Ober-Nor, Ober-Sevat, Schneckenkogel-SE, 900 m ENE Leisling-Alm, NE' St. Agatha, Salzkammergut, Oberösterreich (Probe R26). Hier wurde *Lanternocrinus lanterna lanterna* und *Leocrinus undulatus* gefunden.
4. Zlambachmergel (Rhät) im westlichen Graben unterhalb der Roßmoos-Alm NE Bad Goisern, Salzkammergut, Oberösterreich (Probe R330, R331). Von hier stammen: *Lanternocrinus lanterna lanterna* (Holotypus) und *Leocrinus undulatus*.

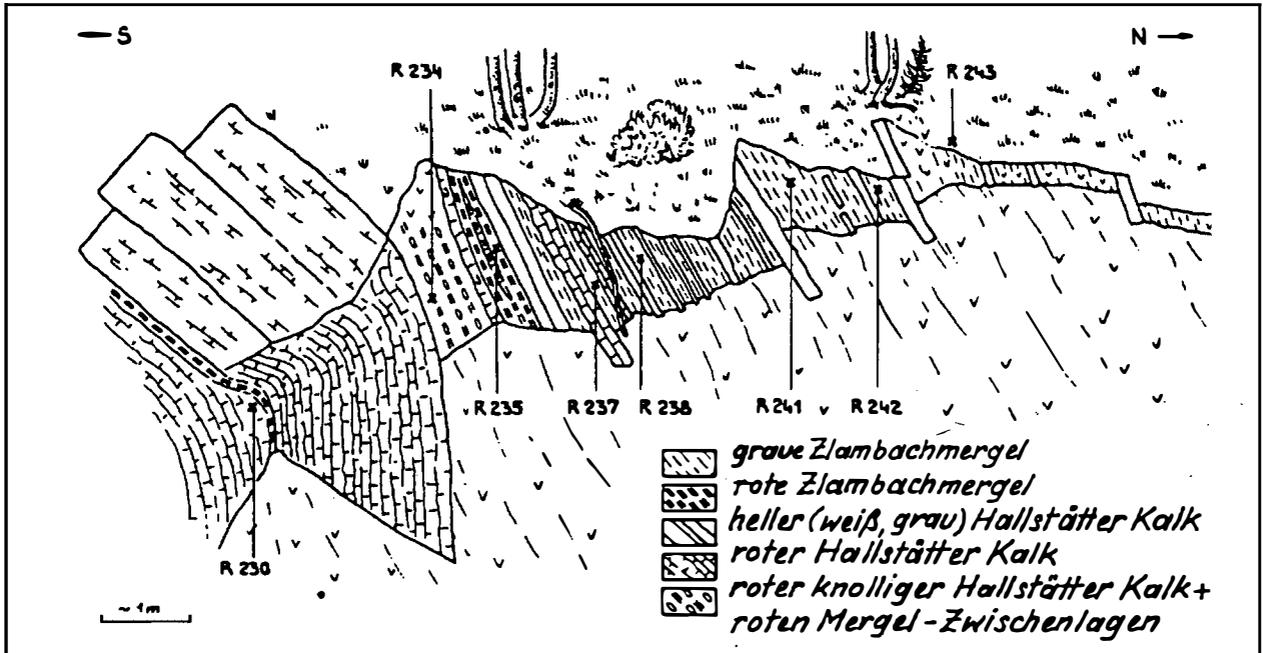


Abb. 2:

Fundort "Zwischenkogel" westlich oberhalb von Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich. Übergang von Hallstätter Kalk zu Zlambachmergeln, Obnorn, Obersevat; mit eingetragenen Probenpunkten.

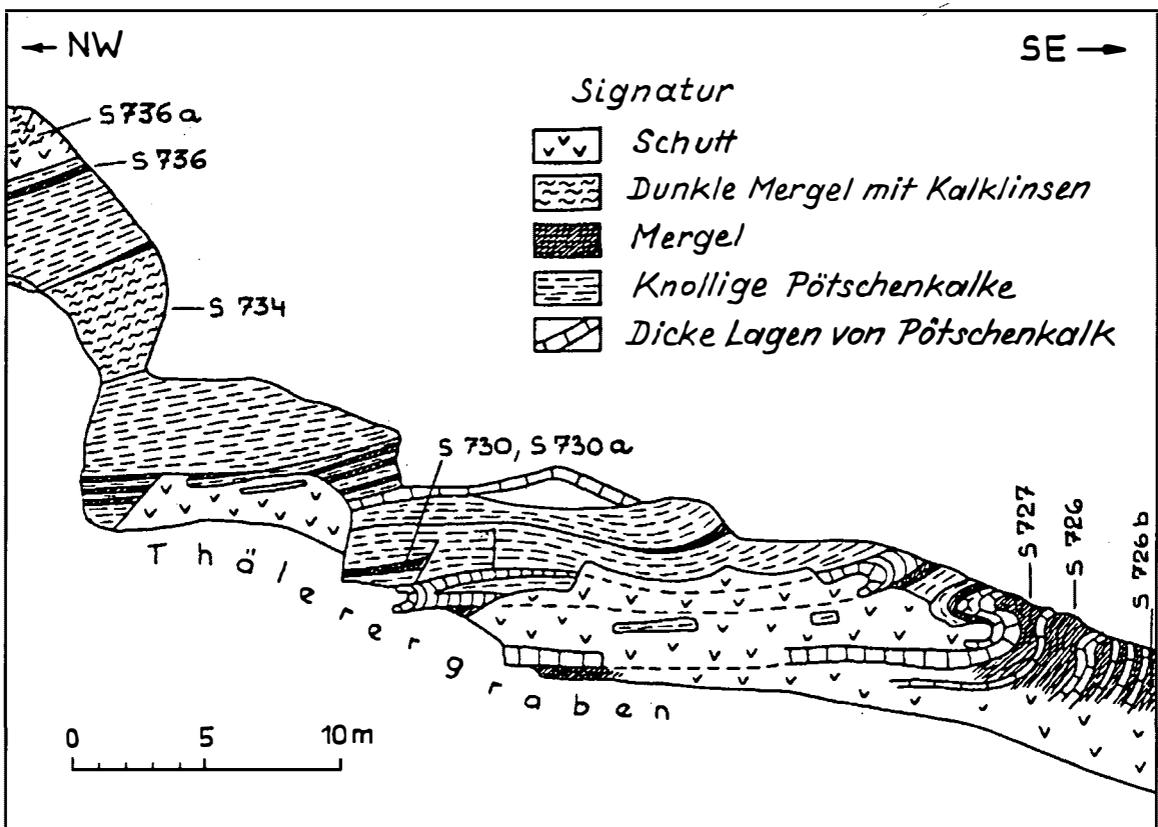


Abb. 3:

Ansicht des Aufschlusses im Thälerergraben 3 km N Lofer, Salzburg, Österreich. Übergang von Pötschenkalk zu Zlambachmergeln, Obnorn, Obersevat; mit eingetragenen Probenpunkten.

5. Zlambachmergel, Rhät, Korallenbach der Fischerwiese W Altaussee, Salzkammergut, Steiermark. *Leocrinus dif-fissus* wurde in zwei Proben gefunden (Z23 - Holotypus; Z29).

6. Zlambachmergel, Rhät, Leislingbach NW Luppitsch W' Altaussee, Salzkammergut, Steiermark, Probe Z46 mit *Leocrinus undulatus*.

7. Mergellagen im Pötschenkalk am Übergang zu Zlambachmergeln, Ober-Sevat (Ober-Nor) im Thälerergraben 3 km N' Lofer, Salzburg, siehe Abb. 3. Die Proben S726, S727 und S730 enthalten PBr1 von *Lanternocrinus lanterna lanterna*.

#### b. Türkei

8. Heller, gebankter Hallstätter Kalk des Nor (Lac 2) von Sütçüler, 50 km SE von Egridir, Aufschluß an der Straße Egridir - Sütçüler (Probe Su/2b), Taurus. Diese Probe wurde mir freundlicherweise von Herrn Doz. Dr. Leo Krystyn, Paläontologisches Institut der Universität Wien, zur Verfügung gestellt. Sie enthält *Leocrinus krystyni* (alle Elemente häufig), *Leocrinus gracilis* (alle Teile häufig; Holotypus), *Nasutocrinus dentatus* (häufig; Holotypus).

9. Roter, Eisenoxyd-hältiger, 1,5 m mächtiger Crinoiden-Hallstätter Kalk des Unter-Karn von Saklibeli SW Antalya, Taurus. Rinne in dem auch von Krystyn beprobten Profil, vgl. KRISTAN-TOLLMANN & KRISTYN (1975: S. 261, Abb. 1, Abb. 3). Die hier ausgewertete Probe (88/115) stammt von meinem Mann A. Tollmann. Der Fundpunkt ist Typlokalität für *Nasutocrinus leios*.

#### c. Timor (Indonesien)

10. Hallstätter Kalk des Nor (höheres Alaun, Macer-Zone nach TATZREITER, 1981) vom "unbenannten Seitenbach" des Bihati bei Baun im Distrikt Amarassi, Block A (vgl. TATZREITER, 1981: Abb. 1, 2, 3). Bei einem gemeinsamen Forschungsaufenthalt in Timor 1975 mit F. Tatzreiter und L. Krystyn hatte ich die Möglichkeit zur umfangreichen Aufsammlung von Crinoiden und Proben. Die hier berücksichtigten Lösproben A16 und A18 stammen jedoch von L. Krystyn.

Aus der Schicht A16 kann *Leocrinus krystyni* und *Leocrinus gracilis* (alle Teile nicht selten) sowie *Nasutocrinus dentatus* gemeldet werden, während die Lage A18 Radialia von *Lanternocrinus lanterna* und nicht selten alle Einzelelemente der Krone von *Leocrinus gracilis* enthält.

11. Hallstätter Kalk des großen Blockes "Bihati Waterval" im Bihati bei Baun, Distrikt Amarassi, Block F der Bezeichnung von Krystyn und Tatzreiter (siehe TATZREITER, 1981: Abb. 1, 2). Die Lösprobe stammt aus der obersten Lage 20 dieses Blockes und hat obernorisches Alter,

oberes Sevat. F20 ist Typlokalität für *Leocrinus krystyni*. Die Lage enthielt außerdem Radialia und PBr1 von *Lanternocrinus lanterna lanterna*, Radialia und PBr1, SBr von *Leocrinus gracilis* und PA, SBr von *Leocrinus armatus*.

### 3. Aufbewahrung des Materials

Sämtliches Material wird hinterlegt am Geologischen Institut der Universität Wien, in der Sammlung Kristan-Tollmann, die Holotypen unter der fortlaufenden Nummer V152 - 162.

### 4. Allgemeines

Mit dem Versuch der Rekonstruktion der Mikrocrinoiden aus ihren Einzelelementen wurde mit einem in den sevatischen Mergeln (siehe Fundorte 1 - 4, 7) besonders auffälligen und charakteristischen Bestandteil der dort oft üppigen Echinodermen-Assoziationen begonnen. Es sind dies robuste, blattförmige, an einem Ende zugespitzte Brachialia (siehe Taf. 1). Zunächst war aufgrund ihrer Gelenkflächen-Ausbildung festzustellen, daß sie den Crinoiden zuzurechnen seien, und zwar deren Armen. Nun weist zwar das spitze Ende dieser Brachialia ihre distalste Position am Armende aus, doch andererseits geben die großen senkrechten schaufelförmigen adoralen Muskelgruben an ihrem proximalen Ende (vgl. Taf. 1: Fig. 1, 4b) den unmißverständlichen Hinweis auf ihre Position als erstes Primi-brachiale, das dem Radiale distalwärts folgt. Welche Radialia jedoch hier zuzuordnen seien, schien zunächst unlösbar. Es stellte sich nämlich später heraus, daß als Erschwernis der Rekonstruktion in den meisten Proben nur die robusten Brachialia, nicht jedoch die weitaus zarteren dazugehörigen Radialia erhalten geblieben sind. Der glückliche Fund eines kleinen, juvenilen, kompletten Kelches (Abb. 4: Fig. 1a, b) erbrachte den Einbruch. Nun konnten offene Fragen geklärt und der eindeutige Nachweis bzw. die Sicherheit erbracht werden, daß es sich bei dieser Form um eine Mikrocrinoide mit völlig reduzierten Armen handelt. Ähnlich konzipierte Mikrocrinoiden mit ebenfalls rudimentären Armen konnten in der Folge als weitere Gattung mit mehreren Arten rekonstruiert werden. In der nun folgenden Beschreibung sollen zunächst die Gattungen und Arten vorgestellt werden und ihre systematische Stellung am Schluß diskutiert werden.

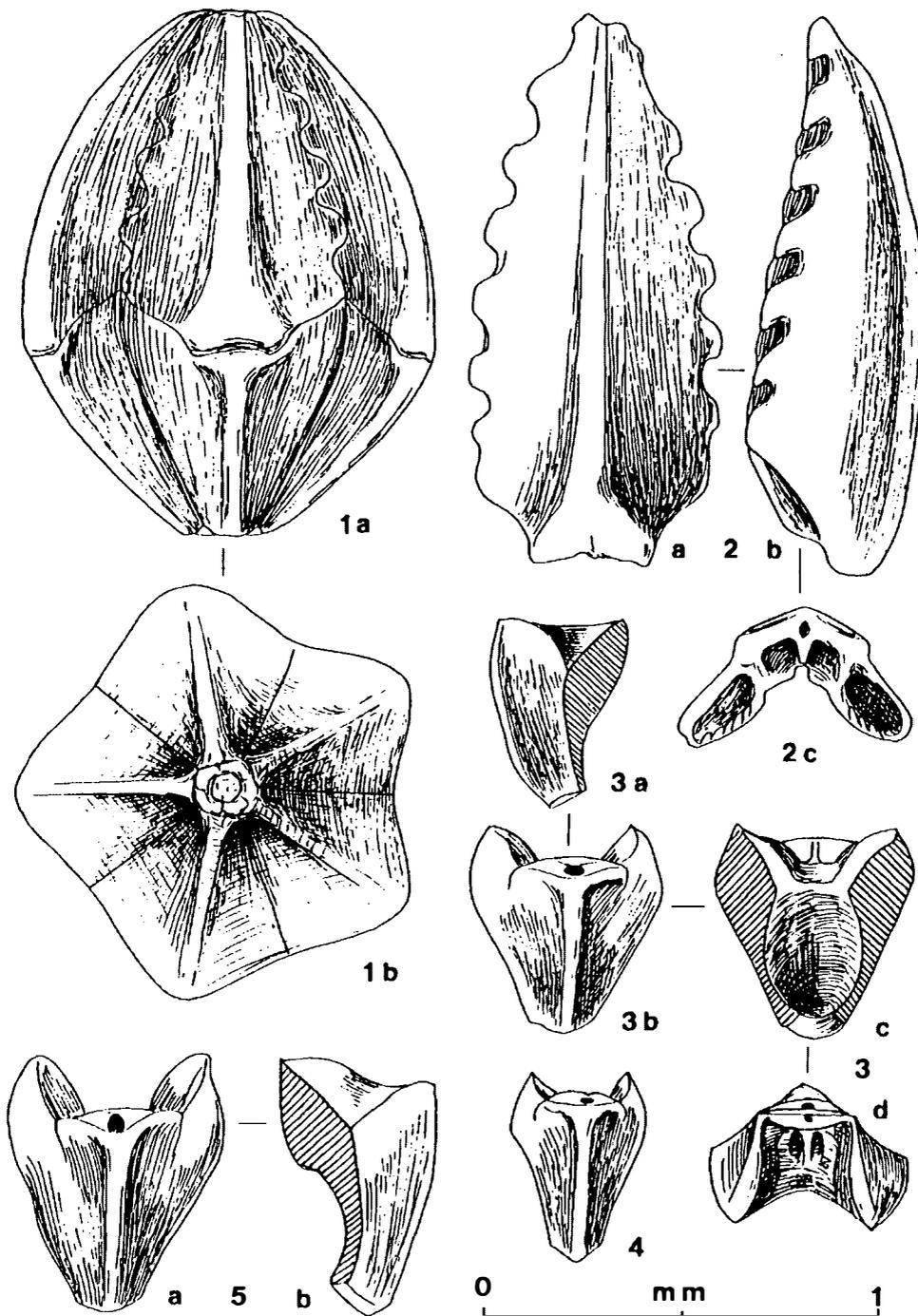


Abb. 4:

*Lanternocrinus lanterna lanterna* KRISTAN-TOLLMANN aus der obersten Trias vom Salzkammergut, Oberösterreich, Nördliche Kalkalpen. Fig. 1: Zlambachmergel (Rhät) im westlichen Graben unterhalb der Roßmoos-Alm NE Bad Goisern (Probe R330). Fig. 2–5: Mergellagen im roten Hallstätter Kalk am Übergang zu Zlambachmergeln (Obersevat, Obenor), Zwischenkögel W Hallstatt (Probe R234).

Fig. 1: Holotypus; komplette juvenile Krone aus Basalia, Radialia und ersten Primibrachialia. 1a: Seitenansicht; 1b: von unten.

Fig. 2: erstes Primibrachiale, adult. 2a: von außen; 2b: von der Seite; 2c: Ansicht der proximalen muskulären Verbindung. Fig. 3–5: Radialia. 3a, 5b: Seitenansicht; 3b, 4, 5a: Außenansicht; 3c: Innenansicht; 3d: Ansicht der muskulären Artikulationsfläche.

## 5. Beschreibung der Arten

Genus: *Lanternocrinus* KRISTAN-TOLLMANN, 1988

Derivatio nominis: Nach der Laternenform der geschlossenen Krone.

Generotypus: *Lanternocrinus lanterna lanterna* KRISTAN-TOLLMANN, 1988.

Diagnose (frei übersetzt aus dem Englischen 1988, S. 135): Die Gattung *Lanternocrinus* mit ihrem kurzen und dünnen Stiel ist eine echte, sehr kleine Mikrocrinoide von insgesamt etwa drei bis sechs Millimeter Länge. Die kleine Theca besteht nur aus fünf winzigen Basalia und fünf Radialia, an welche lediglich fünf schaufelförmig gewölbte, verlängerte, distal zugespitzte und randlich gewellte erste Primibrachialia anschließen.

Alter und Verbreitung: Obertrias der gesamten Tethys.

Beziehungen: *Lanternocrinus* zeigt Ähnlichkeit zu der aus dem Unter-Devon von Böhmen erstbeschriebenen, ebenfalls kleinen Gattung *Pygmaeocrinus* BOUŠKA, 1947. Ich bin in diesem Zusammenhang Herrn Dr. T. J. FREST, Division of Geology and Paleontology, Burke Museum, University of Washington, Seattle, sehr zu Dank verpflichtet für Übersendung von Vergleichsmaterial von *Pygmaeocrinus kettneri* (2 Topotypen) aus dem Pragian der ČSFR sowie 2 Parotypen von der ebenfalls sehr ähnlichen Form *Bouskacrinus laudoni* FREST & STRIMPLE aus dem Ludlovian von Nordamerika. Auf die Konvergenzen unserer triadischen Mikrocrinoiden zu Angehörigen der Familie Pygmaeocrinidae STRIMPLE, 1963, wird in der Diskussion zur systematischen Stellung der triadischen Taxa am Schluß der Abhandlung eingegangen.

Der Hauptunterschied zwischen unserer Gattung *Lanternocrinus* und *Pygmaeocrinus* besteht in der Ausbildung von zwei Primibrachialia, einem ersten viereckigen, ganz im kleinen, "eingekerbten" Artikulationsflächenbereich des Radiale eingebetteten, und einem zweiten blattförmigen, bei *Pygmaeocrinus*. Das zweite, blattförmige Primibrachiale bei *Pygmaeocrinus* entspricht in Gestalt und Funktion dem ersten, blattförmigen Primibrachiale bei *Lanternocrinus*.

Von *Tulipacrinus* KRISTAN-TOLLMANN, 1980, aus der Obertrias (Cassianer Schichten, Unter-Karn) von Südtirol, Italien, erstbeschrieben, die ebenfalls völlig verkümmerte Arme in Form eines langen Primibrachiale aufweist, unterscheidet sich *Lanternocrinus* durch die selbständigen, nicht verschmolzenen Basalia und Radialia, aber auch durch die kleine Ligamentgrube der Radialia.

Der Stiel ist weder von *Pygmaeocrinus* noch von *Lanternocrinus*, nur von *Tulipacrinus* bekannt, und kann daher zum Vergleich nicht herangezogen werden.

*Lanternocrinus lanterna lanterna* KRISTAN-TOLLMANN, 1988

(Abb. 4, 5, 6; Taf. 1; Taf. 4: Fig. 3; Taf. 5: Fig. 6)

1988 *Lanternocrinus lanterna* Kristan-Tollmann - KRISTAN-TOLLMANN, S. 135, Fig. 2/1-7.

Derivatio nominis: lanterna (substantivisch = die Laternen) nach der laternenförmigen Gestalt der geschlossenen Krone.

Holotypus: Komplette, juvenile Krone, Abb. 4: Fig. 1a, 1b. Sammlung Kristan-Tollmann, Geologisches Institut der Universität Wien, V 152.

Locus typicus: Westlicher Graben unterhalb der Roßmoos-Alm NE Bad Goisern, Salzkammergut, Oberösterreich (R330).

Stratum typicum: Alpine Obertrias, Rhät, Zlambachmergel.

Diagnose: Generotypus der Mikrocrinoide *Lanternocrinus* KRISTAN-TOLLMANN, 1988, mit folgenden

Besonderheiten: Besonders kleine Art. Theca reduziert auf fünf sehr kleine, flache, annähernd dreieckige Basalia und fünf schmale, hohe Radialia mit kleiner muskulärer Artikulationsfläche mit kleiner, schmaler aboraler Ligamentgrube. Außenwand der Radialia glatt mit vertikaler Längskante in der Mitte. Arme auf fünf große, robuste, längliche erste Primibrachialia reduziert. Diese speziell ausgebildet: gewölbt blattförmig mit grober vertikaler Längsrippe außen, randlich kräftig gekerbt, oben zugespitzt, unten zu kurzem "Schaft" verschmälert.

Beschreibung: Wie das einzige bis jetzt vorhandene komplette Exemplar einer Krone vor Augen führt (siehe Abb. 4: Fig. 1a,b), hat sie die Arme nur mehr rudimentär ausgebildet und besteht somit aus Basalia, Radialia und den ersten Primibrachialia.

Die Basalia sind sehr klein, schmal, flach, von der Seite gesehen niedrig dreieckig.

Die Radialia sind höher als breit, insgesamt von schmal dreieckigem Umriss, mit deutlicher vertikaler Längskante bis -rippe in der Mitte. Beidseits der senkrechten Mittelrippe ist die glatte Wand ganz leicht konkav gewölbt. Innen erweist sich der untere Teil des Radiale als sehr zart und dünn ausgebildet, er wird auch leicht beim Lösen als erster Part weggeätzt (vgl. Fig. 8 b von Abb. 5). Das Radiale ist in diesem dorsalen Teil innen stark ausgehöhlt gewölbt (vgl. Abb. 4: Fig. 3a, 3c, 5b), erst zur Artikulationsfläche ragtes innen vor und ist verdickt. Die muskuläre Verbindungsfläche ist in einer Kerbe von drei geraden Seiten eingesenkt und klein, sie nimmt etwas mehr als die Hälfte der gesamten Breite des Radiale ein (vgl. Abb. 4: Fig. 3b, 5a; Abb. 5: Fig. 6, 7, 8b). Die aborale Ligamentgrube erweist sich als kurz und schmal und wenig herausgewölbt.

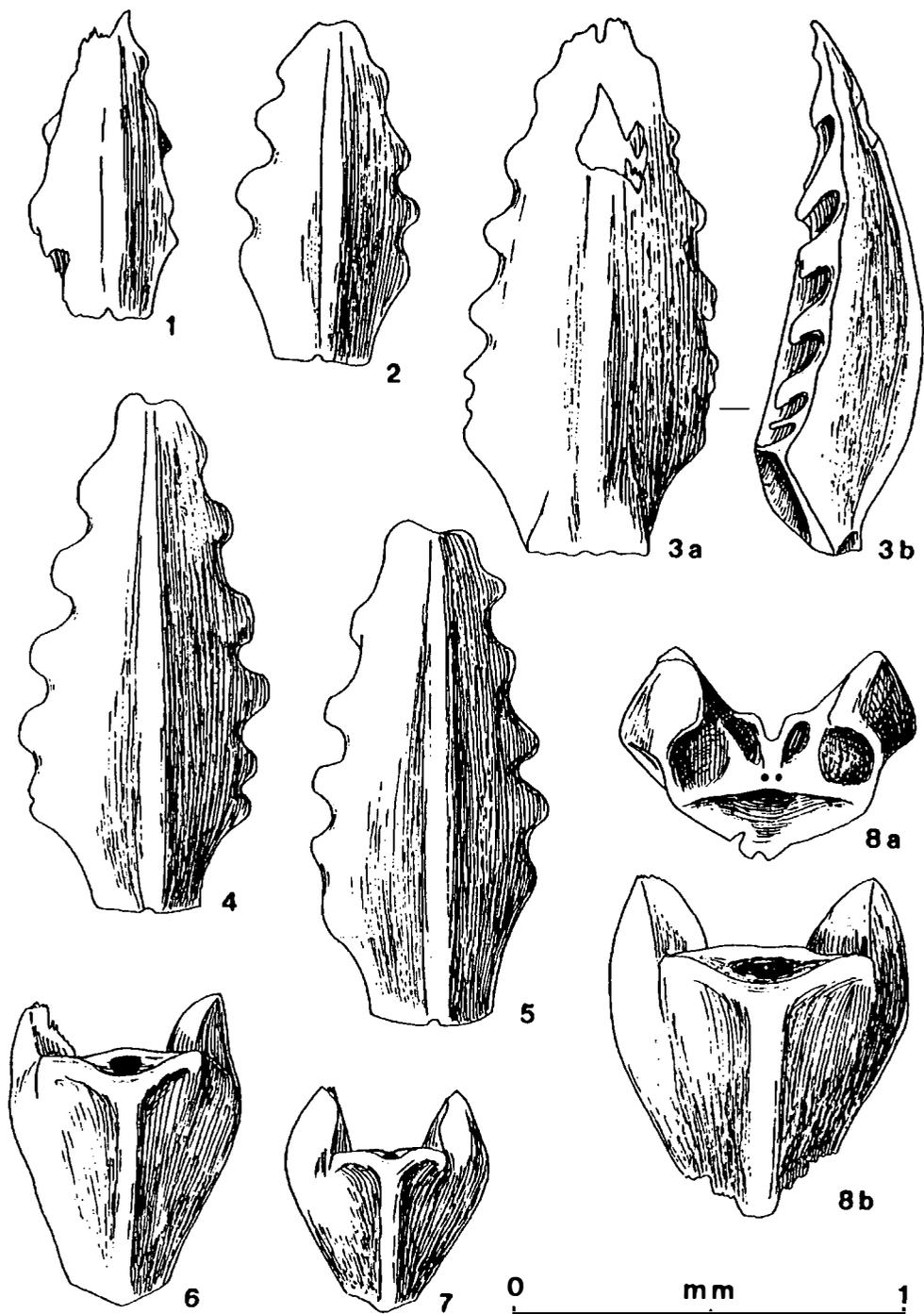


Abb. 5:

*Lanternocrinus lanterna lanterna* KRISTAN-TOLLMANN aus der obersten Trias der Tethys: Oberösterreich und Timor. Fig. 1, 3, 7: Hallstätter Kalk-Block F des "Bihati Waterval" im Bihati bei Baun, Distrikt Amarassi, Timor; Probe F20, Obersevat, Obornor. Fig. 6, 8: Hallstätter Kalk-Block A vom "unbenannten Seitenbach" des Bihati bei Baun im Distrikt Amarassi, Timor; Probe A18, Nor, Alaun. Fig. 2, 4: Zlambachmergel (Rhät, Probe R330) der Roßmoos-Alm bei Bad Goisern, Salzkammergut, Nördliche Kalkalpen. Fig. 5: Mergellage (Probe R232) im Hallstätter Kalk (Obornor, Obersevat) am Übergang zu Zlambachmergeln, Zwischenkögel W Hallstatt, Salzkammergut, Nördliche Kalkalpen.

Fig. 1: erstes Primibrachiale, früh juvenil, rundum stark angeätzt, von außen. Fig. 2: juveniles PBr1 von außen, als Vergleich zu Fig. 1. Fig. 3a, 4, 5: adulte PBr1 von außen; 3b: in Seitenansicht. Fig. 6, 7, 8: Radialia von außen; 8b: unten abgewittert, 8a: Artikulationsfläche.

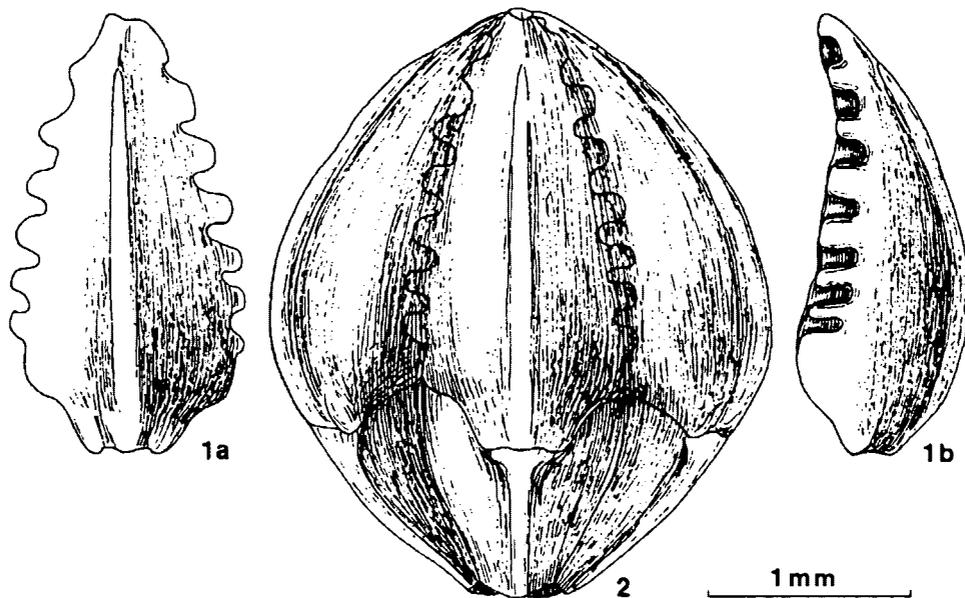


Abb. 6:

Rekonstruktion einer adulten, stärker gewölbten Krone von *Lanternocrinus lanterna lanterna* KRISTAN-TOLLMANN (Fig. 2) anhand eines PBr1 (Fig. 1) aus einer Mergellage im Pötschenkalk am Übergang zu Zlambachmergeln im Thälerergraben bei Lofer, Salzburg, Österreich (Probe S726, Obernor, Obersevat; siehe Fundortsskizze Abb. 3).

Die Primibrachialia rasten mit ihrem proximalen Ende in die kerbenartige Ausnehmung der Radialia ein. Entsprechend schaftförmig ist dieses Ende ausgebildet (vgl. etwa Abb. 4: Fig. 1a, 2a und 5a; Abb. 5: Fig. 4 und 6, 5 und 7). Im allgemeinen erweisen sich die Primibrachialia wesentlich robuster, sprichdickschaliger und daher besser erhaltungsfähig als die Radialia. Die stets gewölbten, länglich blattförmigen PBr1 erweitern sich am "Schaft" (am proximalen Ende) rasch mit glatter, konkav gebogener Seitenwand - die hier lateral liegenden Ligamentgruben entsprechen den ventralen Enden der Radialia, sie haben innen glatte Wände (vgl. Abb. 5: Fig. 3b; Taf. 1: Fig. 1, 4, 5). Ab dem Punkt, wo die PBr1 aus der Kerbe der Radialia heraustreten, ist ihr Rand in großen Wellen gezähnt bzw. lateral gekerbt; außerdem verjüngt er sich allmählich und endet in einer distalen Spitze. Die groben lateralen Zähne rasten bei geschlossenem Zustand der Krone fest ineinander, und die PBr1 schützen so die orale Fläche dicht. Die Ambulacralfurche haben die PBr1 in eine große weite Höhlung umgewandelt (siehe Taf. 1: Fig. 1 - 5), sodaß dem Weichkörper unter dem "Dach" der geschlossenen PBr1 wohl genügend Platz bleibt. Eine weitere, kleinere Höhlung bilden ja auch noch die Radialia in ihrem dorsalen Abschnitt. Die Außenwand der PBr1 ist glatt, in der Mitte zieht sich eine kräftige vertikale (Kante bis) Rippe entweder über die gesamte Länge oder bis unterhalb der distalen Spitze hin, am proximalen Ende kann sie sich verbreitern oder auch, bei adulten Exemplaren, früher enden. Die Rip-

pe ist unten kräftiger und verschwindet und verflacht sich gegen oben hin allmählich.

Die Gestalt der Krone verändert sich etwas mit dem Erwachsenwerden des Individuums. Juvenile Kronen sind dünn und lang, ihre Radialia sehr schmal und hoch, die PBr1 wenig nach außen gewölbt, noch klein und kurz mit etwa vier bis fünf randlichen Kerben. Adulte Kronen sind natürlich insgesamt größer, aber vor allem breiter (vgl. Rekonstruktion Abb. 6). Die Radialia haben an Breite gewonnen, die PBr1 sind stark nach außen gewölbt und länger, mit durchschnittlich sechs bis acht randlichen großen Kerben.

Der Stiel dürfte dünn und kurz gewesen sein, wenn man die Ansatzstelle beim Holotypus Abb. 4: Fig. 1b in Betracht zieht. Konkrete Aussagen können nicht gemacht werden, da es noch nicht möglich war, Columnalia zuzuordnen.

Maße:

Holotypus (juvenil): Länge der Krone 1.37 mm, Dicke der Krone 1.03 mm.

Adulte Exemplare etwa: Länge der Krone bis 3 mm, Dicke der Krone bis 2.50 mm.

Beziehungen: Die Beziehungen zu der hier neu aufgestellten Unterart *Lanternocrinus lanterna foliferus* n. ssp. siehe bei dieser weiter unten.

Material, Alter und Verbreitung: *Lanternocrinus lanterna lanterna* stellt einen durchaus auffallenden und nicht seltenen Bestandteil der Mergelproben eines be-

stimmten ökologischen Bereichs dar, und zwar, wie schon eingangs erwähnt, des Übergangsbereichs von Schwelkalken zu Beckensedimenten (Zlambachmergeln) sevatischen Alters in den Nördlichen Kalkalpen, Österreich. Hier sind es vor allem die robusteren, überaus charakteristischen Primibrachialia, die stellenweise sogar häufig vorkommen können, während die dazugehörigen, aber viel zarteren Radialia meist gänzlich fehlen. Anders verhält es sich mit Lösproben von Schwelkalken oberrösterreichischen Alters direkt, in denen meist Radialia und PBr1 gleichermaßen vertreten sind oder sogar nur die Radialia. Im einzelnen kann unsere Art von folgenden Fundpunkten gemeldet werden (die Fundorte werden nur mit Stichwort und der Nummer, mit welcher sie im Kapitel "Fundorte" aufgeführt sind, angegeben):

#### Österreich

**Roßmoos-Alm** (4): Das meiste Material kommt vom Fundort Roßmoos-Alm. Von hier stammen (aus insgesamt sieben Proben) 76 einzelne Primibrachialia, 1 Radiale und 1 Krone (der Holotypus).

**Zwischenkögel** (2), Abb. 2: Insgesamt 53 PBr1 und 11 Radialia enthielten Mergel-Lagen (drei Proben) im roten, knolligen, obersevatischen Hallstätter Kalk. Die Verteilung innerhalb der Proben zeigt ein Ansteigen der Zahl von Probe R230 mit 2 PBr1 über R232 (9 PBr1) zu R234 mit 42 PBr1 und 11 Radialia. Die höheren Proben im Zlambachmergel enthielten keine Elemente unserer Crinoide.

**Schneckenkogel** (3): Die Probe R26 enthielt nur 6 PBr1.

**Steinbergkogel** (1): 4 PBr1.

#### Timor

**Bihati** (unbenannter Seitenbach, Block A) (10): Ausschließlich etliche Radialia.

**Bihati** (Bihati Waterval, Block F) (11): 3 Radialia, 2 PBr1.

Mit dem erbrachten Nachweis von *L. lanterna lanterna* in Hallstätter Kalk-Blöcken von Timor ist ihre tethysweite Verbreitung nun gesichert. Dies unabhängig davon, ob sie nun in Kiotomergeln (oder Kuti Shales) von Kumaon, Himalaya, Indien, tatsächlich ebenfalls vorkommt (vgl. KRISTAN-TOLLMANN & GUPTA, 1988; KRISTAN-TOLLMANN, 1988; J. A. TALENT: Nature, 338, No. 6217, S. 613-615, 1989). Bisher ist unsere Art aus dem Nor (Alaun, Sevat) und Rhät bekannt.

#### *Lanternocrinus lanterna foliferus* n. ssp.

(Abb. 7; Taf. 4: Fig. 7)

Derivatio nominis: foliferus (lat.) = Blatt-tragend, da die PBr1 wie Blätter aussehen.

Holotypus: Primibrachialel Abb. 7: Fig. 2. Sammlung Kristan-Tollmann, Geologisches Institut der Universität Wien, V 153.

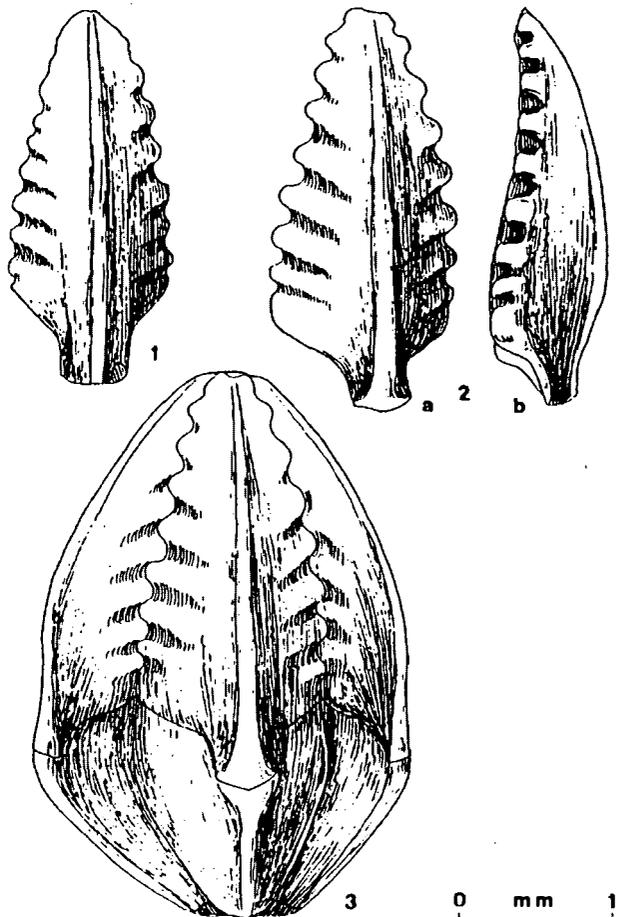


Abb. 7:

*Lanternocrinus lanterna foliferus* n.ssp. aus Mergellagen im Hallstätter Kalk (Oberrösterreich, Sevat) vom Steinbergkogel bei Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich. Fig. 1: PBr1 von außen; Probe S359. Fig. 2: Holotypus, PBr1. 2a: von außen, 2b: von der Seite; Probe S310. Fig. 3: Rekonstruktion der Krone aufgrund des Holotypus; Radialia und Basalia bisher noch unbekannt.

Locus typicus: Steinbergkogel - N, westlich oberhalb von Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich (Probe S310).

Stratum typicum: Mergellage im grauen Hallstätter Kalk, *Pinacoceras metternichi*-Zone, Sevat, Oberrösterreich, Alpine Obertrias.

Diagnose: Eine Unterart der Art *L. lanterna* KRISTAN-TOLLMANN, 1988, mit folgenden Besonderheiten: Primibrachialel mit schmalen, langem Schaft, dessen Seiten parallel verlaufen; entsprechend sehr schmal muß die Kerbe im Radiale sein. Der freie Rand des blattförmigen PBr1 zart gewellt bzw. gekerbt, wobei Rillen in Fortsetzung der randlichen Kerben auf der Außenwand leicht schräg abwärts bis nahe an die senkrechte Mittelrippe verlaufen.

Beschreibung: Von dieser Unterart liegen einstweilen nur erste Primibrachialia vor. Sie sind schmal und länglich, mäßig gewölbt, und besitzen einen langen, schmalen Schaft, der sich durch parallele Seiten auszeichnet. Die glattrandige Erweiterung der Lateralflächen erfolgt ziemlich rasch, ab der gewellten Randpartie verschmälert sie sich gleichmäßig und langsam zur distalen Spitze. Die lateralen Kerben sind zahlreich und zart, von ihnen gehen auf die sonst glatte Außenwand parallel verlaufend seichte Rillen leicht schräg abwärts bis nahe an die vertikale, kräftig ausgebildete Mittelrippe. Die Radialia sind wahrscheinlich schmal und hoch und haben entsprechend dem schmalen Schaft der PBr1 eine schmale Kerbe mit sehr kleiner Artikulationsfläche und sehr kleiner aboraler Ligamentgrube (siehe Rekonstruktion Abb. 7: Fig. 3).

Maße: Länge des Holotypus (PBr1): 2.70 mm.

Beziehungen: Die beiden Unterarten *L. lanterna lanterna* und *L. lanterna foliferus* sind sich prinzipiell sehr ähnlich, aber der Schaft des PBr1 bzw. die Kerbe im Radiale sind bei *L. l. foliferus* wesentlich schmaler bei längeren, parallelen Seiten. Die von den Kerben ausgehenden Rillen an der Außenwand der PBr1 hat *L. l. lanterna* nicht.

Material und Verbreitung: Bis jetzt sind von unserer Unterart nur 3 PBr1 von der Typlokalität bekannt (Probe S310: 1 Exemplar, S359: 2 Exemplare).

Genus: *Nasutocrinus* n.g.

Derivatio nominis: *nasutus* (lat.) = mit großer Nase versehen, nach dem nasenförmig vorspringenden Schaft des PBr1.

Generotypus: *Nasutocrinus dentatus* n.g.n.sp.

Diagnose: Mikrocrinoide mit reduzierten, verkümmerten Armen. Theka aus 5 Basalia, 5 Radialia. Das PBr1 rastet mit einem parallelseitigen Schaft in die Kerbe des Radiale ein. Arme einmal mit dem PA geteilt, aber kurz, mit nur wenigen SBr. SBr dünn, mit weiter Ambulacalfurche; untereinander mit glatter, ebener Synostose verbunden; keine Pinnulae.

Alter und Verbreitung: Obertrias der Tethys.

Beziehungen: In der speziellen Gestaltung der Radialia bestehen enge Beziehungen zu *Lanternocrinus* KRISTAN-TOLLMANN, 1988. Doch ist die "Kerbe" ("notch" im Treatise) an den Radialia von *Nasutocrinus* noch tiefer und deutlicher ausgebildet. Auch *Pygmaeocrinus* BOUŠKA, 1947, mit den konvergent gestalteten Radialia, ist hier wiederum anzuführen. Gegenüber diesen beiden Gattungen mit sehr ähnlichen Radialia unterscheidet sich *Nasutocrinus* aber ganz wesentlich durch die Teilung ihrer Arme mit dem PBr2 = PA und Ausbildung einiger SBr.

*Nasutocrinus dentatus* n.g.n.sp.

(Abb. 8, 9, 10; Taf. 2: Fig. 1 - 6; Taf. 3: Fig. 5 - 7)

Derivatio nominis: *dentatus* (lat.) = gezähnt, nach den gezähnten Lateralrändern.

Holotypus: Radiale Abb. 8: Fig. 5. Sammlung Kristan-Tollmann, Geologisches Institut der Universität Wien, V 154.

Locus typicus: Aufschluß an der Straße Egridir - Sütçüler nahe Sütçüler, 50 km SE von Egridir (Probe KRY-STYN Su/2b), Taurus, Türkei.

Stratum typicum: Heller, gebankter Hallstätter Kalk, Unter-Nor (Lac 2), Obertrias.

Diagnose: Generotypus der Mikrocrinoide *Nasutocrinus* n.g. mit folgenden Besonderheiten: Radialia schmal und hoch, mit tief eingesenkter Kerbe und kräftiger vertikaler Mittelrippe. PBr1 ein schmaler, länglicher, dünner Schaft, der sich distal etwas erweitert und einen dreieckigen Querschnitt annimmt. PA etwas höher als PBr1, breit, von dreieckigem Querschnitt; Lateralflächen breit, mit 4-6 schräg abwärts gerichteten Leisten bzw. Kerben besetzt. Große Kerbe der Radialia seitlich ventral gezähnt, dazu entsprechend auch der Ventralrand des Schaftes des PBr1. Beschreibung: Von dieser Art können einstweilen Radialia, Primibrachialia und Primaxillaria diagnostiziert und kombiniert werden (siehe Rekonstruktion Abb. 10).

Die sehr charakteristischen Radialia zeichnen sich durch eine sehr tiefe Kerbe aus bzw. durch besonders hoch hinaufreichende Flanken, die am Innenrand gezähnt sind (siehe Abb. 8: Fig. 4, 5c). Die beiden Seiten der tiefen Kerbe sind in der halben Höhe leicht einwärts geschwungen, der Rand kann etwas wulstig verdickt sein. Die waagrecht liegende bis ganz wenig mit der aboralen Ligamentgrube auswärts gerichtete Artikulationsfläche kann als mittelgroß bezeichnet werden, die Ligamentgrube lang, aber schmal. Kennzeichnend für die hohen und schmalen Radialia ist außerdem ihre kräftig entwickelte vertikale Längsrippe.

Die Primibrachialia rasten fast in ihrer gesamten Länge nasenförmig oder nutförmig in die große Kerbe der Radialia ein. Die PBr1 sind in ihrem proximalen Abschnitt, in dem sie sich völlig in die Kerbe der Radialia einschmiegen, flach und mit parallel verlaufendem geradem Rand ausgestattet, während der kurze Teil, der distal über die Radialia hinausragt, sich sowohl seitlich erweitert als auch in der Mitte, sodaß hier ein dreieckiger Querschnitt entsteht (siehe Abb. 8: Fig. 2a). Die kräftige vertikale Längsrippe außen setzt sich von den Radialia auf die PBr1 fort und ist auch noch im proximalen Abschnitt der PA zu sehen, verbreitert sich und verflacht aber an deren distalem Rand.

Mit dem gleichen dreieckigen Querschnitt und mit gänzlich flacher, glatter Synostose schließen an die PBr1

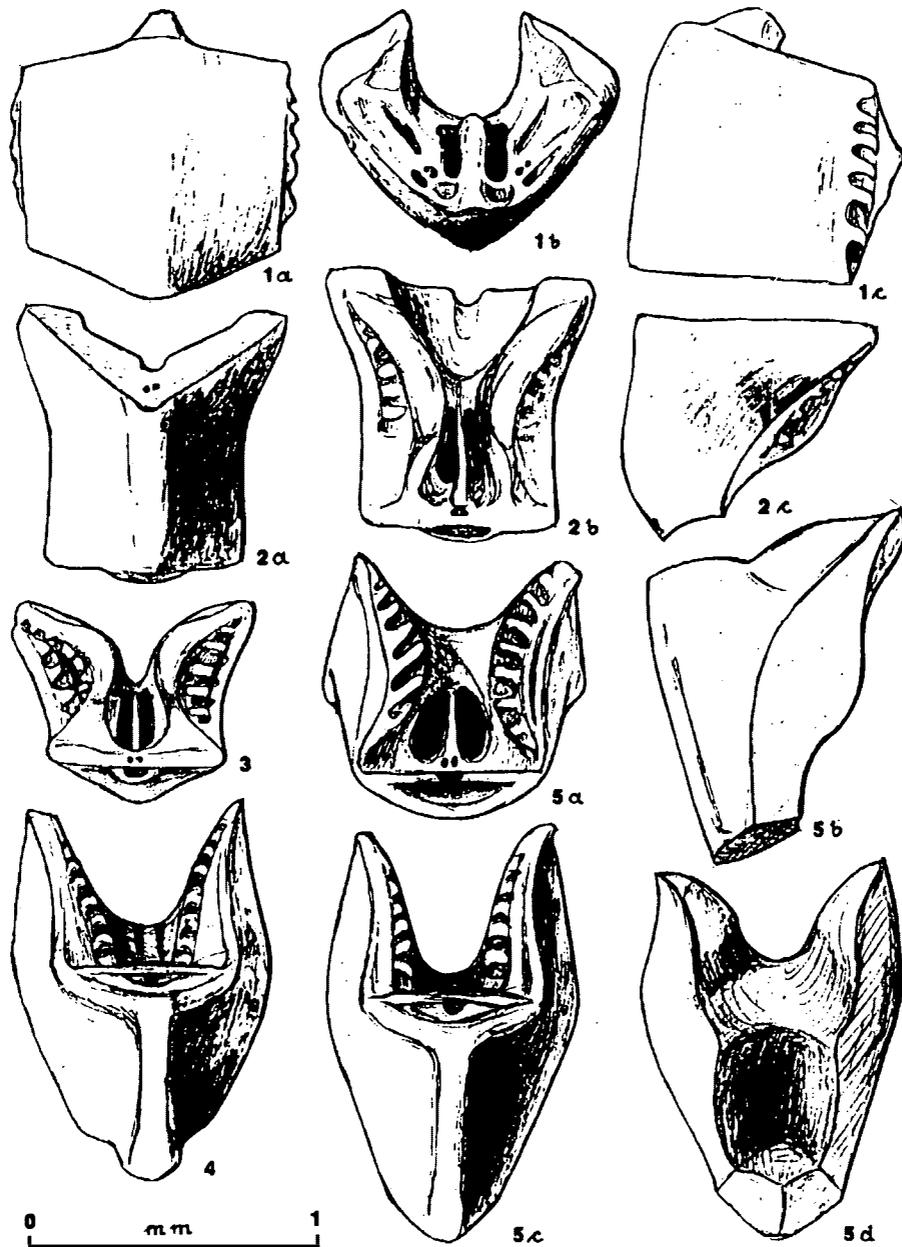


Abb. 8:

*Nasutocrinus dentatus* n.g.n.sp. aus dem norischen (Lac 2) Hallstätter Kalk von Sütçüler, 50 km SE von Egridir, Taurus, Türkei. Dargestellt ist eine Abfolge von isolierten Radialia, PBr1 und PA von unten nach oben, jeweils zueinander passend von außen (Reihe links), von innen (Reihe Mitte und rechts unten) und von der Seite (Reihe rechts).

Fig. 1: PA; 1a: von außen, 1b: von oben, 1c: von der Seite. Fig. 2: PBr1; 2a: von außen, 2b: von innen, 2c: von der Seite. Fig. 3: PBr1 von unten. Fig. 4: Radiale von außen. Fig. 5: Holotypus, Radiale. 5a: von oben, 5b: von der Seite, 5c: von außen, 5d: von innen.

die Primaxillaria an. Sie sind üblicherweise etwa gleich hoch wie breit. Auffällig ist ihre verbreiterte Lateralfläche, die mit 4-6 schräg abwärts gerichteten, mehr oder weniger parallel verlaufenden Leisten bzw. Kerben besetzt ist (siehe Abb. 8: Fig. 1c; Abb. 9: Fig. 1a, 1c; Taf. 2: Fig. 4).

Maße: Holotypus: Gesamthöhe 1.90 mm, Breite 0.87 mm.

Beziehungen: Die Beziehungen zu *Nasutocrinus leios* siehe dort.

Material, Alter und Verbreitung: Unsere Art kann bereits jetzt aus dem Gesamttraum der Tethys nachgewiesen werden. In der Typlokalität Sütçüler in der Türkei sind Einzelelemente des Kelches samt PA durchaus nicht selten.

Ein PA und ein PBr1, stark angeätzt, fand sich in der Probe A16 vom Bihati (10) in Timor, also vom Ostende der Tethys (siehe Abb. 9).

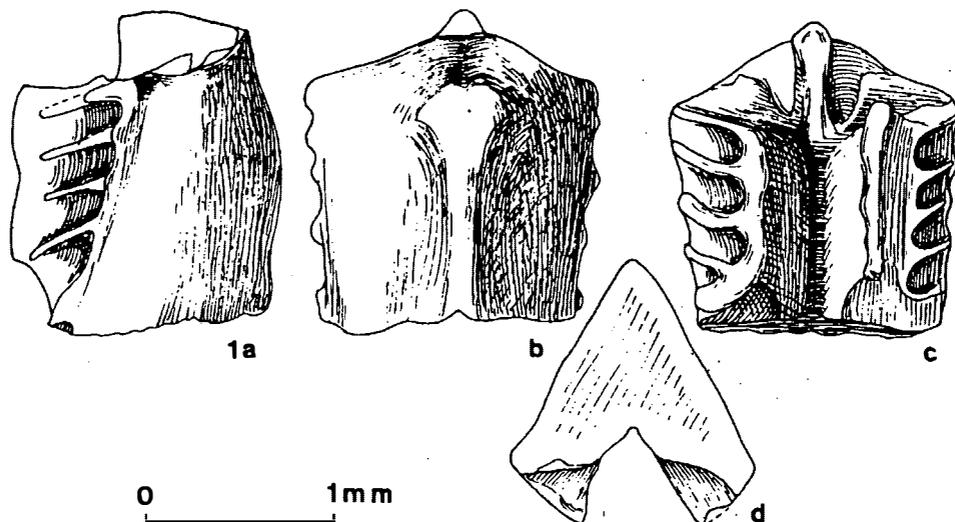


Abb. 9:

PA von *Nasutocrinus dentatus* n.g.n.sp. aus dem norischen (höheres Alaun) Hallstätter Kalk vom "unbenannten Seitenbach" des Bihati bei Baun im Distrikt Amarasäi, Timor, Indonesien (Probe A16, Macer-Zone).

Fig. 1a: Seitenansicht, 1b: PA von außen, 1c: von innen, 1d: von unten.

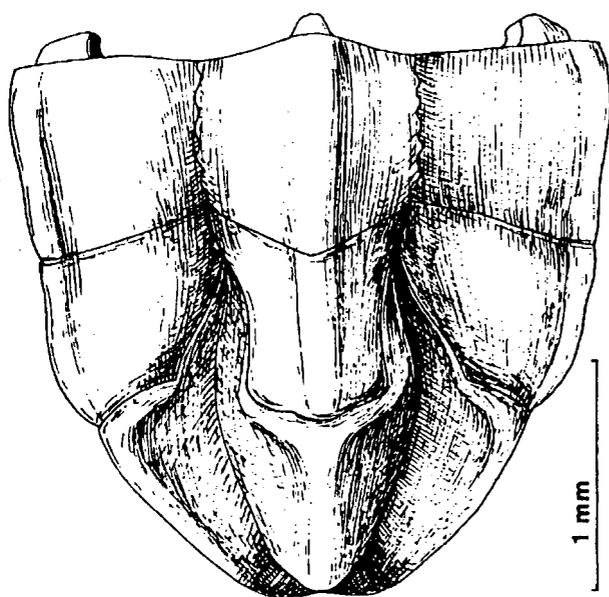


Abb. 10:

*Nasutocrinus dentatus* n.g.n.sp., Rekonstruktion der Theka samt proximalen Armpartien aus erstem und zweitem Primibrachiale.

Vom Westende der Tethys liegen 5 Radialia aus dem Hallstätter Kalk von Berchtesgaden (RIECHE 5 - 3) vor (siehe Taf. 3: Fig. 5 - 7).

Die Art ist somit bis jetzt aus dem Hallstätter Kalk des tieferen Nor tethysweit bekannt.

*Nasutocrinus leios* n.g.n.sp.

(Abb. 11; Taf. 3: Fig. 1-3)

Derivatio nominis: leios (griech.) = glatt, nach den glatten Außenrändern der Brachialia.

Holotypus: PBr1 Abb. 11: Fig. 5a-e. Sammlung Kristan-Tollmann, Geologisches Institut der Universität Wien, V 155.

Locus typicus: Saklibeli SW Antalya, Taurus-Gebirge, Türkei (Probe A. Tollmann 88/115).

Stratum typicum: Roter Hallstätter Kalk, Crinoidenkalk, Unter-Karn, Obertrias.

Diagnose: Eine Art der Gattung *Nasutocrinus* n.g. mit folgenden Besonderheiten: Radialia mit breiter Kerbe; PBr1 breiter als hoch, distal halbrunder Querschnitt; übrige Brachialia ebenfalls halbrund gewölbt, distalste Brachialia längliche, dünnrandige, breit halbrund gewölbte Schäfte. Außenwand aller Elemente glatt, ohne Mittelrippe. Lateralfläche der Br ausgedünnt, Rand oft gewellt, keine Zähnelung oder Leisten.

Beschreibung: Von dieser Art sind die Radialia noch nicht bekannt, dafür aber die Sekundibrachialia. Allerdings läßt die Form der PBr1 Rückschlüsse auf die Gestalt der Radialia zu.

Radialia vermutlich breit, glattwandig; mit breiter, mäßig tiefer Kerbe und langer, aber nicht weit herausgewölbter Ligamentgrube.

Primibrachialia nahezu rechteckig breiter als hoch mit geraden, sich gegen distal etwas erweiternden Seiten-

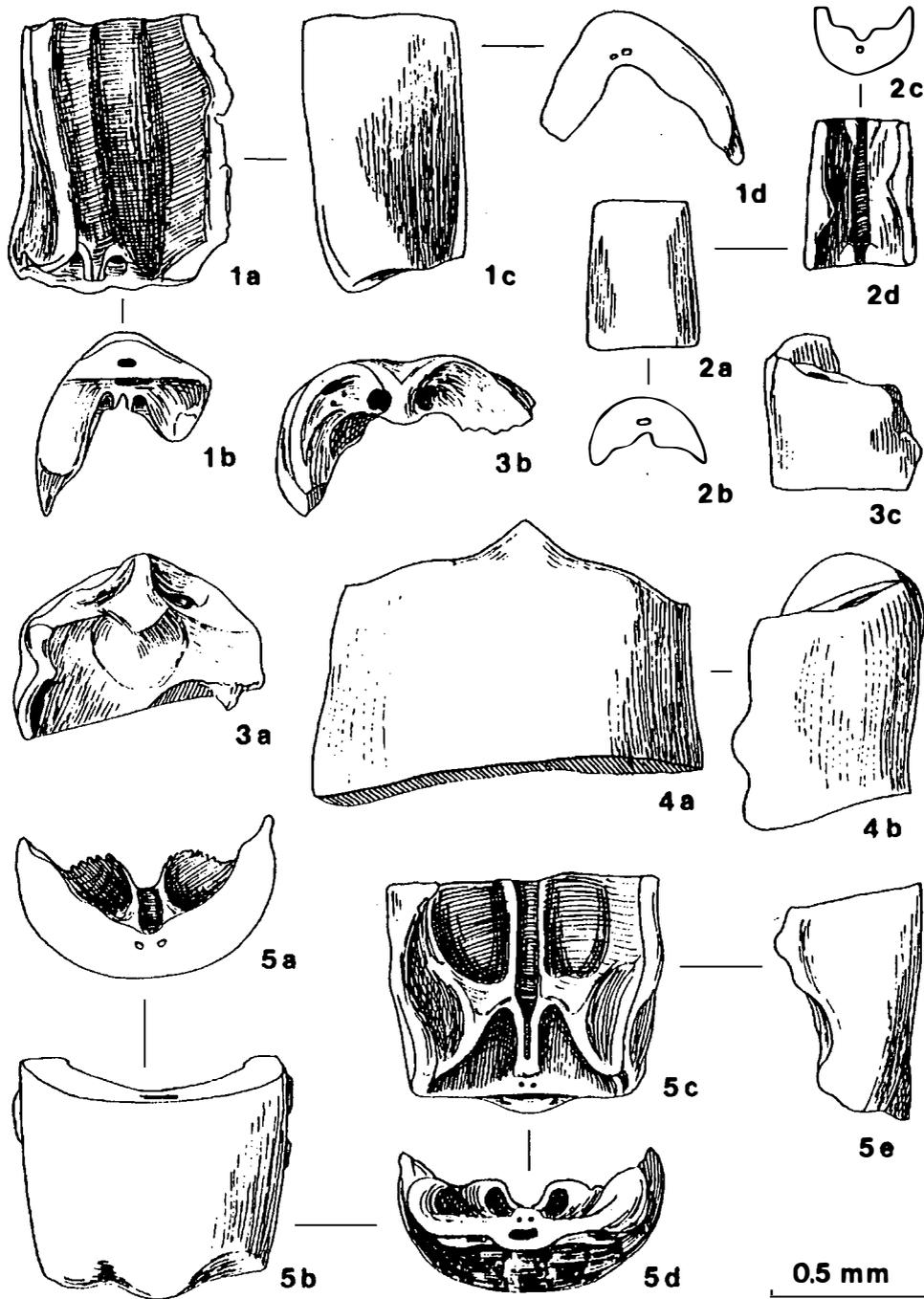


Abb. 11:

*Nasutocrinus leios* n.g.n.sp. aus dem unterkarnischen Hallstätter Kalk von Saklibeli SW Antalya, Taurus, Türkei (Probe 88/115).  
 Fig. 1: erstes Sekundibrachiale (SBr1); 1a: von innen, 1b: von unten, 1c: von außen seitlich, 1d: distal. Fig. 2: distales SBr; 2a: von außen, 2b: von unten (proximal), 2c: von oben (distal), 2d: von innen. Fig. 3: PA; 3a: von innen, 3b: von oben, eine Hälfte beschädigt, 3c: seitlich. Fig. 4: adultes PA; 4a: von außen, 4b: von der Seite. Fig. 5: Holotypus, PBr1. 5a: distal, 5b: dorsal, 5c: ventral, 5d: proximal, 5e: lateral.

rändern; mit halber oder bis zu zwei Drittel Höhe in der Kerbe der Radialia steckend; von proximal flach zu distal halbrund gewölbtem Querschnitt übergehend. Wand dünn, außen glatt, seitlich zu kurzen, am Rand auch gewellten Lateralflächen noch weiter ausgedünnt. PBr1 mit dem anschließenden PBr2 = PA durch glatte, flache Synostose verbunden.

Primaxillaria fast doppelt so breit wie hoch, dünn, halbkreisförmig gewölbt. Ihr Lateralrand ist ebenfalls etwas verdünnt, leicht eingekrempelt und wenig gewellt.

Die ersten Sekundibrachialia sind mit dem PA durch eine muskuläre Artikulationsfläche verbunden und hier naturgemäß asymmetrisch gestaltet mit dreieckigem Querschnitt und einem kürzeren und einem längeren Schenkel (siehe Abb. 11: Fig. 1a, b, d).

Bei den nachfolgenden wenigen Sekundibrachialia zeigt sich wieder der für alle Brachialia typische halbrunde Querschnitt (vgl. Abb. 11: Fig. 2b, c). Die SBr sind sehr dünnwandig, vor allem die distalen Elemente, ihre Lateralwand randlich eingekrempelt, etwas gewellt. Die Ambulacalfurche wird am Ober- und Unterrand durch zwei Keile eingeengt (siehe Abb. 11: Fig. 2d). Die länglichen SBr nehmen anfangs wenig, mit zunehmender Nähe zur Armspitze rascher an Breite ab.

Maße: Holotypus: Höhe 0.65 mm, Breite 0.87 mm.

Beziehungen: Unsere Art *N. leios* ist durch ihre glattwandigen Platten ohne mittlere Längsrippe und ohne laterale Zähnelung oder Kerben und durch den halbrunden Querschnitt der Brachialia charakterisiert. Damit unterscheidet sie sich allein schon, neben vielen zusätzlichen Einzelheiten in der Gestaltung der einzelnen Elemente, ganz wesentlich von *Nasutocrinus dentatus*.

Material, Alter und Verbreitung: *N. leios* ist bis jetzt nur von der Typlokalität bekannt. Mit Ausnahme der Radialia konnten sämtliche Elemente der Krone, meist nicht selten bis zahlreich, oft allerdings schlecht erhalten, da stark angeätzt, zugeordnet werden.

Genus: *Leocrinus* n.g.

Derivatio nominis: Nach Herrn Univ.-Doz. Dr. Leo Krystyn, dem ich zahlreiches Crinoidenmaterial aus obertriadischem Hallstätter Kalk aus der Türkei verdanke.

Generotypus: *Leocrinus krystyni* n.g.n.sp.

Diagnose: Mikrocrinoide mit sehr zarten bis robusten Arten. Alle Kelch- und Arnteile dick. Kelch aus fünf Basalia und fünf Radialia. Radialia trapezförmig, außen flach, dorsal nach innen eingekrempelt, ventral sehr breit mit großer, breiter, ganz ventral gelegener Artikulationsfläche mit riesiger, in die Länge gezogener Ligamentgrube. Arme einmal geteilt, reduziert auf langgestreckte erste Primibrachialia, Axillaria, etwa 4–6 Sekundibrachialia.

Muskuläre Verbindung zwischen Radiale und PBr1, PA und SBr1. Alle Sekundibrachialia sind mit völlig glatter Synostose verbunden. Alle Arnteile bis auf die distalsten Brachialia haben auf den Seitenflächen Leisten in Form von parallelen oder irregulär angeordneten Zähnen oder Wülsten in meist sehr grober Ausführung, wobei jeweils bei einem Armpaar die äußeren Seitenflächen die größeren, aber regelmäßiger angeordneten Leisten aufweisen, die inneren Seitenflächen hingegen flachere, oft hakenförmige, irregulär verteilte Leisten haben. Keine Pinnulae. Stiel wahrscheinlich kurz und gedrungen, noch weitgehend unbekannt.

Alter und Verbreitung: Obertrias der Tethys.

Zu *Leocrinus* n.g. konnten fünf Arten zugewiesen werden, von denen drei bereits aus dem Gesamttraum der Tethys gemeldet werden können:

*Leocrinus krystyni* n.g.n.sp.: Österreich (Ober-Nor Steirbergkogel), Türkei (Nor Sütçüler), Timor (Nor Bihati).

*Leocrinus undulatus* n.g.n.sp.: Österreich (Nor-Rhät, mehrere Fundorte, Details siehe bei Fundortangabe zur Artbeschreibung).

*Leocrinus diffissus* n.g.n.sp.: Österreich (Sevat Steirbergkogel, Rhät Fischerwiese).

*Leocrinus gracilis* n.g.n.sp.: Österreich (Sevat Zwischenkögel), Türkei (Nor Sütçüler), Timor (Nor Bihati).

*Leocrinus armatus* n.g.n.sp.: Österreich (Sevat Steirbergkogel), Timor (Nor Bihati).

*Leocrinus krystyni* n.g.n.sp.

(Abb. 12–14; Taf. 4: Fig. 1, 2, 4, 5)

Derivatio nominis: Nach Herrn Univ.-Doz. Dr. L. Krystyn, Paläontol. Institut, Univ. Wien, dem ich das Türkei- und Timor-Material zu dieser Art verdanke.

Holotypus: Radiale Abb. 14: Fig. 2a–e. Sammlung Kristan-Tollmann, Geologisches Institut der Universität Wien, V 156.

Locus typicus: Bihati-Bach bei Baun, Distrikt Amarasasi, Timor (Block F, "Bihati Waterval").

Stratum typicum: Ober-Nor (oberes Sevat), Obertrias; Hallstätter Kalk.

Diagnose: Generotypus der Gattung *Leocrinus* n.g. mit folgenden Besonderheiten: Robuste, verhältnismäßig große Art. Radialia groß, flach, breiter als hoch, dorsaler Rand weit gerundet nach innen eingekrempelt. Außenskulptur: Breiter, vertikaler Wulst in der Mitte, meist nicht bis an den Ventralrand hinaufreichend. Primibrachialia sehr langgestreckt, gegen distal wenig verschmälert, randliche grobe Zähnelung seitlich in ganzer Länge von außen sichtbar. Außenfläche gerade verlaufend, in der Mitte vertikaler Wulst, der sich zum proximalen, eingezogenen Rand hin verbreitend verläuft. Primaxillaria langgestreckt, wenig

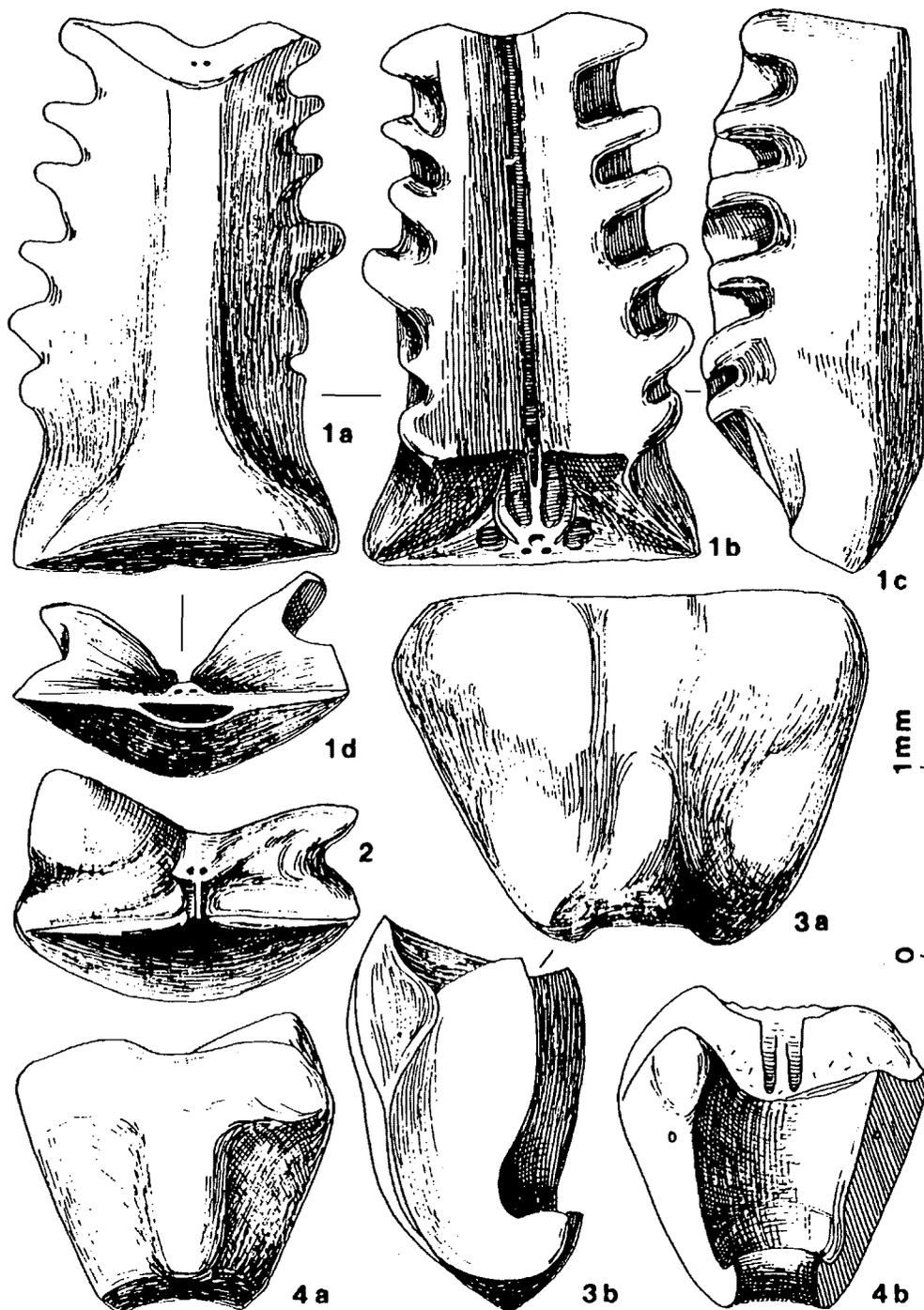


Abb. 12:

*Leocrinus krystyni* n.g.n.sp. aus dem untermorischen (Lac 2) Hallstätter Kalk von Sütçüler, 50 km SE von Egridir, Taurus, Türkei (Probe Su/2b).

Fig. 1: PBR 1; 1a: dorsal, 1b: ventral, 1c: lateral, 1d: proximal. Fig. 2: Radiale von oben, z. T. abgeätzt. Fig. 3: Radiale; 3a: dorsal, 3b: von der Seite. Fig. 4: Radiale, oben beschädigt, angeätzt; 4a: von außen, 4b: von innen.

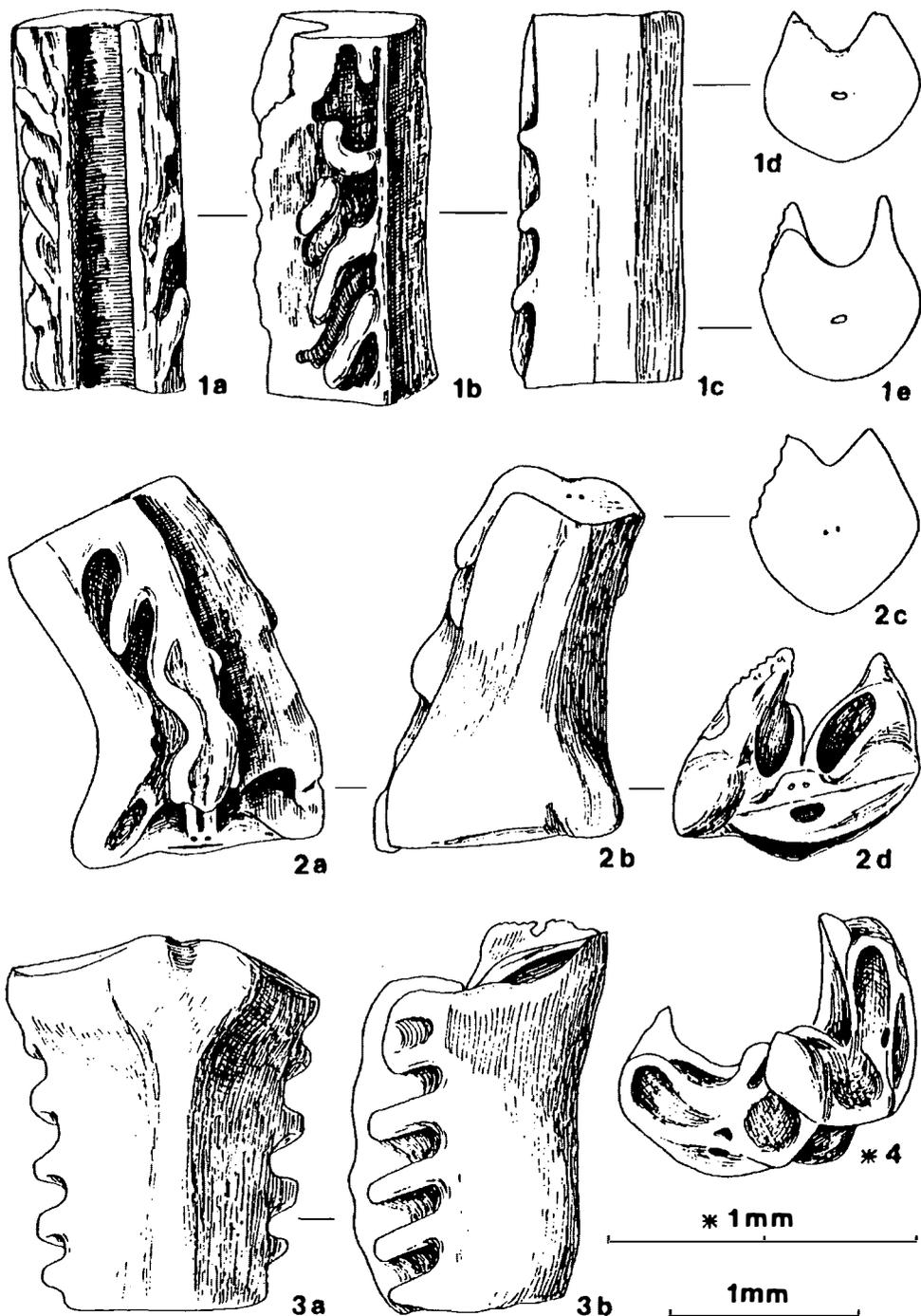


Abb. 13:

*Leocrinus krystyni* n.g.n.sp. aus dem unteremrischen (Lac 2) Hallstätter Kalk von Sütçüler, 50 km SE von Egridir, Taurus, Türkei (Su/2b).

Fig. 1: langes (drittes ?) SBr aus dem proximalen Armabschnitt; 1a: ventral, 1b: lateral, 1c: dorsal; synostose Gelenkverbindung distal (1d) und proximal (1e). Fig. 2: SBr1, kräftig gekrümmt; 2a: ventral, 2b: dorsal, 2c: distal, 2d: proximal. Fig. 3: PA; 3a: dorsal, 3b: lateral. Fig. 4: PA von oben.

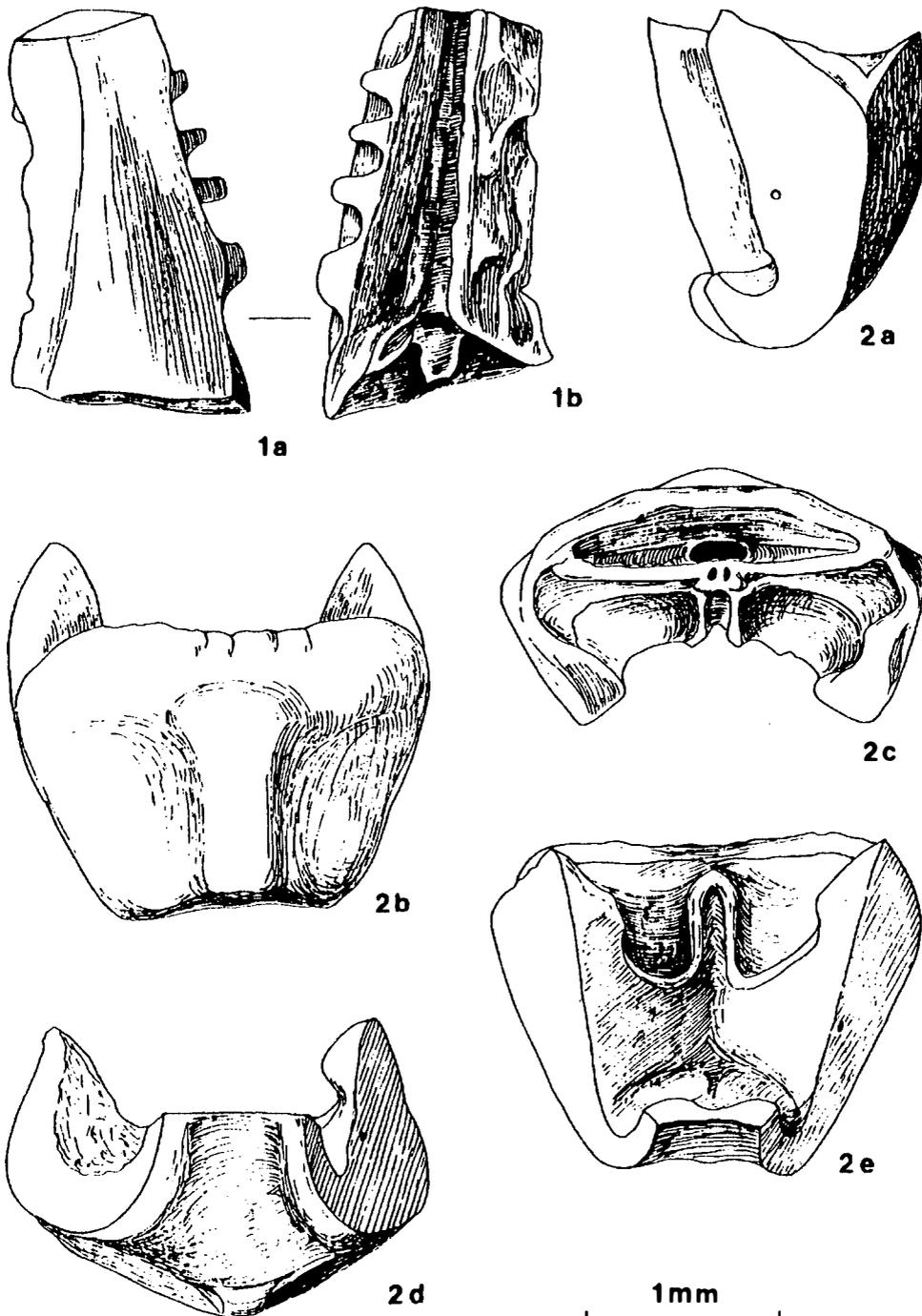


Abb. 14:

*Leocrinus krystyni* n.g.n.sp. aus dem Hallstätter Kalk von Timor, Indonesien. Fig. 1 aus Block A, Lage 16, höheres Alaun, Macer-Zone, Nor, vom "unbenannten Seitenbach" des Bihati bei Baun im Distrikt Amarassi. Fig. 2 aus Block F, Lage 20, oberes Sevat, Obenor, aus dem Bihati.

Fig. 1: SBr1; 1a: dorsal, 1b: ventral. Fig. 2: Holotypus, gut erhaltenes Radiale. 2a: Lateralansicht, 2b: von außen, 2c: von oben, 2d: von unten, 2e: Ventralansicht.

gegen distal verbreitert, Außenwand oben und unten etwas eingezogen. Erste Sekundibrachialia stark gekrümmt, lang. Alle weiteren Sekundibrachialia sehr lang, dick, mit seichter Ambulacralfurche, nur sehr allmählich gegen distal schmaler werdend. Alle Brachialia sind durch eine vertikale leichte Verdickung in der Mitte der Außenwand gekennzeichnet, die sich bei den distaleren Armteilen immer mehr verflacht (siehe Querschnitte Abb. 6: Fig. 1d, e, 2c). Querschnitt der Brachialia: dorsal halbrund mit leichtem Knick in der Mitte, lateral meist gerade, schräg einwärts geneigt; Ambulacralfurche seicht, konkav gerundet bis eng winkelig begrenzt.

Beschreibung: Diese verhältnismäßig große Art ist in allen ihren Teilen kräftig und robust, die Brachialia sind besonders lang und schmal, aber dick mit seichter Ambulacralfurche.

**Radialia:** Die Radialia bereits zeigen gedrungene, große, breite Gestalt mit dorsal nur wenig nach außen gewölbter Außenwand, deren Mitte eine breite, flache, nicht bis zum Ventralrand reichende vertikale Rippe verstärkt. Der Ventralrand kann in Fortsetzung der Mittelrippe beidseits davon wulstig verdickt sein (siehe Abb. 12: Fig. 4a; Abb. 14: Fig. 2b). Die aborale riesige Ligamentgrube zieht sich fast über den gesamten waagrechten Ventralrand des Radiale hin und ist mäßig weit herausgewölbt. Der Dorsalrand ist in der für diese Gattung charakteristischen Weise nach innen eingekrempelt, bei unserer Art sogar besonders breit gerundet ventral hoch eingeschlagen (vgl. Abb. 12: Fig. 3b, 4b; Abb. 14: Fig. 2a, d, e). Die Artikulationsfläche liegt gänzlich ventral.

Die ersten Primibrachialia haben eine sehr typische Gestalt: langgestreckt, gegen distal nur wenig verschmälert, die randliche grobe Kerbung seitlich in ihrer gesamten Länge von außen sichtbar (siehe Abb. 12: Fig. 1a). Der proximale Schaft ist an seiner Außenseite eingezogen und legt sich somit ideal an die überstehende Außenwand des Radiale (vgl. Abb. 12: Fig. 1c, 3b bzw. Abb. 14: Fig. 2a). Auch die flach wulstig verdickte Außenwand am Proximalende korrespondiert mit der gleich gestalteten Außenfläche des Radiale. Diese wulstige horizontale Verdickung geht distalwärts in eine flache vertikale Mittelrippe bis Kante über. Der Querschnitt der PBr1 zeigt, daß die langen Platten breit, aber seicht (flach) sind, mit schmalen Lateralflächen, auf denen die grobe Zähnelung bis an den ventralen Rand reicht (Abb. 12: Fig. 1c,d), und daß die Ambulacralfurche sehr schmal ist (Abb. 12: Fig. 1b, d). Von ventral zeigt sich die randliche Zähnelung in ganzer Länge, die Zähne sind parallel gestellt, leicht nach einwärts-unten gerichtet und weit über den Rand hinausragend, sodaß sie von dorsal ebenfalls gut gesehen werden können, wie schon eingangs erwähnt. Auch die Kerben

sind sehr tief - entsprechend den einrastenden groben Zähnen der benachbarten PBr1.

Die grobe, von außen sichtbare randliche Zähnelung setzt sich von den PBr1 über die PA bis zu den SBr fort und ist charakteristisch für *L. krystyni*. Erst ab dem SBr2 wird die Zähnelung ganz auf die breiter werdenden Lateralflächen verlegt und damit von außen nicht mehr sichtbar.

Die zweiten Primibrachialia sind als Primaxillaria ausgebildet. Sie schließen an die PBr1 mit glatter, flacher Synostose an. Die PA sind nicht so lang wie die PBr1, aber setzen deren Außenskulptur bzw. Seitenmerkmale fort. Sie verbreitern sich gegen oben nur wenig und sind an der Außenwand proximal sowie distal etwas eingezogen. Zwischen PA und SBr1 besteht eine normale muskuläre Verbindung.

Die ersten Sekundibrachialia haben eine ebenfalls sehr charakteristische Form. Die langen, schlanken Platten sind stark gekrümmt, proximal verbreitert, gegen distal schmaler und dafür dicker werdend (Abb. 13: Fig. 2b; Abb. 14: Fig. 1a). Die Lateralflächen erweisen sich bei den SBr1 als breit und dünn. Bei jedem Armpaar ist die innere Seitenfläche jeweils breiter, und die Zähnelung besteht hier aus flacheren, meist unregelmäßiger angeordneten Zähnen bis hakenförmigen oder schlangenförmig gewellten Leisten, während die äußere Seitenfläche schmaler ist und grobe, meist wie bei den PBr angeordnete Zähne und Kerben aufweist (siehe Abb. 13: Fig. 2a, b; Abb. 14: Fig. 1a, b; Taf. 4: Fig. 1). Der distale Querschnitt zeigt nun jenen Umriss, wie er für alle weiteren SBr typisch ist: Außenrand mehrminder halbrund mit leichtem Knick in der Mitte; seichte Ambulacralfurche eng gewinkelt dreieckig oder rundlich begrenzt; Lateralflächen gerade, schräg einwärts geneigt (siehe Abb. 13: Fig. 1d, e, 2c). Die Verbindung zwischen SBr1 und SBr2 und zwischen allen weiteren SBr ist eine völlig glatte, ebene, breitflächige Synostose.

Die weiteren etwa vier bis fünf Sekundibrachialia sind zunächst sehr lang und schmal und dick und nehmen kaum gegen distal an Durchmesser ab. Erst die distalsten SBr werden kürzer und verjüngen sich zur Spitze hin rascher (vgl. Rekonstruktion Abb. 18a). Bei ihnen ist die vertikale Mittelrippe meist nur mehr als schwache Kante vorhanden. Die Lateralwände hingegen sind dünn und breit, die schwächer und zarter ausgebildeten Wülste und Leisten, vorwiegend irregulär angeordnet, reichen nicht bis an den Ventralrand (siehe Abb. 13: Fig. 1b; Taf. 4: Fig. 4).

Die Form der Krone kann man sich folgendermaßen vorstellen (siehe Abb. 18a): Robuste, aber schlanke Krone mit kurzen, dünnen Armen. Theka mit den besonders langen PBr1 samt den PA ungefähr gleich hoch wie der restliche Teil der Brachia.

Maße: Holotypus: Höhe 1.6 mm, Breite 2.12 mm. Gesamtlänge adulter Kronen etwa 15 mm.

Beziehungen: Die Beziehungen zu den übrigen hier beschriebenen Arten der Gattung *Leocrinus* werden in einer Übersicht am Schluß des Kapitels zusammengestellt.

Material, Alter und Verbreitung: *Leocrinus krystynei* kann bereits für den Gesamttraum der Tethys nachgewiesen werden:

#### Österreich

Steinbergkogel (1): 1 PA

#### Türkei

Sütçüler (8): Alle Kronen-Platten häufig.

#### Timor

Bihati (10): A16 und A18 zahlreiche Brachialia.

Bihati (11): F20 Radialia und Brachialia.

Die bisher bekannt gewordenen Vorkommen beschränken sich auf das Nor, allerdings Lac, Alaun und Sevat (Obertrias).

#### *Leocrinus undulatus* n.g.n.sp.

(Abb. 15, 16, 17, 18b; Taf. 4: Fig. 9; Taf. 5: Fig. 7, 8)

Derivatio nominis: Nach den gewellten, gefältelten ventralen Außenrändern der Radialia und Primibrachialia.

Holotypus: Radiale Abb. 15: Fig. 3. Sammlung Kristan-Tollmann, Geologisches Institut der Universität Wien, V 157.

Locus typicus: Steinbergkogel westlich oberhalb von Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich (Probe S359).

Stratum typicum: Obertrias, Ober-Nor, Sevat, *Pinacoceras metternichi*-Zone, Mergellage im grauen Hallstätter Kalk.

Diagnose: Eine Art der Gattung *Leocrinus* n.g. mit folgenden Besonderheiten: Verhältnismäßig große, robuste, grobplattige Art. Radialia groß, flach, trapezförmig; Ventralrand gerade, Artikulationsfläche ventral schauend waagrecht gelegen, aborale Ligamentgrube faktisch in ganzer Breite des Radiale, aber seicht, d. h. kaum herausgewölbt, Transverssteg fein geriffelt (gezähnel), Außenwand hochgezogen und gewellt bis fein gefältelt, oft auch gezackt. PBr1 hoch, flach, gegen distal rasch verschmälert und verdickt, laterale Kerbung kräftig, Zähne von außen sichtbar. PA hoch, flach, gegen distal verbreitert, distale Außenwand wie bei Radiale hochgezogen und gefältelt; nach außen geneigt. Alle Brachialia mit schmalem aber distinktem vertikalem Mittelsteg außen versehen. SBr lang, schmal, mit breiter Lateralfäche und kurzen, dicken Leisten in deren Mitte bei den proximalen Armplatten; mit schmaler Lateralfäche und Leisten am Ventralrand bzw. glatter Fläche an den bei den Armpaaren innen gelegenen Seiten bei den distalen Endplatten.

Beschreibung: Diese Art zeichnet sich ebenso wie *L. krystynei* durch eine lange, schlanke Krone mit kräftigen Platten und kurzen Armen aus, die nur aus ein paar dünnen, aber langen Brachialia bestehen. Auch bei *L. undulatus* hat die Theka gemeinsam mit den breiten PBr1 samt PA etwa die gleiche Höhe wie der übrige distale Teil der dünnplattigen Brachialia.

Die Radialia haben eine sich ventral rasch verbreiternde trapezförmige Gestalt. Sie sind groß, kräftig, flach, dorsal etwas herausgewölbt, der Dorsalrand nach innen flach gerundet eingeschlagen. Der Ventralrand ist gegenüber der ventral gelegenen, waagrechten Artikulationsfläche hochgezogen, gewellt bis gefältelt, gezackt. Ein dünner vertikaler Mittelsteg auf der Außenwand ist nur im dorsalen Abschnitt vorhanden. Die aborale, nur flach herausgewölbte Ligamentgrube reicht praktisch über den gesamten Rand des Radiale in voller Breite, der ebenso lange Transverssteg ist fein gezähnel.

Die ersten Primibrachialia haben eine unverwechselbare, bisher nur bei dieser Art angetroffene Gestalt (siehe Abb. 15: Fig. 1a, c; Abb. 16: Fig. 3; Taf. 4: Fig. 9). Es sind sehr große, hohe, flache Platten, die meist unten recht breit sind - schmale Exemplare wie Fig. 3 von Abb. 16 sind selten. Sie verschmälern sich gegen distal mit unten herausgewölbter seitlicher Begrenzung ziemlich rasch und wandeln sich dabei von unten flacher Platte zu oben dickem Ende mit eckig begrenztem Querschnitt (siehe Abb. 15: Fig. 1a; Abb. 16: Fig. 3). Der waagrecht verlaufende Unterrand endet außen beidseits in je einem kleinen abstehenden Zipfel; der Transverssteg weist dieselbe feine Zähnelung auf wie jener der Radialia. Die glatte Außenwand weist einen dünnen, doch sehr gut ausgeprägten vertikalen Mittelsteg auf, der sich im unteren Teil der PA fortsetzt, in der oberen Hälfte der SBr1 neu einsetzt und ab da in typischer Weise über alle SBr bis zur Spitze fortläuft.

Die Primaxillaria sitzen mit völlig glatter, ebener, großflächiger Synostose und gleichem schmalem, doch dickem Querschnitt auf den PBr1 auf. Gegen distal verbreitern sie sich mehrminder, ihre Außenwand ist hier wie bei den Radialia hochgezogen und gefältelt, gewellt bis gezackt. Auch diese muskuläre Verbindung zu den SBr1 wird wie jene zwischen Radialia und PBr1 durch lange, große Ligamentgruben und fein gezähnelte Transversstege charakterisiert. Grobe laterale Noppen oder Leisten sind am unteren Teil der PA von außen zu sehen, aber nicht mehr so regelmäßig parallel einwärts abwärts gerichtet wie bei den PBr1 (siehe Abb. 15: Fig. 1c).

Die ersten Sekundibrachialia sind lang, schmal und seitlich gekrümmt. Ihre Lateralfächen sind bereits breit und an der äußeren Seite (jeweils eines Armpaares) mit besonders großen Zähnen besetzt (siehe Abb. 16: Fig. 2a - c).

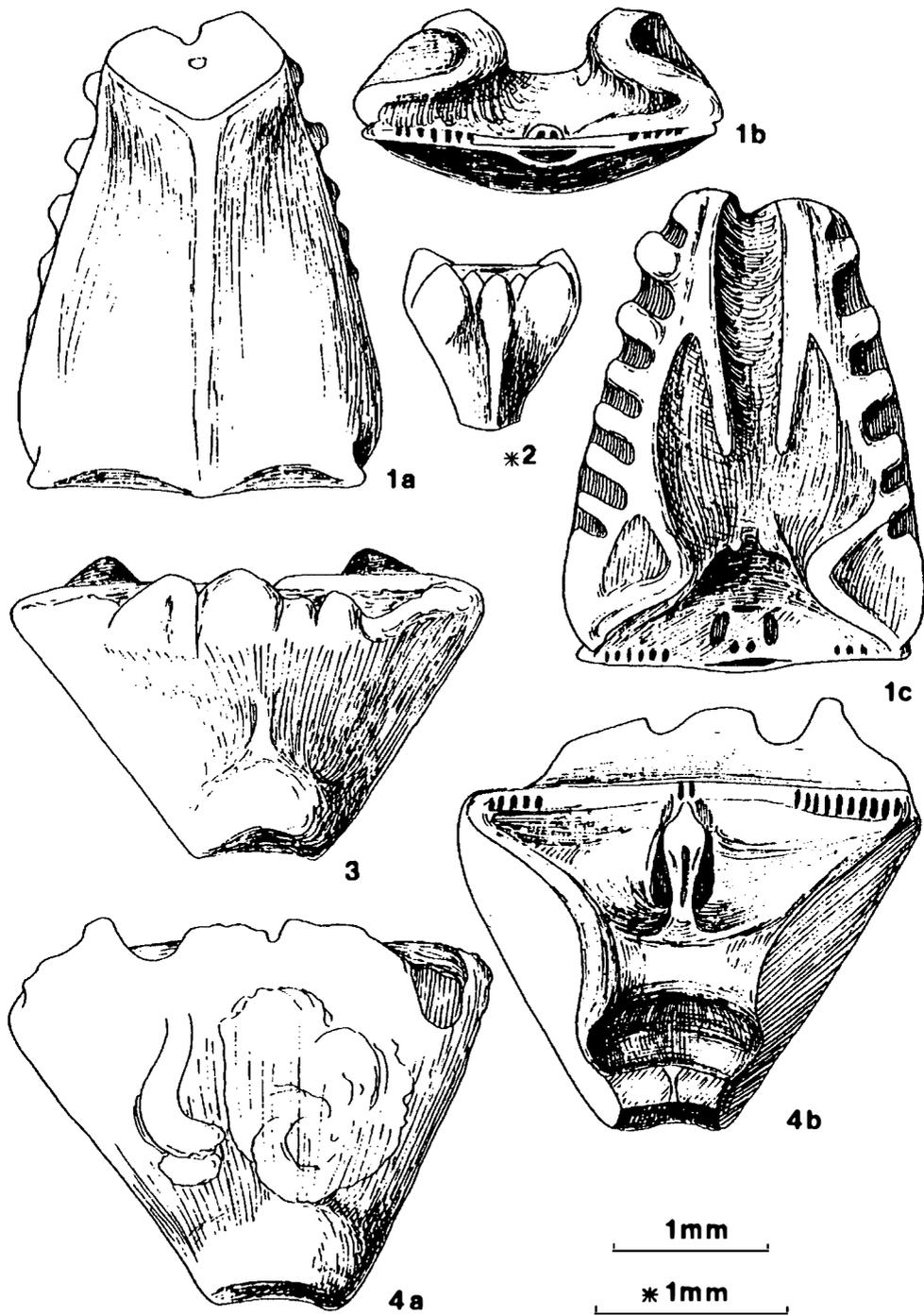


Abb. 15:

*Leocrinus undulatus* n.g.n.sp. aus Mergellagen im Hallstätter Kalk, Oberror, Sevat, vom Salzkammergut in Oberösterreich, Nördliche Kalkalpen. Fig. 1–3: Steinbergkogel W Hallstatt (Fig. 1 und 3: Probe S359, Fig. 2: S358). Fig. 4: Schneckenkogel NE St. Agatha (Probe R26).

Fig. 1: PBr1, normal breite Form; 1a: dorsal, 1b: proximal, 1c: ventral. Fig. 2: juveniles Radiale von außen. Fig. 3: Holotypus, adultes Radiale von außen. Fig. 4: adultes Radiale; 4a: dorsal, 4b: ventral.

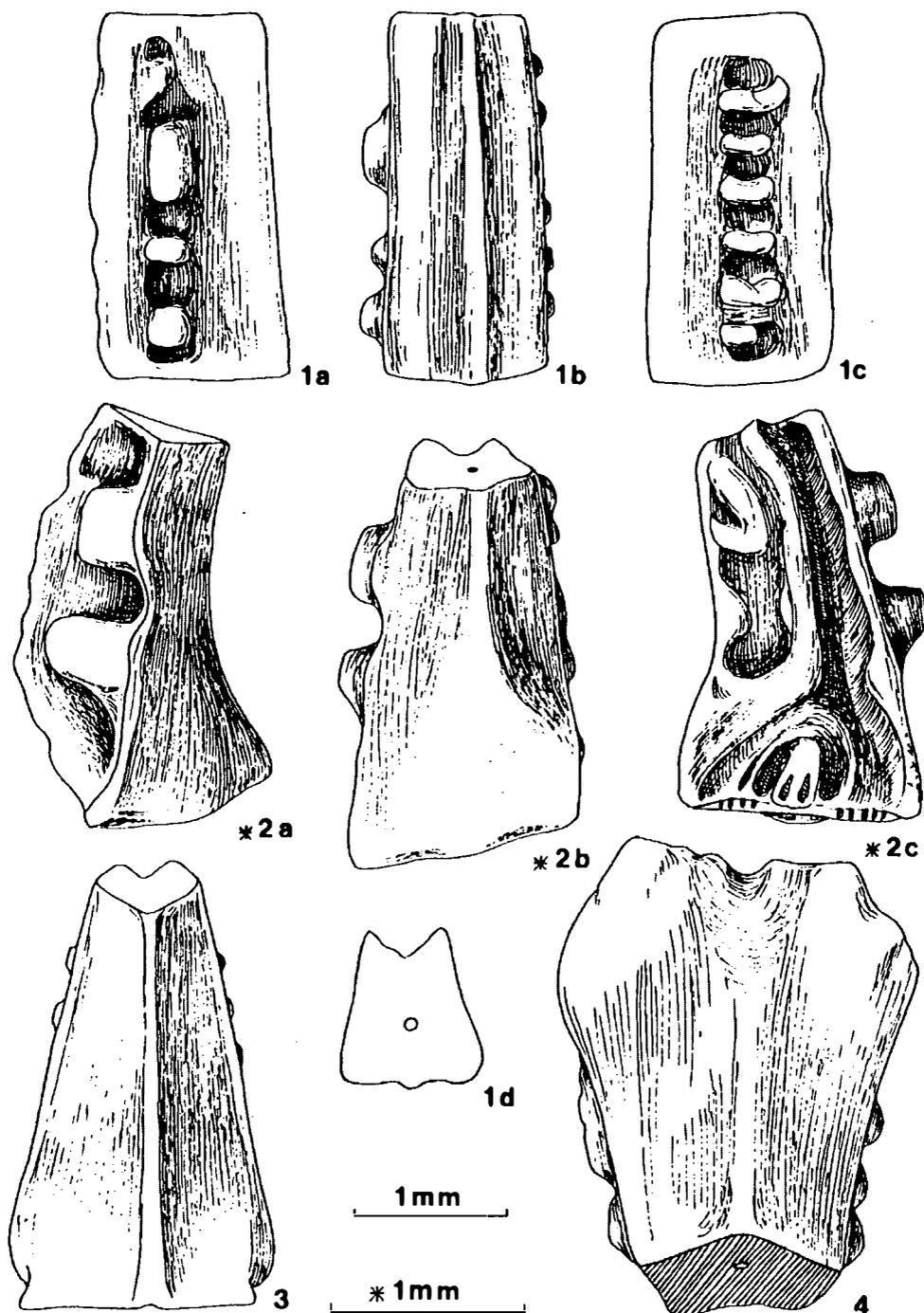


Abb. 16:

*Leocrinus undulatus* n.g.n.sp. aus Mergellagen im Hallstätter Kalk, Oberror, Sevat, vom Salzkammergut in Oberösterreich, Nördliche Kalkalpen. Fig. 1, 4: Schneckenkogel NE St. Agatha (Probe R26). Fig. 2, 3: Steinbergkogel W Hallstatt (Probe S359).

Fig. 1: typisches SBr; 1a: Lateralansicht der äußeren Seite des Breines Armpaares, 1b: Dorsalansicht, links entspricht 1a, die rechte Seite wird mit Fig. 1c dargestellt (Lateralansicht der inneren Seite eines Brachiale eines Armpaares); von außen betrachtet ist dieses SBr das linke eines Armpaares; 1d: Distalansicht. Fig. 2: SBr1, von außen betrachtet das linke des Armpaares; die groben, großen Noppen befinden sich links außen. 2a: lateral, 2b: dorsal, 2c: ventral. Fig. 3: PBr1 von außen, seltene schmale Form. Fig. 4: PA von außen.

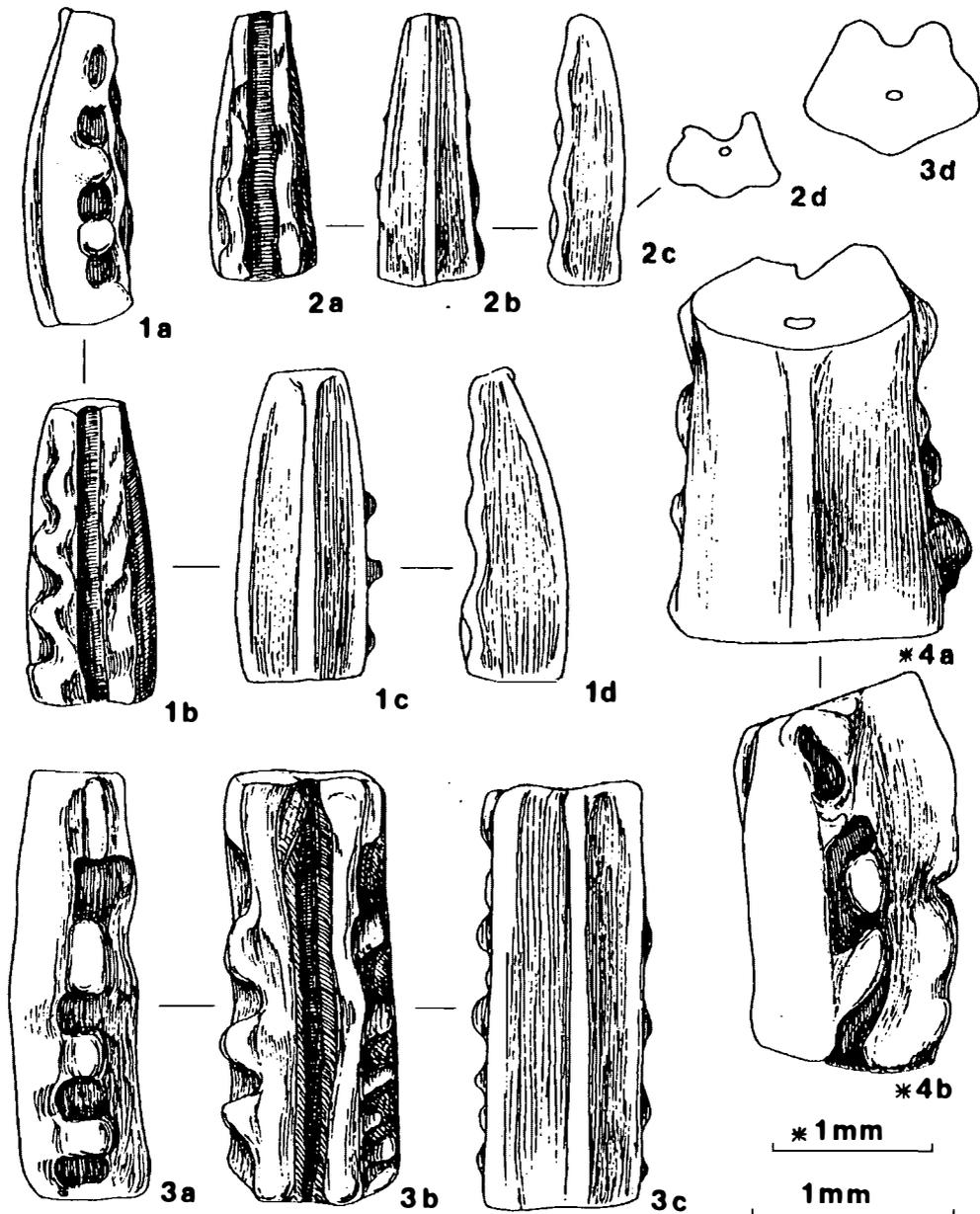


Abb. 17:

*Leocrinus undulatus* n.g.n.sp. aus Mergellagen im Hallstätter Kalk, Obnorn, Sevat, vom Salzkammergut in Oberösterreich, Nördliche Kalkalpen. Fig. 1, 3, 4: Schneckenkogel NE St. Agatha (Probe R26). Fig. 2: Steinbergkogel W Hallstatt (Probe S358). Fig. 1: SBr aus dem distalen Armbereich, rechtes Br eines Armpaares; 1a: rechte Lateralansicht, 1b: ventral, 1c: dorsal, 1d: linke Lateralfläche. Fig. 2: distales rechtes SBr eines Armpaares; 2a: ventral, 2b: dorsal, 2c: lateral links, 2d: proximal. Fig. 3: langes SBr aus dem mittleren Armabschnitt; 3a: lateral, 3b: ventral, 3c: dorsal, 3d: proximal. Fig. 4: SBr2 eines adulten Individuums; 4a: dorsal, 4b: lateral.

Die nächstanschließenden zweiten Sekundibrachialia sind mittellang, haben eine breite Lateralfläche mit groben Zähnen im mittleren Drittel der Fläche, außen gröber als an der inneren Lateralfläche (eines Armpaares) - siehe Abb. 17: Fig. 4a, b.

Die weiteren Sekundibrachialia sind zunächst sehr lang, schmal und dick und nehmen noch immer kaum an

Breite gegen oben hin ab. Ihre Außenwand ist gerade oder wenig mit Winkel in der Mitte nach außen gewölbt, schmaler als die Lateralwände. Diese haben in der Mitte eine Längsreihe kurzer Leisten oder Noppen (vgl. Abb. 16: Fig. 1a - d). Erst die distaleren SBr bekommen schmalere Lateralflächen, dadurch scheinen die Zähne mehr an den ventralen Rand gerückt (Abb. 17: Fig. 3a). Die distalsten SBr

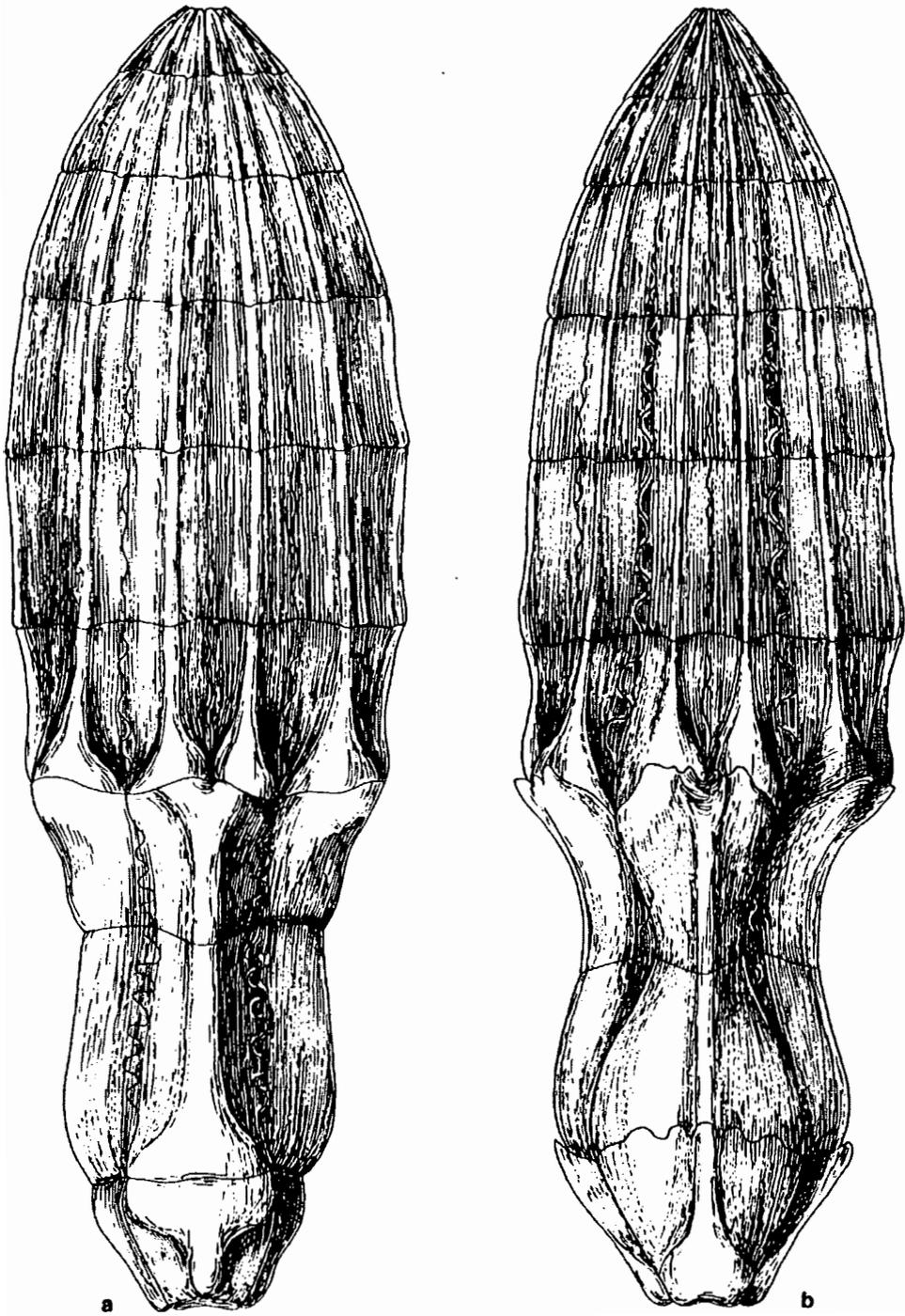


Abb. 18:

Rekonstruktion der Krone von *Leocrinus krystyni* (a) und *Leocrinus undulatus* (b). Die langen, schmalen Kronen sind durch dünne, einmal beim PA geteilte Arme aus etwa sechs langen, synostos verbundenen Brachialia ohne Pinnulae gekennzeichnet.

schließlich verjüngen sich zur Spitze rascher, sie sind schmaler, kürzer und mehr oder weniger einwärts gekrümmt (vgl. Abb. 17: Fig. 1a - d, Fig. 2a - c). Diese Spitzenplatten sind auch jeweils nur mehr auf der äußeren Lateralfläche eines Arm̄paares mit Zähnen besetzt, während die innere Lateralfläche glatt und an ihrem Ventralrand aber gewellt ist (siehe Abb. 17: Fig. 2c, 1d).

Maße: Holotypus: Höhe 1.87 mm, Breite 3 mm. Gesamtlänge adulter Kronen etwa 18 mm.

Beziehungen: Die Beziehungen siehe bei *Leocrinus armatus*.

Material, Alter und Verbreitung: *Leocrinus undulatus* ist bisher nur aus dem Nor und Rhät (Obertrias) der Ostalpen bekannt:

Steinbergkogel (1): Alle Kronen-Platten (außer PA) sind in den Proben dieses Fundpunktes nicht selten vertreten, auch der Holotypus stammt von hier. Es enthielten die Probe

S310: 1 PBr1, etliche SBr,

S358: 1 Radiale (juvenil), zahlreiche SBr, davon etliche von der Spitze,

S359: 12 Radialia, 26 PBr1, 7 SBr1, viele auch distale SBr.

Zwischenkögel (2): Nur wenige SBr.

Schneckenkogel (3): Alle Teile: Radialia, PBr1, PA, SBr.

Roßmoos-Alm (4): Probe R330: 3 Radialia, 1 PBr1, 6 SBr; Probe R331: 1 PBr1.

Leislingbach (6): SBr.

#### *Leocrinus diffissus* n.g.n.sp.

(Abb. 19: Fig. 1 - 3)

Derivatio nominis: diffindo (lat.) = zerspalten, nach den zerschlissenen, zerschlitzten Rändern der Platten.

Holotypus: Primaxillare Abb. 19: Fig. 3a - c. Sammlung Kristan-Tollmann, Geologisches Institut der Universität Wien, V 158.

Locus typicus: Fischerwiese W Altaussee, steirisches Salzkammergut, Österreich.

Stratum typicum: Obertrias, Rhät, Zlambachmergel.

Diagnose: Eine Art der Gattung *Leocrinus* n.g. mit folgenden Besonderheiten: Alle Brachialia haben auf den breiten Lateralflächen zahlreiche lange, mehrminder parallel angeordnete, leicht einwärts nach unten gerichtete Leisten, die nicht ganz bis zum inneren Rand reichen. Am Außenrand sind die Enden der Leisten von außen als vorspringende Zähne zu sehen. Zusätzlich ist die Außenwand mit rundlichen bis (seltener) länglichen Knötchen in irregulärer Anordnung und in variierender Anzahl besetzt. Das proximale und distale Ende der länglichen, eckig begrenzten SBr zeigt jeweils eine wulstige Verdickung an der Außenseite. Die Ambulacalfurche ist mitteltief eingesenkt und schmal gerundet.

Bemerkungen: Von dieser seltenen, offensichtlich robusten, sicherlich mittelgroßen Art liegen nur 1 PA und 3 SBr vor. Diese zeigen jedoch so viele gemeinsame charakteristische Merkmale, die bei den anderen Arten der Gattung *Leocrinus* nicht beobachtet werden können, daß eine Aufstellung der Art gerechtfertigt ist. Spätere weitere Funde werden eine Abrundung des Bildes über die Gestaltung der Theka dieser Art und der gesamten Krone ergeben.

Maße: Holotypus: Höhe 2.13 mm, Breite 2 mm.

Beziehungen: Siehe Beziehungen bei *L. armatus*.

Alter und Verbreitung: *L. diffissus* kann bisher nur aus dem Sevat und Rhät der Ostalpen gemeldet werden, wo die Art sehr selten auftritt:

Steinbergkogel (1): 1 SBr.

Fischerwiese (5): Probe Z23: 1 PA (Holotypus), 1 SBr; Probe Z29: 1 SBr.

#### *Leocrinus gracilis* n.g.n.sp.

(Abb. 20, 21, 22; Taf. 3: Fig. 4; Taf. 4: Fig. 6, 8; Taf. 5: Fig. 1, 2, 3)

Derivatio nominis: Nach der kleinen, verhältnismäßig zartgliedrigen Gestalt.

Holotypus: Radiale Abb. 20: Fig. 5a - d. Sammlung Kristan-Tollmann, Geologisches Institut der Universität Wien, V 159.

Locus typicus: Aufschluß an der Straße Egridir - Sütçüler (Probe Su/2b) nahe Sütçüler, 50 km SE von Egridir, Taurus-Gebirge, Türkei.

Stratum typicum: Obertrias, Nor (Lac 2), Hallstätter Kalk.

Diagnose: Eine Art der Gattung *Leocrinus* n.g. mit folgenden Besonderheiten: Kleine Art mit hohen, schmalen Radialia und allen Elementen der Brachia lang, schmal, mit parallelen Seiten, dick. Laterale Zähnelung kräftig, weitgehend innen gelegen, von außen wenig sichtbar.

Beschreibung: *L. gracilis* stellt unter den bisher bekannten Taxa der Gattung die kleinste und zartgliedrigste Art dar. Die Krone kann man sich sehr schlank mit dünnen Armen vorstellen, die aber aus jeweils recht langen, schmalen, jedoch dicken Brachialia zusammengesetzt sind.

Radialia: Sie haben hohe, eher schmale, aber dicke Gestalt, nehmen gegen oben nur wenig an Breite zu; ihr Dorsalrand zeigt sich in breitem Bogen einwärts umgeschlagen; die Artikulationsfläche liegt ventral, die aborale Ligamentgrube ist mäßig breit, wenig herausgewölbt. Auf der Außenwand erkennt man in der Mitte eine breite, doch eher flache, nicht ganz an den Oberrand heranreichende Rippe.

Die Primibrachialia erweisen sich meist als besonders lange und schmale Platten mit entweder parallelen

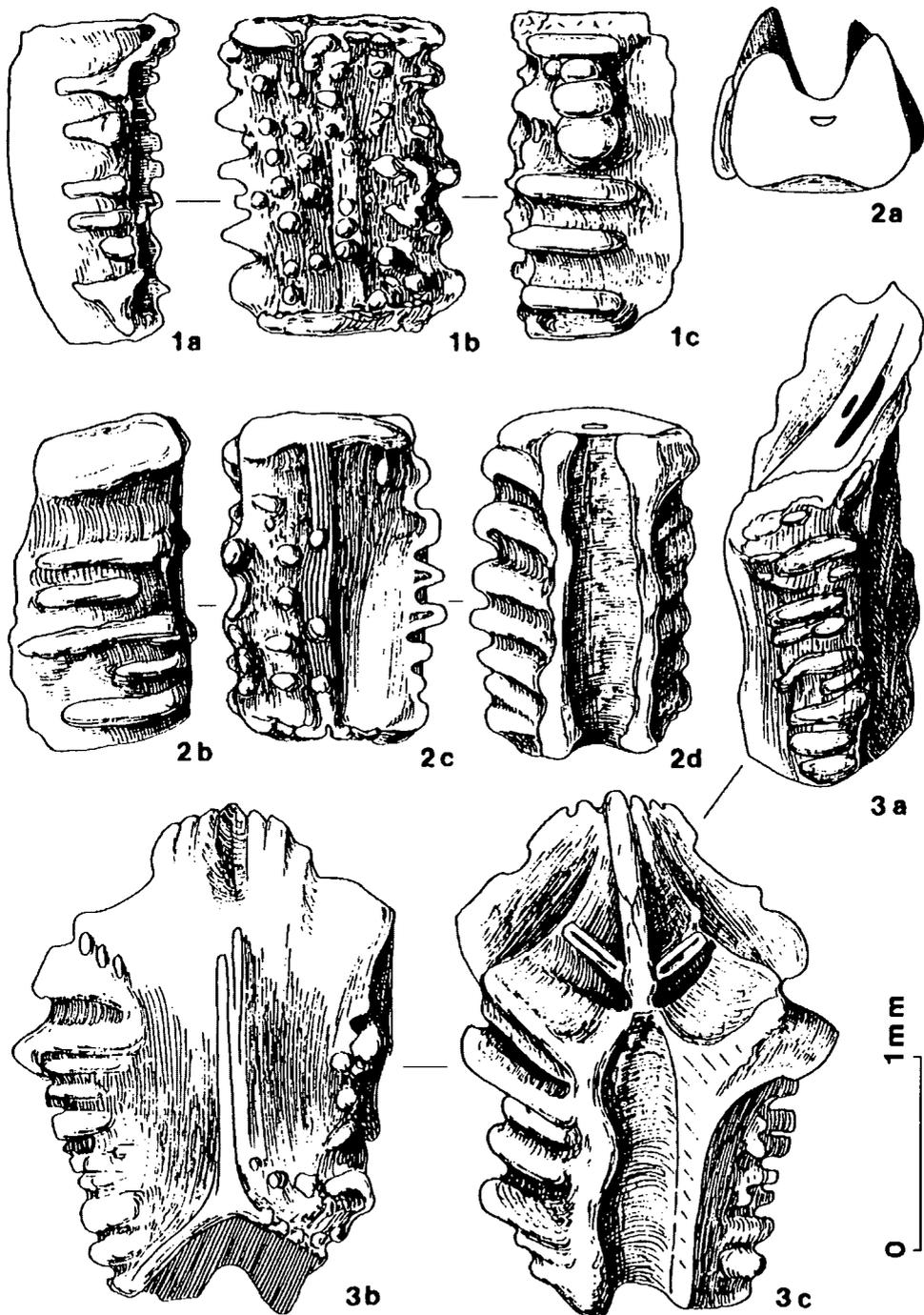


Abb. 19:

*Leocrinus diffusus* n.g.n.sp. aus rhätischen Zlambachmergeln der Fischerwiese bei Altaussee, steirisches Salzkammergut, Österreich, Nördliche Kalkalpen (Fig. 1, 3: Probe Z23, Fig. 2: Probe Z29).

Fig. 1: SB mit besonders zahlreichen Knötchen auf der Außenwand; 1a: linke Lateralfäche, 1b: Dorsalseite, 1c: rechte Lateralfäche mit aufgewachsener Foraminifere Bullipora. Fig. 2: SB mit breiten, kräftigen Lateralfächen; 2a: proximal, 2b: linke Lateralfäche, 2c: dorsal, 2d: ventral. Fig. 3: Holotypus, PA. 3a: lateral links, 3b: dorsal, 3c: ventral.

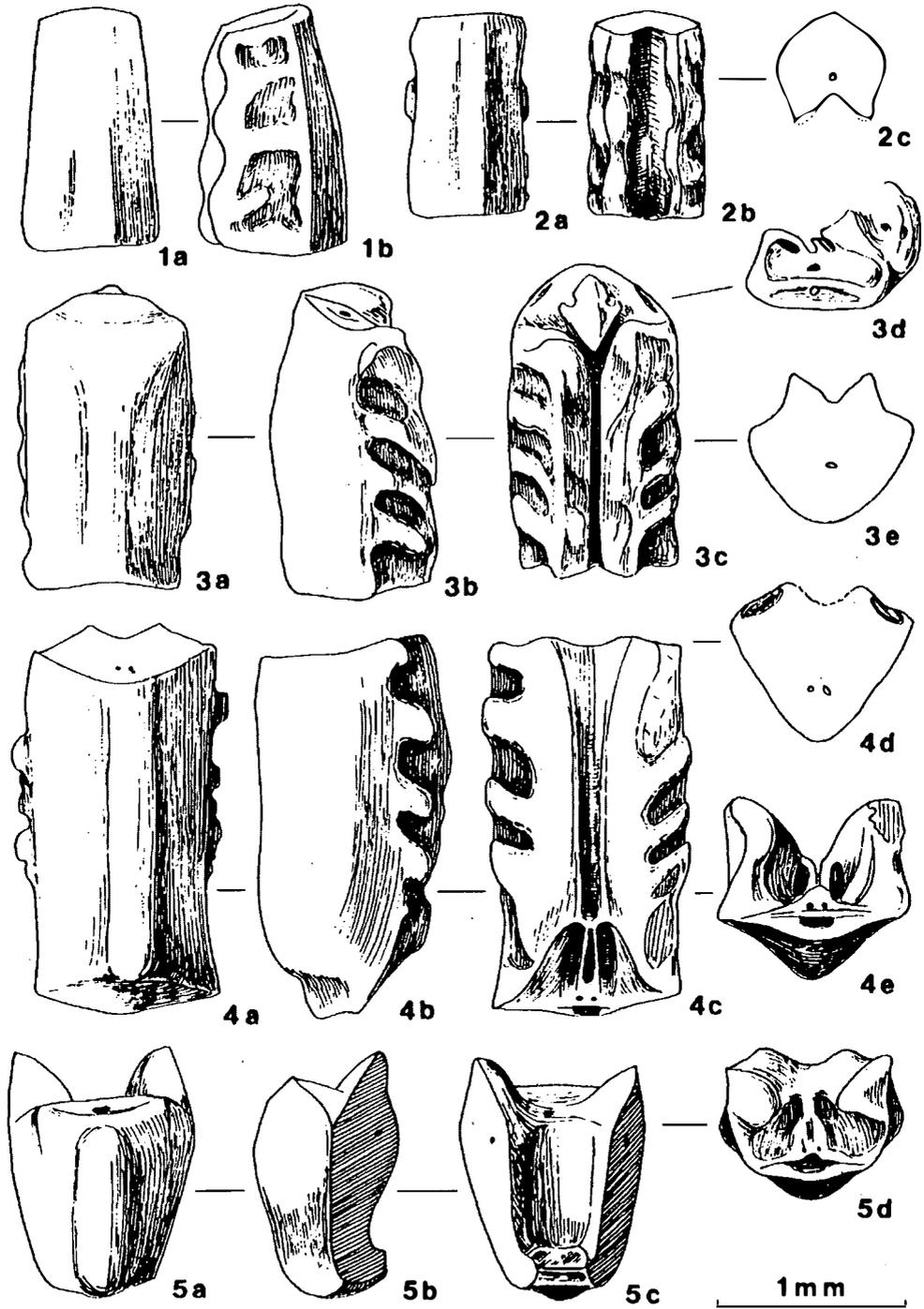


Abb. 20:

*Leocrinus gracilis* n.g.n.sp. aus dem untermorischen (Lac 2) Hallstätter Kalk von Sütçüler, 50 km SE von Egridir, Taurus, Türkei (Su/2b).

Fig. 1: distales SBR; 1a: dorsal, 1b: lateral. Fig. 2: SBR; 2a: dorsal, 2b: ventral, 2c: Gelenkfläche. Fig. 3: typisches langes, gleichbleibend schmales PA; 3a: dorsal, 3b: lateral, 3c: ventral, 3d: teilweise Ansicht, stärker vergrößert, der muskulären Artikulation distal, 3e: synostose Verbindung proximal. Fig. 4: typisches langes, gleichbleibend schmales PBr1; 4a: dorsal, 4b: lateral, 4c: ventral, 4d: distal, innen etwas abgewittert, 4e: proximal. Fig. 5: Holotypus, Radiale. 5a: dorsal, 5b: lateral, 5c: ventral, 5d: Artikulationsfläche mit kleiner aboraler Ligamentgrube.

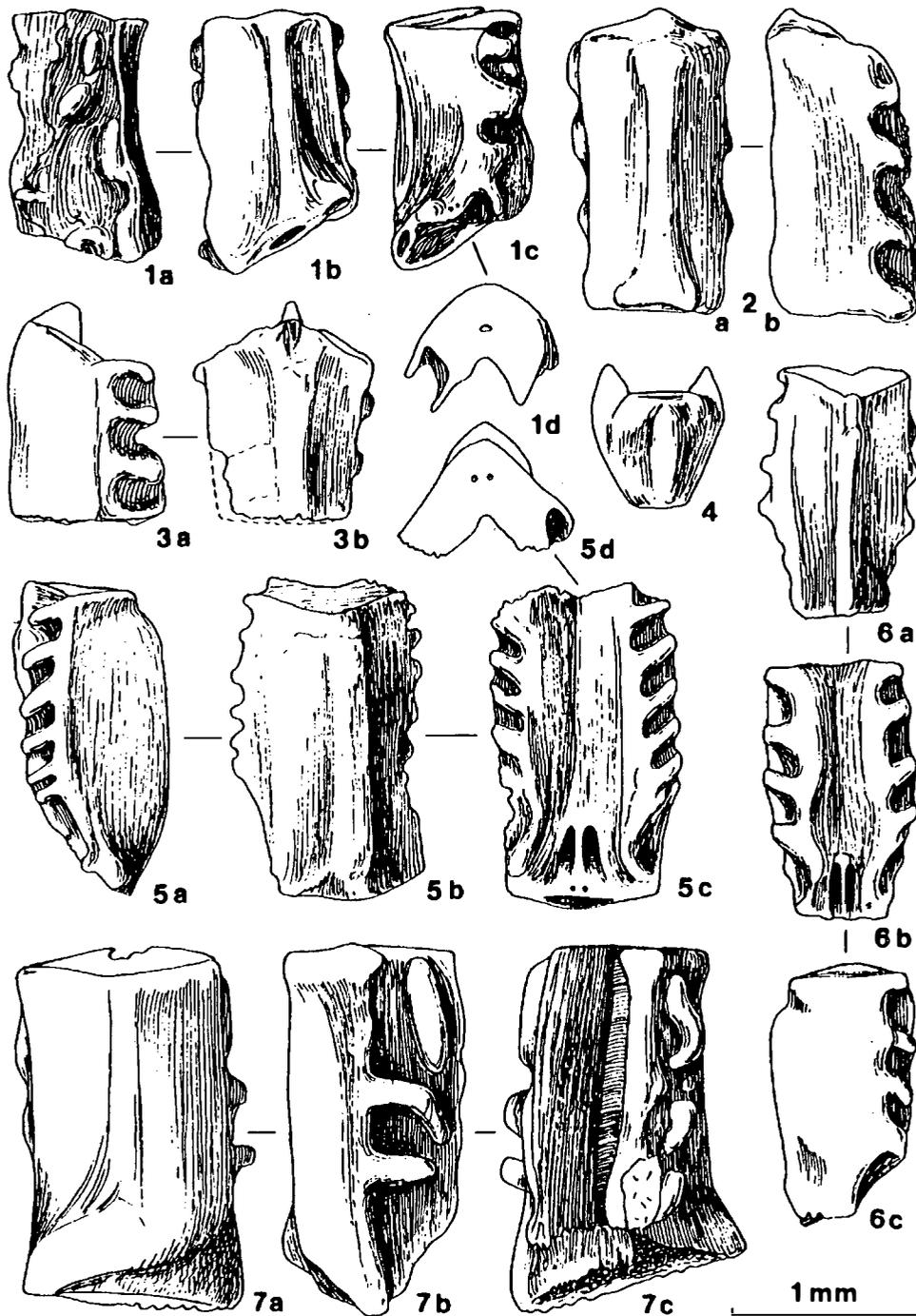


Abb. 21:

*Leocrinus gracilis* n.g.n.sp. aus dem norischen Hallstätter Kalk von Timor und der Türkei. Fig. 1–6 vom Block A im "unbenannten Seitenbach" des Bihati bei Baun, Distrikt Amarassi, Timor. (Fig. 1–3 aus Lage 16, Fig. 4–6 aus Lage 18, beide höheres Alaun, Macer-Zone). Fig. 7 stammt aus dem Unternor (Lac 2) von Sütçüler, 50 km SE von Egridir, Taurus, Türkei (Su/2b).

Fig. 1: SBr1 von beiden Seiten (1a, 1c) und von außen (1b), 1d: synostose distale Gelenksfläche. Fig. 2: PA, typisch lange, schlanke Form; 2a: dorsal, 2b: lateral, Rand abgewittert. Fig. 3: PA, seltene kurze Form; 3a: lateral, Rand stark abgewittert, 3b: dorsal. Fig. 4: Radiale von außen. Fig. 5: PBr1, charakteristische lange, gleich schlank bleibende Form; 5a: lateral, 5b: dorsal, 5c: ventral, Ränder teilweise durch Anätzen zerstört, 5d: distal. Fig. 6: PBr1, lange, schlanke Form; 6a: dorsal, 6b: ventral, 6c: lateral. Fig. 7: SBr1; 7a: dorsal, 7b: lateral, 7c: ventral.

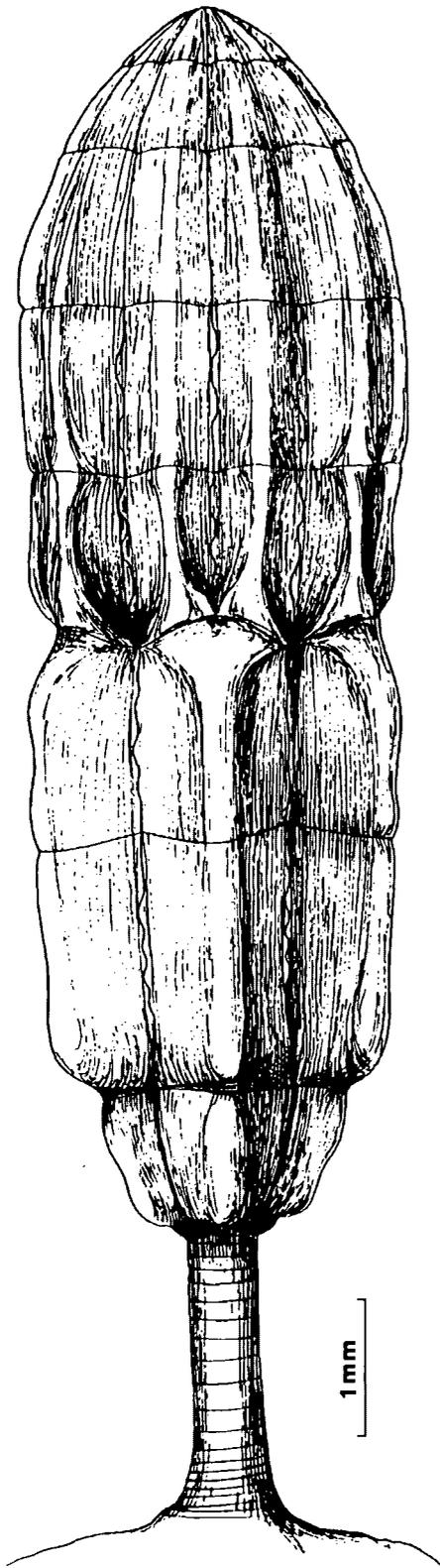


Abb. 22:

Rekonstruktion von *Leocrinus gracilis* n.g.n.sp., einer besonders kleinen, schlanken Art der Mikrocrinoiden-Gattung *Leocrinus*. Alle Armteile ab dem PBr1 sind durch ihre lange, gleichbleibend schmale Form gekennzeichnet.

Rändern; oder es kann der Schaft gegen oben hin etwas schmaler werden, und der distale Platten-Teil wieder die gleiche Breite erlangen, wie der proximale Rand hat. Die Außenwand ist in weitem Bogen herausgewölbt, die Lateralflächen hingegen sind recht schmal und die Ambulacralfurche mäßig eingesenkt, dadurch ergibt sich für alle Brachialia eine ziemliche Dicke (vgl. Abb. 20: Fig. 2c, 3e, 4d; Abb. 21: Fig. 1d). An ihrem Ober- und Unterrand sind die PBr1 jedoch stets eingezogen, ein typisches Merkmal (vgl. Abb. 20: Fig. 4b; Abb. 21: Fig. 5a, 6c)! Die kurzen, schmalen Lateralflächen sind mit parallel stehenden, innen schräg abwärts gerichteten Zähnen besetzt, die von außen nur wenig bemerkt werden können.

Auch die Primaxillaria haben gleiche morphologische Merkmale wie die PBr1 aufzuweisen, die äußere Mittelrippe setzt sich auf ihnen fort und verbreitert sich distal, um dann auf den SBr1 als je eine schmale Mittelrippe wieder aufzutreten (vgl. einerseits Abb. 20: Fig. 3a; Abb. 21: Fig. 2a, 3b und Abb. 21: Fig. 1b, 7a). Die langen, schlanken PA verbreitern sich distal überhaupt nicht (vgl. Abb. 20: Fig. 3a; Abb. 21: Fig. 2a) oder mäßig (Abb. 21: Fig. 3b).

Die ersten Sekundibrachialia sind in der für die Gattung *Leocrinus* typischen, nun schon gut bekannten Art gekrümmt, um sofort wieder eine senkrechte Ausrichtung der Arme zu erreichen. Sie sind wie die übrigen Brachialia lang, schmal und dick, die Gestaltung der Lateralflächen mit Rippen oder Noppen vollzieht sich in der gleichen schon von den vorgehend beschriebenen Arten bekannten Weise.

Die distalen Sekundibrachialia endlich werden kürzer, verschmälern sich gegen oben rascher, sind einwärts gebogen (siehe Abb. 20: Fig. 1a, b) und haben die inneren Lateralflächen glatt oder nur mäßig skulpturiert, den Rand gewellt (Abb. 20: Fig. 1b, 2b).

Maße: Holotypus: Höhe 1.05 mm, Breite 0.99 mm. Gesamtlänge adulter Kronen etwa 8–9 mm.

Beziehungen: Siehe Beziehungen bei *L. armatus*.

Material, Alter und Verbreitung: *Leocrinus gracilis* kann bereits aus dem Gesamttraum der Tethys gemeldet werden, und zwar mit häufigem Vorkommen in der Türkei, nicht selten in Timor, sehr selten aus Österreich:

#### **Timor**

Bihati (10): A16 und A18 alle Kronenteile nicht selten.

Bihati (11): F20 etliche Radialia, PBr1; SBr nicht selten.

#### **Türkei**

Sütçüler (8): Alle Kronenteile häufig; von hier auch der Holotypus.

#### **Österreich**

Zwischenkögel (2): in Probe R230 1 PA.

***Leocrinus armatus* n.g.n.sp.**

(Abb. 23, 24, 25, 26; Taf. 5: Fig. 4, 5; Taf. 6: Fig. 3, 4)

Derivatio nominis: armatus (lat.) = bewehrt, wegen der Dornen bis langen Stacheln.

Holotypus: Radiale Abb. 24: Fig. 1a - c. Sammlung Kristan-Tollmann, Geologisches Institut der Universität Wien, V 160.

Locus typicus: Steinbergkogel westlich oberhalb von Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich (Probe S359).

Stratum typicum: Obertrias, Ober-Nor, Sevat, *Pinacoceras metternichi*-Zone, Mergellage im grauen Hallstätter Kalk.

Diagnose: Eine Art der Gattung *Leocrinus* n.g. mit folgenden Besonderheiten: Verhältnismäßig große Mikrocrinoide mit robusten, langen Brachialia mit Dornen. Radialia trapezförmig, mit langem Dorn am ventralen Außenrand. Stiel aus flachen Columnalia mit rundem Querschnitt oder, wenn stacheltragend, auch bisweilen ovalem Querschnitt bzw. Artikulationsfläche. Stacheln aus dem Stielglied waagrecht herauswachsend, kompakt, distal hohl oder zur Gänze hohl, sehr lang, am Ende auch verzweigt. Nicht jeder Trochit trägt einen Stachel, manche haben aber auch zwei, die allesamt unregelmäßig verteilt sind. Auf den Gelenkflächen der Columnalia befinden sich radial angeordnete, mehrminder bis zum Zentralkanal reichende, selten verzweigte Crenulae.

Beschreibung: *L. armatus* ist die bisher einzige Art der Gattung, zu welcher Columnalia und sogar Columna-Stücke zugeordnet werden konnten. Sie zeichnet sich ganz besonders durch ihre Bewehrung des Stieles und der Krone mit langen Stacheln und Dornen aus. Dafür ist andererseits von dieser Art, die an zwei Fundstellen mit zahlreichen Einzelementen vertreten ist, trotzdem noch kein einziges erstes Primibrachiale und erstes Sekundibrachiale bekannt.

**Radialia:** Auch davon gibt es nur ein einziges Exemplar, das zufolge seiner ungewöhnlichen Größe darauf schließen läßt, daß diese Mikrocrinoiden-Art über das Normalmaß ihrer nahen Verwandten der gleichen Gattung um einiges hinausreicht. Das kräftige, dickwandige Radiale hat eine sich ventral rasch verbreiternde trapezförmige Gestalt mit flach gerundeteinwärts umgeschlagenem Dorsalrand. Dicht am Ventralrand befindet sich ein sehr kräftiger, schräg aufwärts gerichteter Stachel, der länger als das Radiale ist. Die große, breite Artikulationsfläche ist ventral einwärts geneigt, die aborale Ligamentgrube lang und mäßig herausgewölbt, der Transverssteg fein gezähnt.

Die ersten Primibrachialia sind nicht bekannt.

Die Primaxillaria zeichnen sich durch eine sehr charakteristische Gestalt aus: nicht besonders lang, von proximal gegen distal sich rasch verbreiternd und am distalen

Außenrand in einen langen, mäßig schräg nach oben gerichteten Dorn mit rundlichem Querschnitt überleitend (vgl. Abb. 26: Fig. 4, 5). Die beiden muskulären Gelenkverbindungen sind so weit auseinander gerückt, daß sie sich fast gegenüber stehen (Abb. 26: Fig. 4b).

Die Sekundibrachialia sind lang und schmal und haben oft eine breite Lateralfläche, auf deren äußerer Hälfte eine Reihe von parallel stehenden waagrechten oder schräg nach innen abwärts gerichteten Zähnen oder Leisten appliziert sind, die von außen auch deutlich sichtbar sind (vgl. Abb. 25: Fig. 4b, c; Abb. 26: Fig. 1a, b, c, 6a, b). Die Reihe dieser Leisten kann oft deutlich verdickt sein (Abb. 26: Fig. 1d), auf jeden Fall aber von der restlichen inneren, verdünnten Hälfte der Lateralfläche abstehen bzw. abgehoben sein (siehe Abb. 25: Fig. 1a, e und die Querschnitte 1c, d) - bei aus Lösproben gewonnenen Brachialia kann man dies besser beobachten. Die innere Lateralfläche (der Brachialia eines Armpaares) kann ganz glatt sein oder eine mäßige Wellung aufweisen (vgl. Abb. 25: Fig. 3, 5, 6b, 7; Abb. 26: Fig. 2a, 3). Die Außenwand ist deutlich herausgewölbt, glatt, und trägt auf ihrer vertikalen Mittelrippe in der Mitte einen einfachen, langen Dorn, der meist waagrecht, selten auch leicht nach oben gerichtet absteht. Der Dorn hat zumeist einen vertikal-ovalen Querschnitt und ist innen hohl. Distale Brachialia haben ganz flache Dornen, die auch in mehrere Spitzen aufgespalten sein können, wobei die mittlere die längste ist (vgl. Abb. 25: Fig. 2; Abb. 26: Fig. 6a).

Der Stiel unserer Art kann anhand zahlreicher Columnalia recht genau rekonstruiert werden. Er ist mäßig kurz und besteht aus runden bis leicht rundlich-ovalen Gliedern, die bei juvenilen Individuen noch sehr dünn und lang sind (siehe Abb. 23: Fig. 2b), mit zunehmendem Alter niedriger werden bei geraden bis leicht konkav eingezeichneten Seitenwänden, und bei adulten Exemplaren flache Scheiben mit geradem oder etwas konvex ausgebauchtem Rand bilden. Manche der Columnalia bilden einen, manchmal auch zwei Stacheln aus, die bei jungen Exemplaren zur Gänze hohl sein können (siehe Abb. 23: Fig. 2b), meist aber am Ansatz kompakt und zur Spitze hin hohl sind. An einem Stielstück konnte festgestellt werden, daß jedes zweite Columnale einen Stachel trägt (Abb. 24: Fig. 5), bei anderen besitzt jeder Trochit einen Stachel (siehe Taf. 5: Fig. 4; Taf. 6: Fig. 4) oder sogar zwei (siehe Abb. 23: Fig. 4a,b, bzw. Taf. 5: Fig. 5a). Es fällt auf, daß bei diesen Stielstücken die Stacheln keineswegs wirtelförmig oder zumindest annähernd gegenüber stehend angeordnet sind, sondern jeweils in eine Richtung unter Abdeckung etwa eines Viertelkreises ausgerichtet sind (siehe z. B. Abb. 23: Fig. 4a). Die Columnalia können im Ansatzbereich der Stacheln verdickt sein, wie Beispiel Abb. 24: Fig. 5 ver-

anschaulicht. Die Stacheln an den Columnalia sind besonders lang - das längste Bruchstück eines Dorns aus Probe S359 (Steinbergkogel) ist 10.5 mm lang - und bei adulten Individuen oft an der Spitze verzweigt. Die Stacheln haben einen runden Querschnitt, stehen meist waagrecht ab und haben, auch wenn es sich um unmittelbar benachbarte handelt, absolut nicht unbedingt die gleiche Dicke (vgl. Abb. 23: Fig. 4a, b; Taf. 5: Fig. 5a). Die Artikulationsfläche der Columnalia ist entweder rund oder dort, wo ein Stachel ansetzt, auf diesen etwas ausgedehnt, und dann oval (siehe Abb. 23: Fig. 1a, b, 3b, c). Die Artikulationsfläche ist mit randlichen radialen Crenulae besetzt, die bei ganz jungen Exemplaren noch etwas unregelmäßig gestaltet als auch angeordnet sein können (siehe Abb. 23: Fig. 2a, 3b). Sie sind bei jungen Individuen kurz und grobblockig, werden mit zunehmendem Alter länger und reichen schließlich bei adulten Exemplaren bis knapp an den Zentralkanal (Abb. 23: Fig. 1c, 4a); kurze Crenulae schalten sich randlich ein (Abb. 23: Fig. 4a), und bei distalen adulten Stielgliedern schließlich ist die Fläche mit zahlreichen langen, dünnen, sich verzweigenden und dazwischen eingeschobenen Crenulae bedeckt (siehe Abb. 24: Fig. 4).

Maße: Holotypus: Höhe mit Stachel 11.75 mm, ohne Stachel 4 mm, Breite 7.1 mm. Durchmesser von Columnalia bis etwa 5 mm.

Beziehungen: siehe weiter unten.

Material, Alter und Verbreitung: *Leocrinus armatus* kann sowohl vom Westende (Österreich) als auch Ostende (Timor) der Tethys gemeldet werden.

#### Österreich

Steinbergkogel (1): Probe S359: 1 Radiale, 2 PA (schlecht erhalten), zahlreiche SBr, zahlreiche Columnalia und Columnastücke sowie abgebrochene Stacheln von Columnalia.

#### Timor

Bihati (11): F20: 3 PA, 12 SBr mit Stachel, alle eher juvenile Exemplare.

Beide Fundorte haben obernorisches (sevatisches) Alter.

#### Beziehungen der fünf *Leocrinus*-Arten

Es ist hervorhebenswert, daß alle fünf Arten der Gattung *Leocrinus* nur nach isolierten Platten rekonstruiert worden sind, die sich aber so gut voneinander unterscheiden, daß nicht nur die einzelnen Taxa mit Sicherheit zusammengesetzt werden konnten, sondern daß auch jedes isolierte Element, egal ob von der Theka oder den Brachia, jederzeit exakt nachbestimmt werden kann. Das heißt, daß z. B. ein beliebiges Sekundibrachiale, irgendwo im Raum der Tethys gefunden, artlich zugeordnet und stratigraphisch eingestuft werden kann.

Die meisten Ähnlichkeiten zueinander weisen *L. krystyni* und *L. gracilis* auf, und zwar in allen Platten. Trotzdem sind die Unterschiede bei jedem einzelnen Element ausreichend bis ausgezeichnet, um sie auseinanderhalten zu können. Die Radialia bei *L. krystyni* sind sehr breit, die äußere Ligamentgrube ist lang und breit gewölbt; bei *L. gracilis* sind die Radialia schmal und hoch, die aborale Ligamentgrube ist kurz und klein, nur wenig herausgewölbt. Die PBr1 bei *L. krystyni* verzüngen sich gegen oben, die randlichen kräftigen Zähne sind von außen besonders stark ausgeprägt zu sehen; bei *L. gracilis* bleiben die PBr1 distal gleich breit wie am Proximalrand, die laterale Zähnelung ist von außen nur schwach ausgebildet bemerkbar. Die PA bei *L. krystyni* verbreitern sich distal mehr und sind außen auswärts gebogen, bei *L. gracilis* einwärts gebogen, nicht oder nur wenig verbreitert. Die laterale Zähnelung ist bei *L. gracilis* kaum mehr von außen wahrnehmbar, bei *L. krystyni* in gleichem Maße wie bei den PBr1. Die SBr1 sind bei *L. krystyni* seitlich kräftig nach außen verdreht und gebogen, bei *L. gracilis* ist nur die Gelenkfläche schräg gestellt, kaum aus der Längsachse gedreht. Die SBr sind bei *L. krystyni* außen breiter gerundet und ohne Knick der Lateralflächen gegenüber *L. gracilis* (vgl. die Querschnitte Abb. 27: Fig. 1, 4).

Die Radialia, PBr1 und PA von *L. undulatus* sind so eigenständig, daß sie mit jenen der ungefähr gleich großen *L. krystyni* nicht verwechselt werden können. Ihre SBr zeichnen sich durch eine gerade bis sehr mäßig vorgewölbte, kantig begrenzte Außenwand aus, die außerdem einen sehr markanten, wenn auch dünnen vertikalen Mittelsteg trägt, sowie durch breite Lateralflächen (siehe Querschnitt Abb. 27: Fig. 2). Diese SBr können ebenfalls mit solchen anderer *Leocrinus*-Arten nicht verwechselt werden.

*Leocrinus diffissus* hat alle Brachialia durch die randliche Zerschlitung, die Knoten auf der Außenwand und die langen Leisten auf der Lateralwand hinlänglich von jenen der anderen Arten unterschieden, unabhängig von der sonstigen Form. Lediglich die Radialia könnten sehr ähnlich wie jene von *L. undulatus* sein, doch sind sie von *L. diffissus* noch nicht bekannt.

*Leocrinus armatus* unterscheidet sich von den anderen *Leocrinus*-Arten schon allein durch den Stachel oder Dorn, den jede Platte trägt. Weitere Unterschiede stellen die übrige Gestalt oder auch der abweichende Querschnitt bei den SBr dar (siehe Abb. 27: Fig. 5). Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal würden auch die Columnalia des Stieles dieser Art mit ihren langen Stacheln liefern. Doch sie bleiben vorerst die einzigen Stielglieder und Stielstücke, die einer *Leocrinus*-Art zugeordnet werden konnten.

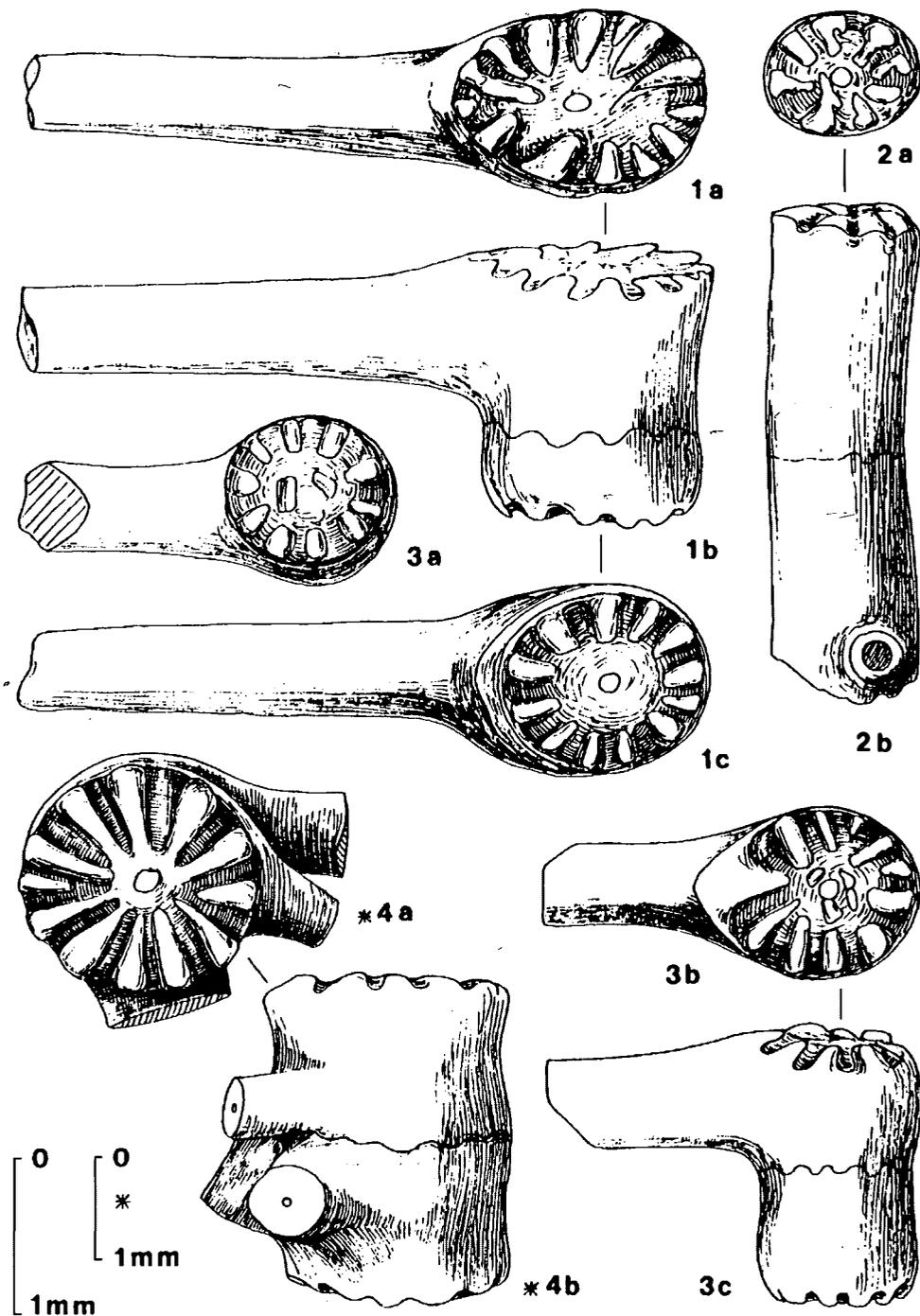


Abb. 23:

Stielstücke, jeweils aus zwei Columnalia bestehend, von *Leocrinus armatus* n.g.n.sp.; alle aus der Probe S359, Mergellage im oberrheinischen (sevatischen) Hallstätter Kalk des Steinbergkogls westlich oberhalb von Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich, Nördliche Kalkalpen.

Fig. 1: Stielstück aus dem mittleren bis höheren Stielbereich, Oberfläche feinst körnig, Stachel hohl, beachtlich die grobe crenulate Sutura. Fig. 2: juveniles Stielstück mit besonders langen und dünnen Columnalia; kreisrunder hohler Stachelansatz auf dem unteren Stielglied. Fig. 3: juveniles Stielstück. Fig. 4: Stielstück aus dem distalen Stielabschnitt mit langen Crenulae auf der Gelenkfläche und drei eng beieinander stehenden Stacheln. Auch hier, wie bei Fig. 1b und 3c die crenulate Sutura deutlich.

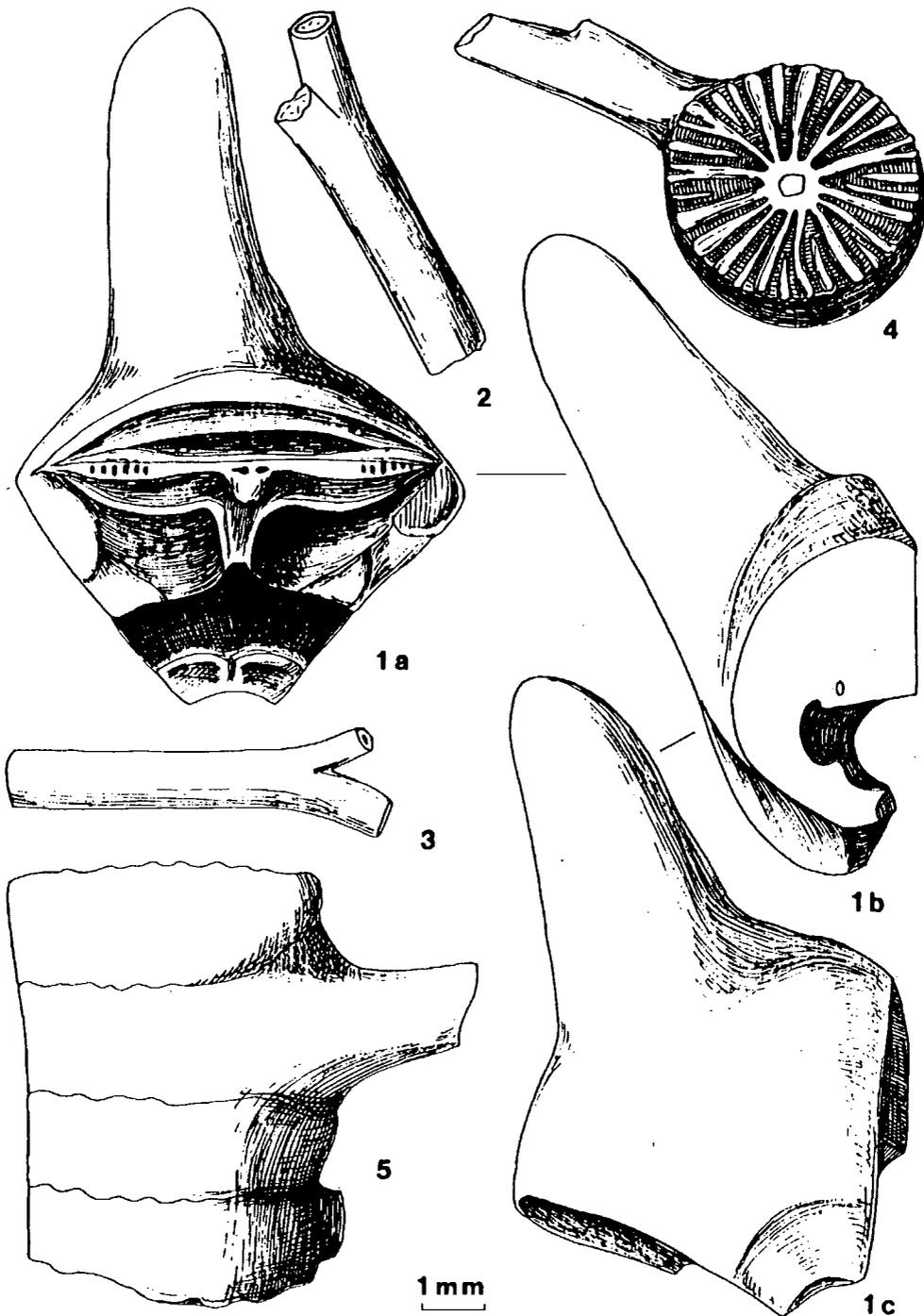


Abb. 24:

*Leocrinus armatus* n.g.n.sp. aus einer Mergellage (Probe S359) im oberrösterreichischen (sevatischen) Hallstätter Kalk des Steinbergkogls W oberhalb Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich, Nördliche Kalkalpen.

Fig. 1: Holotypus, Radiale. 1a: ventral, 1b: lateral, 1c: dorsal. Fig. 2: abgebrochener Stachel eines Columnale, an der Spitze gegabelt, Enden abgebrochen. Fig. 3: gegabelter Stachel eines Columnale, abgebrochen. Fig. 4: distales adultes Columnale, flach, mit verzweigtem, an den Enden abgebrochenem Stachel und dünnen, langen, stellenweise gegabelten Crenulae auf der Artikulationsfläche. Fig. 5: Stielstück vom distalen Stielbereich eines adulten Individuums, bestehend aus vier flachen Columnalia. Die Verdickung des Trochanten zum Stachelansatz rechts ist besonders markant ausgebildet. Hier hat jeder zweite Trochant einen Stachel, die Richtung der Stacheln weicht nur wenig voneinander ab.

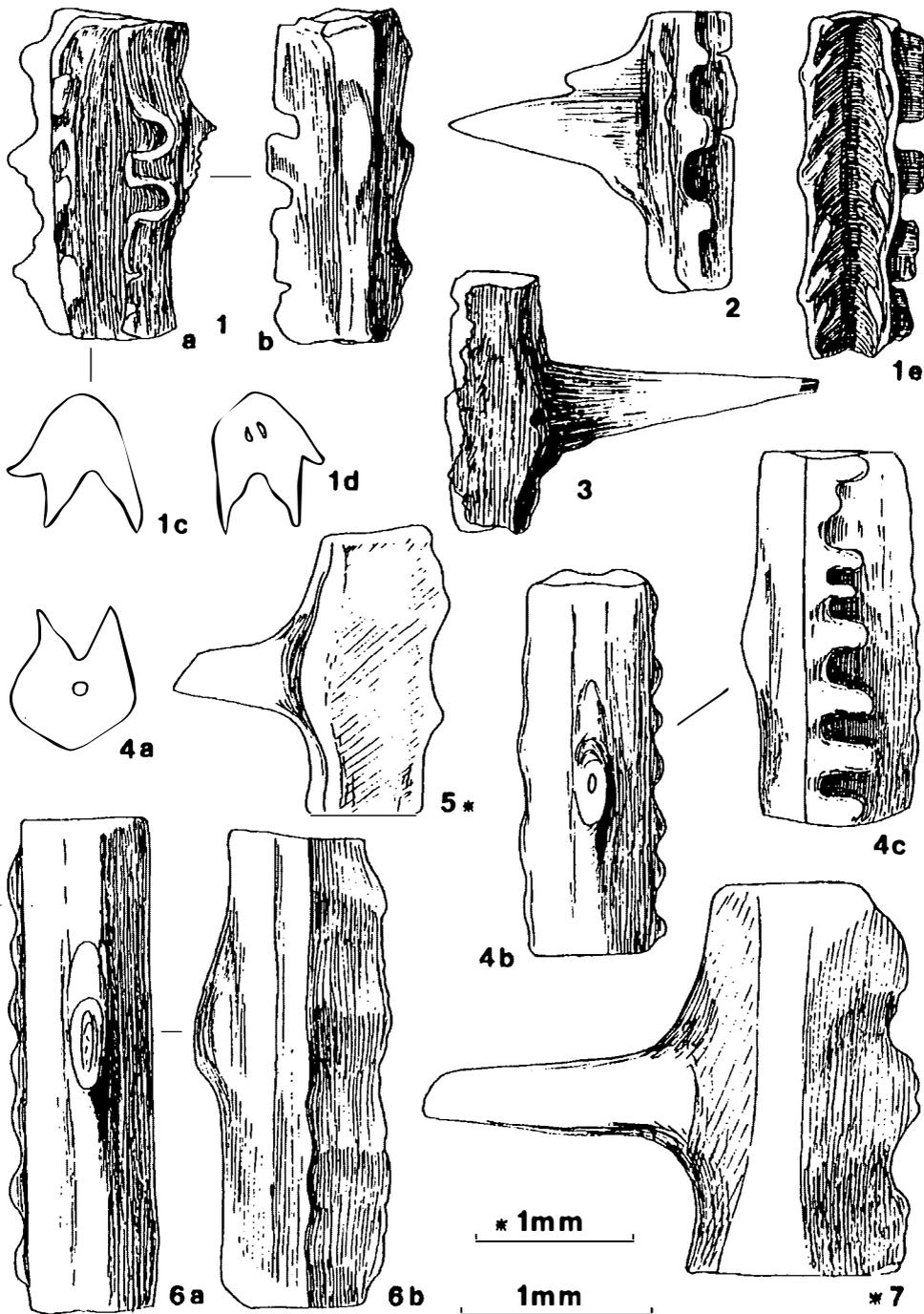


Abb. 25:

*Leocrinus armatus* n.g.n.sp. aus dem Obernor (Sevat) der Nördlichen Kalkalpen und von Timor. Fig. 1–3: Hallstätter Kalk, Block F, Lage 20, Bihati bei Baun, Distrikt Amarassi, Timor, Indonesien. Fig. 4–7: Mergellage (Probe S359) im Hallstätter Kalk, Steinbergkogel W oberhalb Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich.

Fig. 1: SBr mit Stachel; 1a: Lateralansicht, Ansatz des weggeätzten Stachels rechts, 1b: dorsal, 1c: proximal, 1d: distal, 1e: ventral, beachtlich die schrägen Leisten am Innenrand. Fig. 2: SBr aus dem distaleren Armbereich, Dorn ganz flach, Lateralansicht. Fig. 3: SBr lateral. Fig. 4: SBr aus dem proximaleren Armbereich; 4a: distal, 4b: dorsal, ovaler Ansatz des flachen Dorns sichtbar, 4c: Lateralfäche mit Leisten; gegenüberliegende Lateralfäche glatt, ohne Leisten-Skulptur. Fig. 5: SBr lateral, glattflächig. Fig. 6: besonders langes SBr aus dem proximalen Armbereich; 6a: dorsal, in der Mitte ovaler Dorn-Ansatz, 6b: Lateralansicht, abgewitterter Dornansatz links. Fig. 7: SBr lateral.

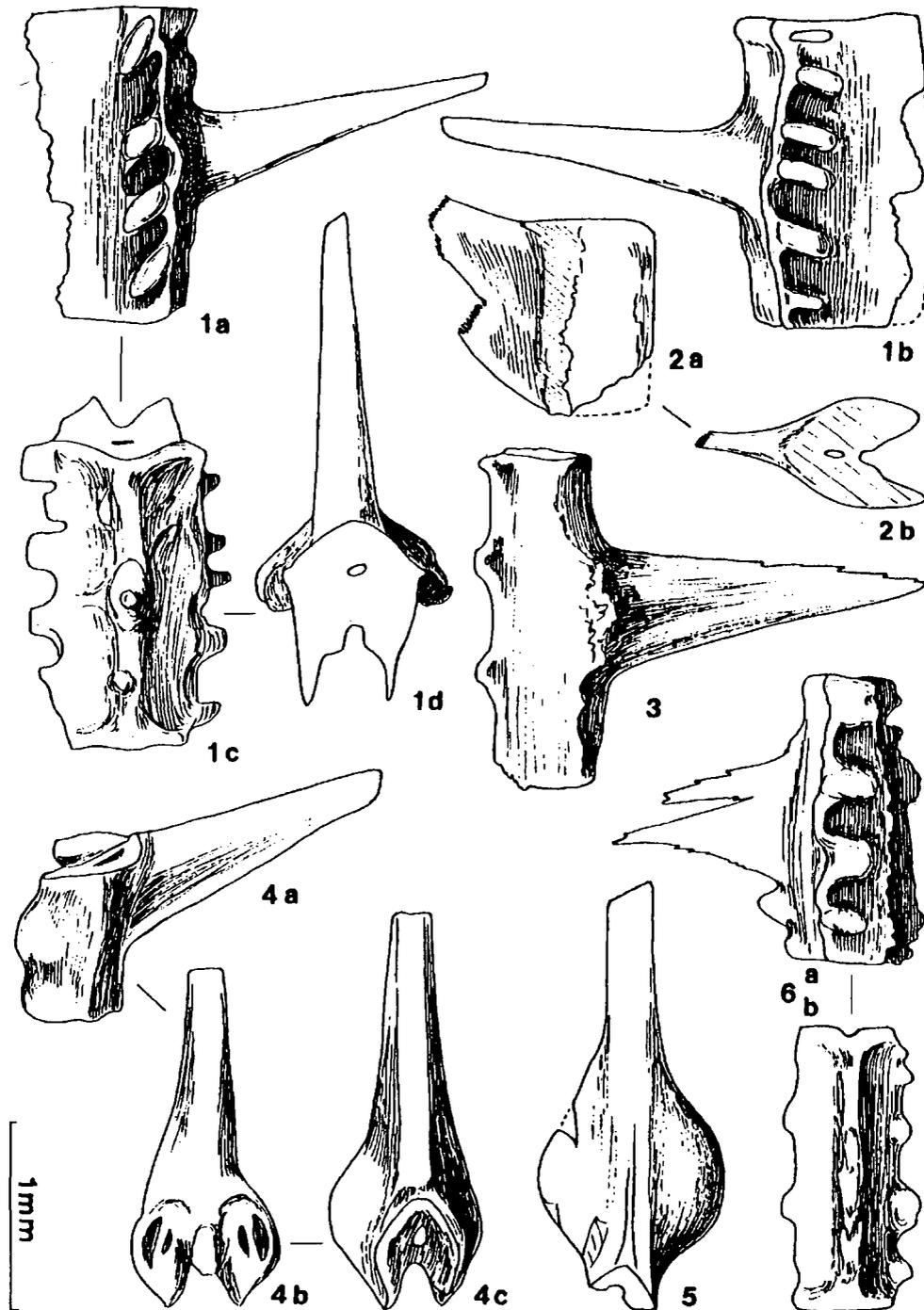


Abb. 26:

*Leocrinus armatus* n.g.n.sp. aus dem Hallstätter Kalk des großen Blocks F, Lage 20 (oberes Sevat), "Bihati Waterval" vom Bihati bei Baun, Distrikt Amarassi, Timor, Indonesien.

Fig. 1: SBr mit gut erhaltenen seitlichen Leisten und dorsalem Dorn; 1a, b: Lateralansichten, 1c: dorsal, 1d: distal. Fig. 2: SBr, kurz, mit flachem, jedoch über die ganze Br-Länge erstrecktem, zweigeteiltem Dorn; 2a: lateral, 2b: distal. Fig. 3: SBr lateral, Dorn z. T. abgewittert. Fig. 4: Holotypus, juveniles PA. 4a: lateral, 4b: distal, 4c: proximal. Fig. 5: PA von unten, teilweise angeätzt. Fig. 6: SBr mit flachem, jedoch dreigeteiltem Dorn; 6a: lateral, 6b: dorsal.

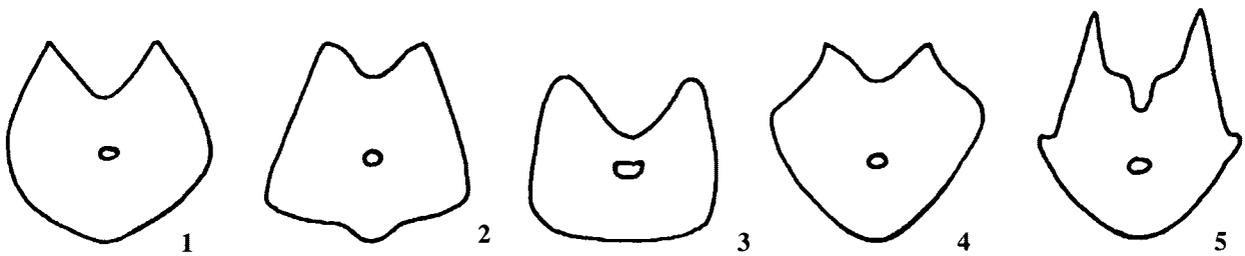


Abb. 27:

Vergleich der Querschnitte von SB r im mittleren Armteil der Arten von *Leocrinus*, leicht schematisiert.  
 Fig. 1: *L. krystyni*, Fig. 2: *L. undulatus*, Fig. 3: *L. diffissus*, Fig. 4: *L. gracilis*, Fig. 5: *L. armatus*.

## 6. Columnalia einiger Mikrocrinoiden

Außer den Trochiten mit Stacheln, die der Krone mit Stacheln von *Leocrinus armatus* zugeordnet werden konnten, kann die Zugehörigkeit zahlloser charakteristischer Columnalia, die gemeinsam mit den isolierten Kronenteilen in den jeweiligen Proben vorkommen, noch nicht festgestellt werden. Eine Tatsache jedenfalls scheint gewiß, der Stiel von *L. armatus* weist keine Nodalialia auf, die Stacheln oder Dornen an den Columnalia sind keine umgewandelten Cirrhen. Einerseits haben die Kronenplatten ja ebenfalls hohle Stacheln. Andererseits gehen die Stacheln direkt aus den Columnalia hervor, es sind keinerlei extra Sockel als Ansatzstellen bemerkbar. Natürlich könnte auch eine Verschmelzung zwischen Columnalia und umgebildeter Cirrhe bestehen, dies ist aber im Hinblick auf die Stacheln an den Kronenplatten unwahrscheinlich.

Andere Columnalia, die zu Mikrocrinoiden gehören müssen, weil etwa zugehörige größere Vertreter fehlen, tragen eindeutig Cirrhensockel. Als Beispiele wurden drei Typen dargestellt (Abb. 28), von denen zumindest zwei Stielarten mit Nodalialia repräsentieren. Sie gehören demnach anderen Mikrocrinoiden-Gattungen an als *Leocrinus*. Ob sie zu einer der beiden übrigen hier vorgestellten Gattungen gehören, kann noch nicht festgestellt werden. Zumindest die sehr zarten, dünnen, langen Columnalia mit den ovalen Artikulationsflächen müssen einer separaten neuen Gattung zugeschrieben werden (Abb. 28: Fig. 1 - 4).

Genus: *Bihaticrinus* n.g.

Derivatio nominis: Nach dem Fundort Bihati bei Baun, SW-Timor, Indonesien.

Generotypus: *Bihaticrinus manipulus* n.g.n.sp.

Diagnose: Mikrocrinoide mit sehr zarten Arten, deren Stiel aus sehr langen, dünnen Columnalia besteht. Die runden Columnalia verbreitern sich an ihren Enden zu ovalen oder länglich rundlichen Artikulationsflächen, die zum Teil radial angeordnete Crenulae tragen. Nodalialia besitzen

fünf sehr kleine, runde, wirtelig stehende Cirrhensockel. Alter und Verbreitung: siehe Generotypus. Beziehungen: Mikrocrinoiden mit derartig gestalteten Columnalia mit ovalen Artikulationsflächen, die aber zum Teil radiale randliche Crenulae aufweisen, kennt man bisher weder aus dem Paläozoikum noch aus dem Mesozoikum. Auch kann man sie zufolge dieser ovalen Gelenkflächen keiner der oben beschriebenen neuen Mikrocrinoiden-Gattungen zuordnen.

*Bihaticrinus manipulus* n.g.n.sp.

(Abb. 28: Fig. 1 - 4; Taf. 6: Fig. 1, 2)

Derivatio nominis: manipulus (lat.) = Hantel, substantivisch gebraucht, nach der Hantelform der Columnalia. Holotypus: Nodale Abb. 28: Fig. 4a - c. Sammlung Kristan-Tollmann, Geologisches Institut der Universität Wien, V 161.

Locus typicus: "Unbenannter Seitenbach" des Bihati bei Baun im Distrikt Amarassi, SW-Timor, Indonesien (Block A).

Stratum typicum: Obertrias, Nor, höheres Alaun, Macer-Zone, Hallstätter Kalk.

Diagnose und Beschreibung: Generotypus der Gattung *Bihaticrinus* n.g. mit folgenden Besonderheiten: Die langen, dünnen, runden Columnalia verbreitern sich an beiden Enden schüsselförmig ziemlich rasch bis zum doppelten Durchmesser in einer Richtung, während sie quer dazu kaum merklich verdickt sind. Die Verbreiterung erfolgt immer unsymmetrisch derart, daß sie auf einer Seite früher einsetzt und dadurch voluminöser ausfällt. Diese einseitige Verdickung ist symmetrisch an beiden Enden gleichermaßen ausgeprägt. Die speziell ausgebildete Artikulationsfläche ist länglich, dick-oval, und hat in der Mitte der Breitseite zwei bis vier, meist drei dünne, aber hohe, radiale, randliche Crenulae ausgebildet, die nicht ganz bis zum Zentralkanal reichen. Die Schmalseite wird von einem niedrigen dünnen Wulst umrahmt. Nodalialia und Inter-

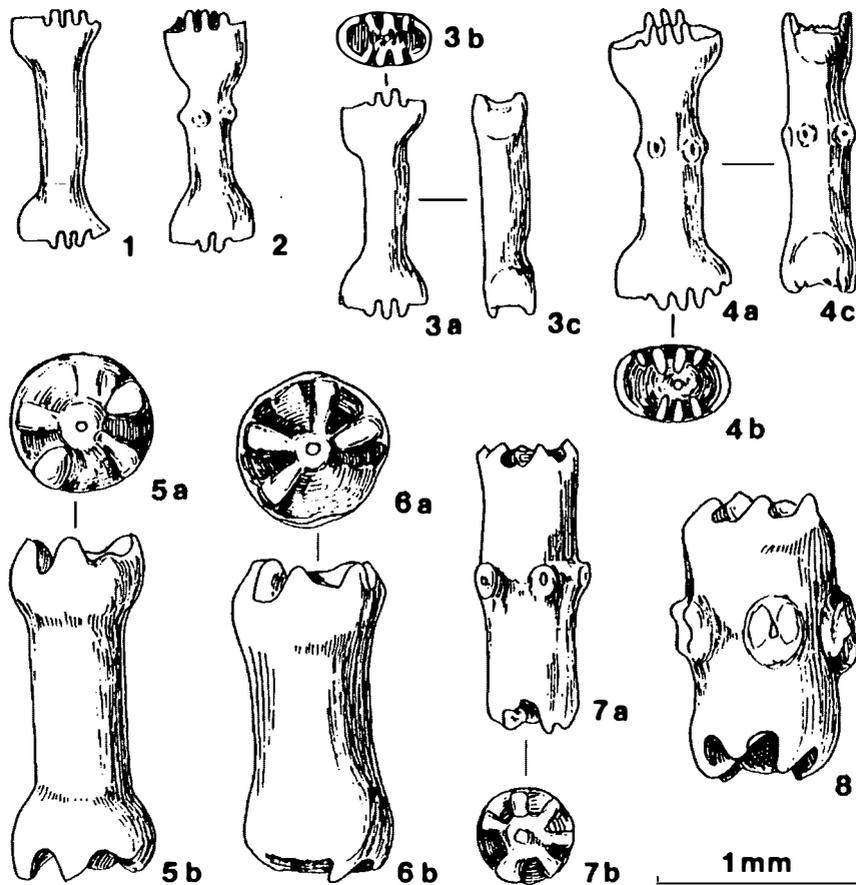


Abb. 28:

Columnalia von Mikrocrinoiden aus dem norischen Hallstätter Kalk von Timor und der Türkei. Fig. 1–4, 6, 7: Block A, Lage 18 (Nor, höheres Alaun, Macer-Zone) im "unbenannten Seitenbach" des Bihati bei Baun, Distrikt Amarassi, Timor, Indonesien. Fig. 5, 8: Unter-nor (Lac 2) von Sütçüler, 50 km SE von Egridir, Taurus, Türkei (Probe Su/2b).

Fig. 1–4: *Bihaticrinus manipulus* n.g.n.sp. Fig. 1: Internodale von der Breitseite. Fig. 2: Nodale mit winzigen Cirrhensockeln, von der Breitseite. Fig. 3: Internodale, 3a: von der Breitseite, 3b: Gelenkfläche, 3c: von der Schmalseite. Fig. 4: Holotypus, Nodale, 4a: von der Breitseite, 4b: Artikulationsfläche, 4c: Schmalseite. Fig. 5, 6: Columnalia mit verbreiterten Enden mit rundem Querschnitt und ohne Cirrhensockel. Vielleicht *Leocrinus* zuordenbar? Fig. 7, 8: Columnalia (Nodalialia) ohne Verbreiterung an den Enden. Zugehörigkeit offen.

nodalia halten sich zahlenmäßig die Waage. Die Nodalialia sind durch fünf ganz kleine, rundliche, etwas wulstig verdickte und daher (spitz) abstehende Cirrhensockel in gleichmäßiger Wirtelstellung, etwas oberhalb der Columnalia-Mitte, gekennzeichnet.

Maße: Länge des Holotypus 1.5 mm, Durchmesser des Stielgliedes 0.27 mm, größte Breite der Artikulationsfläche 0.55 mm.

Alter und Verbreitung: *Bihaticrinus manipulus* n.g.n.sp. ist bis jetzt nur aus dem norischen Hallstätter Kalk-Block, Lage A18, vom Bihati-Bach bei Baun, Timor, bekannt.

## 7. Systematische Stellung der Mikrocrinoiden

Von den triadischen Mikrocrinoiden ist bisher erst eine Gattung mit einer Art bekannt gewesen, nämlich *Tulipacrinus* KRISTAN-TOLLMANN, 1980. Sie zeichnet sich ebenso wie die hier neu vorgestellten Gattungen durch verkümmerte Arme aus. *Lanternocrinus* hat sogar die auf lediglich fünf große, blatt- oder schaufelförmige Primibrachialia reduzierten Arme mit *Tulipacrinus* gemeinsam. Zum Unterschied von *Tulipacrinus* mit dem verschmolzenen Radialkranz und verschmolzenen Basaliakranz (siehe weiter unten) sind Radialia und Basalia bei *Lanternocrinus* jedoch isoliert. Die Gattung kann somit nicht in die Familie der Tulipacrinidae KRISTAN-TOLLMANN, 1980, gestellt werden, außerdem auch deswegen nicht,

weil ihr Stiel nicht bekannt ist. Ebenso unbekannt ist der Stiel von *Nasutocrinus*, doch hat diese Gattung vor allem die Gestaltung der Radialia mit den ausgeprägten Kerben mit *Lanternocrinus* gemeinsam. Es sollen die beiden Gattungen *Lanternocrinus* und *Nasutocrinus* einstweilen in einer Familie zusammengefaßt werden mit ungeklärter höherer Zuordnung, bis diese sich durch weitere glückliche Funde klären läßt.

Familia: **Lanternocrinidae** n.fam.

Typusgattung: *Lanternocrinus* KRISTAN-TOLLMANN, 1988

Diagnose: Mikrocrinoiden mit verkümmerten Armen. Theka aus fünf kleinen dreieckigen Basalia und fünf schmalen, hohen Radialia mit tief eingekerbter, kleiner, ventral gelegener Artikulationsfläche. Aborale Ligamentgrube klein. In die tiefe Kerbe der Radialia rastet der lange schmale Schaft der ersten Primibrachialia. Die fünf Arme sind einfach oder einmal ab dem zweiten Primibrachiale (=PA) isotom geteilt. Es gibt keine Pinnulae. Die reduzierten Arme können entweder auf das PBr1 beschränkt sein, wie bei *Lanternocrinus*, oder etliche SBr mit untereinander synostoser Verbindung aufweisen. Die SBr zeichnen sich durch eine längliche, dünnwandige Gestalt mit weit offener Ambulacralfurche aus. Wenn nur ein PBr1 vorhanden ist, zeigt es sich von robuster, großer Gestalt. Ein oder zwei weitere PBr mit synostoser Verbindung könnten bei anderen Gattungen vorhanden sein. Muskulär artikulieren nur das Radiale mit dem PBr1 und, wenn Armteilung vorhanden, das PA mit dem SBr1.

Hierher gestellte Gattungen:

*Lanternocrinus* KRISTAN-TOLLMANN, 1988

*Nasutocrinus* n.g.

Alter und Verbreitung: (Mittel-) Obertrias der Tethys.

Beziehungen: Da bisher zu beiden Gattungen noch jeder Anhaltspunkt über die Beschaffenheit der Stiele fehlt, ist ein Vergleich nur aufgrund der Kronen möglich. Dieser wurde zu den Tulipacrinidae schon am Anfang dieses Kapitels angestellt. Die Unterschiede zur Familie Leocrinidae n.fam. siehe weiter unten. Ihre höhere systematische Einordnung soll erst nach profunder Kenntnis - vor allem auch der Stiele - vorgenommen werden.

Familia: **Leocrinidae** n.fam.

Typusgattung: *Leocrinus* n.g.

Diagnose: Mikrocrinoiden mit reduzierten Armen. Theka aus fünf Basalia, möglicherweise auch Infrabasalia, und fünf breiten Radialia mit meist über den gesamten Ventralrand reichender großer Artikulationsfläche und großer aboraler Ligamentgrube. Dorsalrand der Radialia

nach innen umgeschlagen. Die fünf Arme sind einmal ab dem zweiten Primibrachiale (=PA) isotom geteilt. Alle Brachialia sind lang, kräftig, meist schmal aber dick, die Ambulacralfurche schmal. Pinnulae sind nicht ausgebildet. Muskuläre Verbindung zwischen Radiale und PBr1 und zwischen PA und SBr1. Alle etwa sechs SBr untereinander mit flacher Synostosis verbunden. Stiel rund, kurz, wahrscheinlich keine Cirrhen tragend. Artikulationsflächen mit randlichen, distal bis zum Achsialkanal reichenden radialen Crenulae besetzt.

Alter und Verbreitung: Obertrias der Tethys.

Beziehungen: Die beiden bisher bekannten Gattungen der Familie Lanternocrinidae unterscheiden sich von der Typusgattung *Leocrinus* fundamental in der Ausbildung der Radialia und PBr1 einerseits, sowie der Gestaltung der SBr andererseits. Die Stiele können noch nicht verglichen werden.

Die Familie Tulipacrinidae zeichnet sich durch pentagonale Stiele mit Nodalien und Cirrhen aus und unterscheidet sich allein schon dadurch von *Leocrinus* mit rundem Stiel ohne Cirrhen. Auch der Kelch der Typusgattung *Tulipacrinus* mit seinem verschmolzenen Basaliakranz und verschmolzenen Radialkranz sowie auf den PBr1 reduzierten Armen unterscheidet sich von jenem der Typusgattung *Leocrinus* dermaßen eklatant, daß sie nicht zu einer gleichen Familie gestellt werden können.

Da eine zweite Art der Gattung *Tulipacrinus* einige Details zur Besserung des Verständnisses dieser Gattung erbracht hat, soll sie hier anhangsweise bekanntgemacht werden. Der Meinung von V. G. KLIKUSHIN kann ich mich allerdings nicht anschließen, welcher die planktonischen Roveacrinida von den Tulipacrinidae abstammen läßt (1989: S. 147). Doch zu diesen Fragen sowie zur höheren systematischen Stellung der vorliegend behandelten Mikrocrinoiden soll nach Vorstellung weiterer Gattungen und Einzelheiten in einer nächsten Studie eingegangen werden.

Familia: **Tulipacrinidae** KRISTAN-TOLLMANN, 1980

Genus: *Tulipacrinus* KRISTAN-TOLLMANN, 1980

Generotypus: *Tulipacrinus tulipa* KRISTAN-TOLLMANN, 1980

Bemerkungen: Nach Einholung weiteren Materials von *Tulipacrinus tulipa* und von der hiedurch in ihrer Eigständigkeit bestätigten zweiten Art *Tulipacrinus* sp. (siehe KRISTAN-TOLLMANN, 1980: Abb. 3, Fig. 1a, 1b) konnte an etlichen Radialkranzen von beiden Arten nun eindeutig ein anhaftender Basaliakranz festgestellt werden. Bei der Gattungsdiagnose zu *Tulipacrinus* war ja (KRISTAN-TOLLMANN, 1980: S. 225 f.) das Vorhandensein von Basalia nebst anderen Gründen vor allem we-

gen der interradianal gelegenen Ecken des pentagonalen Dorsalrandes des Radialkranzes als sehr wahrscheinlich angenommen worden (S. 219). Aufgrund der jetzt vorliegenden, durchwegs allerdings nicht exzellent erhaltenen Exemplare scheinen die dünnen Basalia zu einem dünnen Ring verschmolzen zu sein, der eine glatte oder leicht körnelige Oberfläche aufweist, jedoch keinerlei Skulptur erkennen läßt. Dieser aus den verschmolzenen Basalia gebildete Ring wird hier in der Folge analog zum Radialkranz (RKR) als Basaliakranz (BKr) bezeichnet.

***Tulipacrinus latus* n.sp.**

(Abb. 29, 30)

1980 *Tulipacrinus* sp. - KRISTAN-TOLLMANN, S. 223, Abb. 3, Fig. 1b.

Derivatio nominis: latus (lat.) = breit, aufgrund des breiten Radialkranzes.

Holotypus: Radialkranz mit anhaftendem Basaliakranz und proximalstem Columnale Abb. 29: Fig. 3a, b. Sammlung Kristan-Tollmann, Geologisches Institut der Universität Wien, V 162.

Locus typicus: Große Rutschung NW oberhalb Pedraces, linke Seite des Gadertales in Südtirol, Italien (x90). Weitere Probenpunkte im gleichen Profil (x76, x77, x81). Stratum typicum: Cassianer Schichten, Cordevol, Unterkarn, alpine Obertrias.

Weiterer Fundpunkt: Cassianer Schichten, Cordevol, der Rutschung Tamarin N Cortina, Südtirol, Italien (R694).

Material: **Pedraces**: x76: 2 Radialkränze, 1 Nodale.

x77: 1 Radialkranz.

x81: 2 Radialkränze.

x90: 19 Radialkränze, 4 Nodalia, 1 Internodale.

**Tamarin** (R694): 1 Nodale.

Diagnose: Eine Art der Gattung *Tulipacrinus* KRISTAN-TOLLMANN mit folgenden Besonderheiten: Radialkranz breit und niedrig, ventraler Außenrand scharf, quinquelobat gebuchtet; Gelenkfacetten zur Gänze ventral gelegen, sehr groß, zum zentralen Lumen weit hinaufgezogen, mit breiter und sehr großer dorsaler (aboraler) Ligamentgrube und schmalerer, dreieckiger innerer Grube sowie schmalen, aber wulstigem, waagrechtem, nur ganz wenig durchhängendem Steg. Basaliakranz wahrscheinlich zu einem flachen Ring verschmolzen. Stiel aus Nodalia und Internodalia, beide fäßchenförmig gewölbt, robust, breiter als hoch, Querschnitt gerundet fünfeckig bis sternförmig; Artikulationsflächen beidseits an Nodalia und Internodalia sehr ähnlich ausgebildet, mit pentastellater Zentralfläche, Zwischenräume zwischen den spitzen oder gerundeten Sternspitzen flach erhöht bis kräftig erhaben. Die je fünf Cirrhensockel sind sehr groß, in die Senkrechte

verlängert, etwas proximalwärts gerückt, aus zwei großen übereinanderliegenden Muskelrinnen bestehend, deren zwischenliegender schmaler, doch wulstiger Steg meist waagrecht ausgebildet ist.

Beschreibung: Theka: Radialkränze stets niedrig und breit mit scharfrandigem, quinquelobat gebuchtem ventralem Außenrand und mäßig gekantetem bis abgerundetem Dorsalrand von rundem bis angedeutet fünfeckigem Umriß. Der scharf gewinkelte Ventralrand mit nach außen deutlich wulstiger Verdickung erreicht einen zweieinviertel bis zweieinhalb mal so großen Durchmesser als der Dorsalrand.

Die ausgesprochen groß und grob ausgebildeten Gelenkfacetten liegen zur Gänze ventral und sind zum zentralen Lumen so weit hochgezogen, daß sie in ihrer Höhe bei adulten Radialkränzen den kompakten dorsalen Teil des Radialkranzes mehrweniger übertreffen. Bei jugendlichen Exemplaren können die sehr charakteristisch senkrecht hochgezogenen Gelenkfacetten den übrigen Dorsalteil um das Eineinhalbfache an Höhe überragen (vgl. Abb. 29: Fig. 2). Die dorsaler gelegene Ligamentgrube ist niedrig, breit und groß ausgebildet, die innere, kleinere und in diesem Fall obere Grube hat einen hoch-dreieckigen Umriß. Die Ränder erweisen sich als weich gerundet wulstig verdickt. Der Steg zwischen beiden Gruben ist schmal wulstig, waagrecht bis (meist) leicht durchhängend gebogen.

Basaliakränze sind niedrig, bei Anhaften am Radialkranz durch recht gut sichtbare Grenzlinie sowie senkrechte Seitenwand erkennbar (vgl. Abb. 29: Fig. 1a, 3a). Die Basalia scheinen zu einem schmalen Ring verschmolzen zu sein, da keine weiteren Trennungslinien erkennbar sind (vgl. Abb. 29: Fig. 1b, 3a). Isolierte Basalia oder Basalkränze wurden noch nicht gefunden.

Brachia: Es wurden noch keine Brachialia - vor allem Primibrachialia wie beim Generotypus - gefunden, die sich sicher unserer Art hätten zuordnen lassen.

Stiel: Auch bei dieser Art setzt sich der Stiel aus Nodalia und Internodalia zusammen, doch sind fast ausschließlich nur die kräftigen, robusten Nodalia in den Schlammproben zu finden. Der Stiel ist wahrscheinlich kurz und stämmig und hat einen sternförmigen, pentastellaten bis gerundet pentagonalen bis nahezu kreisrunden Querschnitt. Mit Ausnahme der proximalsten Columnalia, die offensichtlich sehr flach sind (vgl. Abb. 29: Fig. 3a), zeigen die vorhandenen übrigen Trochiten durchwegs eine mehrminder fäßchenförmige, meist breitere als hohe Gestalt.

Die außerordentlich robusten Nodalia zeichnen sich durch eine grobwandige Skulptur aus, die durch die großen, senkrecht-länglichen Cirrhensockel und die dicken, wulstigen "Scheidewände" dazwischen bedingt wird. Die

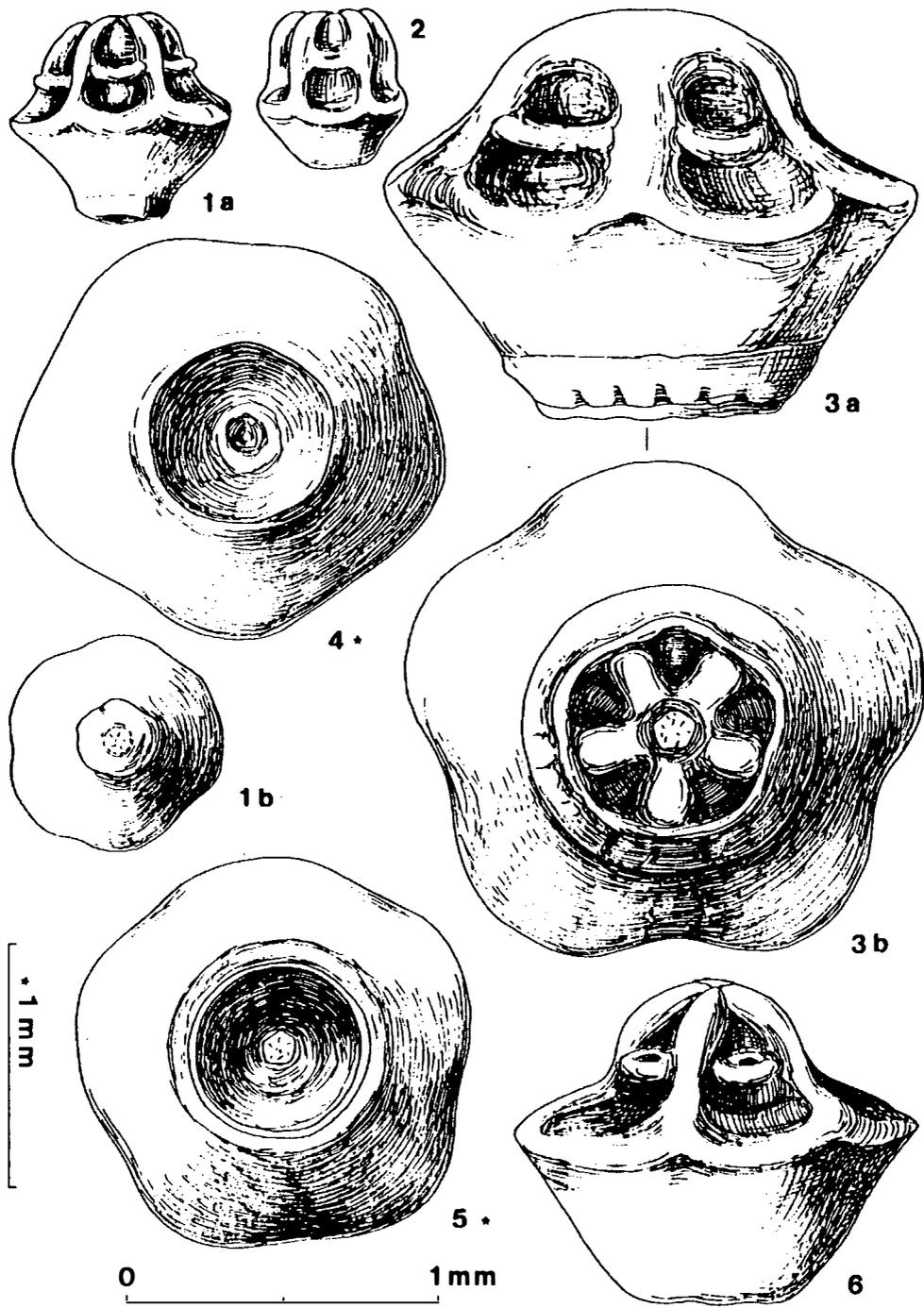


Abb. 29:

*Tulipacrinus latus* n.sp. aus Cassianer Schichten (Obertrias, Unterkarn, Cordevol) der großen Rutschung NW oberhalb Pedraces, Gardental, Südtirol, Italien (Probe x90).

Fig. 1: juvenile Theka aus verschmolzenem Radialkranz und anhaftendem verschmolzenem Basialkranz in Seitenansicht (1a) und Dorsalansicht (1b). Fig. 2: sehr juveniler Radialkranz in Seitenansicht; Steg zwischen den beiden großen Muskelgruben meist ausgebrochen. Fig. 3: Holotypus, Theka aus verschmolzenem RKr, verschmolzenem BKr und anhaftendem proximalsten Columnale. 3a: Seitenansicht, oberer Teil abgewittert, 3b: von unten (Dorsalansicht). Fig. 4: RKr von unten; der scharfe, leicht pentagonale Dorsalrand läßt die interradianal gelegenen Ecken erkennen. Fig. 5: RKr mit BKr von unten. Fig. 6: juveniler RKr in Seitenansicht; beachtlich der scharfe ventrale Außenrand.

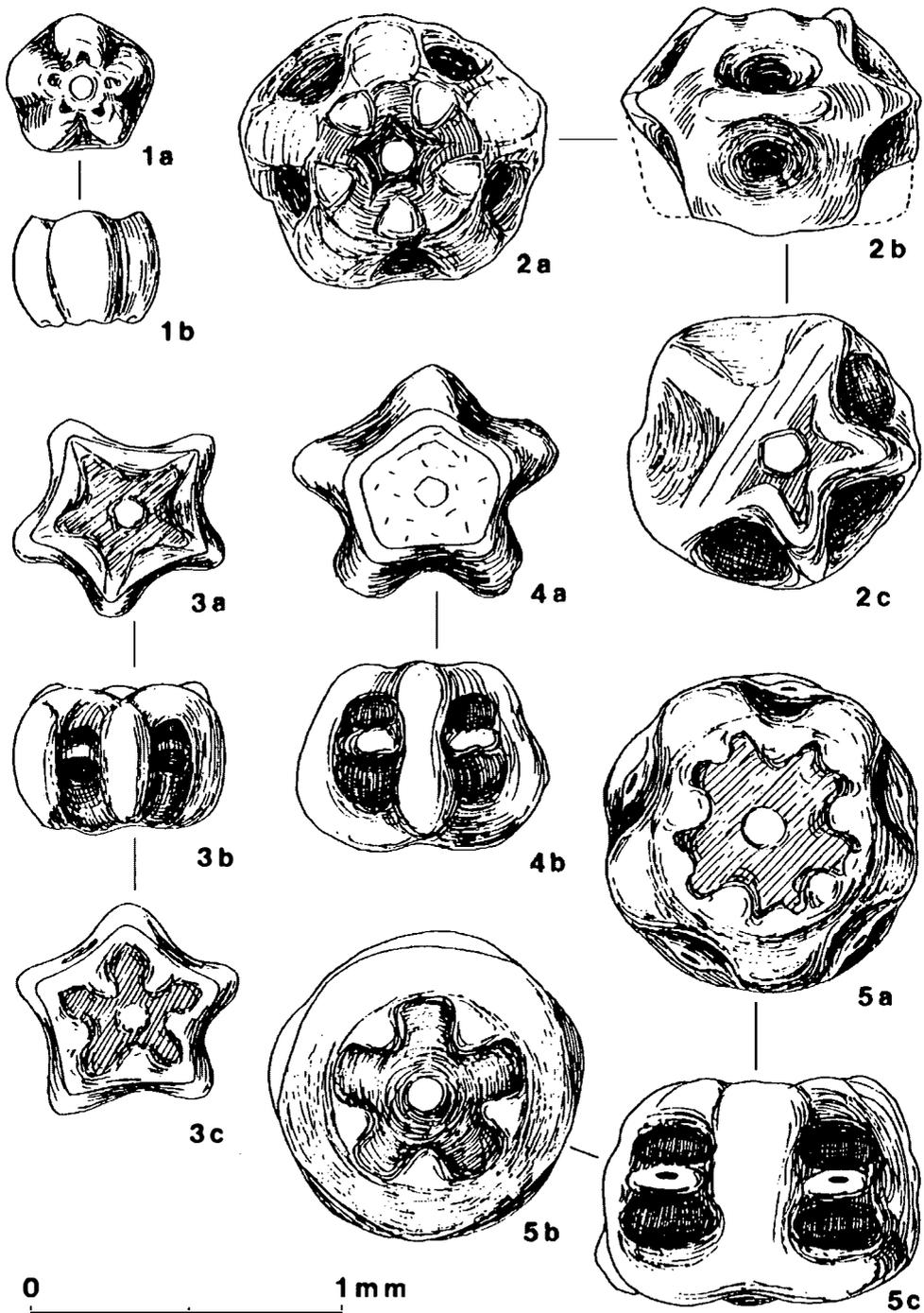


Abb. 30:

*Tulipacrinus latus* n.sp. aus Cassianer Schichten (Obertrias, Unterkarn, Cordevol) von Südtirol, Italien. Fig. 1, 3, 4, 5 von der großen Rutschung NW oberhalb Pedraces im Gadertal (Fig. 1, 3, 5 aus Probe x90, Fig. 4 aus x76). Fig. 2 von der Rutschung Tamarin N Cortina (Probe R694).

Fig. 1: juveniles Columnale; 1a: Artikulationsfläche, 1b: Seitenansicht. Fig. 2: Nodale aus dem proximalsten Stielabschnitt; 2a: proximale Artikulationsfläche, 2b: Seitenansicht, 2c: distale Gelenkfläche, z. T. beschädigt. Fig. 3: juveniles Nodale; 3a: proximal, 3b: lateral, 3c: distal. Fig. 4: juveniles Nodale; 4a: proximal, 4b: lateral. Fig. 5: adultes Nodale; 5a: proximal, 5b: distal, 5c: lateral.

im Verhältnis zum gesamten Nodale riesigen Cirrhensockel sind meist etwas proximalwärts gerückt. Sie ähneln in ihrer länglichen Gestalt aus zwei großen, übereinander liegenden Muskelgruben und dem schmalen, doch wulstigen, waagrecht bis leicht gebogen dazwischen liegenden Steg sehr den Gelenkfacetten der Radialkränze. Auch bei den Cirrhensockeln kann die untere Muskelgrube etwas größer als die obere sein, doch sind beide immer rundlich begrenzt (vgl. Abb. 30: Fig. 2b, 4b, 5c). Entsprechend kann das Nodale distal etwas verdickt sein (Abb. 30: Fig. 5c) oder kräftig ausgebaucht (Abb. 30: Fig. 4b). Regelmäßig fäßchenförmige Trochiten finden sich häufiger (Abb. 30: Fig. 3b), sehr selten ein wohl proximalstes (?) Nodale, dessen Seitenwand gewinkelt ausgebuchtet ist (Abb. 30: Fig. 2b).

Entsprechend der Fäßchenform der Nodalia hat ihre Artikulationsfläche sowohl proximal als auch distal einen geringeren Durchmesser. Anders als beim Generotypus unterscheiden sich die beiden Artikulationsflächen voneinander offensichtlich wenig, es kann sich aber auch um einen schlechten Erhaltungszustand handeln, der Merkmalsarmut vortäuscht. Grundsätzlich zeigt die Zentralfläche eine pentastellate Konfiguration, wobei die einzelnen Strahlen sternförmig außen zugespitzt sein können (z. B. Abb. 30: Fig. 2c, 3a) oder rosettenförmig abgerundet mit parallelen Seiten der einzelnen Blätter (vgl. Abb. 29: Fig. 3b; Abb. 30: Fig. 5b). Weitere Variationen der Zentralfläche-Spitzen zeigen die Exemplare Fig. 3c und 5a auf Abb. 30. Die Zwickel zwischen den Spitzen oder Loben sind bei vertiefter Zentralfläche mehrminder herausgewölbt (z. B. Abb. 30: Fig. 3a, c, 5a, b), bei erhabener Zentralfläche kräftig eingesenkt (siehe Abb. 29: Fig. 3b). Zwei Tatbestände sind demnach herauszuheben: die Zentralflächen sind bei Nodalia (wie Internodalia) zwar einheitlich fünfeckig gestaltet, jedoch niemals proximal wie distal völlig gleich. Beidseits des Nodale unterscheidet sich vor allem die Ausgestaltung der Rosette bzw. des Sternes (siehe Abb. 30: Fig. 5a, b, aber auch 3a, c), d. h. die Syzygialfläche zwischen Nodalia und Infranodalia ist nicht etwa das abgeschwächte Relief der normalen Gelenkfläche, sondern eigenständig etwas oder mehr andersartig ausgebildet. Zum anderen zeigen die Nodalia Fig. 2, 3, 5 von Abb. 30, daß die Zentralfläche auf beiden Seiten jeweils eingesenkt ist, während das Internodale Fig. 3b von Abb. 29 eine erhabene Zentralfläche erkennen läßt. Falls die Internodalia generell beidseits eine erhabene Zentralfläche aufweisen - was mangels weiteren Materials nicht überprüft werden konnte - könnten sich jeweils ein Nodale und ein Internodale abwechseln, ähnlich *T. tulipa*. Allerdings scheinen die Internodalia unserer Art durch ihre fäßchenförmige (?) Gestalt mehr Eigenständigkeit zu haben als bei *Tulipacri-*

*nus tulipa*, wo ja erst ein Nodale gemeinsam mit dem distal anschließenden Infranodale eine fäßchenförmige Einheit bilden (vgl. KRISTAN-TOLLMANN, 1980: Abb. 5: Fig. 2, 3; Abb. 6: Fig. 1).

Cirrhensockel: Nicht bekannt; aufgrund der großen Cirrhensockel wohl ebenfalls recht kräftig ausgebildet wie der Stiel.

Oberfläche der Radialkränze fein runzelig-körnig. Maße: Adulte Radialkränze 1.25–1.50 mm hoch, größte Durchmesser 1.75–2 mm.

Alter und Verbreitung: Bisher nur aus Cassianer Schichten des Unterkarn, Cordevol, von zwei Fundorten in Südtirol (Pedraces, Tamarin), Italien, bekannt.

Beziehungen: Obwohl von beiden Arten noch nicht sämtliche Einzelteile, nach denen sie außerdem ja nur rekonstruiert sind, bekannt geworden sind, genügen doch schon die bis jetzt aufgefundenen, um eine klare Eigenständigkeit beider Taxa erkennen zu können. Schon die Radialkränze der juvenilen Individuen unterscheiden sich voneinander deutlich: So sind sie bei *T. tulipa* lang und schmal, der dorsale kompakte Teil ist länger als der ventrale Teil der hochgezogenen Gelenkfacetten; bei *T. latus* ist es umgekehrt, der dorsale Teil ist breit und niedrig, der ventrale Teil um das bis zu eineinhalbfache höher, der Radialkranz als ganzes niedriger und breiter. Mit zunehmendem Wachstum gehen die RKr der *T. tulipa* mehr in die Höhe, jene der *T. latus* mehr in die Breite, wie schon in KRISTAN-TOLLMANN, 1980 (Abb. 3) dargestellt werden konnte. Ferner erweist sich der Umriß des RKr von *T. latus* stärker girlandenartig quinquelobig, während er bei *T. tulipa* nur angedeutet rundlich fünfeckig ist. Dafür ist die Dorsalkante bei *T. tulipa* wieder ausgeprägter pentagonal und zudem schärfer. Der Ventralrand hingegen ist bei *T. t.* breit und mild abgerundet, bei *T. latus* scharf, spitzwinkelig, aber etwas wulstig. Schließlich unterscheiden sich auch die Columnalia beider Arten in wesentlichen Punkten beträchtlich: Während sich bei *T. t.* je ein Nodale und ein Infranodale zu einer fäßchenförmigen Einheit verbinden, haben die Columnalia von *T. latus* mit ihrer meist gleichmäßig ausgebauchten Gestalt mehr Eigenständigkeit. Ferner ist die Zentralfläche der Artikulationsflächen der Columnalia von *T. latus* rosetten- bis sternförmig mit variierender Ausbildung der Spitzen gestaltet, während die Artikulationsflächen der Columnalia von *T. t.* jeweils auf einer Seite kurze randliche Crenulae, auf der anderen Seite fünf breite flache Erhöhungen und fünf Vertiefungen aufweisen.

## Dank

Reisemittel waren mir vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Projekt Nr. P5632, zur Verfügung gestellt worden, was ich auch hier mit Dank vermerken möchte. Der Großteil der Scan-Aufnahmen konnte dankenswerterweise mit freundlicher Unterstützung durch Herrn Dr. R. Surenian an der Geologischen Bundesanstalt in Wien angefertigt werden.

## Literatur

- FREST, T. J. & STRIMPLE, H. L. (1987): North American Pygmaeocrinidae (Echinodermata: Crinoidea): Functional morphology and a revision of the family. - *Burke Museum Contr. to Anthr. and Nat. Hist.*, in press.
- KLIKUSHIN, V. G. (1989): Ecogeny of the Pentacrinid Crinoids. - in: KALO, D. L. et al. (Red.): *Fossil and Recent Echinoderm Research*, 139–146, 7 Abb., Tallinn (Inst. Geol. Akad. Sci. Estonian SSR).
- KRISTAN-TOLLMANN, E. (1980): *Tulipacrinus tulipa* n.g.n.sp., eine Mikrocrinoide aus der alpinen Obertrias. - *Ann. nat.hist. Mus. Wien*, **83**, 215–229, 6 Abb., 2 Taf., Wien.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. (1988): Unexpected communities among the crinoids within the Triassic Tethys and Panthalassa. - in: BURKE, R. D. et al. (Hrsg.): *Echinoderm Biology*, 133–142, 7 Abb., Rotterdam (Balkema).
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & GUPTA, V. J. (1988): Die Übereinstimmung der unterrhätischen Mikrofauna der Zlambach- und Kiotomergel (Ostalpen - Himalaya). - *Newsl. Stratigr.*, **20** (1), 1–6, 1 Abb., Berlin-Stuttgart.

- KRISTAN-TOLLMANN, E. & KRYSSTYN, L. (1975): Die Mikrofauna der Iadisch-karnischen Hallstätter Kalke von Saklibeli (Taurus-Gebirge, Türkei) I. - *Sitzber. österr. Akad. Wiss. math.-natw. Kl.*, **184**, 259–340, 30 Abb., 8 Taf., 1 Tab., Wien.
- MOORE, R. C. & TEICHERT, C. (1978): *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part T, Echinodermata 2*, vol. **2**, T 403–T 812, Abb. 219–548, Boulder/Colorado etc. (Geol. Soc. Amer. etc.).
- MOORE, R. C. & TEICHERT, C. (1978): *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part T, Echinodermata 2*, vol. **3**, T 813–T 1027, Abb. 549–619, Boulder/Colorado etc. (Geol. Soc. Amer. etc.).
- TATZREITER, F. (1981): Ammonitenfauna und Stratigraphie im höheren Nor (Alaun, Trias) der Tethys aufgrund neuer Untersuchungen in Timor. - *Denkschr. österr. Akad. Wiss. math.-natw. Kl.*, **121**, 1–141, 38 Abb., 2 Tab., 20 Taf., Wien.

*Anschrift der Verfasserin:*

*Univ.-Doz. Dr. Edith Kristan-Tollmann, Scheibenbergstr. 53, A-1180 Wien*

eingereicht: 21. März 1990

angenommen: 22. Mai 1990

# Tafelerläuterungen

## Tafel 1

Primibrachialia von *Lanternocrinus lanterna lanterna* KRISTAN-TOLLMANN aus dem Nor und Rhät der Nördlichen Kalkalpen.

- Fig. 1: PBr1 ventral, adult. Aus Mergellage im Pötschenkalk (Obenor, Obersevat) am Übergang zu Zlambachmergeln im Thäleregraben N Lofer, Salzburg, Österreich (Probe S726).
- Fig. 2, 3: juvenile PBr1, ventral, Vergr. 53x. 2b: proximales Ende von unten, Vergr. 142x. Aus Mergellagen im Hallstätter Kalk (Obenor, Obersevat) am Übergang zu Zlambachmergeln, Zwischenkögel W Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich (Probe R230).
- Fig. 4: adultes PBr1, ventral; 4a: Vergr. 50x, 4b: Vergr. 150x. Aus Zlambachmergeln (Rhät) der Roßmoos-Alm NE Bad Goisern, Salzkammergut, Oberösterreich (Probe R330).
- Fig. 5: juveniles PBr1, ventral, Vergr. 50x. Fundort wie Fig. 4.
- Fig. 6: juveniles PBr1, dorsal, Vergr. 80x. Fundort wie Fig. 4.

## Tafel 2

*Nasutocrinus dentatus* n.g.n.sp. aus dem unternorischen (Lac 2) Hallstätter Kalk von Sütçüler, 50 km SE von Egridir, Taurus, Türkei.

Die Maßstabballen entsprechen jeweils 200 µm.

- Fig. 1: PBr1 proximal/ventral schräg gestellt.
- Fig. 2: PA distal.
- Fig. 3: PBr1 von unten.
- Fig. 4: PBr2 (PA) lateral/ventral.
- Fig. 5: Radiale dorsal.
- Fig. 6: Radiale ventral.

## Tafel 3

Isolierte Mikrocrinoiden-Einzelemente aus der Obertrias der Tethys.

- Fig. 1–3: *Nasutocrinus leios* n.g.n.sp.
- Fig. 1: PA, 1a: distal, 1b: ventral, 1c: von innen, distal etwas gekippt.
- Fig. 2: PBr1, 2a: schräg dorsal, der distale Rand ist unten, 2b: von außen.
- Fig. 3: PBr1 von innen.

Alle aus unterkarnischem Hallstätter Kalk von Saklibeli SW Antalya, Taurus, Türkei (Probe 88/115).

- Fig. 4: *Leocrinus gracilis* n.g.n.sp., SBr1 von außen. Aus norischem Hallstätter Kalk (Lage 18, höheres Alaun, Macer-Zone), Bihati bei Baun, Timor, Indonesien.
- Fig. 5–7: *Nasutocrinus dentatus* n.g.n.sp.: juvenile Radialia lateral (Fig. 5), ventral (Fig. 6) und dorsal (Fig. 7). Alle aus Hallstätter Kalk der Berchtesgadener Alpen, BRD, Nördliche Kalkalpen.

## Tafel 4

Mikrocrinoiden-Einzelemente aus der obersten Trias der Tethys.

- Fig. 1, 2, 4, 5: *Leocrinus krystyni* n.g.n.sp.
- Fig. 1: SBr1 ventral.
- Fig. 2: PBr2 (PA) ventral.
- Fig. 4: SBr von innen seitlich.
- Fig. 5: PBr1 dorsal.

Alle aus unternorischem (Lac 2) Hallstätter Kalk von Sütçüler, 50 km SE Egridir, Taurus, Türkei (Su/2b).

- Fig. 3: *Lanternocrinus lanterna lanterna* KRISTAN-TOLLMANN, Radiale von außen. Aus Mergellage im obersevatischen (Obenor) Hallstätter Kalk vom Schneckenkogel ENE Leisling-Alm NE St. Agatha, Salzkammergut, Oberösterreich (Probe R26).
- Fig. 6, 8: *Leocrinus gracilis* n.g.n.sp.
- Fig. 6: PBr1 schräg ventral.

Fig. 8: Radiale von außen.

Beide aus Probe Su/2b wie Fig. 1.

Fig. 7: *Lanternocrinus lanterna foliferus* n.ssp., PBr1 von außen. Mergelprobe S359 aus Lage zwischen Hallstätter Kalk, Oberror, Sevat, vom Steinbergkogel W Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich.

Fig. 9: *Leocrinus undulatus* n.g.n.sp., PBr1 von außen. Fundort wie Fig. 7.

Außer bei Fig. 6 zeigen die Balken jeweils 0.5 mm.

#### Tafel 5

Mikrocrinoiden-Einzelelemente aus der obersten Trias der Tethys.

Fig. 1–3: *Leocrinus gracilis* n.g.n.sp.

Fig. 1: PBr1 schräg von der Seite/ventral (1a) und ventral (1b). Hallstätter Kalk-Block F, Lage 20 - oberes Sevat, Oberror; Bihati bei Baun, Timor, Indonesien.

Fig. 2: Radiale dorsal, stärker angeätzt. Hallstätter Kalk-Block A, Lage 16 - höheres Alaun, mittleres Nor; "unbenannter Seitenbach" des Bihati bei Baun, Timor, Indonesien.

Fig. 3: Radiale von außen. Fundpunkt wie Fig. 1.

Fig. 4, 5: *Leocrinus armatus* n.g.n.sp.

Fig. 4: juveniles Stielstück aus zwei langen, dünnen Columnalia.

Fig. 5: Stielstück mit drei eng nebeneinander platzierten Stacheln, siehe auch Abb. 23 (Fig. 4a, b). Fig. 5a: Seitenansicht; Fig. 5b: Artikulationsfläche des proximalen Trochiten.

Beide aus Mergellage (Probe S359) im oberrorischen (sevatischen) Hallstätter Kalk vom Steinbergkogel W Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich.

Fig. 6: *Lanternocrinus lanterna lanterna* KRISTAN-TOLLMANN, Radiale von außen. Fundpunkt wie Fig. 2, Block A, jedoch Lage 18.

Fig. 7, 8: *Leocrinus undulatus* n.g.n.sp., juvenile Radialia von außen. Fundpunkt wie Fig. 4, 5; Probe S359.

#### Tafel 6

Mikrocrinoiden-Einzelelemente aus der obersten Trias der Tethys.

Fig. 1, 2: *Bihaticrinus manipulus* n.g.n.sp.

Fig. 1: Nodale mit winzigen Cirrhensockeln, von der Breitseite. 1a: typische Artikulationsfläche, 1b: Seitenansicht.

Fig. 2: Internodale von der Breitseite. 2a: ovale Gelenkfläche mit typischer seitlicher Crenulierung, 2b: Seitenansicht.

Beide aus Hallstätter Kalk, Block A, Lage 18 (höheres Alaun, Nor) vom "unbenannten Seitenbach" des Bihati bei Baun, Timor, Indonesien.

Fig. 3, 4: *Leocrinus armatus* n.g.n.sp.

Fig. 3: SBr von der Seite, mit charakteristischen Noppen, abgebrochener Dorn links außen Mitte.

Fig. 4: Stielstück mit je einem abgebrochenen Dorn pro Columnale, fast in gleiche richtung schauend.

Beide aus Mergellage (Probe S359) im oberrorischen (Sevat) Hallstätter Kalk vom Steinbergkogel W Hallstatt, Salzkammergut, Oberösterreich.

Fig. 5: Mikrocrinoide n.g.n.sp., PBr1 von innen. Zlambachmergel (Rhät) der Roßmoos-Alm NE Bad Goisern, Salzkammergut, Oberösterreich (Probe R330).

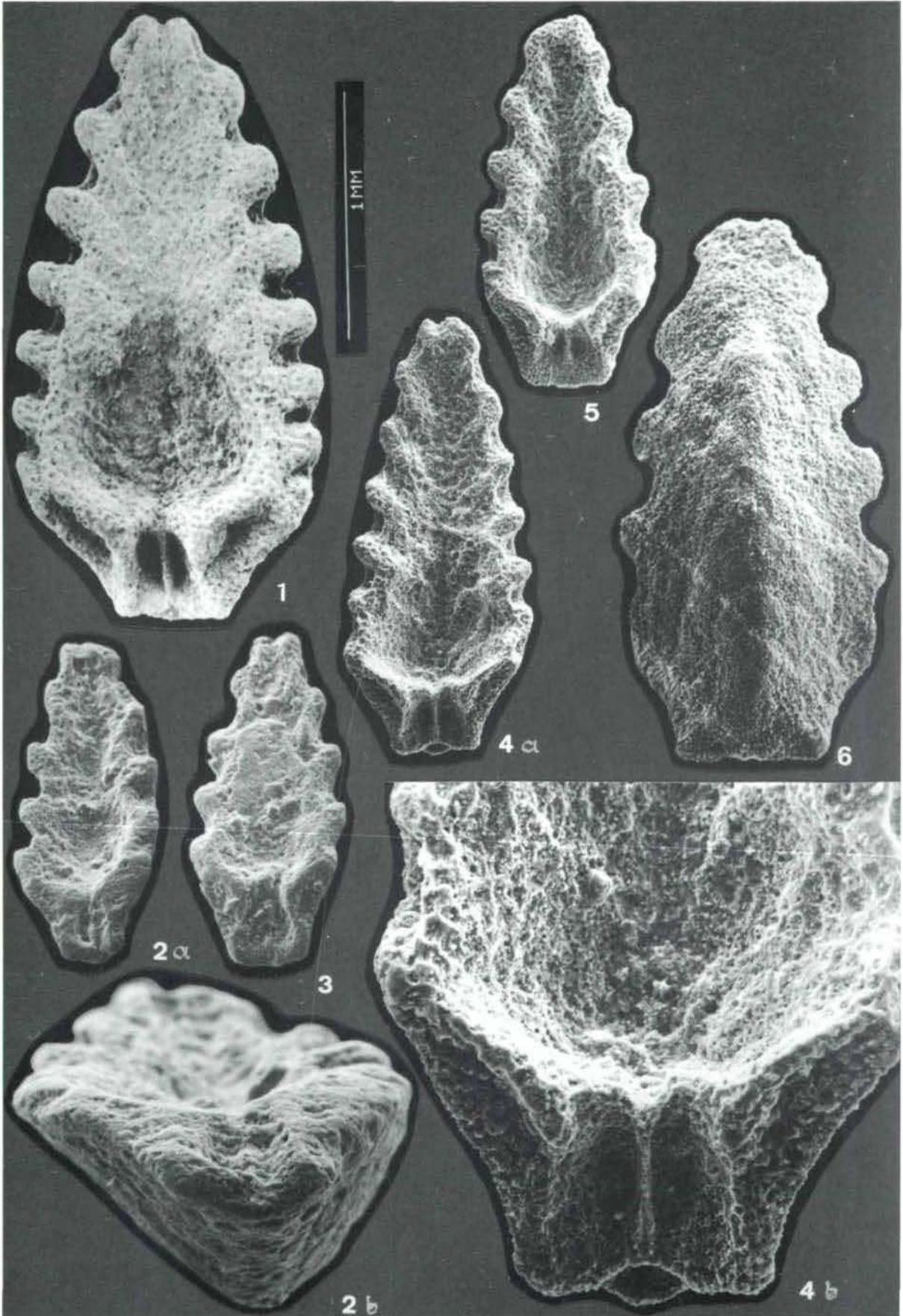
Fig. 6, 7: *Tulipacrinus tulipa* KRISTAN-TOLLMANN

Fig. 6: Nodale von der distalen Seite mit Syzygialfläche. Das gleiche Nodale von der proximalen Seite ist in KRISTAN-TOLLMANN (1980: Taf. 2, Fig. 5) abgebildet.

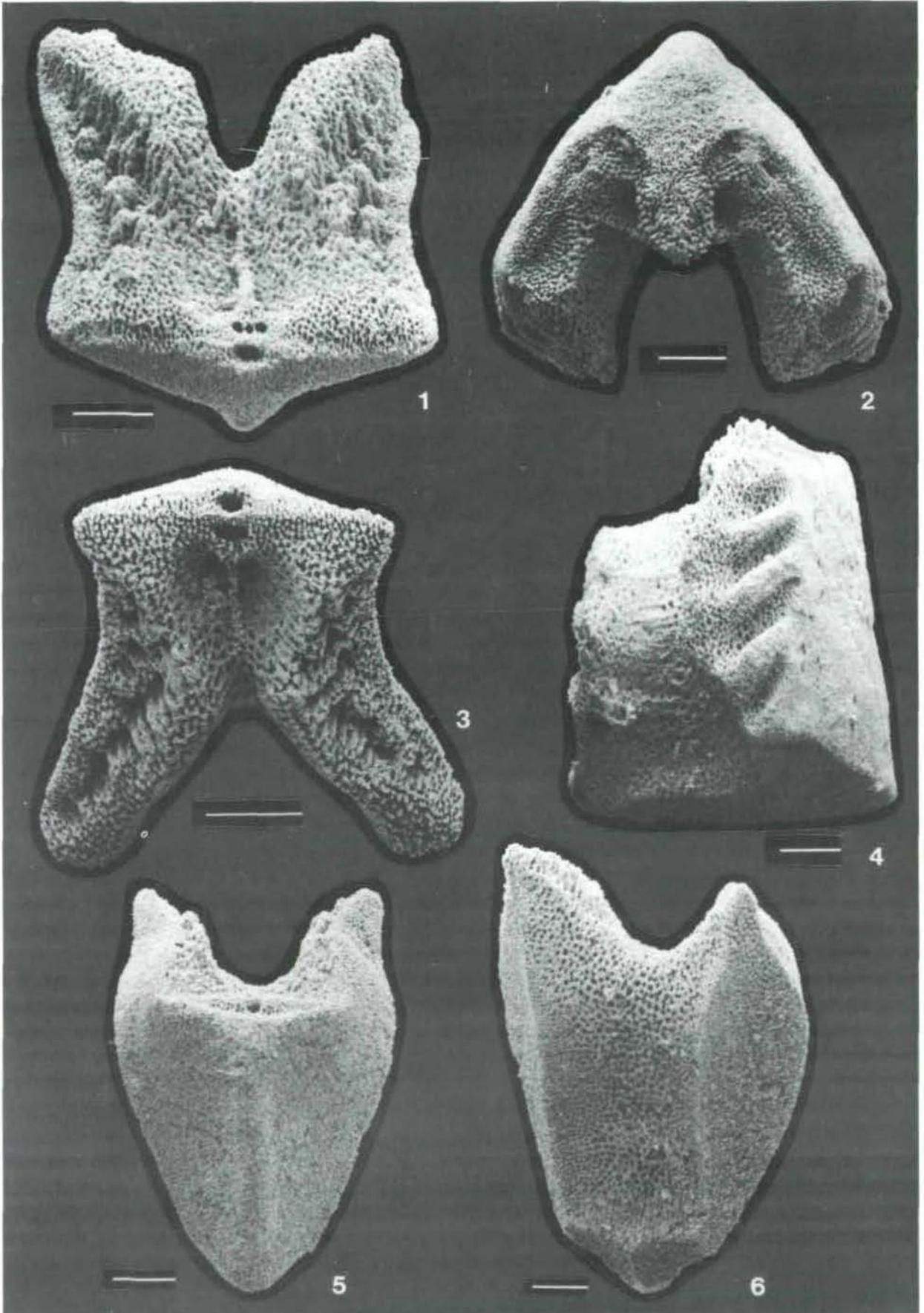
Fig. 7: Nodale von der distalen Seite mit typischer Ausbildung der Syzygialfläche: An den Seiten herausgewölbt, an den Ecken eingesenkt. Von der Proximalseite in KRISTAN-TOLLMANN (1980: Taf. 2, Fig. 2) abgebildet.

Beide aus Cassianer Mergeln (Unterkarn, Cordevol) der Ruones Wiesen SE Corvara, Südtirol, Italien (Probe x21).

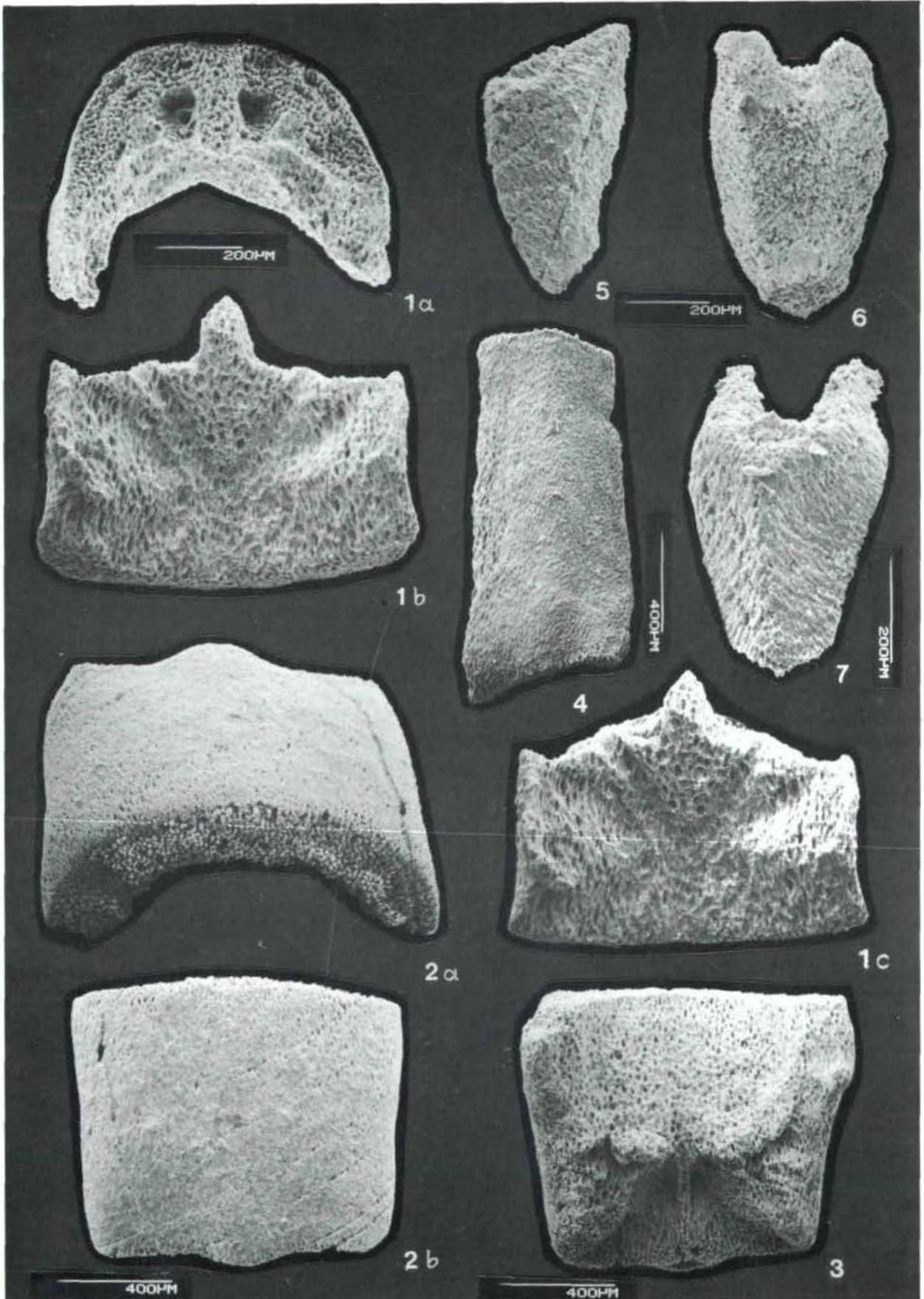
Tafel 1



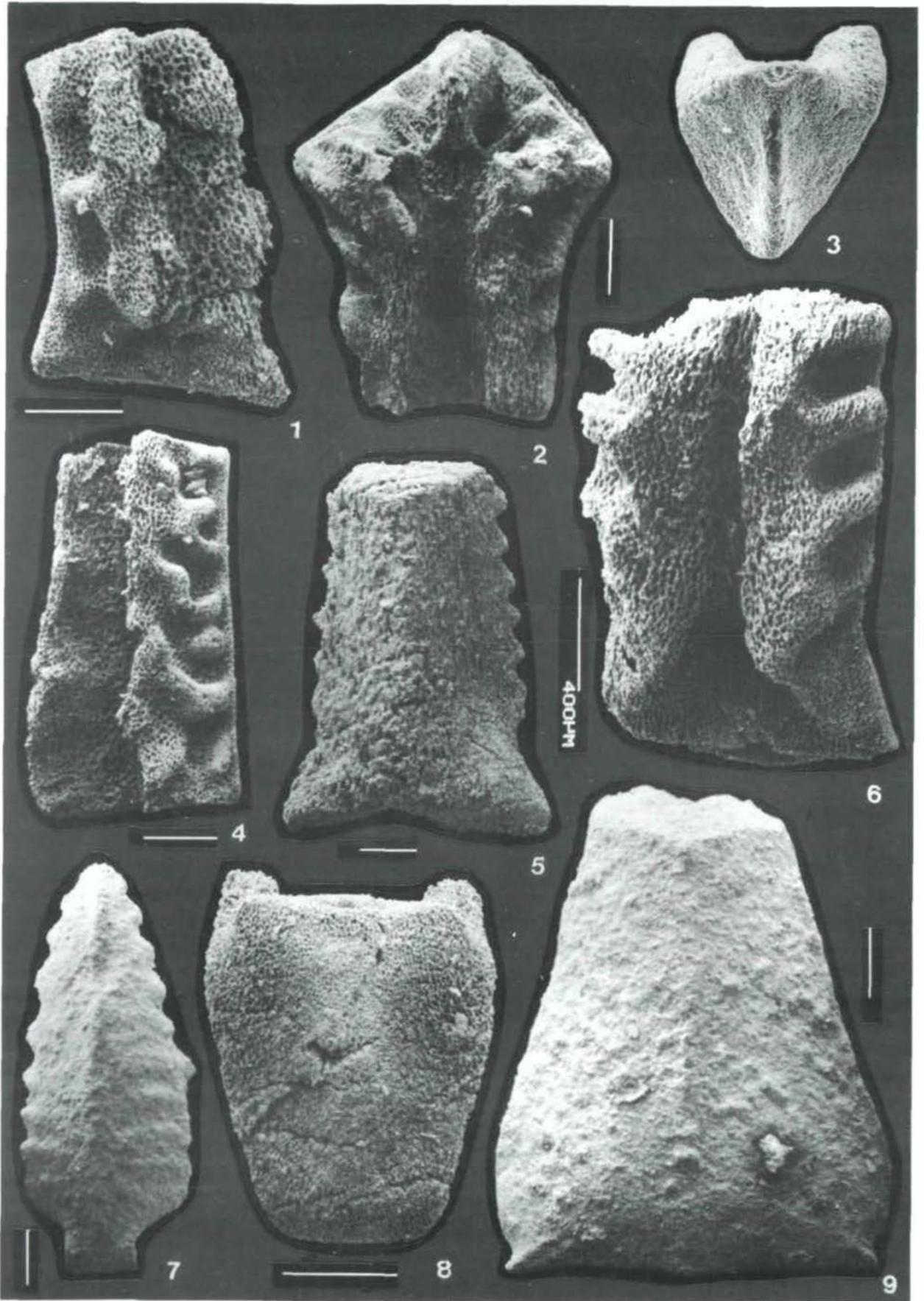
Tafel 2



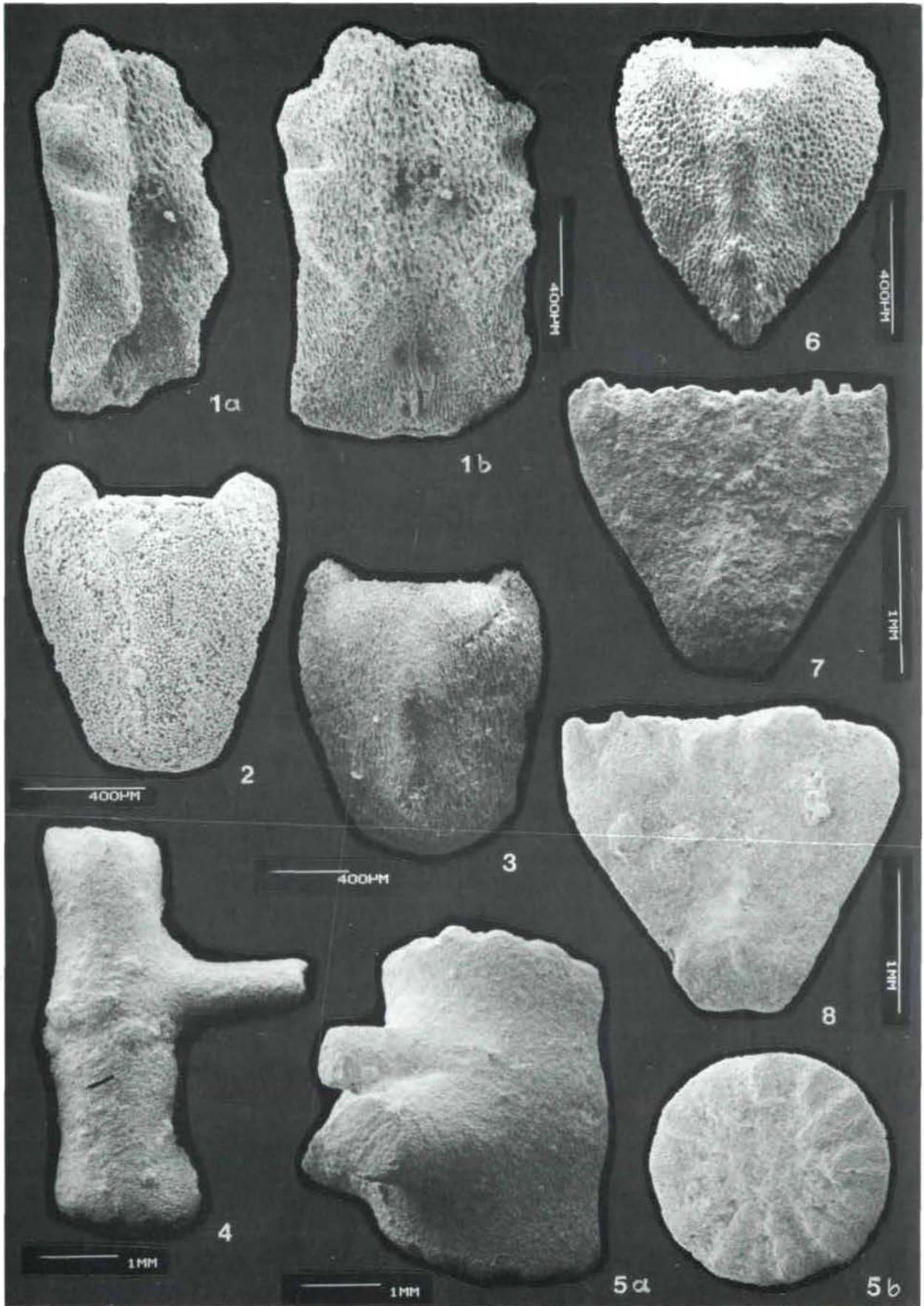
Tafel 3



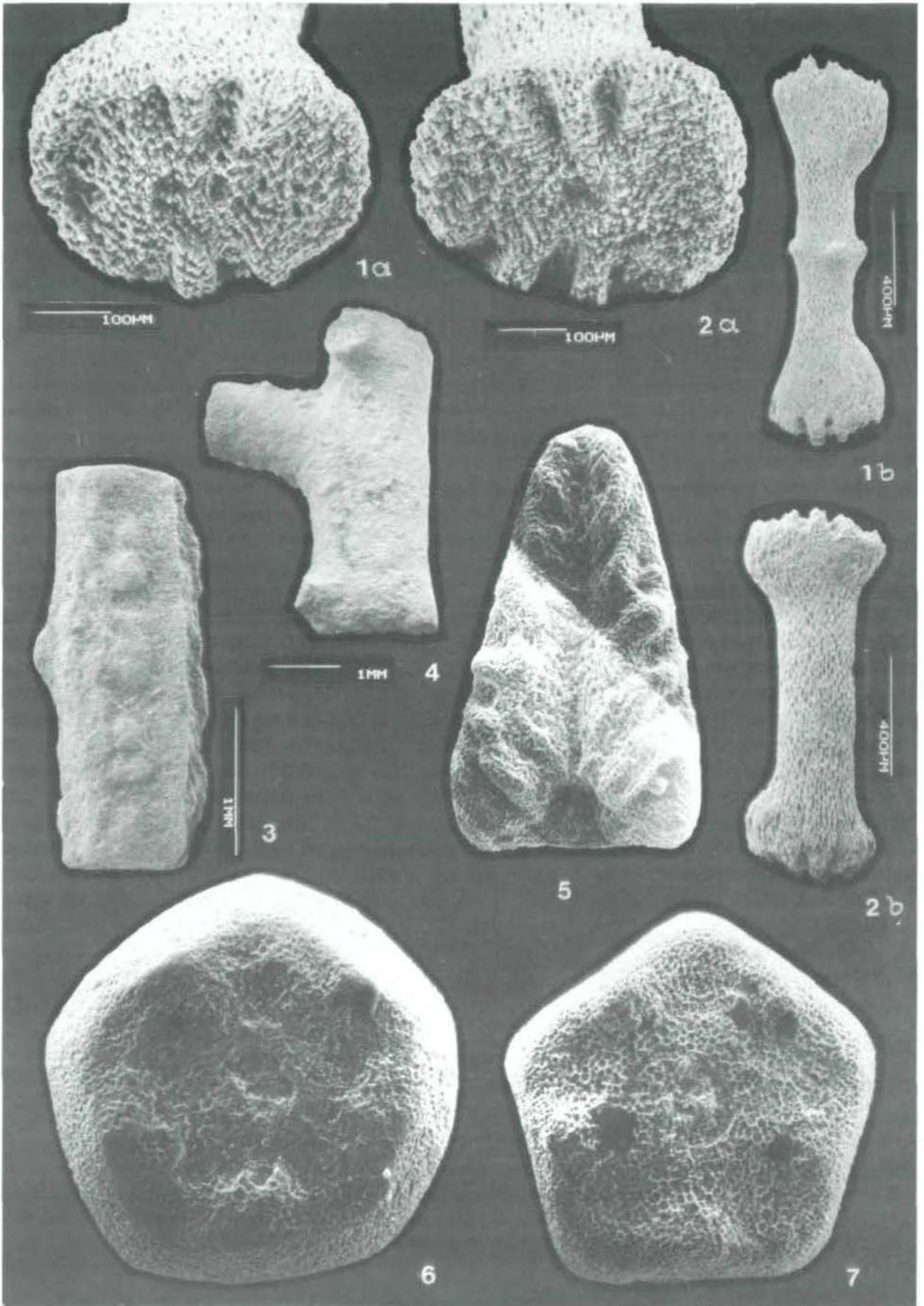
Tafel 4



Tafel 5



Tafel 6



## RUGOSA AUS DEM PERM DES N-KARAKORUM UND DER AGHIL-KETTE

H. W. Flügel, Graz

Mit 2 Abbildungen, 5 Tafeln, 1 Tabelle

**Zusammenfassung:** Dem hohen Artinsk (Chihsia) bis Kungur (Maokou) des N-Karakorum werden *Ufimia hunzensis* n. sp., *Paracania similis* (SCHIND.), *P. sp.*, *Duplocarina* sp., *Petrphyllum hunzaianum* n.g. et n.sp., *P. columnum* n.g. et n.sp., *Yatsengia hangchowensis* (HUANG), *Verbeekiella australis* (BEYRICH), *Euryphyllum* sp., *Lophophyllidium (Lophbillidium) martini* (SCHOUPPÉ & STACUL), *Allotropiochisma* (? *Allotropiochisma*) *biseptata* n.sp., *Amandophyllum* sp. und *Chaetetes* sp. zugeordnet.

Biogeographisch zeigt diese "Lytvolasma"-Fauna Beziehungen zu den älteren permischen Faunen der Lhasa-Platte, den Faunen des Himalaya und von Timor, sowie der Kunlun-Platte. Beziehungen zur *Waagenophyllum*-Fauna des Maokou der Qiangtang- bzw. Lhasa-Platte fehlen.

**Abstract:** From the upper Artinskian and/or lower Kungurian of the Hunza region (Pakistan) and the Shaksgam valley (China) coral faunas with the genera *Ufimia*, *Paracania*, *Duplocarina*, *Yatsengia*, *Verbeekiella*, *Euryphyllum*, *Lophophyllidium (Lophbillidium)*, *Allotropiochisma* (? *A.*) and *Amandophyllum* (?) are described. In addition two species of the new genus *Petrphyllum* are named *P. hunzaianum* and *P. columnum*. *Petrphyllum* is characterized by a fanlike arrangement of their septa of naostyp and a septobasal columella. The genus belongs to the new family Petrphyllidae.

The coral fauna shows very close similarities to the coldwater "Lytvolasma"-fauna of the Lower Permian of the Lhasa and the Kunlun-Terrane and the Permian coral faunas of the Himalaya-Timor zone, but no affinity to the *Waagenophyllum*-fauna of the Maokou of the Qiangtang and Lhasa Terrane of Tibet.

### 1. Einführung

Die Kenntnis permischer Rugosa des N-Karakorum ist gering. Bisher wurde nur von F. SESTINI, 1965, aus einem von A. DESIO, 1954, aufgesammelten Material *Amplexcarinia* sp. (= *Barrandeophyllum* sp. MERLA 1935) beschrieben. Umso wertvoller sind die Aufsammlungen von M. GAETANI im Rahmen der italienischen geologischen Expedition in das obere Hunzagebiet 1986 und der K2-CNR-Expedition 1988 (GAETANI et al., 1988, 1990a, b). Die folgende Beschreibung der Korallenfauna ergänzt von paläontologischer Seite die Publikation FLÜGEL & GAETANI (1990).

### 2. Fundpunkte

Die Fundpunkte liegen teilweise auf unter pakistanischer (KJ, KT), teilweise auf unter chinesischer Verwaltung (KM) stehendem Gebiet (Abb. 1).

Die Aufsammlungen KJ 78, 83–87 stammen aus dem Panjshah Section. Aus dem gleichen Raum stammt KT 8. KT 10 kommt aus dem Gebiet südlich Raminji, KT 3 östlich von Sost. Die Exemplare KM 51 stammen aus dem Porte Urdok des Shaksgam-Tales. Die Geologie behan-

deln die Arbeiten von GAETANI et al. (1990 a, b). Das Material wird an der Universität Milano, Dipart. Sci. Terra, aufbewahrt.

### 3. Systematische Beschreibung

In der Beschreibung wird die von COCKE & HAYSE (1988) vorgeschlagene Septenformel verwendet, die, im Uhrzeigersinn gelesen, von vier Protosepten, und zwar dem Cardinaleseptum (C), Alarseptum (A) und Kontra-(Gegen-)Septum (K) ausgeht. Eine Übertragung in die von SCHINDEWOLF u. a. vorgeschlagene Schreibweise erniedrigt die Zahl der Metasepten um die Gegenseitensepten (CL) beiderseits von K.

Familie: **Plerophyllidae** KOKER, 1924

Subfamilie: Plerophyllinae KOKER, 1924

Genus: *Ufimia* STUCKENBERG, 1985

Bemerkungen: Die Frage der Synonymie von *Ufimia* wird derzeit sehr unterschiedlich beantwortet. HILL (1981) vereinigte die Gattung mit *Rhopalolasma* HUDSON 1936 und ? *Plerophyllum (Meniscopphylloides)* KULLMANN 1966. WEYER (1973) meinte, daß eineder-

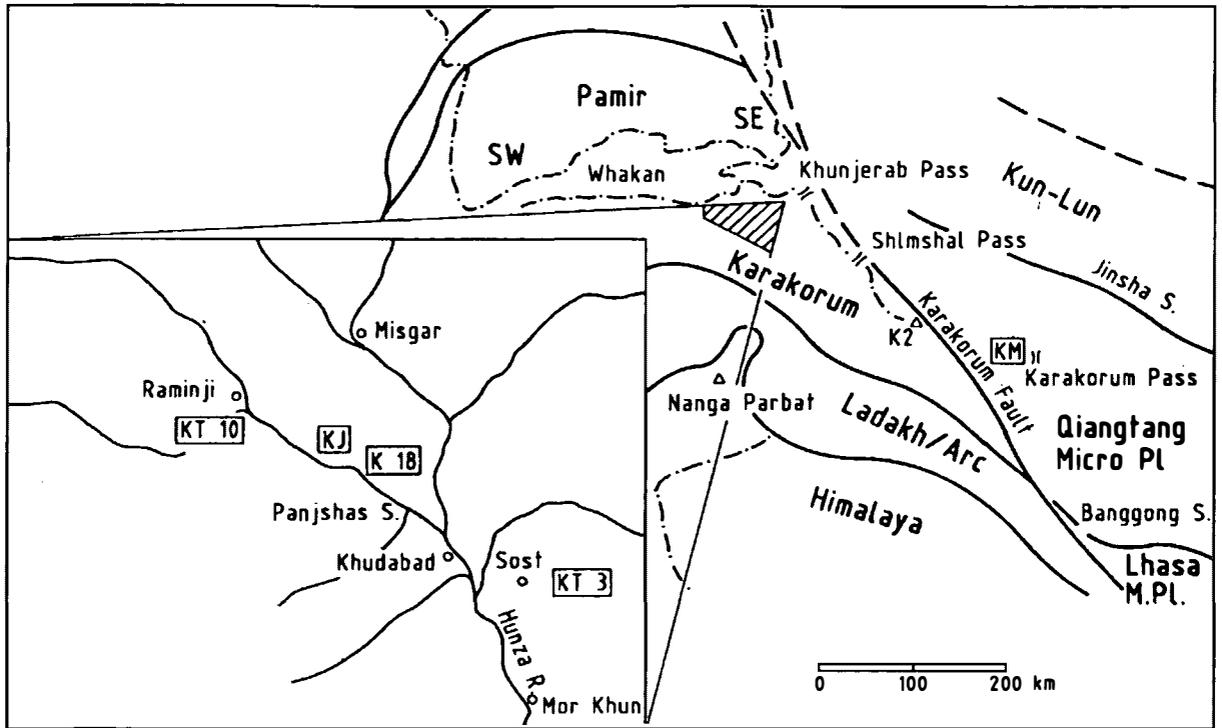


Abb. 1:

Fundgebiete der Proben KM, KT, KJ

artige Vereinigung sich seines "Erachtens vorerst nicht sicher entscheiden läßt". 1972 vereinigte er *Ufimia* mit *Tachylasma*. Er folgte hierbei ILJINA (1965), die auch *Prionophyllum* SCHINDEWOLF 1942 zu diesem Genus stellte. 1984 wurden sämtliche genannte Gattungen von ILJINA *Ufimia* zugeordnet. Das Charakteristikum des Genus ist das kurze Cardinaleptum und die auch im späten Wachstumsstadium mehr oder minder bis in das Polyzentrum reichenden S.1.O. (Septen 1. Ordnung, Großsepten). Die Grenze zwischen *Pentaphyllum* (= *Plerophyllum*) und *Ufimia* ist, wie WEYER & ILJINA (1979) feststellten, nicht sehr scharf und dementsprechend subjektiv.

***Ufimia hunzensis* n.sp.**

Holotypus: KJ 87/1, Oberhunza, Nordkarakorum, Pakistan.

Locus typicus: Panjshah Section.

Stratum typicum: Panjshah-Formation, Miscellina-Cancellina-Zone, Artinsk/Kungur.

Derivatio nominis: Benannt nach der Fundregion Hunza, Nordpakistan.

Diagnose: Art des Genus *Ufimia* mit bis zu neun Septen

in den Kontra-, zwei in den Cardinalquadranten.

Beschreibung: Die Länge des vermutlich konischen, im Gestein eingebetteten Coralliten ist unbekannt. Es liegen drei Folien und ein Dünnschliff in Abständen von ca. 3 mm vor. Sie stammen aus dem Bereich unter dem Kelch. Sie sind leicht elliptisch, wobei die Epithek streckenweise erhalten ist. Die Septenformeln lauten: C2A7K8A2, C2A8K8A2 und C2A8K9A2.

Die Alarsepten sind rhopaloid und reichen bis in das Zentrum. Cardinal- und Kontrasepten sind deutlich kürzer. Ein Charakteristikum ist die Länge der mittleren Septen der beiden Kontraquadranten. Die dem Kontraseptum benachbarten Septen sind länger als dieses. Die S.2.O. (Kurzsepten, Septen 2. Ordnung) sind kräftig und kurz. Die Bodenschnitte zeigen durch ihre Anordnung einen Abfall der Tabulae gegen das Kontraseptum, das bedeutet eine fossulaartige Entwicklung.

Die Feinstruktur der Septen besteht aus einer hellen bzw. dunklen medianen Linie, von der beiderseits Kristalliten ausstrahlen.

Bemerkungen: Die Zuordnung zu *Ufimia* ergibt sich aus der bilateralen Septenanordnung mit Verkürzung des Cardinal- und Kontraseptums, sowie den teilweise bis in

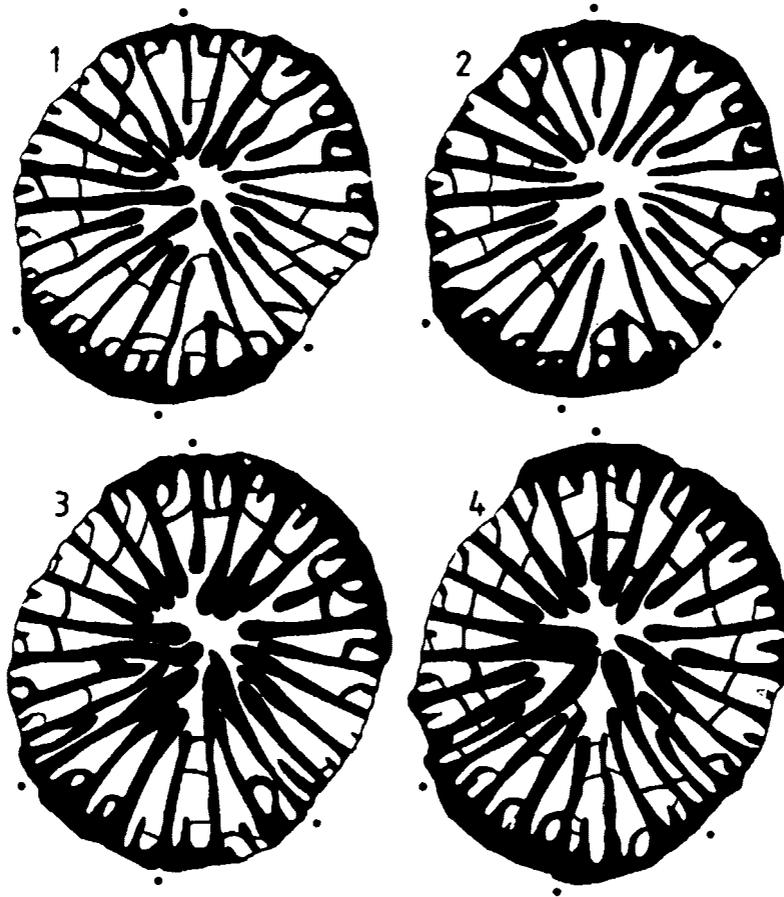


Abb. 2:

*Ufimia hunzensis* n.sp., KJ 87/1, 1–4 Querschliffserie

das Zentrum reichenden rhopaloiden S.I.O. Ein Vergleich mit den bisher diesem Genus zugeordneten Arten zeigt deutliche Unterschiede durch die geringe Zahl an Großsepten in den Cardinal- und ihre sehr hohe Zahl in den Kontraquadranten. Diesem auffallenden Unterschied wird durch die Errichtung einer eigenen Art Rechnung getragen.

Genus: *Paracania* CHI, 1937

Bemerkungen: Der Umfang des Genus entspricht der Definition durch WEYER & ILJINA (1979).

*Paracania similis* (SCHINDEWOLF, 1940)

Taf. 1: Fig. 1, 2

1940 *Pleramplexus similis* n.sp. - SCHINDEWOLF, 401, 9a–c.

1942 *Pleramplexus similis* SCHINDEWOLF - SCHINDEWOLF, 163, Abb. 67a–c, 68a–b, 69a–b, Taf. 28: Fig. 1a–d, 2a–d, 3a–b, 4.

1947 *Pleramplexus similis* SCHINDEWOLF - WANG, 341, Taf. 9: Fig. 1a–b, Abb. 3.

1964 *Pleramplexus similis* SCHINDEWOLF - GRÄF, 410, Abb. 4, 5.

1975 *Pleramplexus similis* SCHINDEWOLF - NIERMANN, 166, Taf. 2: Fig. 18.

1979 *Paracania similis* (SCHINDEWOLF) - WEYER & ILJINA, 133, Abb. 3 (=SCHINDEWOLF, 1940, 1942)

1984 *Paracania similis* (SCHINDEWOLF) - ILJINA, 127, 51a–b.

1987 *Pleramplexus similis* SCHINDEWOLF - ZHAO JIA-MING & ZHOU GUANG-DI, 487, Abb. 1, Taf. 1: Fig. 3a–b, 7.

Material: KJ 78/1, KJ 78/4, KT 8, Panjshah Section, N-Karakorum, Pakistan.

Beschreibung: Es liegen drei ursprünglich bis über 20 mm lange Reste solitärer Coralliten vor. Ihr größter Abschnitt wird vom Kelch eingenommen. Tiefere Quer-

schnitte zeigen ein deutlich pentaphyllides Stadium mit längeren Cardinal- und Alarsepten, sowie verkürztem Kontraseptum, dessen Länge etwa der der Metasepten entspricht. Die Septen beiderseits des Kontraseptums ("Gegenseitensepten") sind gleichfalls lang. Die S.2.O. sind kurz und überragen die Epithek kaum. Bereits 1 mm höher zeigt sich ein deutliches Zurücktreten der Septen mit starker Verkürzung des Cardinalseptums, wobei auch die "Gegenseitensepten" (CL) und Alarsepten nur mehr wenig die Metasepten überragen. Damit ist das Bild der Kelchbasis erreicht. In ihm sind nur mehr randlich 34 x 2 Septen erkennbar. Die Entwicklung von Durchmesser und Septenformel zeigt folgendes Bild:

12.5 mm	C6A7K8A6	(78/4)
15.0 mm	C6A8K7A6	(78/1)
15.5 mm	C6A8K8A6	(78/1)
17.0 mm	C6A8K8A6	(78/1, 78/4)

Bemerkungen: Entsprechend WEYER & ILJINA (1979) ist *Paracania* durch ein *Ufimia*-artiges Jugendstadium und prewiseptalen Altersstadien mit verkürztem C-Septum charakterisiert. Diese Merkmale treffen voll auf vorliegende Exemplare zu. Da tiefere Stadien fehlen, ist die artliche Zuordnung schwierig, jedoch sprechen alle Daten bei Berücksichtigung von Schwankungsbreiten für *Paracania similis* (SCHINDEWOLF).

#### ***Paracania* sp. A.**

Material: KJ 84/2, 84/3, Panjshah Section, N-Karakorum, Pakistan.

Beschreibung: Das pentaphyllide Jugendstadium mit gegenüber C- und A-Septen kürzerem K-Septum ist deutlich entwickelt. Bei einem Durchmesser von 11 mm ist das C-Septum deutlich kürzer als das K-Septum, während die "Gegenseiten"-Septen (CL) noch lang sind. Gleichzeitig sind S.2.O. erkennbar. In der weiteren Folge werden sämtliche Septen mit Ausnahme des kurz bleibenden C-Septums mehr oder weniger gleich lang und ziehen sich vom frei werdenden Axialraum zurück, bis im letzten erkennbaren Wachstumsstadium alle Septen mehr oder minder gleich lang und radiär angeordnet sind. Einen Überblick über die Septenentwicklung in KJ 84/2 gibt folgende Tabelle:

3.0 mm	C1A3K3A1
3.8 mm	C2A3K3A2
6.8 mm	C3A4K4A3
11.0 mm	C3A5K5A3

Der Abstand der Folien schwankt zwischen 5 und 7 mm.

Bemerkungen: Die Entwicklung des C-Septums, welches im Altersstadium deutlich kürzer ist als die übrigen Septen, ordnet die vorliegende Form *Paracania* in der Definition von WEYER & ILJINA (1979) zu. Die meisten

Arten dieses Genus besitzen jedoch bei höherem Durchmesser eine deutlich höhere Septenzahl.

#### ***Paracania* sp. B.**

Material: KM 89/1, KM 89/2, Shaksgam-Tal, N-Karakorum, China.

Beschreibung: Der konische Corallitenrest hatte eine primäre Länge von über 25 mm, wobei die Spitze fehlte. Der tiefste Schnitt zeigt mit Ausnahme von C- und K(?) Septum bis in oder nahe an das Zentrum reichende, z. T. rhopaloid erweiterte S.1.O. S.2.O. fehlen bzw. sind nur örtlich vorhanden. Bei einem Durchmesser von 13.5 mm beträgt die Gesamtzahl der Septen 29. Ein mittlerer Schliff mit einem Durchmesser von 14 mm und gleicher Septenzahl zeigt den beginnenden Rückzug der S.1.O. der K-Quadranten, während die der C-Quadranten noch bis in das Zentrum reichen und hier verschmelzen. Konkave und konvexe Bodenschnitte sind erkennbar. Die C-Fossula um das kurze C-Septum sind deutlich. Zuzufolge der Verkürzung der Septen hat das K-Septum annähernd gleiche Länge wie die benachbarten S.1.O. Der höchste Schnitt mit einem Durchmesser von 16 mm und einer gleichbleibenden Septenzahl zeigt radiär stehende Großsepten um einen breiten septenfreien Axialraum. Die S.2.O. sind als kurze Spitzen vor allem im Bereich der K-Quadranten erkennbar. Das C-Septum ist sehr kurz, das K-Septum entspricht den übrigen Septen. Im Kelchschnitt sind die Septen nur als kurze dreieckige Elemente ausgebildet.

Bemerkungen: Das Fehlen frühontogenetischer Stadien erschwert die Erfassung der Septenzahl innerhalb der Quadranten. Die Existenz einer C-Fossula um ein kurzes C-Septum, sowie das Zurücktreten der Septen in den kelchnahen Bereichen ordnen die Form *Paracania* zu, wobei eine sichere artliche Zuweisung nicht möglich ist.

Familie: **Verbeekiellidae** SCHOUPPÉ & STACUL, 1987

Genus: ***Verbeekiella*** PENECKE, 1908

***Verbeekiella australis*** (BEYRICH, 1865)

Taf. 3: Fig. 2, 3

1865 *Clisiophyllum australe* n.sp. - BEYRICH, 85, Taf. 2: Fig. 8a, b.

1892 *Dibunophyllum australe* BEYRICH - ROTH-PLETZ, 70, Taf. 11: Fig. 7, Taf. 12: Fig. 19, 20a, 24.

1908 *Verbeekiella permica* n.sp. - PENECKE, 657, Abb. 1, 2.

1921 *Dibunophyllum (Verbeekiella) australe forma elongata* - GERTH, 85, Taf. 147: Fig. 15.

1955 *Verbeekiella australis* BEYRICH - SCHOUPPÉ & STACUL, 143, Taf. 7: Fig. 1-3, Abb. 1a-d.

1984 *Verbeekiella australis* (BEYRICH) - LIN, Taf. 5: Fig. 2-3.

1986 *Verbeekiella australis* (BEYRICH) - FEDOROWSKI, Taf. 3: Fig. 4.

Material: KM 51/2, 51/5, 51/8, Shaksgam-Formation, Porte Urdok Section, N-Karakorum, China.

Beschreibung: Die vorliegenden Exemplare zeigen bei einem Durchmesser von 12 mm und einem Columella-Durchmesser von 3.0–3.4 mm 17 bis 20 Großsepten. Kleinsepten sind nicht erkennbar, was der Definition des Genus durch SCHOUPE & STACUL (1955) entspricht. Die solitären, kegelförmigen, am Apex leicht gekrümmten Formen erreichen eine Länge von über 25 mm, wobei die Außenseite der Epithek Rugae zeigt.

Bemerkungen: Durchmesser, Septenzahl und Erscheinungsbild entsprechen völlig der aus dem Basleo von Timor, bzw. von Tibet beschriebenen Art. FEDOROWSKI (1986) diskutierte das Genus, wobei er darauf hinwies, daß vor allem die Ausbildung der Axialstruktur ein charakteristisches Merkmal ist. Im Gegensatz zu *Wannerophyllum* entsteht sie durch eine Aufsplitterung der ersten primären Lamellen, wodurch ein Zusammenhang mit den Septen fehlt. Im Gegensatz dazu entwickelt sich bei *Wannerophyllum* die Axialstruktur durch Trennung aus den Septen. Die vorliegende Form entspricht der verbeekielliden Entwicklung.

Familie: **Yatsengiidae** HILL, 1956

Bemerkungen: Die von HILL (1981) als Subfamilie der Lithostrotionidae aufgestellte Gruppe wird entsprechend FLÜGEL (1964) als eine eigene Familie betrachtet. Die Gründe zur systematischen Trennung liegen in erster Linie im Aufbau der Columella aus basalen und septalen Elementen, die zum Teil an die Columella der Waagenophyllidae erinnert, ohne jedoch deren dichtes Gefüge zu erreichen.

Genus: *Yatsengia* HUANG in YOH & HUANG 1932

*Yatsengia hangchowensis* HUANG, 1932

Taf. 4: Fig. 1, 2

1932 *Yatsengia hangchowensis* n.sp. - HUANG, 32, Taf. 9: Fig. 3a–c.

1964 *Yatsengia hangchowensis* HUANG - GRÄF, 390.

1966 *Yatsengia hangchowensis* HUANG - PYZHJANOV, 283, Taf. 6: Fig. 4a, b, c.

1972 *Yatsengia hangchowensis* HUANG - FLÜGEL, 83, Taf. 3: Fig. 3.

1981 *Yatsengia hangchowensis* HUANG - YU, LIN & HUANG, Taf. 2: Fig. 2, Fig. 3a, b.

Material: KT 3, E von Sost, N-Karakorum, Pakistan.

Beschreibung: Die zylindrischen Coralliten des über 10 cm großen Stockes haben einen Durchmesser zwischen 4 mm im Bereich der Lateralknospe und maximal 9 mm. Der Durchmesser der Columella liegt zwischen 1.0

und 2.8 mm, wobei keine Beziehung mit dem Gesamtdurchmesser feststellbar ist. Die Zahl der Septen beträgt 17 bis 23 x 2, wobei die S.1.O. bis knapp an die Columella reichen, die S.2.O. im Dissepimentarium verbleiben. Die Columella ist schlecht gebaut. Sie besteht aus unregelmäßigen Tabulae und vereinzelt Septenenden. Das Dissepimentarium wird meist aus zwei Blasenreihen gebildet. Seine Breite liegt zwischen 1.5 und 2 mm. Die Dicke der Epithek liegt unter 1 mm. Die Tabulae sind meist vollkommen und horizontal bzw. leicht schräg zur Achse ansteigend. Ihre Zahl auf 10 mm liegt bei 18.

Bemerkungen: Form und Abmessungen entsprechen bei Berücksichtigung einer Variationsbreite den in der Literatur zu findenden Angaben. Der relativ große Durchmesser zusammen mit der Septenzahl sind charakteristische Merkmale. Eine ähnliche Form beschrieben KATO & EZAKI (1986) als *Yatsengia* sp. B. aus der *Neoschwagerina*-Zone Malaysias. Die von WILSON (1982) aus Amerika beschriebenen Arten mit ähnlich großem Durchmesser und entsprechender Septenzahl dürften nicht *Yatsengia* zuzurechnen sein. *Yatsengia hangchowensis* wurde bisher aus China, dem Pamir, Zentral-Jilin und Iran beschrieben. Entsprechend dem Alter dieser Funde dürfte das Exemplar aus dem N-Karakorum hochunter- bis mittelpermisches Alter haben. Faunistisch entspricht *Yatsengia* als Stockkoralle nicht der übrigen Fauna, die durchwegs aus solitären Formen besteht. In diesem Zusammenhang sei darauf verwiesen, daß *Yatsengia* ein Element des Qiangtang-Terranes ist, während *Verbeekiella*, *Ufimia* etc. für die Himalaya-Lhasa-Region charakteristisch sind (SMITH & XU JUNTAO, 1988).

Familie: **Hapsiphyllidae** GRABAU 1928

Subfamilie: Hapsiphyllinae GRABAU 1928

Genus: *Euryphyllum* HILL, 1938

*Euryphyllum* sp.

Taf. 3: Fig. 1

Material: KM 89/5, Shaksgam Tal, N-Karakorum, China.

Beschreibung: Der solitäre, konische, leicht gekrümmte Corallit hat eine Länge von über 20 mm. Der tiefere der beiden Querschliffe besitzt bei einem Durchmesser von 12 mm 32 asymmetrisch und federförmig angeordnete, keilförmige, bis in das Zentrum reichende Großsepten. S.2.O. fehlen. Die Septenformel lautet: C5A9K9A5. Das C-Septum ist verkürzt und liegt in einer fossulaartigen Ausnehmung. Das K-Septum ist etwas kürzer als die benachbarten Septen. Die Interseptalräume sind schmal und lassen dementsprechend nur vereinzelt Bodenschnitte erkennen. Die keilförmigen Septen werden durch eine dunkle Mittellinie charakterisiert.

Eine etwa 8 mm höhere Folie zeigt bei einem Durchmesser von 15.5 mm einen ähnlichen Bau. Von den 32 Septen sind die 19 Septen der Kontraquadranten deutlich verdickt, die S.1.O. der Cardinalquadranten werden durch breite Interseptalräume voneinander getrennt. In diesen treten kurze S.2.O. auf. Die Bodenschnitte sind gerade. Bemerkungen: Die Anordnung der Großsepten, das im tiefsten Schnitt deutlich erkennbare verkürzte und in einer fossulaartigen Ausnehmung liegende C-Septum, sowie die Septenstruktur ermöglichen eine Zuordnung zu *Euryphyllum*, ohne daß eine nähere Bestimmung möglich wäre. Das Genus wurde bisher aus dem Perm von Timor, Australien, N.S.W., Cambodga, des Kashmir (KATO, 1976), Szechuan, Tibet (?) beschrieben.

Genus: *Allotropiochisma* FEDOROWSKI, 1982

Subgenus: *Allotropiochisma* (*Allotropiochisma*) FEDOROWSKI 1982

*Allotropiochisma* (?*Allotropiochisma*) *biseptata* n.sp.

Taf. 1: Fig. 5, 6; Taf. 2: Fig. 1–4

Holotypus: KM 86/1.

Locus typicus: Straphar Glacier Section, N-Karakorum, China.

Stratum typicum: Shaksgam Formation, unteres Maokou (?).

Paratypen: KM 86/2, KM 86/3, KM 86/5, KM 86/6, KM 86/10, KM 86/13, KM 86/14, KM 86/15, KM 86/15a.

Derivatio nominis: biseptatum (lat.): Nach den beiden langen S.2.O. neben dem Kontraseptum.

Diagnose: Art des Genus (Subgenus ?) *Allotropiochisma* (?*Allotropiochisma*), charakterisiert durch zwei lange S.2.O. beiderseits des Kontraseptums.

Beschreibung: Die solitären konischen, bisweilen leicht gekrümmten Coralliten zeigen ein sich rasch verkürzendes Cardinalseptum in einer bis in den Axialraum reichenden Cardinalfossula, ein relativ langes und gleichfalls bis in den Axialraum reichendes Kontraseptum, beiderseits begrenzt von auffallenden langen S.2.O. Die übrigen S.2.O. sind kurz und zeigen bisweilen deutliche biforme Reduktion bzw. die Ausbildung biformer Tabulae, Dissepimente fehlen. Die S.1.O. reichen in den frühen Wachstumsstadien bis in den axialen Raum und sind hier durch eine Stereocolumella verknüpft. Im ephebischen Stadium werden sie frei und bilden im Kelch nur mehr kurze Leisten. Bis in diese Position können die beiderseits des Kontraseptums entwickelten großen S.2.O. durch ihre Länge deutlich von den übrigen S.2.O. unterschieden werden. Die Septen sind in den höheren Lagen radiär, in den tieferen Lagen asymmetrisch, wobei die Septen der Kontraquadranten breiter als die der Cardinalquadranten sind.

Die Tabulae sind tischförmig, wobei ihr axialer Teil mehr oder minder horizontal bis leicht eingedellt ist. Die Septenanordnung zeigt folgende Übersicht:

	mm	Septenformel
86/3	10, 12, 13	C4A9K9A4
86/13	11, 5	C4A8K8A3
86/1	12	C3A9K8A4
	14, 4	C5A9K9A4
	17	C5A9K10A4
86/10	17, 19	C5A10K10A5
86/15	20	C5A11K10A4
	20	C5A12K11A4

Bemerkungen: Die Zuordnung zu *Allotropiochisma* ist durch das Fehlen eines Dissepimentariums, die Entwicklung eines langen Kontraseptums mit rascher Verkürzung des Cardinalseptums, eine Cardinalfossula, die Exzentrizität durch Überwiegen der Septen in den Kontraquadranten, die Entwicklung biformer Kleinsepten bzw. eines biformen Tabulariums, die radiäre Symmetrie, den freien Axialraum in den höheren Wachstumsstadien noch unterhalb des Kelchs, sowie die Ausbildung einer Stereocolumella in frühen Wachstumsstadien gesichert. Trotzdem ergibt sich eine gewisse Schwierigkeit gegenüber der Abgrenzung zu *Allotropiochisma* (*Alligia*) FEDOROWSKI 1987, nachdem die Typusart dieses Subgenus gleichfalls durch auffallend lange S.2.O. beiderseits des Gegenseptums charakterisiert ist (FEDOROWSKI, 1987: Fig. 3: Abb. 3, Fig. 2: Abb. 1b). Das Genus wurde bisher aus dem Perm von Grönland, von Texas und von Timor (?) bekannt.

Familie: **Durhaminidae** MINATO & KATO, 1965

Genus: *Amandophyllum* HERITSCH 1941

*Amandophyllum* (?) sp.

Taf. 3: Fig. 5

Material: KM 86/8, 11, 12, Staphar Glacier Section, N-Karakorum, China.

Beschreibung: Die drei zylindrischen Coralliten mit einer maximalen Länge von über 25 mm erreichen einen Durchmesser zwischen 10 und 11.5 mm. Die Zahl der Septen liegt zwischen 18 und 19 x 2, wobei die S.1.O. das etwa 1.5 bis 1.8 mm breite Dissepimentarium nur wenig überragen. Innerhalb dieses sind die Septen etwas dünner als im Bereich des Tabulariums, in dem die S.1.O. keilförmig sind, wobei ihre periphere Breite etwa 0.3 mm beträgt. Ihr dünnes Ende reicht bis an die locker gebaute Columella. Diese ist unregelmäßig. Eine Medianlamelle ist kaum ausgebildet. Der Durchmesser der Columella beträgt 2 bis 3 mm.

Im Längsschliff besteht das Dissepimentarium aus ein bis zwei Blasenreihen, unvollkommenen und vollkommenen leicht ansteigenden Tabulae, sowie einer Columel-

la, die deutlich vom Tabularium abgesetzt ist. Sie besteht aus schräg aufsteigenden Tabellae, sowie vertikalen Elementen.

Bemerkungen: Wie häufig bei zylindrischen Corallitenresten deren Anfangsstadien fehlen, ist auch hier die Frage, ob es sich um solitäre Formen oder um Reste fasci-clater Stöcke handelt, unsicher. Der Aufbau entspricht dem der Genera der Familie Durhaminidae. Vor allem mit *Amandophyllum* HERITSCH 1941 und *Eoheritschoides* STEVENS 1967 sind Ähnlichkeiten gegeben. Letzgenanntes Genus zeigt ein deutlich reduziertes C-Septum, was bei vorliegendem Material nicht beobachtet werden konnte. Dementsprechend wurden die Exemplare *Amandophyllum* mit einiger Unsicherheit zugeordnet.

Familie: **Asserculiniidae** FEDOROWSKI, 1986

Subfamilie: Duplocariniidae FEDOROWSKI, 1986

Genus: **Duplocarinia** FEDOROWSKI, 1986

**Duplocarinia** sp.

Taf. 3: Fig. 4

Material: KJ 86/1, Panjshah Section, N-Karakorum, Pakistan.

Beschreibung: Es liegen mir vier Folien, sowie ein Querschliff vor. Der Durchmesser beträgt im Kelchbereich 10.5 mm. Die Septen reichen hier bis 2/3 der Länge des Radius, wobei die S.2.O. nur vereinzelt erkennbar sind. Die Epithek hat eine breite bis nahezu 1 mm. Der tiefere Schnitt mit einem Durchmesser von 10 mm zeigt gleichfalls eine sehr dicke Epithek, sowie bis in das Zentrum reichende S.1.O., an die sich dünne, bis über die Hälfte der S.1.O. lang werdende S.2.O. anliegen. Die Septenzahl beträgt 20 x 2. Die Septen zeigen zum Teil sehr deutlich Carinae. Die Tabulaeschnitte sind - soweit erkennbar - gegen den Axialraum gewölbt, wobei nicht erkennbar ist, ob biforme Tabulae vorhanden sind.

Bemerkungen: Trotz des schlechten Erhaltungszustandes ist die Zuordnung zu *Duplocarinia* zufolge der langen, sich axial treffenden S.1.O., der gleichfalls langen und sich an erstere anliegenden S.2.O. und der Existenz von Carinae gesichert. Die Gattung wurde bisher nur aus dem Basleo von Timor beschrieben. Eine artliche Zuordnung ist nicht möglich.

Familie: **Lophophyllidiidae** MOORE & JEFFORDS, 1945

Genus: **Lophophyllum** GRABAU, 1928

Subgenus: *Lophophyllum* (*Lophbillidium*) FEDOROWSKI, 1986

**Lophophyllum** (*Lophbillidium*) *martini* (SCHOUPE & STACUL, 1955)

Taf. 3: Fig. 6, 7

1955 *Lophophyllum martini* n.sp. - SCHOUPE & STACUL, 178, Taf. 8: Fig. 43, 44.

1986 *Lophophyllum* (*Lophbillidium*) *martini* SCHOUPE & STACUL - FEDOROWSKI, Textfig. 17: 2a-i, 3a-e.

Material: KM 51/1, 51/3, 51/4, 51/6, Shaksgam Tal, Parte Urdok Section, N-Karakorum, China.

Beschreibung: Die solitären, kegelförmigen, leicht gekrümmten Coralliten erreichen eine Länge von nahezu 3 cm. Die Abmessungen zeigen folgende Zusammenstellung:

	Durchmesser	Columella	Septen
51/3	11.5	19	24 x 2
51/4	68-85	12-14	21 x 2
	12	2-27	22 x 2
51/6	85	12	21 x 2

Das K-Septum zeigt auch in den tiefsten Schnittlagen eine rhopaloid axiale Verdickung zu einer Columella, an deren Aufbau neben K-Septum axiale abgeschnürte Septenenden teilhaben. Das C-Septum ist kürzer und dünner. Auffallend ist in den tieferen Schnittlagen die laterale Verknüpfung der S.2.O. mit den S.1.O. in Position 1 (WEYER, 1972). Erst in den höchsten Lagen werden die Kurzsepten frei und ragen als spitze, kurze Dornen in das Lumen vor.

Bemerkungen: Die Position der Kurzsepten und die bisweilen erkennbaren konkaven biformen Tabulae in Position 1 sind Merkmale des von FEDOROWSKI (1986) aufgestellten Subgenus *Lophbillidium*, wobei in den benachbarten Großsepten gute Übereinstimmung mit der von SCHOUPE & STACUL aus dem Basleo von Timor beschriebenen Art herrscht. Nach LIN (1984) tritt die Art auch im Perm von Tibet auf.

Familie: **Petrphyllidae** n.fam.

Typus: *Petrphyllum* n.g.

Definition: Solitäre Rugosa mit fächerförmiger, zonarer Gliederung naosartiger Septen und septobasaler Columella. Cardinalfossula vorhanden oder fehlend. Bisher nur aus dem Perm des N-Karakorum bekannt.

Bemerkungen: Die neue Familie weicht in der Anordnung und im Aufbau der Septen von allen bisher beschriebenen Rugosa so stark ab, daß die Aufstellung einer neuen Familie notwendig erscheint.

Genus: **Petrphyllum** n.g.

Typus: *P. columnum* n.g. et sp.

Derivatio nominis: Petra: weiblicher Vorname.

Diagnose: Entsprechend der Familie.

Bemerkungen: Das Auftreten von zwei unterschiedlichen Arten deutet an, daß es sich hier um eine für diesen

Raum charakteristische Gruppe handeln dürfte. Im Aufbau der Columella und der Septen zeigen sich Ähnlichkeiten mit *Thomasiphyllum* MINATO & KATO aus dem Unterperm von Asien und Nordafrika, jedoch zeigt diese Gattung nicht den charakteristischen zonaren Bau der Cardinal- und Kontraquadranten von *Petrphyllum* und das zumindest in jüngeren Wachstumsstadien lange Cardinalseptum, welches in einer Fossula liegen kann.

***Petrphyllum columnum*** n.g. et n.sp.

Taf. 2: Fig. 5, Taf. 4: Fig. 3–5

Holotypus: KM 86/9

Locus typicus: Shaksgam-Tal, N-Karakorum, China.

Stratum typicum: untere Maokou-Stufe (?).

Derivatio nominis: columnum (lat.): Säule, nach dem charakteristischen Säulchen.

Diagnose: Art des Genus *Petrphyllum*. Bei einem Durchmesser von 35 mm mit 33 Septen, die bis in den axialen Raum reichen. Die Gesamtseptenzahl beträgt in den "Cardinal-Quadranten" 52, in den Kontraquadranten 42. Beschreibung: Der obere Querschnitt des niedrigen, breitkonischen Coralliten hat einen Durchmesser von 35 mm, wovon 14 mm auf die magniale Randzone und 3 x 2 mm auf die septobasale Columella entfallen. Der Aufbau der Cardinal-Quadranten und der Kontra-Quadranten ist unterschiedlich. Die ersteren bestehen aus einer keilförmigen Mittelzone, deren 12 unterschiedlich lange Septen die freie Axialzone nicht erreichen. Das C-Septum ist in dieser kelchnahen Position nicht mehr erkennbar, wohl jedoch 20 mm tiefer. Seitlich wird dieser mediane Keil von zwei Zonen aus 11 x 2 Septen begrenzt, von denen nur die S.1.O. bis in die axiale Zone nahe der Columella reichen.

Auch die Kontra-Quadranten zeigen eine Gliederung in drei Zonen. Die mittlere besteht aus 11 x 2 Septen und entspricht in ihrem Aufbau den beiden Randzonen der C-Quadranten. Seitwärts dieser Mittelzone liegen zwei Zonen, die durch eine deutliche Verkürzung ihrer 10 Septen gegen den Rand zu auffallen, wobei die meisten Septen bis an die äußersten Großsepten der C-Quadranten reichen.

Die Columella besteht in Fortsetzung der cardinalen Mittelzone aus einer medianen Lamelle, einigen Radiärlamellen und Tabulaeschnitten. Die schmalen Interseptalräume gliedern sich im Querschliff in eine adaxiale Zone, die durch mehr oder minder gerade Bodenschnitte charakterisiert ist, und eine breitere abaxiale Zone aus unregelmäßigen Längsblasen, die örtlich beiderseits der Septen entwickelt sind, wobei in dieser Zone Tabulae selten sind.

Die Septen bestehen aus ineinander geschachtelten, langgezogenen bis runden bogenförmigen Elementen, wozu knoten- und pfeilartige, kammförmige Querelemen-

te treten. In Verknüpfung mit dem Längsschliff zeigt sich, daß dieser periphere Septenabschnitt naosartig aus Hohlelementen aufgebaut wird. Erst im adaxialen Teil werden die Septen innerhalb des Tabulariums massiv. Dazu kommen sekundäre Verdickungen der Skeletteile, die den netz- und wabenartigen Aufbau der Septen verstärken.

Eine 20 mm tiefer liegende Folie hat einen Durchmesser von 18.5 mm, bei einem Columelladurchmesser von 2.5 x 2 mm und einer tabulaefreien axialen Zone von 8.5 mm. Der Aufbau entspricht dem des oberen Querschliffes. Die Quadranten zeigen in ihren Randzonen 9 bzw. 7 bis in den axialen Bereich gehende S.1.O., wozu noch S.2.O. kommen, während der Mittelabschnitt aus etwa 15 unterschiedlich langen Septen besteht. Auffallend ist, daß eines dieser Septen den Mittelteil teilt und bis nahe an die Columella reicht, was darauf schließen läßt, daß dieses im jugendlichen Stadium mit dem C-Septum in Verbindung steht. Die Kontraquadranten umfassen insgesamt 38 Septen, wobei jedoch nur 9 bis in den axialen Raum reichen, während die seitlichen, kürzer werdend, sich an die beiden randlichen Großsepten der C-Quadranten legen.

Die Columella besteht aus Tabellae, Radiärelementen und einer medianen Platte. Der Aufbau der Septen entspricht dem des oberen Querschnittes.

Entsprechend dem Querschnitt zeigt auch der Längsschliff den Aufbau der Septen aus übereinander reitenden rund- oder spitzförmigen Blasen, beiderseits zapfenförmiger medianer Balken, die untereinander nicht zusammenhängen, sondern jeweils auf dem vorhergehenden Spitzbogen aufsitzen bzw. vom nächsten überwölbt werden. Die Interseptalräume werden von teilweise tief herabhängenden Böden gebildet. Zufolge der Schnittlage wird durch den Längsschliff ein Septum randlich parallel angeschnitten. Auch dieser Teil zeigt einen Aufbau aus einer Mittelzone, von der beiderseits vertikale kurze Balken ausgehen.

Bemerkungen: Die vorgenommene Trennung im Cardinal- und Kontraquadranten ergibt sich aus dem Vergleich mit *P. hunzaianum*, welches auch eine Cardinalfossula zeigt, die bei *P. columnum* nicht beobachtet werden konnte. Der Aufbau und die Anordnung der Septen weicht sehr deutlich von allen mit bekannten Rugosa ab.

***Petrphyllum hunzaianum*** n.g. et n.sp.

Taf. 5: Fig. 1–4

Holotypus: KT 10, ein in einem dunkelgrauen Biomikrit eingeschlossener Corallit.

Locus typicus: Lupghar-Tal, N-Karakorum, Pakistan.

Stratum typicum: unteres Mittelperm.

Derivatio nominis: benannt nach der Hunza-Region im N-Karakorum.

Definition: Art des Genus *Petrphyllum* mit einer Gesamtseptenzahl von 123 und gut entwickelter Cardinalfossula.

Beschreibung: Form und Länge des solitären Coralliten sind unbekannt. Der kürzeste Durchmesser des schrägen Querschliffes beträgt 25 mm, der Durchmesser der durch ein verdicktes Medianseptum in Verlängerung des Cardinalseptums geteilten Columella 5 mm. Sie besteht aus zahlreichen bogenförmigen Tabellaeschnitten und Septalamellen, die das Medianseptum nicht erreichen.

Das Cardinalseptum teilt eine durch ihre größere Breite der Interseptalräume charakterisierte Cardinalfossula. Die Septen der Cardinalquadranten lassen drei Zonen erkennen. In der Medianzone beiderseits der Cardinalcolumella erreichen die neun gegen das Cardinalseptum zu kürzer werdenden Septen die Axialzone nicht. Seitwärts dieser keilartigen Zone finden sich zwei Zonen mit jeweils 11 x 2 Septen, von denen die S.1.O. bis nahe an die Columella reichen, während die S.2.O. an der Grenze des Tabulariums enden.

Die Kontraquadranten werden von 67 Septen gebildet, wovon 24 x 2 eine mittlere Zone bilden, in der die S.1.O. bis nahe an die Columella reichen, während in den beiden Randzonen mit 7 bzw. 12 Septen sich diese an die beiden begrenzenden S.1.O. der Cardinalquadranten anlegen, wobei sie randlich zunehmend kürzer werden.

Das 6 bis 7 mm breite Dissepimentarium besteht aus kleinen schräg liegenden Blasen, die unregelmäßig angeordnet sind. Die Septen entsprechen in ihrem Aufbau dem Naostypus von *P. columnum*, wobei peripher teilweise eine völlige Auflösung der Septen in ein Blasengewebe erkennbar wird.

Bemerkungen: Die Form entspricht in ihrem Aufbau weitgehend *P. columnum*, hat jedoch eine deutliche Cardinalfossula um ein langes Cardinalseptum, welches eine mediane dreieckige Zone teilt, in der die Septen nicht bis in den axialen Bereich liegen. Dies entspricht dem Bild von *P. columnum*, wobei bei diesem ein C-Septum nur in frühen Stadien deutlich hervortritt.

#### 4. Biostratigraphie und Biogeographie

Die bearbeiteten Faunen stammen aus der Panjshah-Formation der Hunza-Region (KJ, KT) und der Shaksgam-Formation des Shaksgamtales (KM). Ersteres wird als Teil der Karakorum-Platte, letzteres möglicherweise der Qiangtang-Mikroplatte betrachtet (GAETANI et al., 1990a, b). Beide Fundräume werden durch die Karakorum Fault voneinander getrennt. Wie Tabelle 1 zeigt, ist die Zusammensetzung beider Faunen trotz einiger gemeinsamer Elemente nicht ident.

Tabelle 1: Faunenliste der Permkorallen des N-Karakorum (\* nicht beschrieben)

#### Hunza-Region

KT 3	<i>Yatsengia hangchowensis</i> (HUANG)
KT 8	<i>Paracania similis</i> (SCHINDEWOLF)
KT 10	<i>Petrphyllum hunzaianum</i> n.g. et n.sp.
KJ 78/1,4	<i>Paracania similis</i> (SCHINDEWOLF)
KJ 78/5	<i>Paracania</i> sp.*
KJ 83/1-5	<i>Paracania</i> sp.*
KJ 84/3	<i>Paracania</i> sp.A.
KJ 85/1	<i>Paracania</i> sp.*
KJ 85/2	<i>Chaetetes</i> sp.*
KJ 86/1	<i>Duplocarina</i> sp.
KJ 87/1	<i>Ufimia hunzensis</i> n.sp.

#### Shaksgam-Tal

KM 51/1,3,4,6	<i>Lophophyllidium (Lophbillidium) martini</i> (SCHOUPPE & STACUL)
KM 51/8,5,2	<i>Verbeekiella australis</i> (BEYRICH)
KM 86/1,2,3,5,6,10,13,14,15,15A	<i>Allotropiochisma (Allotropiochisma) bisepitata</i> n.sp.
KM 86/8,11,12	<i>Amandophyllum</i> (?) sp.
KM 86/9	<i>Petrphyllum columnum</i> n.g. et n.sp.
KM 89/1,2	<i>Paracania</i> sp.B.
KM 89/5	<i>Euryphyllum</i> sp.

In der Korallenfauna des Hunza-Gebietes sind *Paracania similis* und *Yatsengia hangchowensis* von stratigraphischer Aussagekraft. Erstere Art wurde bisher aus dem Basleo von Timor, im Bergland Abadeh, wo die Form aufgrund des Auftretens im Basleo von GRÄF (1964) dem Oberperm zugerechnet wurde, sowie von ZHAO & ZHOU (1987) aus dem höheren Unterperm der östlichen Kunlun-Platte beschrieben. Die zweitgenannte Art wurde aus dem Chihsia-Kalk von Chekiang, dem Safetdara des Pamir, der vermutlich oberes Chihsia ist (PYZHANOV, 1966), der Jamal-Formation Ostirans, die mit dem Darwasian verglichen wurde (FLÜGEL, 1972), sowie dem Unterperm von Jilin beschrieben. Entsprechend dieser Verbreitung könnten die Fundschichten unter der Voraussetzung, daß es sich nicht um mehrere Horizonte handelt, in das höhere Chihsia (Artinsk) bis tiefere Maokou (Kungur) gehören.

Das Alter der Shaksgam-Fauna wird durch *Verbeekiella australis* und *Lophophyllidium (Lophbillidium) martini* bestimmt. Erstgenannte Form tritt im Bitauuni und Basleo von Timor, sowie nach LIN (1984) in der Langco-Formation südlich der Zangbo-Sutur auf, die mit dem Maokou bzw. dem Basleo verglichen wurde, während L.

(*L.*) *martini* bisher nur aus dem Basleo Timors bekannt wurde. Diese Angaben zeigen, daß der Altersunterschied beider Faunen nicht sehr groß sein dürfte, wofür auch das Auftreten der neuen Gattung *Petraphyllum* in beiden Vorkommen ein Indiz ist. Nach den Korallenfaunen könnte die zweitgenannte Fauna etwas jünger sein als die des Hunza-Gebietes, jedoch ist dies nicht gesichert.

Obgleich ein Vergleich zeigt, daß von den zehn beschriebenen Genera in beiden Regionen nur zwei gemeinsam sind, müssen beide einer Faunenprovinz zugeordnet werden, die durch das Fehlen waagenophyllider Rugosa, insbesondere der diese Warmwasserfauna charakterisierenden Stockkorallen, und das Auftreten von kleinen solitären Formen charakterisiert wird. In der chinesischen Literatur wird seit WU WANG SHIH (1975) diese Faunenprovinz als *Lytvolasma*-Fauna bezeichnet. Sie charakterisiert das Artinsk (Chihsia) der Lhasa-Platte, die Himalayazone südlich der Zangbo-Sutur, das allochthone Perm von Timor, sowie das Unterperm der Kunlun-Platte. Die Zuordnung der Korallenfaunen des Nord-Karakorums, insbesondere der Shaksgam-Formation, zu dieser Kaltwasserprovinz wirft biogeographisch-tektonische Probleme auf. Leider ist die Korallenfauna dieser Platte noch schlecht bekannt. SMITH & XU JUNTAO (1988) versuchten durch einen Faunenvergleich der Himalaya-Lhasa-Qiangtang-Kunlun-Qilian-Platte ihre Beziehungen vom frühen Karbon bis zur mittleren Trias zu klären. Für das Perm kamen sie zur Vorstellung, daß bis zur Maokou-Stufe enge Beziehungen zwischen den Korallenfaunen des Himalaya und des Lhasa-Terranes einerseits, des Qiangtang- und Kunlun-Terranes andererseits existierten, während ab dem Maokou das Lhasa-Qiangtang-Terrane durch eine waagenophyllide Fauna charakterisiert ist, südlich der Zangbo-Sutur dagegen die *Lytvolasma*-Fauna auch zu dieser Zeit Kaltwasserbedingungen anzeigt (LIN, 1984). Das Auftreten einer *Lytvolasma*-Fauna in der Shaksgam-Formation der westlichen Qiangtang-Platte paßt schlecht in dieses Bild. Eine Denkmöglichkeit wäre, daß die Fauna der Shaksgam-Formation älter ist, als angenommen wurde, und noch der Chihsia-Stufe zuzuordnen ist. Dies würde jedoch bedeuten, nachdem zu dieser Zeit auch die Kunlun-Fauna einen Kaltwasserbereich anzeigt, daß bis an die Basis des Maokou der gesamte Raum nördlich des Himalaya noch dem gondwanischen Nordschelf zuzurechnen wäre.

## Dank

Für die Überlassung des Materials bin ich Herrn Prof. Dr. Maurizio Gaetani, Milano, zu Dank verpflichtet. Die Bearbeitung erfolgte im Rahmen des Projektes P 7004 des FWF ("Paläobiogeographie paläozoischer Korallen"). Die

Schreibarbeiten wurden von Frau A. Krieger, die Fotoarbeiten von Herrn E. Kober ausgeführt. Die Anfertigung der Folien und Dünnschliffe oblag Herrn J. Frühwirt.

## Literatur

- BEYRICH, E. (1865): Über eine Kohlenkalkfauna von Timor. - Abh. k. Akad. Wiss., Berlin, 61–98, Berlin.
- COCKE, J.M. & K. HAYSE (1988): Methods for determining septal formulae in solitary rugosa. - Jour. Paleont., **62**, 144–145, Tulsa.
- FEDOROWSKI, J. (1982): Some rugose corals from the Upper Permian of East Greenland. - Rapp. Grønlands geol. Unders., **108**, 71–91, Kopenhagen.
- FEDOROWSKI, J. (1986): Permian rugose corals from Timor (Remarks on SCHOUPPE & STACUL's collections and publications from 1955 and 1959). - Palaeontographica, **191**, 173–226, Stuttgart.
- FEDOROWSKI, J. (1987): Upper Palaeozoic rugose corals from southwestern Texas and adjacent areas: Gaptank Formation and Wolfcampian corals. - Paleont. Polonica, **48**, 1–271, Warschau.
- FLÜGEL, H. (1964): The geology of the upper Djadjerud and Lar valleys (N-Iran). II. Paleontology: Permian corals from Ruteh Limestone. - Riv. Ital. Paleont., **70**, 403–444, Milano.
- FLÜGEL, H.W. (1972): Die paläozoischen Korallenfaunen Ost-Irans. 2. Rugosa und Tabulata der Jamal-Formation (Darwasian ?, Perm). - Jb. Geol. B.-A., **115**, 49–102, Wien.
- FLÜGEL, H.W. & M. GAETANI (in Druck): Permian rugosa from Northern Karakorum and Aghil Ranges. - Riv. Ital. Paleont., Milano.
- GAETANI, M., GARZANTI, E., JADOUL, F., NICORA, A., TINTORI, A., PASINI, M. & S.A.K. KANWAR (1990a): The N-Karakorum side of the Central Asia geopuzzle. - GSA Bull., in Druck.
- GAETANI, M., GOSSO, G. & U. POGNANTE (1988): K2-CNR Expedition - 1988 Geological Party Preliminary Report. - 1–24 (MS).
- GAETANI, M., GOSSO, G. & U. POGNANTE (1990b): A geological transect from Kun Lun to Karakorum (Sinkiang, China): the western termination of the Tibetan Plateau. Preliminary Note. - TERRA Nova, in Druck.
- GERTH, H. (1921): Die Anthozoen der Dyas von Timor. - In: WANNER, J.: Paläontologie von Timor, **16**, 67–147, Stuttgart.
- GRÄF, W. (1964): Permische Korallen aus dem Zagros-Gebirge, dem Elburz und aus Azerbeidjan, Iran. - Senck. leth., **45**, 381–432, Frankfurt.
- HILL, D. (1981): Coelenterata (Part F), Suppl. 1: Rugosa and Tabulata. - In: TEICHERT, C. (ed.): Treatise on Invertebrate Paleontology, vol. 1, 2, F 762, Boulder.
- HUANG, T.K. (1932): Permian corals of southern China. - Palaeontologia Sinica, **8**, 1–163, Peiping.
- ILJINA, T.G. (1984): Istorisheskoe Rezwitie Korallov. - Trudy Akad. Nauk, **198**, 1–184, Moskau.

- KATO, M. (1976): A Permian rugose coral, *Euryphyllum* from Kashmir. - Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., (IV), **17**, 357–364, Hokkaido.
- LIN, B. (1984): Les strates du Permien inferieur et la faune corallienne de part et d'autre du Yarlung Zangbo dans la région centre-sud du Tibet. - In: MERCIER, J. & LIGASENGCEN: Mission Franco-Chinoise au Tibet 1980. - 1984, 77–107, CNRS, Paris.
- MERLA, G. (1935): Osservazioni preliminari sul Permiano della Valle Shaksgam (Caracorum). - Boll. Soc. Geol. Ital., **54**, 153–159, Roma.
- NIERMANN, H.T. (1975): Polycollidae aus dem Oberperm von Basleo auf Timor. - Münster. Forsch. Geol. Paläont., **37**, 131–225, Münster.
- PENECKE, K.A. (1908): Über eine neue Korallengattung aus der Permformation von Timor. - Jb. Mijnw. nederl. Oost-Indie, **37**, 657–659, Gravenhage.
- PENECKE, K.A. (1908): *Verbeekiella*, nom. nov. - Z. deutsch. geol. Ges., **60**, Mber. 7, 187, Berlin.
- PYZHANOV, I.V. (1966): Einige charakteristische Rugosa aus den unterpermischen Schichten des West-Pamir. - Paleont. Strat., **2**, 265–297, Nedra.
- ROTHPLETZ, A. (1892): Die Perm-, Trias- und Juraformation auf Timor und Rotti im indischen Archipel. - Palaeontographica, **39**, 57–106, Stuttgart.
- SCHINDEWOLF, O.H. (1940): "Konvergenzen" bei Korallen und bei Ammoniten. - Fortschr. Geol. u. Palaeont., **12**, **41**, 389–492, Berlin.
- SCHINDEWOLF, O.H. (1942): Zur Kenntnis der Polycolliden und Plerophyllen - Eine Studie über den Bau der "Tetrakorallen" und ihre Beziehungen zu den Madreporarien. - Reichsamt f. Bodenforsch., **4**, 1–324, Berlin.
- SCHOUPPE, A. & P. STACUL (1955): Die Genera *Verbeekiella* PENECKE, *Timorphyllum* GERTH, *Wannerophyllum* n.gen., *Lophophyllidium* GRAUBAU aus dem Perm von Timor. - Palaeontographica, Suppl. **IV**, 5, 95–196, Stuttgart.
- SESTINI, N.F. (1965): Permian fossils of the Shaksgam valley. - Sci. Rep. Ital. Exp. Karakorum, **4**, 149–215, Leiden.
- SMITH, A.B. & X. JUNTAO (1988): Palaeontology of the 1985 Tibet Geotraverse, Lhasa to Golmud. - Phil. Trans. R. Soc. London, **A327**, 53–105, London.
- WANG, H.C. (1947): Notes on some Permian rugose corals from Timor. - Geol. Mag., **84**, 334–344, Hertford.
- WEYER, D. (1972): Zur Morphologie der Rugosa (Pterocorallia). - Geologie, **21**, 709–738, Berlin.
- WEYER, D. (1973): Über *Rhopalolasma* HUDSON, 1936 (Anthozoa, Rugosa, Karbon). - Paläont. Abh., **A**, **4**, 675–681, Berlin.
- WEYER, D. & T.G. ILJINA (1979): Die permischen Rugosa-Genera *Pleramplexus* und *Pentamplexus*. - Z. geol. Wiss., **7**, 1315–1341, Berlin.
- WILSON, E.L. (1982): Wolfcampian rugose and tabulate corals (Coelenterata: Anthozoa) from the Lower Permian Macloud Limestone of northern California. - Contr. Sci. Nat. Hist. Mus., **337**, 90 S., Los Angeles.
- WU WANG SHI (1975): Die Korallen der Jomo Lungma Region. - Rep. Sci. Exp. Mt. Jomo Lungma Region (1966–1968), Paleontology, **1**, 83–128 (chinesisch).
- YU, LIN & HUANG (1981): Early Permian corals from central Jilin. - Acta Palaeont. Sinica, **20**, 273–285, Peking.
- ZHAO, J. & G. ZHOU (1987): Discovery of *Lytvolasma*-fauna from western section of Eastern Kunlun Mountains. - Acta Palaeont. Sinica, **26**, 487–491, Peking.

*Anschrift des Verfassers:*

*Univ.-Prof. Dr. Helmut W. Flügel, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Graz, Heinrichstr. 26, A-8010 Graz*

eingereicht: 15. Mai 1990

angenommen: 5. Juni 1990

# Tafelerläuterungen

## Tafel 1

Fig. 1,2: *Paracania similis* (SCHINDEWOLF, 1940), KJ 78/4, Querschliff

Fig. 3,4: *Paracania* sp. B., KM 89/2

Fig. 5,6: *Allotropiochisma* (? *Allotropiochisma*) *biseptata* n.sp., KM 86/1

## Tafel 2

Fig. 1–4: *Allotropiochisma* (? *Allotropiochisma*) *biseptata* n.sp., KM 86/1

Fig. 5: *Petrphyllum columnum* n.g. et n.sp., KM 86/9, Längsschliff

## Tafel 3

Fig. 1: *Euryphyllum* sp., KM 89/5

Fig. 2,3: *Verbeekiella australis* (BEYRICH, 1865), KM 51/5 (2), KM 51/8 (3)

Fig. 4: *Duplocarina* sp., KJ 86/1

Fig. 5: *Amandophyllum* (?) sp., KM 86/8

Fig. 6,7: *Lophophyllidium* (*Lophbillidium*) *martini* (SCHOUPPÉ & STACUL, 1965), KM 51/4 (6), KM 51/6 (7)

## Tafel 4

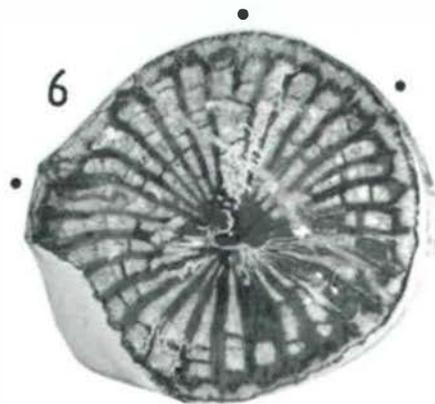
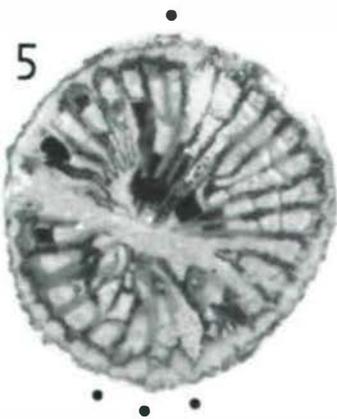
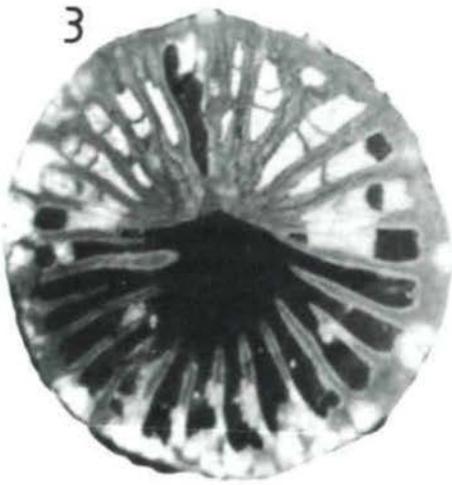
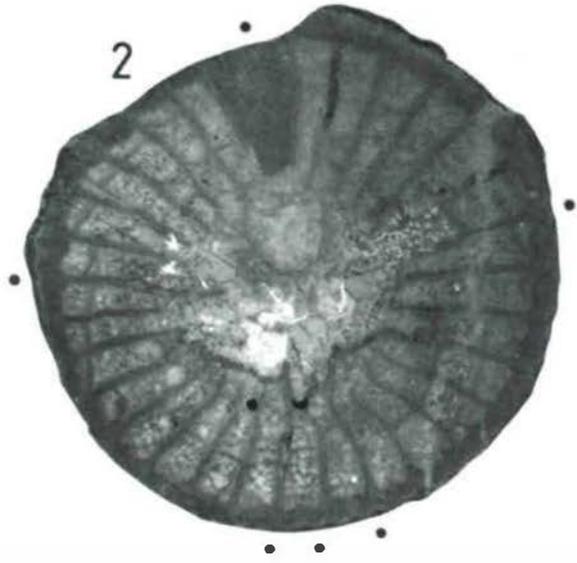
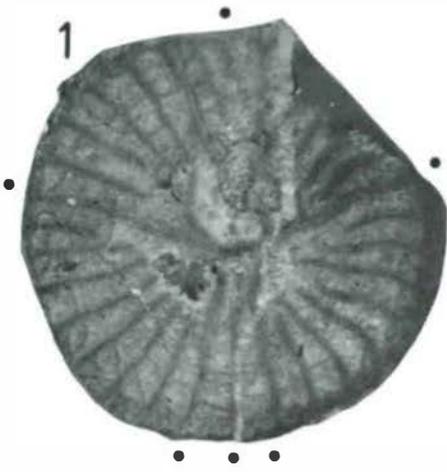
Fig. 1,2: *Yatsengia hangchowensis* HUANG, 1932, KT 3, 1 Längsschliff, 2 Querschliffe

Fig. 3–5: *Petrphyllum columnum* n.g. et n.sp., KM 86/9; 3: Querschliff; 4: Ausschnitte Querschliff, Grenze Cardinal-Kontraquadrant; 5: Septen

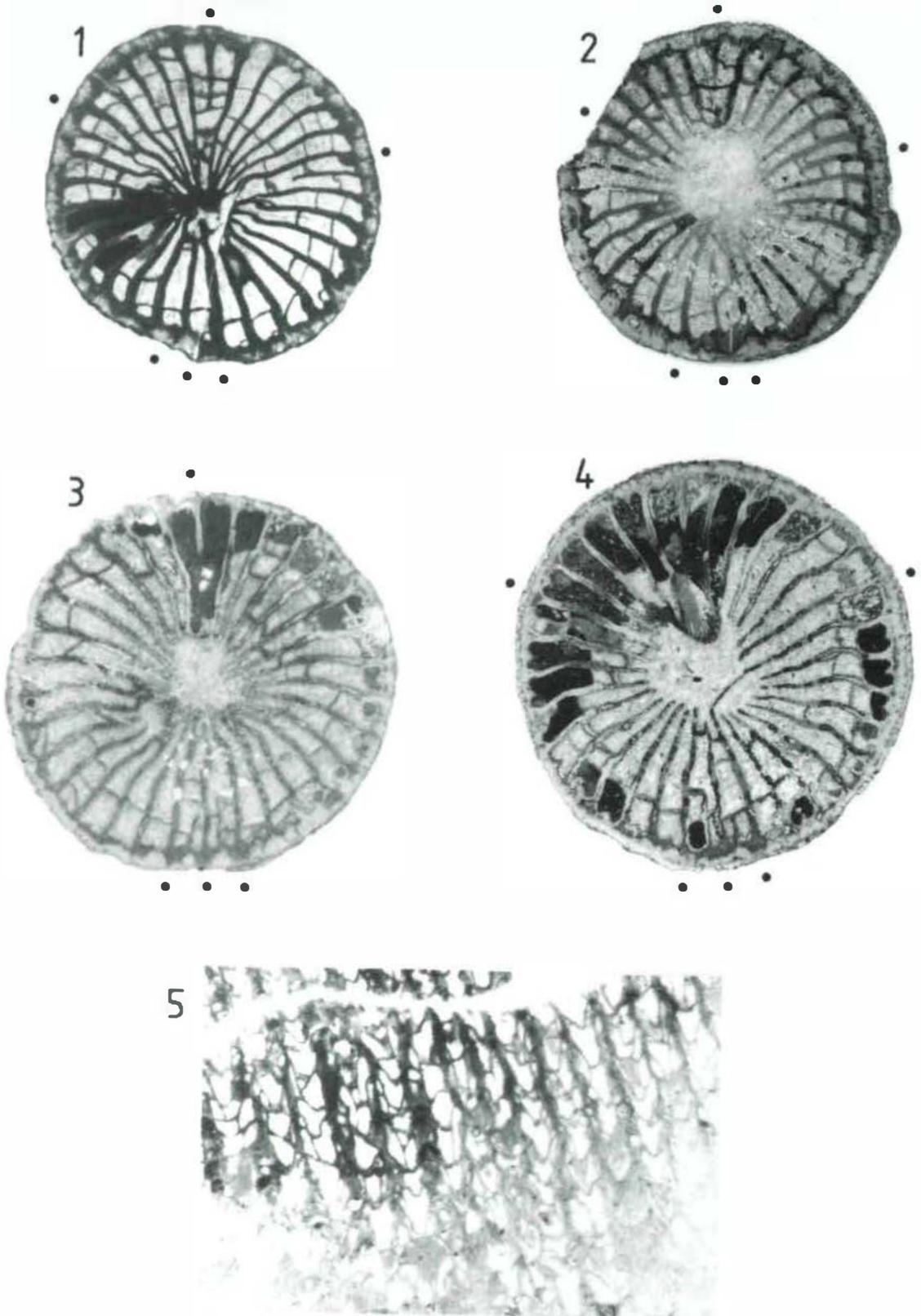
## Tafel 5

Fig. 1–4: *Petrphyllum hunzaianum* n.g. et n.sp., KT 10; 1: Längsschliff; 2: Querschliff Fossula; 3: Querschliffe; 4: Querschliff Columella

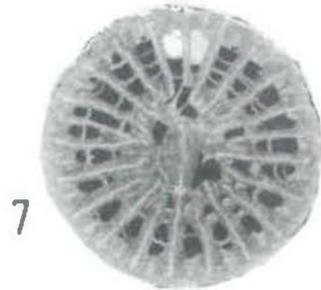
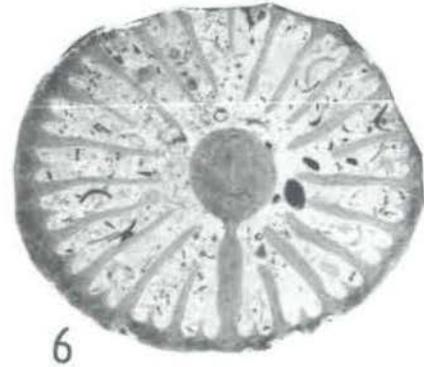
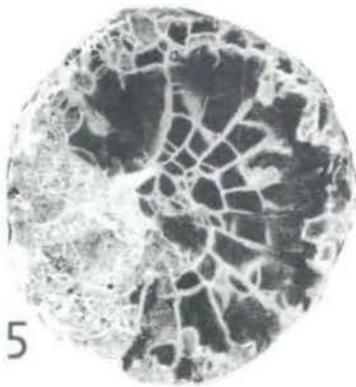
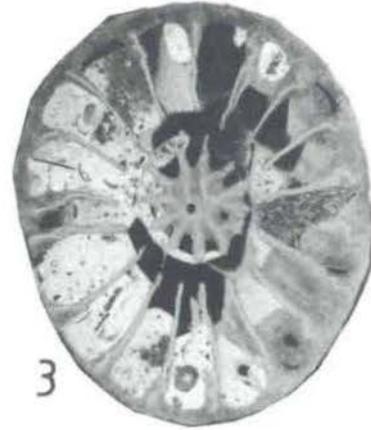
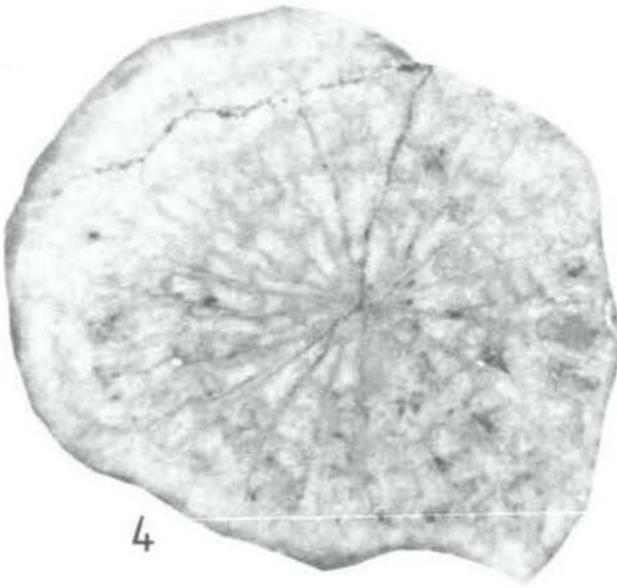
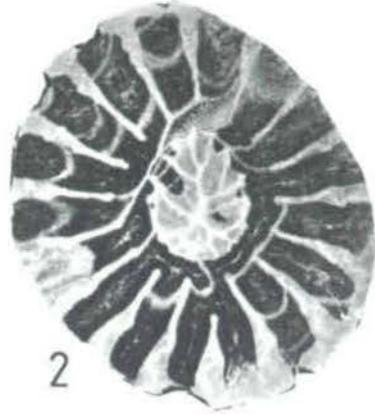
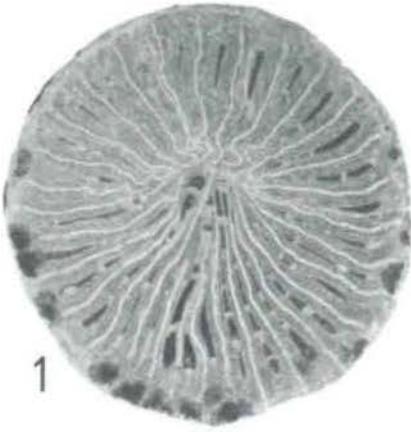
Tafel I



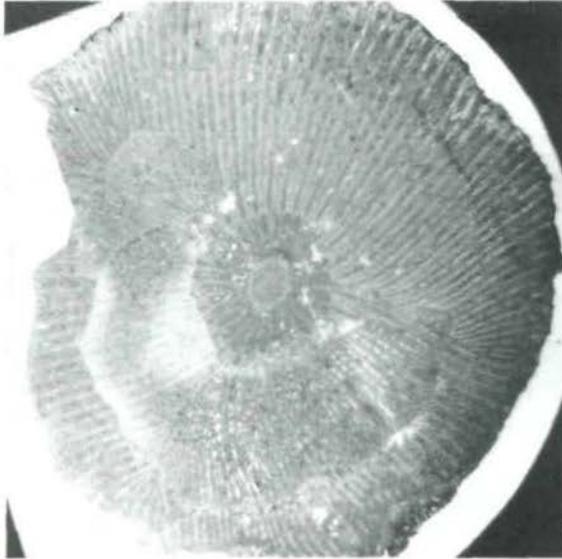
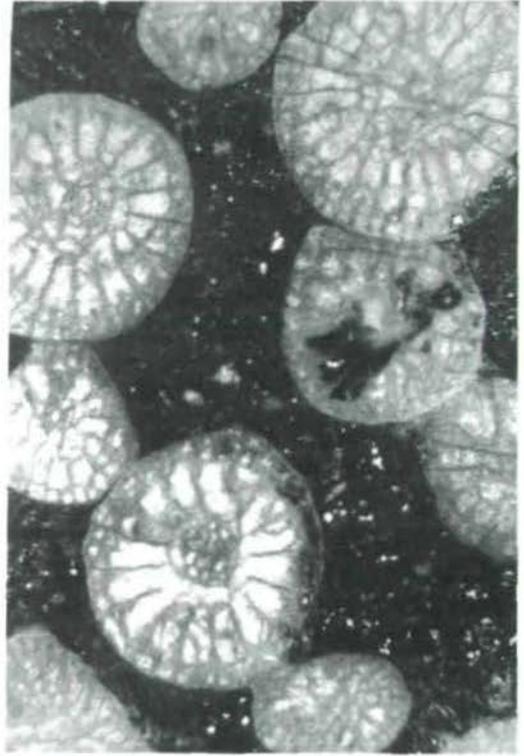
Tafel 2



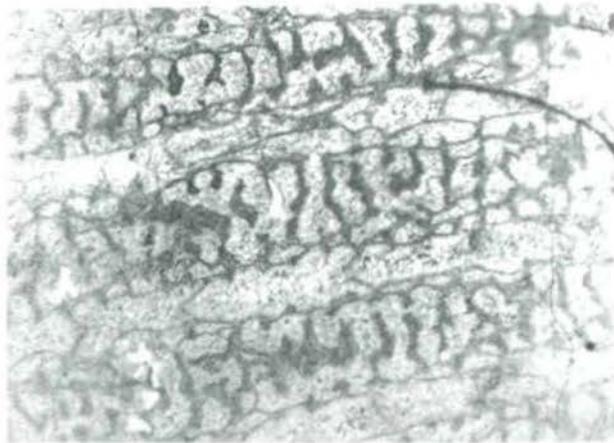
Tafel 3



Tafel 4



2



4

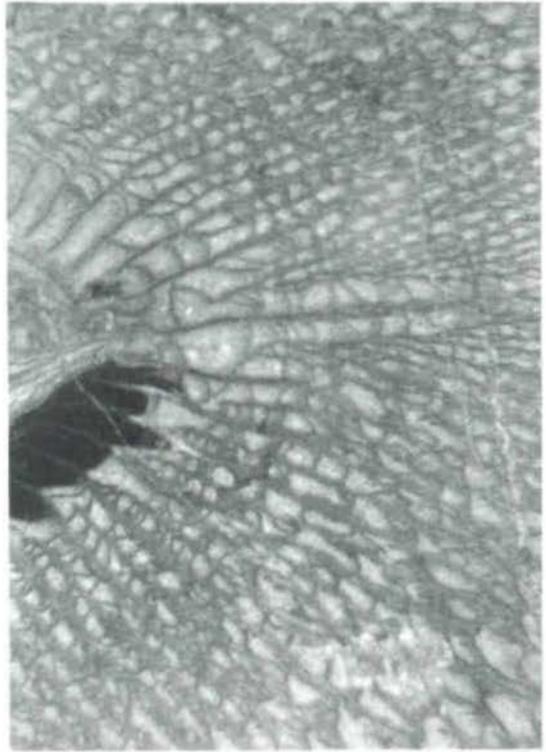
5

Tafel 5

1



2



3



4



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

Helfried Mostler, Innsbruck

Mit 8 Abbildungen und 6 Tafeln

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 1. Einleitung und Problemstellung

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

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

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

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

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

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

## 2. Beschreibung der Mikroskleren und deren systematische Zuordnung

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

Microrhabde (monaxone Mikroskleren, ausgenommen Sigmato- und Spiroskleren)

Sigmatoskleren (sigmoide Mikroskleren)

Spiroskleren

Euastrose Mikroskleren (das Microcalthrop ist hier mit einbezogen)

Streptastrose Mikroskleren (Streptoskleren)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Diskussion:

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

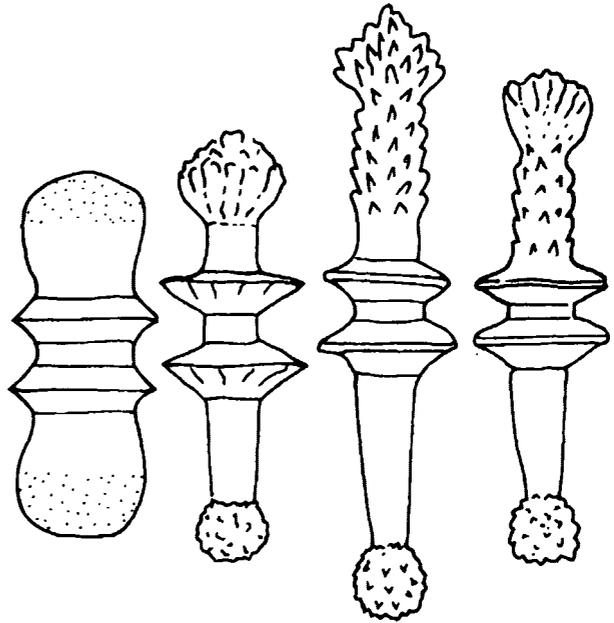


Abb. 1:

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

dergang der Demospongien mit cricalen Bauelementen zu kommen.

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

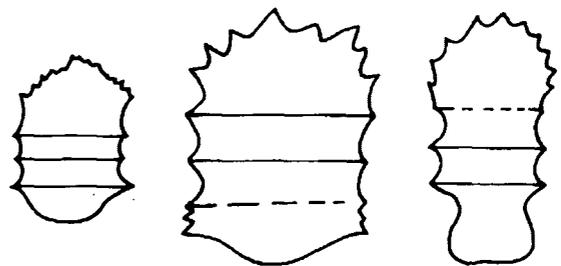


Abb. 2:

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

## 2) Sigmatoskleren (sigmoide Mikroskleren)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Diancister:

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

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

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

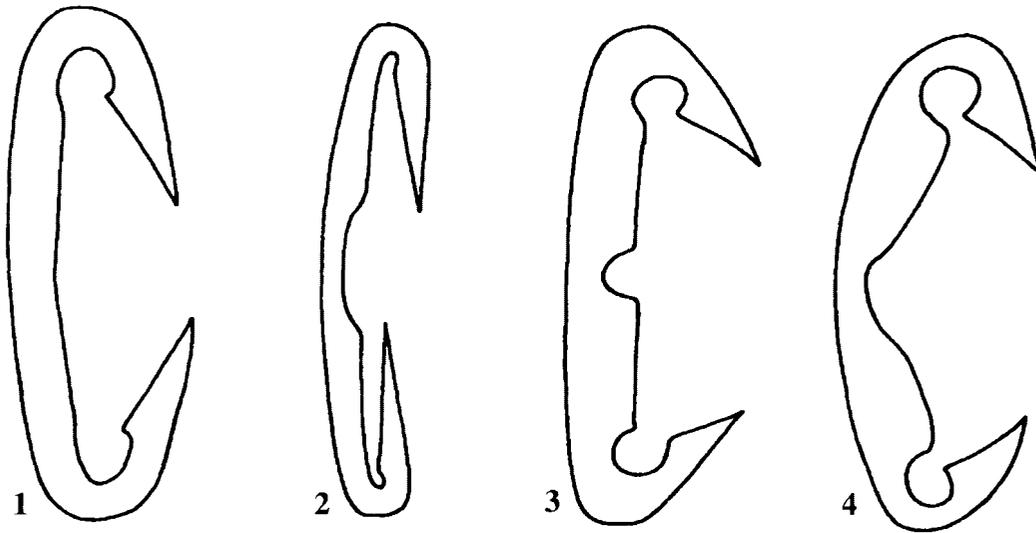


Abb. 3:  
4 Bautypen von Diacister, aus rezenten Schwämmen stammend.

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

#### Diskussion:

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

#### Chelate Mikrosklern:

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

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

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

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

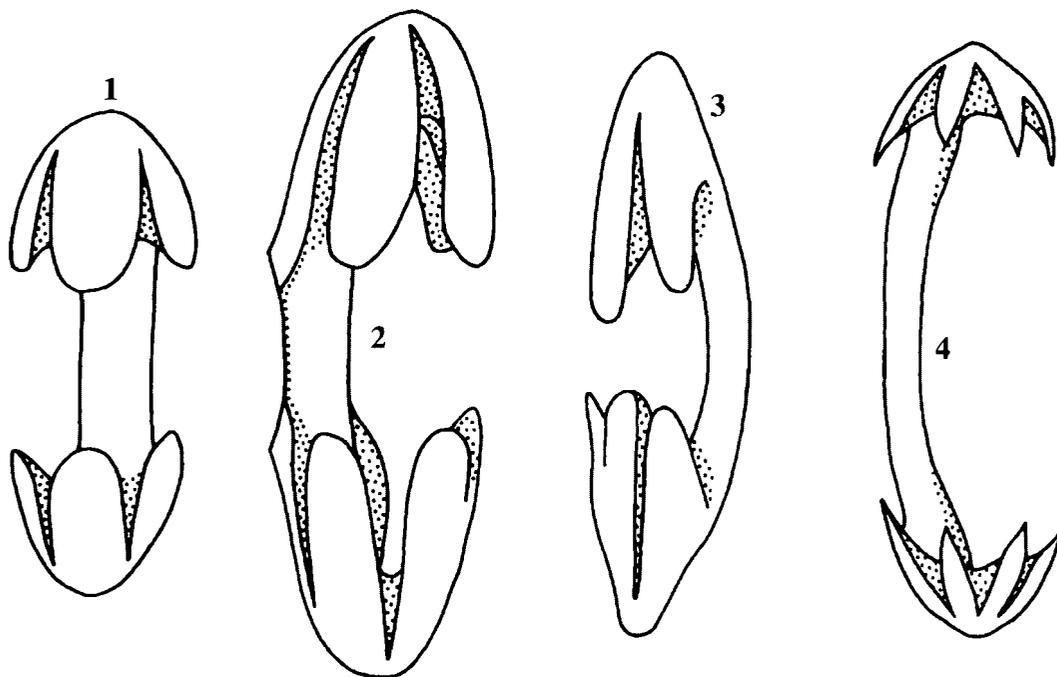


Abb. 4:

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

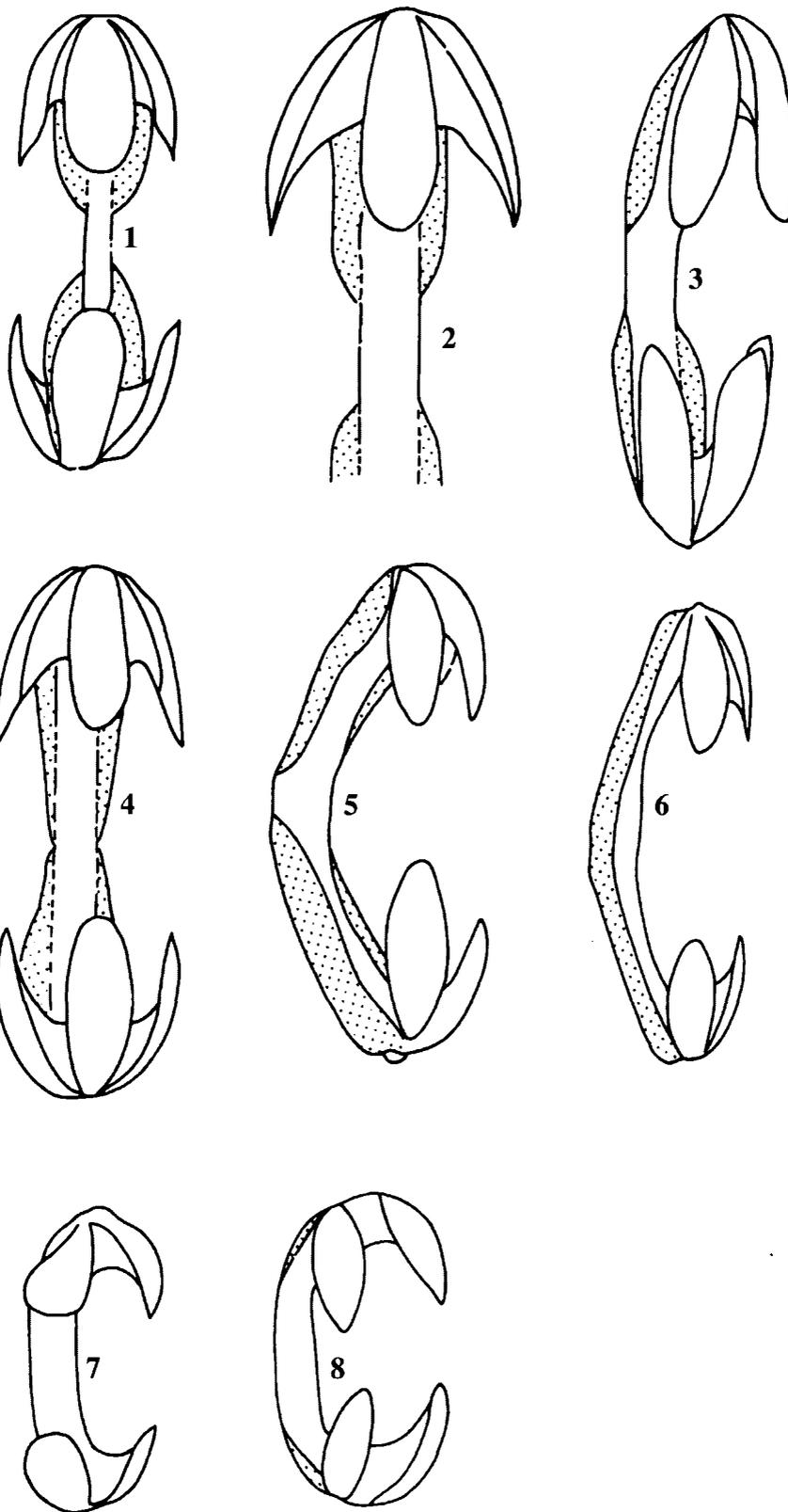


Abb. 5:

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

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

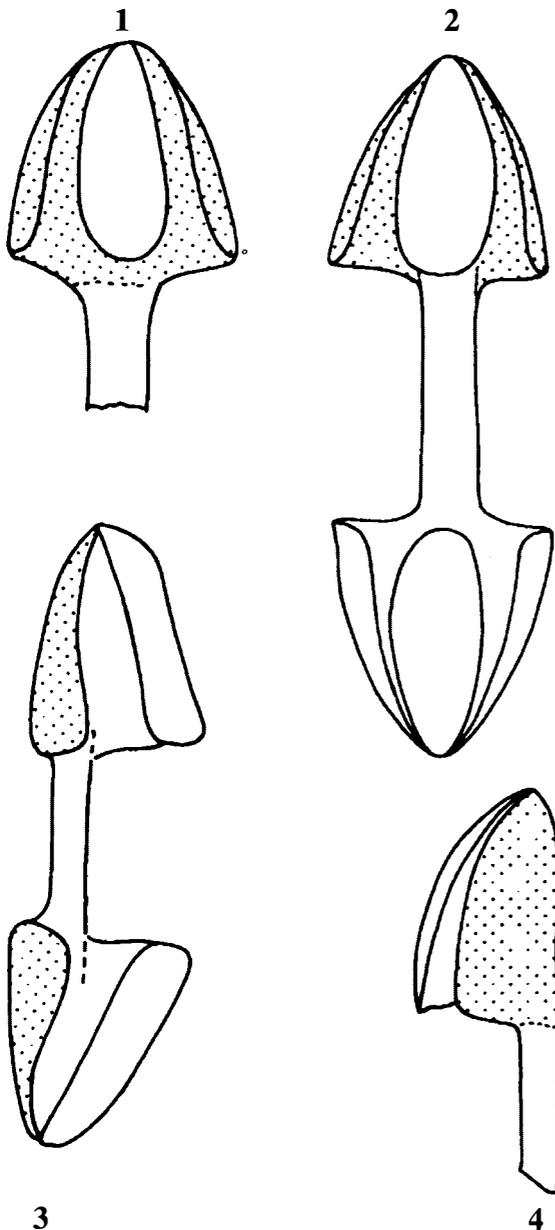


Abb. 6:

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

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

#### Diskussion:

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

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

*Acarus* GRAY 1867 (palmate Isochele), nur rezent auftretend

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

*Lissodendoryx* (arcuate Isochele), nur rezent nachgewiesen.

2) Familie Cladorhizidae de LAUBENFELS 1936

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

3) Familie Crellidae HENTSCHEL 1923

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

4) Familie Microcionidae CARTER 1886

*Antho* GRAY 1867 (palmate Isochele), nur rezent bekannt

5) Familie Amphilectidae de LAUBENFELS 1936

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

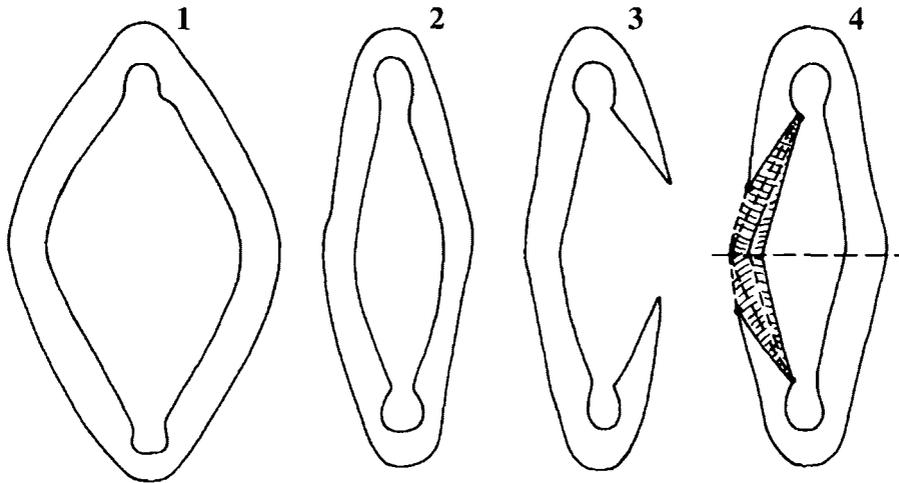


Abb. 7:

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

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

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

#### Clavidiske

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

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

#### Diskussion:

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

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

#### Canonochel:

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

#### Diskussion:

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

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

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

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

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

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

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

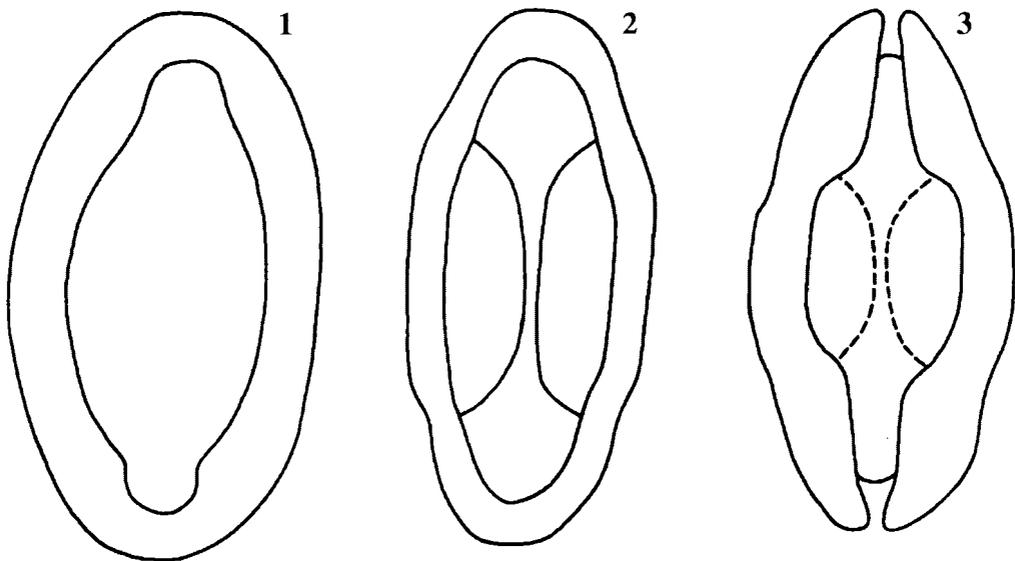


Abb. 8:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Diskussion:

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

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

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

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

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

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

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

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

Diskussion:

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

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

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

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

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

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

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

## U.Kl. Ceractinomorpha

### O. Poecilosclerida

Fam. Myxillidae TOPSENT 1928  
 Gattung *Myxilla* SCHMIDT 1862  
 Gattung *Acarnus* GRAY 1867  
 Gattung *Lissodendoryx* TOPSENT 1892

Fam. Cladorhizidae de LAUBENFELS 1936  
 Gattung *Chondrocladia* W. THOMP. 1873

Familie Crellidae HENTSCHEL 1923  
 Gattung *Crella* GRAY 1867

Familie Amphilectidae de LAUBENFELS 1936  
 Gattung *Amphilectus* VOSMAER 1880

Familie Desmacellidae RIDLEY  
 Gattung *Desmacella* SCHMIDT 1870\*  
 Gattung *Merlia* KIRKPATRICK 1908  
 Gattung *Ceridochela* KIRKPATRICK 1980

Familie Desmacididae  
 Gattung *Melonachora* CARTER 1874

## U.Kl. Tetractinomorpha

### O. Astrophorida (= Choristida)

Familie Geodiidae GRAY 1867  
 Gattung *Geodia* LAMARCK 1815

Familie Ancorinidae SCHMIDT 1862  
 Gattung *Ancorina* SCHMIDT 1862

Familie Pachastrellidae CARTER 1875  
 Gattung *Pachastrella* SCHMIDT 1868  
 Gattung *Poecilastra* SOLLAS 1888  
 Gattung *Sphinctrella* SCHMIDT 1870

### O. Lithistida

Familie Theonellidae LENDENFELD 1903  
 Gattung *Racodiscula* ZITTEL 1878

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

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

### O. Hadromerida

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

### 3. Bemerkungen zur stratigraphischen Wertbarkeit

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Literatur

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

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

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

Anschrift des Verfassers:

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

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

## Tafelerläuterungen

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

### Tafel 1

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

### Tafel 2

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

### Tafel 3

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

### Tafel 4

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

### **Tafel 5**

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

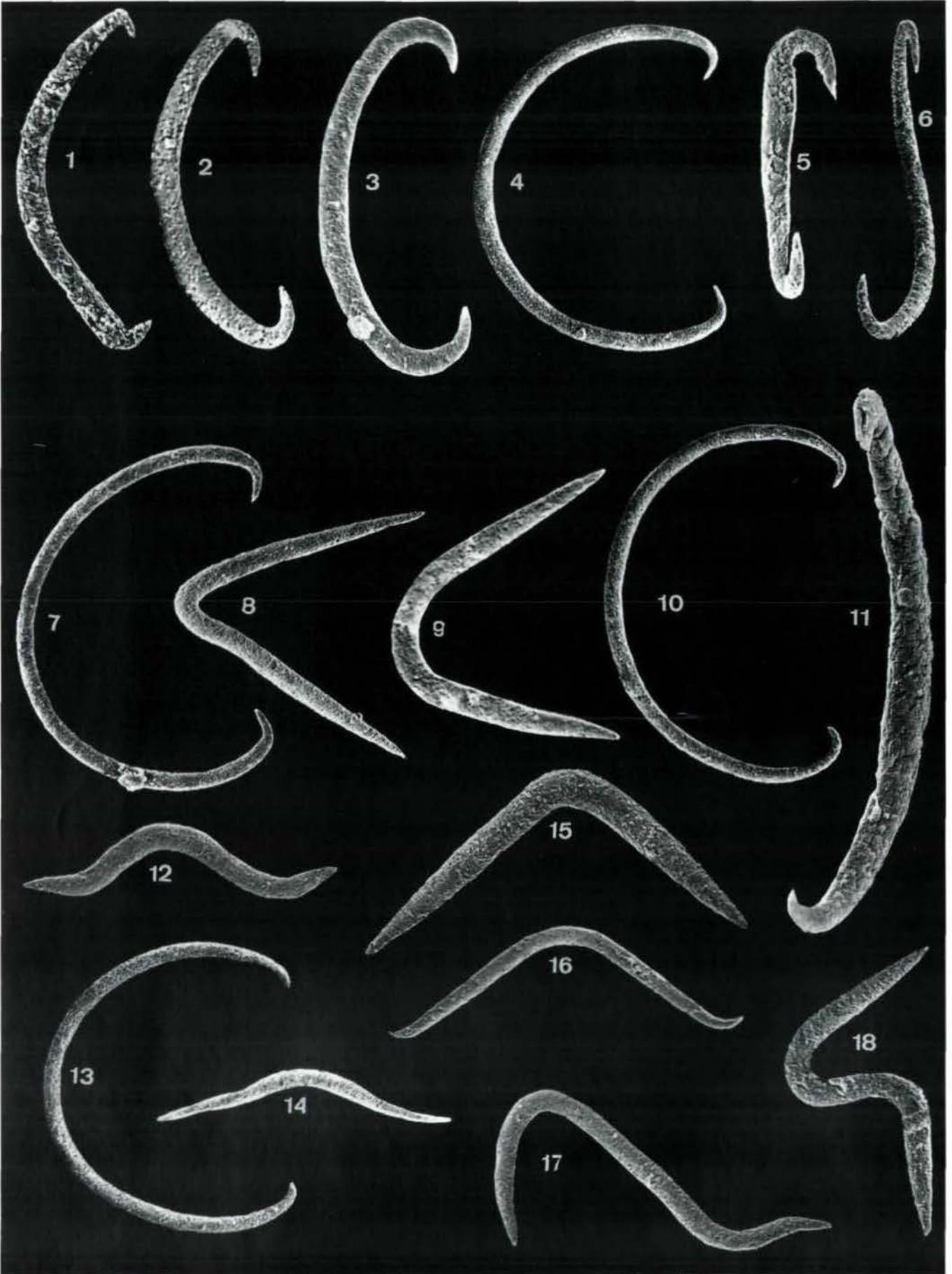
### **Tafel 6**

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

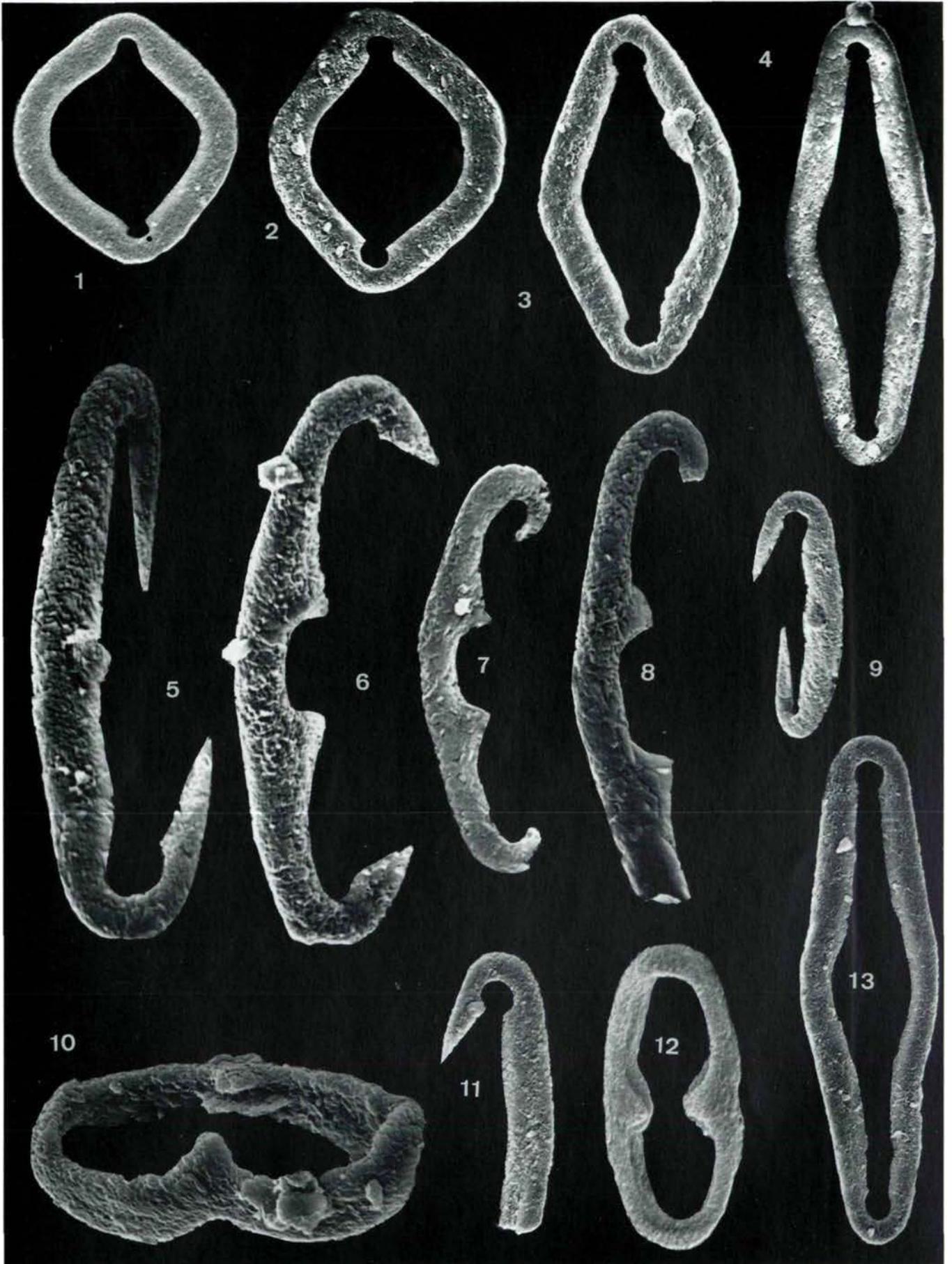
Tafel 1

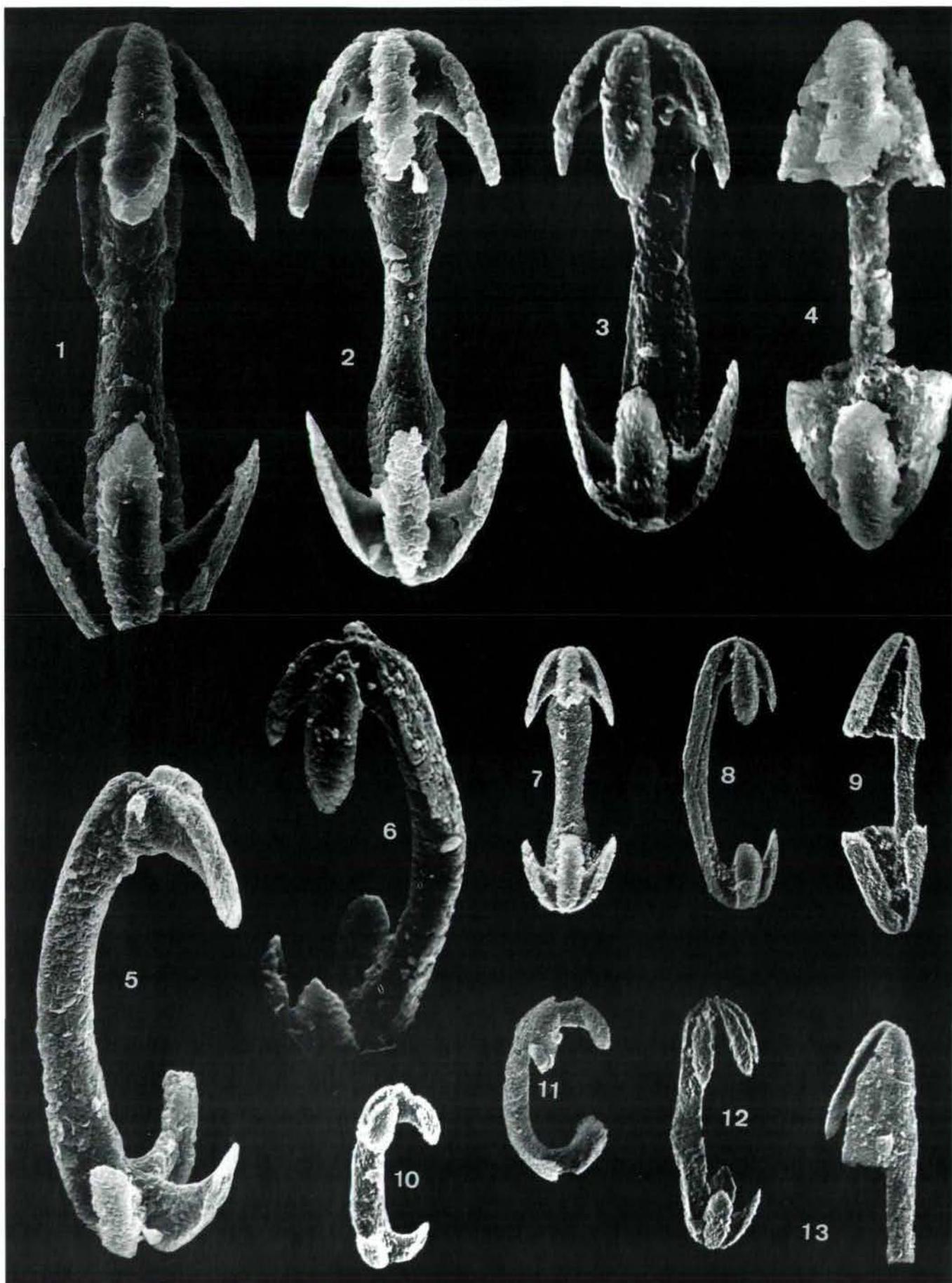


Tafel 2

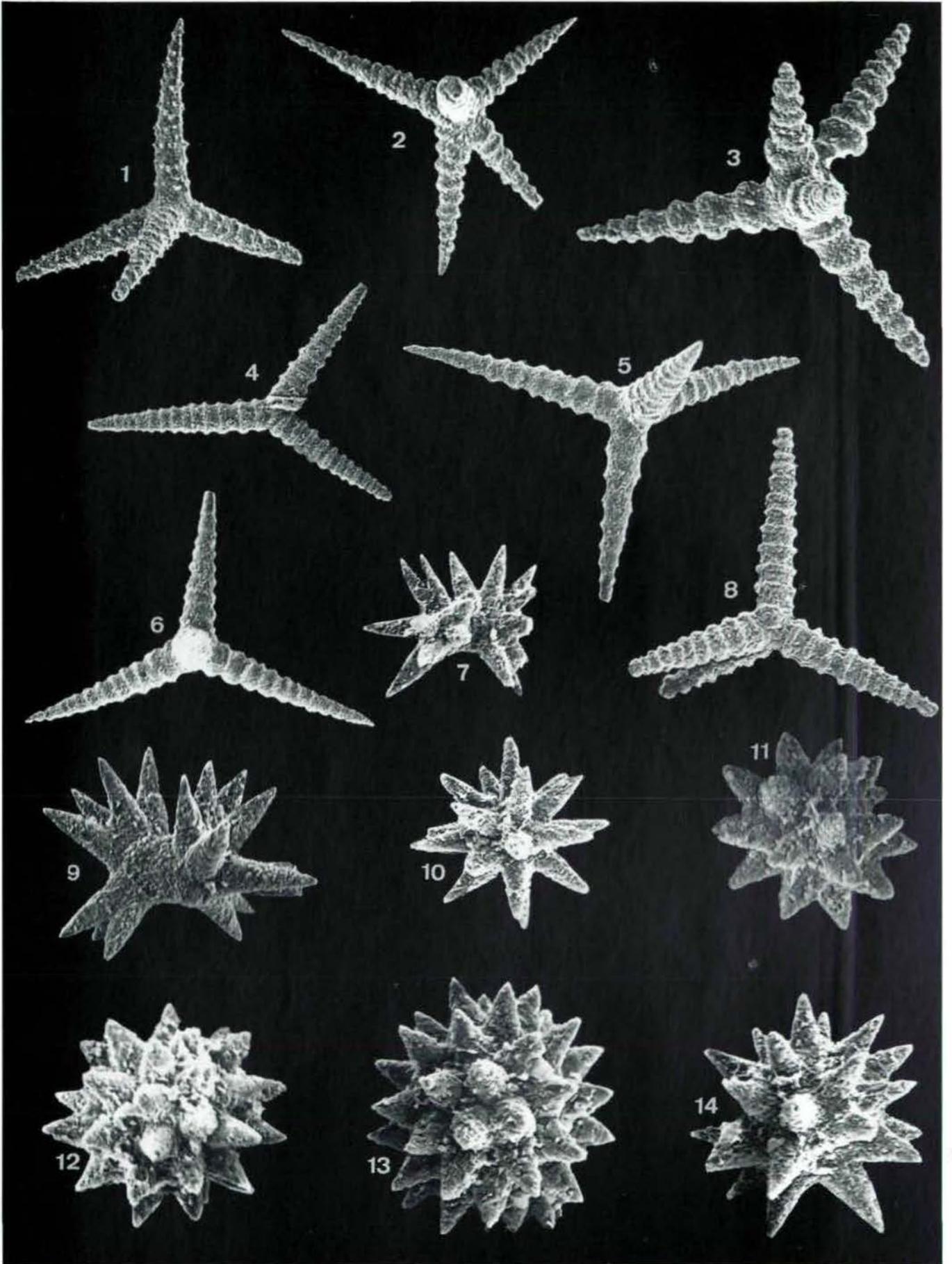


Tafel 3

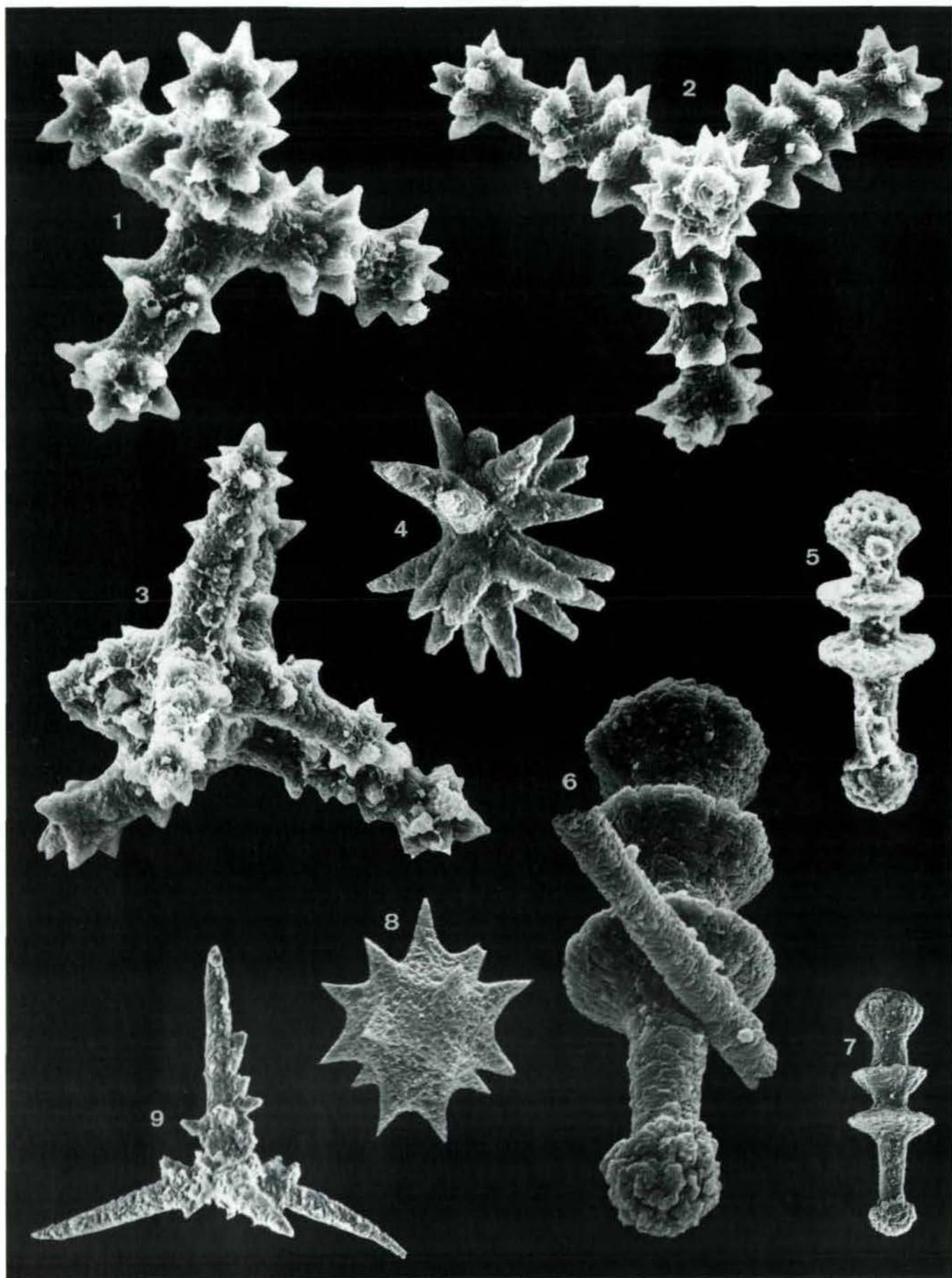




Tafel 5



Tafel 6



## HEXACTINELLIDE PORIFEREN AUS PELAGISCHEN KIESELKALKEN (UNTERER LIAS, NÖRDLICHE KALKALPEN)

Helfried Mostler, Innsbruck

Mit 2 Abbildungen und 14 Tafeln

**Zusammenfassung:** Aus dem basalen Jura (oberes Hettangian; Lias) werden erstmals Skelettelemente von hexactinelliden Poriferen vorgestellt. Die präzise stratigraphische Einstufung wurde mit Hilfe von Radiolarien vorgenommen (KOZUR & MOSTLER, 1990).

Um die Vielfalt von isolierten und z.T. zu Gittern verschmolzenen Megaskleren zu dokumentieren, wurde das gesamte Spektrum auf 14 Fototafeln abgebildet. Alle Megaskleren und die von MOSTLER (1989) publizierten hexactinen Mikroskleren stammen aus einer einzigen Probe. Dies ist deshalb von Bedeutung, weil damit gleichzeitig aufgezeigt wird, daß es sich hierbei um eine Poriferenfaunahandelt, die aus autochthonen Beckensedimenten, in einer Meerestiefe von mindestens 200 m gebildet, stammt.

Nach einer ausführlichen Beschreibung der Megaskleren, sowohl das Basalskelett, die Dermalia und Gastralia, als auch die Parenchymalia betreffend, wurde versucht, an die Systematik rezenter Hexactinellida anzuschließen. Mit Ausnahme der *Lychniscosa*, die erstmals im mittleren Dogger (Bathonian) auftreten, sind alle Ordnungen der Hexasterophora als auch der Amphidiscophora vertreten. In vielen Fällen ist es möglich, direkt an die Gattungen rezenter Hexactinellida anzubinden. Dies gelang nicht nur bei den *Lyssacinosa* (vgl. auch MOSTLER, 1989), sondern auch bei den *Hexactinosa*, insbesondere bei den *Scopularia*.

Nachdem die triassischen Poriferen bestens untersucht sind, kann man schon jetzt mit Sicherheit annehmen, daß mit Beginn des Jura eine starke Umgestaltung in der Organisation der Hexactinellida stattgefunden hat, die sich auch stratigraphisch für die Trias/Jura-Grenzziehung bestens verwerten läßt. Die stratigraphische Verwertbarkeit der Hexactinellida wird in dieser Studie ausführlichst diskutiert.

Abschließend werden phylogenetische Fragen andiskutiert, die sich nicht aus Überlegungen, von Neontologen stammend, rekrutieren, sondern die sich aus dem derzeitigen paläontologischen Wissensstand (vor allem Ergebnissen dieser Studie) ergeben. Durch Hinzukommen neuer Argumente wird weiterhin an der Abkoppelung und damit eigenständigen Entwicklung der Amphidiscophora und Hexasterophora von den Reticulosida festgehalten. Hinsichtlich der Bildung der Hexasterophora wird vorgeschlagen, zwei getrennte Entwicklungen zu verfolgen; einmal eine solche über die *Lyssacinosa*, von denen im mittleren Dogger die *Lychniscosa* abspalten, zum anderen die *Hexactinosa*, die ihren Weg über die Protohexactinosa (zu ihrem Spiculationsinventar gehören ab dem basalen Kambrium *Clavule*) nehmen, um schließlich mit den *Clavularia* (Einsetzen im mittleren Ordoviz) ihre Entwicklung bis heute fortzusetzen. Die *Scopularia* spalten sich von ihnen erst (sehr spät) in der Obertrias ab.

**Abstract:** For the first time spicules of siliceous sponges (Hexactinellida) from the Lower Jurassic (Upper Hettangian) are presented. Precise stratigraphical classification was carried out with the help of radiolarians (KOZUR & MOSTLER, 1990).

To reveal the variety of isolated and partly fused macroscleres, the whole spectrum is shown in 14 plates. All macroscleres and hexactin microscleres published by MOSTLER (1989) originate from a single sample. This is of importance as simultaneously it is shown, that the fauna of Porifera originates from autochthonous basin sediments, developed in a water depth of at least 200 m.

Beside a detailed description of the macroscleres concerning the Basalia, Dermalia and Gastralia as well as Parenchymalia, connection to the systematics of genera of recent Hexactinellida was attempted. With exception of the *Lychniscosa*, for the first time appearing in the Bathonian, all orders of the Hexasterophora and Amphidiscophora are present.

In several cases direct connection to the genera of recent Hexactinellida is possible. This is not only applicable for the *Lychniscosa* (see MOSTLER, 1989) but also for the *Hexactinosa*, especially *Scopularia*.

Since Triassic Porifera are well investigated the assumption is possible that with the beginning of the Jurassic reorganisation of the Hexactinellida has taken place, which is stratigraphically very useful for the Jurassic/Triassic boundary. The stratigraphical valuation of the Hexactinellida is discussed in detail in this paper.

Finally phylogenetic questions are discussed, not resulting from the opinion of neontologists but from recent paleontological knowledge (especially this study). By additional new arguments it is held to the separation and evolution of Amphidiscophora and Hexasterophora, independent from the Reticulosida.

It is suggested to pursue two separate developments, on one hand the *Lyssacinosa*, from which the *Lychniscosa* split off in the Bathonian, on the other hand the *Hexactinosa*, that originate from the Protohexactinosa (from the beginning of the Lower Cambrian their spiculation inventory includes *clavules*) and finally continue with the *Clavularia* (first appearance in the Middle Ordovician) up to recent times. *Scopularia* split off (very late) in the Upper Triassic.

## 1. Einleitung und Problemstellung

Hexactinellide Schwämme sind in den liassischen Beckensedimenten der Nördlichen Kalkalpen vorherrschend. Sie sind den Demospongien gegenüber in der Überzahl und stellen ca. zwei Drittel der Gesamtporiferenfauna. Calcispongien fehlen.

Die Hexactinellida unterscheiden sich von den anderen Poriferen sowohl in der Organisation ihrer Weichteile als auch hinsichtlich der Geometrie und Zusammensetzung der Hartteile. Vor allem haben die Unterschiede in den Weichteilen dazu geführt, die Hexactinellida von dem Stamm der Porifera abzukoppeln und sie einem eigenen neuen Stamm, den Symplasma, zuzuordnen (BERGQUIST, 1986: 17). Entscheidend für eine derartige Vorgangsweise sind Aspekte der Histologie und Physiologie, insbesondere die syncytiale Natur des Choanosoms anstelle einer zellulären Organisation.

Um die Hexactinellida innerhalb der Poriferen zu halten, haben REISWICK & MACKIE (1983) eine Redefinition des Stammes Porifera vorgenommen, indem sie diese in zwei Unterstämme aufspalten, und zwar einmal in die Symplasma mit einer einzigen Klasse, den Hexactinellida, zum anderen in die Cellularia mit den übrigen Klassen.

Was die Geometrie der Hartteile betrifft, so unterscheiden sich die Hexactinellida von den anderen Poriferen durch Skleren mit drei senkrecht aufeinanderstehenden Achsen (Triaxon) bzw. sechs Strahlen (Hexactin). Die Vielfalt der Skleren geht auf die Umgestaltung des Hexactins zurück, indem z.B. Strahlen rückgebildet werden, wodurch neben den Hexactinen Pentactine, Tetractine (Stauractine) und Rhabdodiactine entstehen, oder aber die einzelnen Strahlen variieren durch Aufspaltung, durch Bestachelung, terminale Verdickungen etc.

Unterschieden werden Mega- und Mikroskleren (siehe hierzu Definition MOSTLER, 1986: 323). Die Megaskleren werden nach ihrem Entstehungsbereich innerhalb des Schwammes als Dermalia, Parenchymalia und Gastralia bezeichnet, die Mikroskleren dagegen bilden sich ausschließlich im Parenchym.

Die parenchymalen Megaskleren lassen sich in lysakide, dictyide und lychniskide Skelettelemente untergliedern, wobei erstere teilweise verschweißt, die beiden letzteren völlig verschweißt und ausschließlich aus Hexactinen hervorgegangen sind.

Im Verlauf der Arbeit wird auf die einzelnen Gruppen in Form einer ausführlichen Diskussion zurückgekommen.

Nicht nur die Geometrie der hexactinelliden Skleren ist anders als bei den übrigen Schwämmen, sondern auch deren Zusammensetzung, was das  $\text{SiO}_2\text{:H}_2\text{O}$ -Verhältnis

betrifft, unterscheidet sie gegenüber den anderen Kieselschwämmen. Die Hexactinellida weisen ein  $\text{SiO}_2\text{:H}_2\text{O}$ -Verhältnis von 4:1 auf (die Demospongien z.B. ein Verhältnis von 5:1). Das Baumaterial das generell Skelettopal genannt wird, ist nichts anderes als eine wäßrige, amorphe, nicht kristalline feste Kieselsäure und entspricht in seinem Aufbau dem Opal.

Die Schwämme werden immer wieder als Tiefenanzeiger herangezogen. In jüngster Zeit hat VACELET (1988) die Tiefenabhängigkeit der rezenten Poriferen unter Berücksichtigung einer Reihe von Ökofaktoren näher beleuchtet. Zusammenfassend kommt er zum Ergebnis, daß lithistide Demospongiae zum überwiegenden Teil am Kontinentalabhang zwischen 200 und 700 m Wassertiefe leben, die dictyiden Hexactinellida dagegen vorherrschend im Bathyal verbreitet sind.

Würde man diese Erkenntnis direkt auf die unterjurassischen Poriferen übertragen und sich von den Hexactinellida alleine leiten lassen, so müßte man mit einer mittleren Wassertiefe von 500 m für deren Lebensraum rechnen. Ein derartiges Übertragen der Bathymetrie von den rezenten Verhältnissen auf die jurassischen ist nicht möglich, zumal bekannt ist, daß die Hexactinellida im Laufe der Kreidezeit in größere Wassertiefen abgewandert sind. Die Demospongiae dagegen sind weniger diesem Tiefenwandertrend gefolgt, daher eignen sie sich für die Erstellung einer Bathymetrie zur Zeit des Jura wesentlich besser. Demnach ist für den Lebensraum der hier besprochenen unterjurassischen Poriferen eine Wassertiefe von mindestens 200 m anzunehmen. Dies stimmt gut mit den bathymetrischen Vorstellungen von den wichtigsten Schwammgruppen im Meso- und Känozoikum, wie sie ZIEGLER (1983: 94) angibt, überein.

Von den liassischen Hexactinelliden wurden bereits die Mikroskleren in einer eigenen Arbeit (MOSTLER, 1989) beschrieben. Es handelt sich hierbei um diverse Hexaster, Discohexaster und Sphaeriscohexaster (neue Mikrosklerenform), sowie um verschiedene Amphidiske und Hemidiske - insgesamt 13 Typen, von denen 7 neu sind. Diese sind für die Gesamtbetrachtung der Hexactinellidenfauna sehr wichtig und werden vor allem hinsichtlich der systematischen Zuordnung im speziellen Teil einer eingehenden Diskussion unterzogen.

Ein besonderes Anliegen ist es, die vielen Spiculatypen durch eine Reihe von Fototafeln zu dokumentieren, den Unterschied zu den triassischen Hexactinelliden, aus äquivalenten Ablagerungsräumen stammend, aufzuzeigen und die Eigenständigkeit dieser Formen im Vergleich zu den oberjurassischen Hexactinelliden, z.B. aus den Oberalmer Schichten (ebenfalls pelagische Ablagerung) darzulegen.

Weiters soll auf die stratigraphische Brauchbarkeit, insbesondere auf ihre Bedeutung für die Trias/Jura-Grenz-ziehung, eingegangen werden.

Zum Abschluß wird nach Besprechung der systematischen Zugehörigkeit aller im Lias nachgewiesenen Spicula zur Entwicklungsgeschichte der Hexactinelliden ab dem Kambrium Stellung bezogen. Ergänzend sei erwähnt, daß es sich hier um den ersten Nachweis von Poriferenskelettelementen in einem stratigraphisch so tiefen Horizont des Jura handelt.

## 2. Beschreibung der Megaskleren

### a) Das Basalskelett

Die hexactinelliden Schwämme sind auf die verschiedenste Art mit dem Untergrund (Substrat) verbunden. Generell werden drei Arten der Verbindung mit dem Untergrund unterschieden:

1. Direkte Verbindung des Schwammes mit dem Untergrund durch Ausbildung einer inkrustierenden Basis (**Basiphyten**).
2. Verbindung über eigens hiezu entwickelten Wurzelsfortsätzen, den sogenannten **Rhizophyten**.
3. Indirekte Verbindung zwischen dem Schwammkörper und dem Substrat durch Ausbildung eines Wurzelschopfes, der aus einem Büschel von meist sehr langen Nadeln (**Lophophyten**) in Form von ankerförmigen Basalia (=Ankernadeln) besteht.

Die inkrustierende Basis wird weitgehend als eine Anpassung der Hexactinellida an den Hartboden (primärer und sekundärer Hartboden) betrachtet. Die mit Rhizophyten ausgestatteten Hexactinelliden (meist bei dictyiden Formen) sind dagegen mehr an Weichböden gebunden. Weichbodenbewohner sind vor allem jene hexactinelliden Schwämme, die lange, ankerartige Nadeln in Form von Wurzelschöpfen entwickelt haben. Nach REID (1958: XXXIII) sind es Pentactine, Rhabdodactine und Monactine, gelegentlich auch solche triactiner Natur, von ihrer Entstehung her eine sehr gemischte Gruppe von Nadeln. Phylogenetisch haben sie sich einerseits aus Hyperdermalia, andererseits aus parenchymalen Megaskleren entwickelt.

Über die beiden erstgenannten Verbindungsformen des Basalskeletts kann man nur dann Aussagen treffen, wenn man im unlöslichen Rückstand Jugendformen ganz erhaltener Schwämme vorliegen hat. Ein derartiger Nachweis ist im Fall des unterliassischen Materials noch nicht gelungen. Es sei aber hierfür ein Beispiel aus den pelagischen Beckensedimenten der Obertrias (Pötschenkalk) herangezogen, um die Ausbildung von Rhizophyten zu demonstrieren (siehe hierzu MOSTLER, 1978: Taf. 1, Fig. 13, 14, 19).

Schopfnadeln bzw. Ankernadeln sind in den unterjurassischen pelagischen Sedimenten sehr häufig und werden im folgenden beschrieben. Aus den pelagischen Sedimenten wurden zwei Großgruppen von Basalia herausgelöst. Einmal handelt es sich um Pentactine, deren vier Strahlen den Ankerabschnitt bilden und deren fünfter Strahl zu einem langen, glatten Schaft entwickelt wurde (Taf. 2, Fig. 10.; Taf. 12, Fig. 8). Die zweite Gruppe setzt sich aus mehr oder minder stark bestachelten Basalia zusammen, deren Ankerausbildung hinsichtlich der Form des "Kopfes", Anzahl der Kopf-Stacheln und deren Verlauf variiert. Aber auch der Schaft weist eine starke Varianz, was die Bestachelungsart, Richtungen des Stachelansatzes und den Abstand der Stacheln etc. betrifft, auf (siehe hierzu Taf. 1, Fig. 16–22; Taf. 2, Fig. 1–6, 15). Die Gestalt des Ankerkopfes hängt im wesentlichen von der Zahl der Stacheln ab. Mit 4–5 Stacheln ist der Kopf oben spitzzulaufend, mit 6–9 Stacheln ist das Kopfende mehr zugerundet. Die Schaftstacheln verlaufen in 3, 4 oder 6 verschiedenen Richtungen. Bei 6 verschiedenen Richtungen entsteht eine sehr dichte Bestachelung. Der Abstand der Bestachelung vom Ankerkopf ist bei den dicht bestachelten Formen am kürzesten.

Entgegengesetzt zu den bisherigen Meinungen weisen sowohl die Kopfstacheln als auch die Schaftstacheln einen Kanal auf (siehe hierzu Taf. 2, Fig. 1).

### Diskussion:

Sicher nachgewiesene Basalia stammen aus dem mittleren Kambrium (RIGBY, 1983: 262) und sind seit dieser Zeit über das gesamte Paläozoikum hinweg bekannt. Vor allem die aus dem Oberkarbon von Uruguay stammenden Basalia (KLING & REIF, 1969: 1432) sind den aus dem Lias stammenden sehr ähnlich, allerdings weisen diese 9–12 konische Strahlen im Ankerbereich auf, während die aus dem Lias nur 4–9 Strahlen ausgebildet haben.

Diese Art von Basalia tritt nur bei den Amphidiscophora auf.

### Uncinat

Das Uncin (lat. uncinus = Widerhaken); SCHULZE (1904) hat den Begriff "Uncinat" eingeführt und dieser hat sich durchgesetzt. REID (1958: XXX) rechnet die Uncinate einer der vier Gruppen hexactinellider Mikroskleren zu und definiert sie folgendermaßen: Diactine Monaxone, für die widerhakenähnliche Lateralstacheln, die von einem Ende des Spiculum weggerichtet auf das andere Ende zu gerichtet verlaufen, typisch sind; aber manchmal können diese auch glatt sein.

Sie treten in zwei unterschiedlichen Gruppen der hexactinelliden Schwämme auf. In den Amphidiscophora, wo sie aus Triaxonen hervorgegangen sind, und in den

Hexactinosa, bei denen kein triaxiales Äquivalent bekannt ist.

IJIMA (1927: 15) unterscheidet z.B. bei rezenten Arten vier Kategorien von Uncinaten, und zwar dermale und gastrale Makrouncinate, sowie canalare und choanosomale Mikrouncinate.

Die in den unterliassischen pelagischen Sedimenten auftretenden Uncinate sind nach dieser Definition als Makrouncinate aufzufassen, die sich in vier Formgruppen aufgliedern lassen.

- 1) Lanzenförmige Megaskleren mit sehr eng aufeinanderfolgenden, dicht am Schaft anliegenden Widerhaken mit Gruben an deren Basis. Die Widerhaken verlaufen alle in einer Richtung (Taf. 1, Fig. 10–15; Taf. 2, Fig. 9, 12–13).
- 2) Schlanke, bäumchenförmige Megaskleren, im unteren Abschnitt mit Andeutungen von Widerhaken, oben mit deutlich abstehenden Stacheln, die von unten nach oben an Größe zunehmen und kurz vor Erreichen der Spitze rasch abnehmen. Die alternierend angeordnete Bestachelung ist stets nach oben gerichtet (Taf. 1, Fig. 5–8; Taf. 2, Fig. 11, 14).
- 3) Megaskleren mit sehr langen, stark abstehenden Stacheln, stets in einer Richtung verlaufend (Taf. 1, Fig. 4; Taf. 12, Fig. 9).
- 4) Schlanke, im Querschnitt runde Megaskleren, deren Bestachelung ab der Schaftmitte gegenläufig gerichtet ist (Taf. 1, Fig. 1–3).

Um über die Art des Achsenkanals eine Aussage machen zu können, wurden insgesamt 12 uncinata Megaskleren in Öleingebettet und mit dem Binokular untersucht. Es konnte kein Hinweis auf einen triaxonen Kanal gefunden werden. Der Achsenkanal geht ohne Unterbrechung in einer Richtung durch. Es konnte aber auch keine aufgeblähte Erweiterung (atrophiertes Achsenkreuz) gefunden werden, das als Hinweis für eine Entstehung aus einem Triaxon herangezogen werden könnte. Zu den Stacheln führt vom Kanal jedoch eine Verbindung (siehe hierzu auch Taf. 12, Fig. 9; die Stacheln weisen Kanäle auf). Demnach handelt es sich um primär entstandene Diactine, die nach REID (1958) den Hexactinosa zugezählt werden müssen.

Wichtig erscheinen dem Verfasser die Gruben hinter den kleinen Stacheln, gut sichtbar auf Taf. 1, Fig. 13, und Taf. 2, Fig. 9 und 12.

Auf Taf. 2, Fig. 13, ist ein Uncinat vom Typus 1 abgebildet, das in der Längsachse gedreht ist (Torsion); dieses Spiculum wurde vergrößert (Taf. 2, Fig. 9 und 12), um die Anordnung der Gruben besser sichtbar zu machen. Im unteren Teil der Nadel sind die Gruben rundherum um den im Querschnitt runden Nadelkörper angeordnet (Fig. 9), im oberen Teil dagegen auf zwei Reihen beschränkt; der

Querschnitt ist dort flach oval. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß in den Gruben haarbüschelartige Fortsätze wie beim Sarul einwurzelten.

#### Diskussion

Das bisher älteste Auftreten von Uncinaten wurde aus dem Laeptenakalk (Silur) durch RAUFF (1894: Taf. IV, Fig. 7) bekanntgemacht. Häufiger sind dagegen solche Spicula im Karbon und Perm. Selten sind sie in der Trias, während sie mit Beginn des Jura sehr häufig in Erscheinung treten. IJIMA (1927: 5) vertritt die Meinung, daß dem Uncinat eine große phylogenetische Bedeutung zukommt, weil nach ihm das Uncinat früher als das Amphidisk und Hexaster gebildet sein muß und daher sehr alt sein sollte. Nach dem bisherigen Wissensstand ist diese Vorstellung nicht haltbar, weil das Hemidisk bereits aus dem Unterkambrium Südaustraliens (BENGTSON, 1986: 213) bekanntgemacht wurde und das erste Hexaster aus dem basalen Ordovizium stammt (MOSTLER, 1986: 333). Wie vom Autor 1986 aufgezeigt, haben sich die Hexasterophora und Amphidiscophora eigenständig und unabhängig von den Reticulosida, zu denen die Protospongiidae, die Dictyospongiidae etc. zu stellen sind, entwickelt. Ihre Bildung haben sie in ersterem Fall über die Hexactinosida, in letzterem über die Hemidiscosida genommen (MOSTLER, 1986: 340).

#### b) Dermalia und Gastralia

Dazu zählen die aus dem unteren Lias des Kirchsteinkales nachgewiesenen Scopule, Pinule, Pentactine und Hexactine.

#### Scopul

Das Scopul ist eine monactine Nadel, aus einem Hexactin durch Atrophie aller fünf Strahlen entstanden. Das Spiculum besteht aus einem meist glatten Schaft, an dessen einem Ende ein "Kopf" entwickelt ist, an dessen Basis in der Zahl stark variierende Zweige abgehen, die aber nicht primären holactinen Strahlen entsprechen, sondern sekundären Fortsätzen, z.B. vergleichbar jenen des Clavuls, entsprechen.

Aus dem liassischen Material konnten insgesamt sechs Typen von Scopulen unterschieden werden. Es sind dies solche mit vier glatten Kopfstrahlen, die nach außen gebogen sind (Taf. 3, Fig. 5 und 7); weiters Typen mit vier glatten Kopfstrahlen, stark nach außen gerichtet, aber gerade verlaufend (Taf. 3, Fig. 11); ein dritter Typus besteht aus fünfberingten Strahlen (Taf. 3, Fig. 3). Weitere Typen setzen sich aus 8–10 Strahlen zusammen, sind aber in der Ausbildung der Kopfstrahlen unterschiedlich entwickelt. Typus 4 mit 10 glatten Kopfstrahlen (Taf. 3, Fig. 10); der

fünfte Typus besteht aus 9 beringten, stark nach außen gerichteten Strahlen (Taf. 3, Fig. 8; Taf. 4, Fig. 5); und schließlich der sechste Typus (Taf. 3, Fig. 1–2, 6, 9; Taf. 4, Fig. 1–2) mit 9 Kopfstacheln, wovon einer stets im Zentrum in Verlängerung des Schaftes entwickelt ist. Typisch ist die Bezählung der einzelnen Ringe, von denen jeder für sich regenschirmartig ausgebildet ist und dem oberen Ende eines Clavuls ähnelt (siehe hierzu Taf. 4, Fig. 1 und 2).

#### Diskussion

Die ältesten Scopule hat DONOFRIO (1990) aus der basalen Obertrias (Cordevol) bekanntgemacht. MOSTLER (1986) hat Scopule aus dem Trias/Jura-Grenzbereich nachgewiesen. Es handelte sich hierbei aber um Einzelfunde, während mit Beginn des Lias Scopule sehr häufig auftreten. Die starke Bezählung der "Kopfstrahlen-Ringe" ist besonders für den Lias charakteristisch. In der Obertrias sind bis 10 glatte Kopfstacheln bei den Scopulen entwickelt, die aus dem Malm stammenden sie sind ebenfalls glatt, weisen aber nur 3–4 Kopfstrahlen, die am Ende sehr stark verbreitert sind, auf. Dies setzt sich auch über den mittleren Jura bis in den Malm hinein fort. Nach dem bisherigen Wissensstand dürften die Scopularia innerhalb der Hexactinosa erst ab der basalen Obertrias einsetzen.

#### Pinul

Man unterscheidet fünfstrahlige (pentactine) Pinule und sechsstrahlige, sogenannte Pinulhexactine. Ein Strahl des Pentactins oder Hexactins ist stets umgebildet, meist verdickt und bäumchenartig entwickelt. Man spricht von einem Pinularstrahl. Die anderen Strahlen werden als basale Strahlen bezeichnet. Aus Abb. 1 ist die Anordnung der Pinulpentactine innerhalb der Sponginfasern einerseits, aber auch zwischen den einzelnen, nicht verlöteten Oxyhexactinen andererseits, dargelegt.

Es konnten in den unterliassischen pelagischen Sedimenten **insgesamt 21 verschiedene Typen von Pinulhexactinen nachgewiesen werden**. Der Verfasser ist sich natürlich bewußt, daß die Pinule innerhalb einer Art, was ihre Ausbildung des Pinularstrahles betrifft, stark variieren; d.h. in einer Art können sowohl im dermalen, gastralen und canalaren als auch oscularen Bereich Pinule gebildet werden und somit durchaus vier verschiedene Pinule-Typen auftreten.

Die Untergliederung der Pinulhexactine erfolgte aufgrund nachstehender Merkmale:

1. Der Pinularstrahl setzt sich aus dem "Hals" und dem "Kopf" zusammen; die Verbindung zu der bäumchenartigen Erweiterung erfolgt über ein schmales, halsförmiges, völlig glattes Mittelstück (Taf. 4, Fig. 6–7; Taf. 5, Fig. 6, 9; Taf. 6, Fig. 1, 4–6).

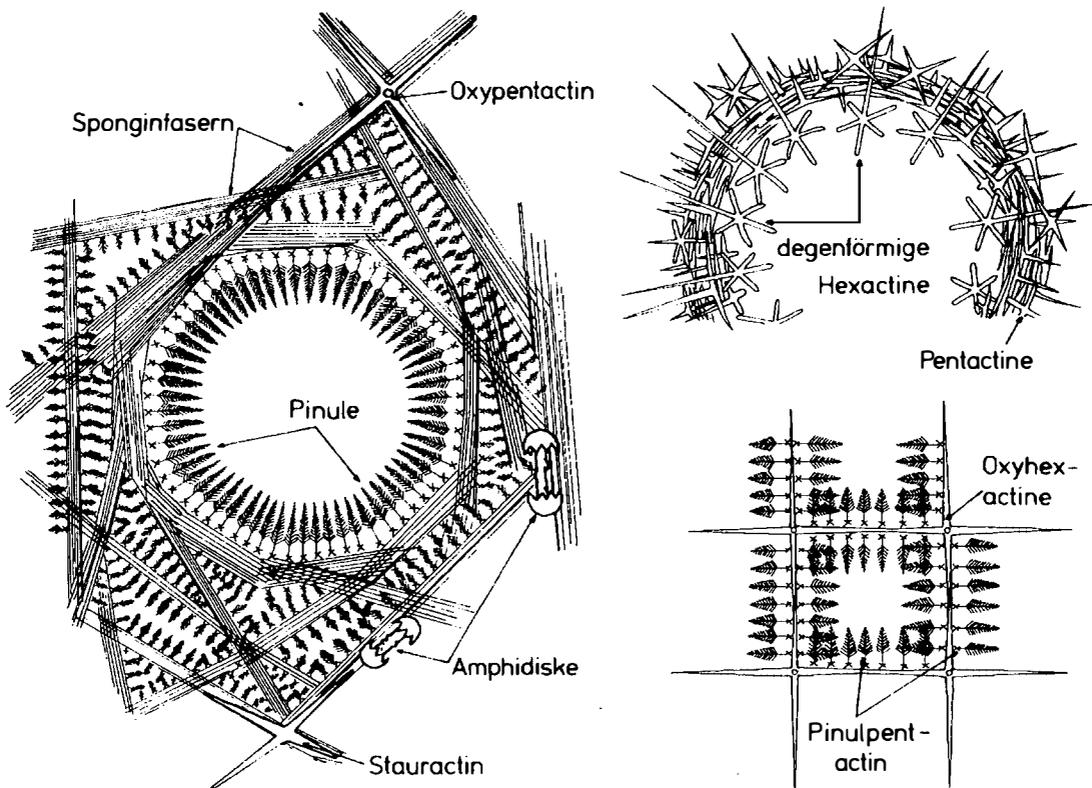


Abb. 1

2. Der Pinularstrahl weist keine halsförmige Einschnürung auf, der "Kopf" setzt direkt auf den Basisstrahlen auf (siehe hierzu alle anderen auf Taf. 5, 6, und Taf. 8, Fig. 3, abgebildeten Pinulhexactine).
3. Form des Pinularstrahlkopfes: kugelig (z.B. Taf. 5, Fig. 3); zapfenförmig (z.B. Taf. 5, Fig. 13); kegelförmig (z.B. Taf. 5, Fig. 12); zylindrisch (z.B. Taf. 6, Fig. 12).
4. Ausbildung der vier Basalstrahlen (z.T. unter Berücksichtigung des fünften Strahls):  
glatt (Taf. 4, Fig. 6–7; Taf. 5, Fig. 3, 6; Taf. 6, Fig. 4–6)  
schwach bedornt (Taf. 5, Fig. 7–10; Taf. 6, Fig. 1–3, 7–8, 11–12; Taf. 7, Fig. 5)  
stark bedornt (Taf. 5, Fig. 13; Taf. 6, Fig. 7, 9, 12–13; Taf. 7, Fig. 2, 4, 13)  
bestachelte (Taf. 7, Fig. 3); die Stacheln sind von Kanälen durchzogen!
3. Wahrscheinlich choanosomal gebildete Pentactine, die einerseits aus vier sehr langen Strahlen bestehen, die sehr dünn und völlig glatt sind und einen unregelmäßig geschwungenen Verlauf aufweisen (Taf. 7, Fig. 6 und 8).  
Abgesehen von den zuvor oben diskutierten Pentactinen tritt noch eine Vielfalt von Formen auf.
  1. Megaskleren mit vier glatten Strahlen, die runde Enden aufweisen.
    - a) Mit langem Schaft und kurzen Strahlen (Taf. 7, Fig. 7).
    - b) Mit langem Schaft und langen Enden, die am Außenende etwa tylartig verbreitert sind (Taf. 7, Fig. 11).
  2. Formen mit vier bedornten Strahlen und runden Enden.
    - a) Mit sehr langem Schaft und kurzen, stark bedornten Strahlen (Taf. 9, fig. 9).
    - b) Mit kurzem Schaft und vier langen, nach oben gebogenen Strahlen, die tylartig verbreitert sind (Taf. 9, Fig. 10).
  3. Formen mit vier glatten, spitz endenden Strahlen mit einem sehr langen, glatten Schaft (Taf. 9, Fig. 5).
  4. Skleren mit langem Schaft, im oberen Teil stark bedornt, mit vier nach unten gebogenen, dicht bedornten, spitz endenden Strahlen (Taf. 8, Fig. 2).
  5. Megaskleren mit glatten Strahlen, meist sehr kurzem Schaft und vier ungleich langen Strahlen (Taf. 9, Fig. 1).

### Diskussion

Pentactine Pinule sind seit dem unteren Kambrium bekannt. Nach BENGTON (1986: 211) treten Pentactine und Hexactine mit einem zentralen bestachelten Strahl (Pinulstrahl) bereits im Unterkambrium Südaustraliens auf. Er selbst bildet Pentactine mit einem verdickten bestachelten Strahl aus dem Oberkambrium von Queensland ab. Aus dem Oberkambrium von Wyoming sind ebenfalls Pinulhexactine bekanntgemacht worden. Auffallend ist es, daß aus der Trias bisher trotz eingehender Untersuchungen kein einziges Pinulpentactin, dafür aber sehr viele Pinulhexactine gefunden wurden. Dasselbe trifft für die unterliassische Fauna zu, in der ausschließlich Pinulhexactine nachgewiesen werden konnten, obwohl sonst Pentactine sehr weitverbreitet sind. Auch im Oberjura sind Pinulpentactine äußerst selten (MOSTLER & BALOGH, 1990).

### Pentactin

Es wurde hier der Versuch unternommen, aufgrund rein morphologischer Merkmale, die auch an Skleren rezenter Poriferen erkennbar sind, neben den gewöhnlich dermal und gastral gebildeten Nadeln solche, die aus dem choanosomalen Abschnitt stammen, vergleichend zu erfassen. Demnach scheint es möglich, sowohl hyperdermal als auch autodermal und choanosomal gebildete Pentactine auseinanderzuhalten.

1. Wahrscheinlich hyperdermal gebildete Oxyptentactine.  
Es handelt sich hierbei um mehr oder weniger stark bedornte bis bestachelte Megaskleren, wobei die Bestachelung auf der Oberseite, also nach außen hin gerichtet, ist (Taf. 7, Fig. 12; Taf. 10, Fig. 5; Taf. 11, Fig. 3–9).
2. Vermutlich autodermal gebildete glatte Oxyptentactine (Taf. 12, Fig. 7; Taf. 8, Fig. 7; Taf. 9, Fig. 2).

### Hexactin

Neben massenhaft auftretenden, einfach gebauten Hexactinen (auf eine Beschreibung dieser wird verzichtet; degenförmige Hexactine, wie aus Abb. 1 zu entnehmen, sind häufig. Die Pinulhexactine wurden ausschließlich bei den Pinulen beschrieben), die man ab dem Kambrium kennt (Taf. 4, Fig. 8), zeigen einzelne aus dem Unterlias eine sehr spezifische Ausbildung. Viele Hexactine zeichnen sich vor allem durch ungleich lange Strahlen aus (Taf. 9, Fig. 11, 14; Taf. 8, Fig. 4); ein Teil ist völlig glatt entwickelt, ein Teil bestachelt (Taf. 7, Fig. 10), wobei die Bestachelung nur einzelne Strahlen erfassen kann; es gibt aber auch Hexactine, die sich analog wie Pentactine, wahrscheinlich choanosomal entwickelt haben (Taf. 9, Fig. 6). Vom Hexactin abzuleiten sind polyactine Nadeln (Taf. 8, Fig. 6 und 9).

### c) Parenchymale Megaskleren

Generell werden drei Typen unterschieden, die sich meist im trabekularen Netzwerk im Choanosom bilden (choanosomale Megaskleren), z.T. im subgastralen Bereich, weshalb für diese Skleren der Terminus parenchymal bevorzugt wurde (Parenchym = der Raum zwischen der gastralen Membran einerseits und der dermalen Membran andererseits; nach REID, 1957: XV).

#### 1) Der lyssakide Typus:

Die Megaskleren sind meist voneinander getrennt, wobei Formen mit weniger als sechs Strahlen vorherrschen. Häufig sind es mehr oder minder unregelmäßig angeordnete Principalia, die durch eine sekundäre Verschweißung zu einem rigiden Gerüst verbunden (partielle bis vollständige Ankylosis), z.T. mit der Ausbildung einfacher Synapticula gepaart sind.

Die Skleren der lyssakiden Schwämme sind meist nicht aus Hexactinen aufgebaut. In der liassischen Poriferenfauna finden sich gar nicht so selten miteinander verlötete, bedornete Pentactine, die einerseits verschieden orientiert über Punktkontakte, z.T. über Flächenkontakte ohne Bildung von Synapticula verwachsen (Taf. 12, Fig. 5). Häufig zu beobachten sind Bruchstücke von vielen, z.T. subparallel verwachsenen acanthinen Pentactinen, zu denen sich noch querliegende Pentactine gesellen, die außerdem durch einfache Synapticel verbunden sind (Taf. 12, Fig. 2–4). Bogenförmig angelegte Synapticula zwischen den Echinpentactinen führen z.T. zu einem komplex verschweißten Skelett, das aber kaum in die dritte Dimension wachsen kann, weil die Pentactine knapp übereinander liegen und somit ein flaches, zweilagiges Skelett bilden (Taf. 12, Fig. 1).

Unregelmäßig verwachsene Hexactine, verschweißte mit einzelnen Pentactinen und dem Ansatz einfacher Synapticula (Taf. 12, Fig. 6) wurden auch aus der Untertrias durch K. RIGBY & T.C. GOSNEY (1983: 794) bekanntgemacht; diese lyssakiden Schwämme wurden von MOSTLER (1986: 340) zu den modernen Lyssakinosa gerechnet, die mit Beginn des Perms einsetzen und erstmals in Teilabschnitten ein rigides Skelett bilden.

#### 2) Der dictyide Typus:

Die ausschließlich hexactinen Megaskleren (Dictyonalia) unterliegen einer vollständigen Verschweißung. Dies führt zu einem mehr oder minder regelmäßigen, dreidimensionalen (kubischen) Gitter.

Die Verschweißung vollzieht sich auf dreierlei Art:

- a) Verbindung der Spitzen der einzelnen parallel liegenden Strahlen
- b) Verbindung bis zu den Knotenpunkten der einzelnen parallel angeordneten Strahlen

c) Einfache Verbindung an willkürlichen Punkten der Strahlen.

Zusätzlich ist eine einfache Ausbildung von Synapticula, alle Verschweißungsarten betreffend, durchaus nicht ungewöhnlich.

In den liassischen Proben sind dictyide Skelette in der Überzahl. Sie treten sehr häufig auf und unter ihnen am stärksten vertreten ist wiederum ein Typ streng orientierter, glatter Hexactine, die zu einem kubischen Gitter verschweißten (Taf. 13, Fig. 2). Etwas von dieser Form abweichende, d.h. nicht streng orientierte Hexactine verschweißten zu einer einlagigen Gittertafel (Taf. 13, Fig. 1). Auffallend sind die in einer Richtung aufsteigend parallel angeordneten Hexactine (in der Längsrichtung am massivsten ausgebildet - sie sind glatt), die sich senkrecht dazu in zwei breiteren Strahlen des Hexactins verbinden, während zwei Strahlen kurz entwickelt sind und mit ihren spitzen Enden in den kubischen Zwischenraum hineinragen (Taf. 13, Fig. 3). Bedornete Hexactine mit z.T. gebogenen Strahlen sind miteinander verschweißte; dazwischen sind kleine Hexactine mit einem langen Hauptstrahl und mit vier Seitenstrahlen in den Gitterbau mit einverleibt, wobei meist drei frei in Form von kurzen Strahlen in den Gitterzwischenraum hineinragen (Taf. 13, Fig. 6).

Wenig bedornete Hexactine verschweißten zu einem unregelmäßigen dictyiden Gitter (Taf. 13, Fig. 5).

Unregelmäßige, mit z.T. einfachen Synapticula ausgestattete Gitter mit ebenfalls drei freien Strahlen als Fortsetzung vertikaler Elemente, die senkrecht dazu verlaufenden Strahlen sind stärker verdickt (Taf. 13, Fig. 8).

Sehr massive und gleichmäßig verschweißte dictyide Skelette mit kleinen Pusteln an der Oberfläche (Taf. 13, Fig. 9).

Stark unregelmäßig gebaute dictyide Gitter von gleicher Oberflächenbeschaffenheit, die eher selten auftreten (Taf. 14, Fig. 9).

Ein einziges Mal wurde ein Deckgespinnst mit einem darunter liegenden, mehr oder minder regelmäßig entwickelten dictyiden Gitter beobachtet (Taf. 14, Fig. 8).

Zur Diskussion stehen schließlich noch verwachsene, miteinander verschweißte Pinulhexactine. Die in Fragmenten erhaltenen verschweißten Pinulhexactine erwecken manchmal den Eindruck, daß es sich um Pinule-Reihen (wie in Abb. 1 dargestellt) handelt, die miteinander verschweißten (siehe hierzu Taf. 5, Fig. 4). Auch bei Fig. 5 derselben Tafel gewinnt man den Eindruck, daß es sich um zwei Pinulhexactine handelt, die nahezu in rechtem Winkel miteinander verwachsen sind, d.h. der Anordnung der Pinule innerhalb der hexactinen Maschen folgend. Auf der anderen Seite gibt es innig miteinander verschweißte Pinulhexactine, die ebenfalls an ein dictyides Gitter erinnern (siehe hierzu Taf. 5, Fig. 1 und 2, sowie Taf. 14, Fig. 6).

Es könnte sich aber auch um Verdickungen der Skelettoberfläche handeln, die nichts anderes darstellen als angeschwollene "dermal spikes", die rein morphologisch den Pinularstrahlen stark ähneln.

### 3) Der lychniskide Typus:

Der zentrale Teil eines jeden Spiculums (Kreuzungspunkt eines Hexactins) ist von einem System, aus 12 Balken bestehend, umgeben. Man spricht von einem Lychnisk. Verschmelzen die einzelnen Lychniske miteinander, so entsteht ein festes lychniskes Gitter.

Der lyssakide, vor allem aber der dictyide Typus, ist in den unterliassischen Poriferenfaunen weitverbreitet; es wurden jedoch keine lychniskiden Gitter gefunden; Lychniske sind auch nicht in der Trias bekannt. Berichte über Lychniske aus der Obertrias Ungarns haben einer Überprüfung wie folgt nicht standgehalten. VINASSA DE REGNY (1911) hat aus den karnischen Veszprémer Mergeln einen hexactinelliden Schwamm, nämlich *Triadocoelia magyara* beschrieben, in dem er ein lychniskides Gitter vermutet. Er schreibt hierzu folgendes: "Nur das Vorhandensein von übrigens äußerst seltenen Kreuzungsknoten, welche als Lychniske (Taf. 1, Fig. 10, 11) gedeutet werden können...." "Die meisten Kreuzungsknoten sind aber undurchbohrt, sodaß Lychniske nur als Ausnahme vorkommen"; soweit die einleitenden Sätze. Wenn man hiezu noch die Beschreibung der Skelettstruktur miteinbezieht, so heißt es weiter: "In den meisten Fällen ist das Spicularsystem verschwunden; Kreuzungsknoten sind im allgemeinen ziemlich gut erhalten, und zwar ganz besonders in äußeren Teilen des Schwammes. Diese Kreuzungsknoten sind fast immer undurchbohrt. Nur ein laternenähnlicher Kreuzungsknoten, welcher wohl als ein Lychnisk gedeutet werden könnte, wurde gesehen. Dieses angebliche Lychnisk ist so isoliert und kommt mit keinem anderen Hexactin in Berührung, da die nahestehenden Spicula verschwunden sind." Abschließend hält VINASSA DE REGNY noch folgendes fest: "Hinsichtlich der Spicularstruktur aber wäre es richtiger, die neue Art mit *Tremadictyum reticulatum* GOLDFUSS zu vergleichen." Um den von VINASSA DE REGNY abgebildeten Lychnisk (es handelt sich um ein Dünnschlifffoto) noch besser zu verdeutlichen, wurde dessen Aufnahme stark vergrößert und nachgezeichnet (siehe hiezu Abb. 2, Fig. a). Daraus kann man sehr deutlich erkennen, daß der fragliche Lychnisk nichts anderes darstellt als ein Bruchstück eines dictyiden Gitters, bei dem im Zuge diagenetischer Veränderungen der Kanal freigelegt wurde und die äußere Hülle des Skeletts nur z.T. erhalten blieb (durch die Diagenese sind sogar drei Hüllen entstanden, bei anderen Proben sind bis zu acht verschiedene Hüllen sichtbar; siehe hiezu Abb. 2, Fig. b. D.h. es wäre durchaus denkbar, daß zuerst nicht alle

6 lychniskiden Brücken, die an dem unverschweißten Hexactin zu wachsen beginnen, entwickelt werden, sondern ein asymmetrischer Lychnisk mit Brücken an zwei Strahlen; REIF & ROBINSON, 1978: 144).

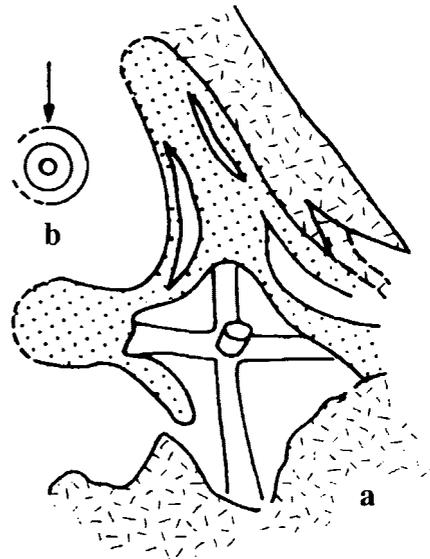


Abb. 2

Um diesem Problem weiter nachzugehen, wurde daher auch Material vom Obernor und Rhät aus Csövár (Ungarn), das Lychniskiden ähnlich sieht, in dieser Arbeit mit dokumentiert und echten Lychniskiden aus dem Oberjura gegenübergestellt. Bei der so reichen Hexactinellidenfauna aus dem Unterlias würden auf jeden Fall auch Vertreter der Lychniscida, wenn sie bereits vorhanden wären, in Erscheinung treten. Wie aber Untersuchungen des Autors ergeben haben, treten diese erst ab dem Bathonian (DONOFRIO, 1984: Taf. IV, Fig. 6, Taf. VI, Fig. 1) auf und sind im oberen Jura schon recht häufig vertreten.

Bei oberflächlicher Betrachtung der Kieselschwämme von Csövár sind Ähnlichkeiten zu solchen mit lychniskidem Gitter beobachtbar; nach Meinung des Autors handelt es sich jedoch um ein dictyides Skelett, das in einem Fall (Taf. 14, Fig. 3) kurz vor dem Kreuzungspunkt der sechs Strahlen des Hexactins auf der einen Seite vier Poren entwickelt hat. Zwei davon flankieren direkt die Fortsetzung des Kreuzungspunktes etwas nach oben gezogen, wodurch zwei Poren, von oben her betrachtet, sichtbar werden; von der Seite gesehen ist es ein durchgehender Hohlraum. Dies erscheint dem Autor ein erster Schritt in der Entwicklung von Balken in Richtung einer Laternenstruktur. Die beiden weiteren Poren außen sind durch den Anbau von Synapticula entstanden.

In Taf. 14, Fig. 2, sind es nur die Synapticula, die den Kreuzungsknoten umgeben, während in Fig. 1 derselben Tafel wiederum Andeutungen eines Balkens mit zwei Poren gegeben sind. Bei diesem Exemplar ist außerdem ein zweiter Balken zu erkennen; es fehlen aber die zusätzlichen Poren bzw. Eindellungen für den Hohlraum zwischen den Balken. Aus dieser Ansicht müßte man auf jeden Fall vier Balken mit vier Poren erkennen. Zum Vergleich sind zwei Ichniskide Skelette aus dem Oberjura mit abgebildet, an denen man deutlich die vier Balken mit den zugehörigen Poren erkennen kann (Taf. 14, Fig. 4–5; Taf. 13, Fig. 7).

### 3. Zur systematischen Einstufung

Im folgenden wird versucht, anhand der aus dem Lias stammenden und in dieser Studie bekanntgemachten Megaskleren unter Einbeziehung der Mikroskleren eine systematische Zuordnung vorzunehmen und eine Brücke zu den heute noch lebenden Hexactinelliden zu schlagen.

Die Vertreter der Unterklasse Amphidiscophora sind heute auf drei Familien zusammenschmolzen. Es sind dies die Familie Phoronematidae, die Familie Hyalonematidae und die Familie Monorhaphididae. Die beiden erstgenannten haben auch fossile Vertreter; im ersteren Fall gehen diese bis in die Kreide zurück, im letzteren können sie bis ins Eozän zurückverfolgt werden.

Bei der Familie Phoronematidae sind fossil zwei Gattungen bekannt: *Phoronema* (Tertiär bis rezent) und *Semperella* (Kreide bis rezent). Obwohl die Spiculation in diesen beiden Gattungen eine Reihe von Ähnlichkeiten mit den Poriferen aus dem Lias aufweist, unterscheiden sich vor allem die Ankeradeln durch ihre diactinen Ankerköpfe, insbesondere sind es aber die Pinulpentactine, die in der liassischen Fauna fehlen; es sind ausschließlich Pinulhexactine präsent. Die Familie Hyalonematidae ist fossil nur mit der Gattung *Hyalonema* (Eozän bis rezent) vertreten. Die auffallenden Uncinate sowie das ausschließliche Auftreten von Pinulpentactinen bei *Hyalonema* lassen auch keinen direkten Vergleich mit den liassischen Spicula zu. Dasselbe gilt für die Familie Monorhaphididae, die nur rezente Vertreter aufweist.

Demnach kann anhand der Megaskleren nicht unmittelbar an die rezenten Formen der Amphidiscophora angeschlossen werden.

Zieht man die Mikroskleren, gemeint sind die Amphidiske (Typus 1–3), die MOSTLER (1989) beschrieben hat, mit in die Diskussion der Gattungszuweisungen ein, so ergibt sich folgendes Bild. Die aus dem Unterlias stammenden Amphidiske vom Typus 1 und 2 kommen ebenfalls in der Oberkreide vor. Aus jüngeren Schichten wur-

den sie bisher nicht nachgewiesen. Eine Gattungszuweisung dieser ist zur Zeit nicht möglich; es kann daher nur die Aussage getroffen werden, daß Gattungen, mit diesen Amphidiskten ausgestattet, bis in den Unterlias zurückgenommen werden müssen.

Der Amphidisk vom Typus 3 (MOSTLER, 1989) ist bisher weder fossil noch rezent bekannt; es könnte sich hierbei um einen Vertreter der Amphidiscosa handeln, der noch im Laufe des Lias erloschen ist, zumal ähnliche Amphidiske, die der Verfasser aus dem Dogger und Malm studierte, mit diesem nicht vergleichbar sind. Es wird auch hier von einer Gattungszuweisung abgesehen. Wie vorsichtig man bei Gattungszuweisungen mit Hilfe von Amphidiskten sein muß, erwähnt bereits SCHRAMMEN (1924: 20), und er hatte sicher recht, weil die bisher älteste Gattung der Ordnung Amphidiscosa SCHRAMMEN (es handelt sich um *Itararella* KLING & REIF, 1969) unter anderem auch Amphidiske entwickelt hat, die völlig jenen rezenter Hexactinelliden entsprechen.

Aus dem unteren Lias haben sich aber auch drei verschiedene Typen von Hemidiskten unterscheiden lassen (MOSTLER, 1989). Wie bereits erwähnt, erlöschen die Hemidiscosa im Laufe der Oberkreide. Die für diese Ordnung namengebenden Hemidiske treten bereits im Unterkambrium auf; die bisher älteste beschriebene Gattung stammt aus dem Oberkambrium, es handelt sich um *Navabiella* MOSTLER & MOSLEH-YAZDI, 1976. Die nächstjüngere Gattung stammt aus dem Oberkarbon; es ist *Microhemidiscia*, die von KLING & REIF (1969) aufgestellt wurde. Sie setzt sich aus großen Hemidiskten, Pentactinen, Hexactinen und Uncinaten zusammen. Die Hemidiske ähneln z.T. jenen aus dem Lias, aber auch die von den beiden Autoren dargestellten Uncinate weisen eine große Analogie mit den liassischen Formen auf. Nachdem REID (1958) die Gattung *Hemidiscella* aufgrund von Material das SCHRAMMEN (1924) aus der Oberkreide abbildete, aufgestellt hat, haben sich KLING & REIF (1969) entschlossen, diese zur Typusgattung für die Familie Hemidiscellidae zu erheben. Die Hemidiske aus dem unteren Lias vom Typus 2 sind mit jenen aus der Oberkreide, die SCHRAMMEN (1924, Taf. 11, Fig. 34) abgebildet hat, ident. Der Typus 3 kann direkt an die oberkarbonen Formen angeschlossen werden, während der Typus 1 stark herausfällt und auf jeden Fall einer Gattung angehört, die noch innerhalb des Jura ausgestorben sein dürfte.

Zusammenfassend kann man hinsichtlich der im Lias auftretenden Amphidiscophora folgendes festhalten. Aufgrund der Megaskleren allein ist eine direkte Verbindung der liassischen Amphidiscophora weder zu den oberkretazischen noch zu den rezenten möglich. Unter Einbeziehung der Mikroskleren lassen sich, bezogen auf die

Amphidiscosa, enge Verbindungen zu jenen der Oberkreide herstellen. Obwohl keine direkten Gattungszuweisungen möglich sind, muß man annehmen, daß wenigstens zwei Gattungen von der Oberkreide bis in den Unterlias zurückreichen und eine weitere Gattung auf den Lias beschränkt sein dürfte. Hinsichtlich der Hemidiscosa gibt es eine enge Beziehung zur oberkarbonen Gattung *Microhemidiscia* einerseits, andererseits zur oberkretazischen Gattung *Hemidiscella*. Eine weitere Gattung, die im Unterlias erstmals auftritt, ist sehr wahrscheinlich auf den Jura beschränkt.

Die Vertreter der Unterklasse Hexasterophora haben sich im Gegensatz zu den Amphidiscophora in wesentlich breiterer Front bis heute entwickelt. Sie sind mit drei Ordnungen und 11 Familien noch sehr erfolgreich.

Die Ordnung Hexactinosida wird in zwei Unterordnungen, in die Clavularia und Scopularia, aufgliedert, wobei erstere rezent nur mit der Familie Farreidae vertreten sind. Hier sei gleich erwähnt, daß im liassischen Material nur ein einziges Bruchstück eine fraglichen Clavuls gefunden wurde (es könnte sich auch um ein Bruchstück eine längeren Hemidisks handeln) und damit die Clavularia für eine Diskussion, das liassische Material betreffend, außer acht gelassen werden müssen. (SADEDDIN, 1976: Taf. II, Fig. 1, bildet ein Clavul aus dem Lias ab).

Die Scopularia mit ihren fünf Familien sind heute eine beachtenswerte und weitverbreitete Hexactinelliden-gruppe, die sich erst mit Beginn der Obertrias entwickelt hat. Der Verfasser hält sich an die Systematik rezenter Hexactinellida, da der im Treatise on Invertebrate Paleontology (MOORE, 1955, Part E) von de LAUBENFELS bearbeitete Poriferenteil im Hinblick auf die Systematik eher Verwirrung schafft.

Die fossilen Vertreter der Familie Euretidae ließen sich bisher anhand der Gattung *Myliussia* bis in den Jura zurückverfolgen. Vier Gattungen davon sind ab dem Oberjura bekannt und eine weitere ab dem Tertiär. Von den heute lebenden 15 Gattungen sind sechs fossil überliefert. Die Gattung *Proeurete* wurde bisher nur aus der Oberkreide gemeldet.

Aufgrund der Spiculavergesellschaftung ist von dieser Familie im Lias am ehesten die Gattung *Eurete* vertreten. Dies betrifft sowohl den Bau des dictyiden Gerüsts, das granuliert ist und dermale Fortsätze aufweist (Taf. 13, Fig. 9), wie auch die Ausbildung der Uncinate (Taf. 1, Fig. 10–15). Die glatten, drei- bis vierstrahligen Scopule (Taf. 3, Fig. 5 und 7) sowie bedornete Hexactine (Taf. 10, Fig. 1–2) und die einfachen Hexaster und Hemihexaster, wie sie MOSTLER (1990b) beschrieben hat, sprechen hierfür. Die Gattung *Proeurete* wurde nur anhand des dictyi-

den Gerüsts, ohne Einbeziehung der losen Nadeln, von SCHRAMMEN (1902) aufgestellt. Es ist daher zu dieser Gattung nicht direkt eine Stellungnahme möglich.

Andere Gattungen der Familie Euretidae lassen sich im Unterlias nicht nachweisen.

Unter den Vertretern der Familie Tretodictyidae SCHULZE sind es die Gattungen *Tretodictyum* und *Hexactinella*, die bis in den basalen Jura zurückreichen.

Tretodictyum läßt sich sowohl anhand der Uncinate, der dermalen Scopule, als auch der Hexactine, die im Lias auftreten, deutlich erkennen. Bei *Hexactinella* ist es das unregelmäßig rigide Skelett sowie die auf Taf. 5, Fig. 1–2, 4–5, dargestellte Verdickung der Oberfläche durch angeschwollene "dermal spikes", die für ihre Präsenz im unteren Lias sprechen.

Auch die Aulocalycidae IJIMA sind mit einer Gattung im basalen Lias vertreten. Es handelt sich um *Eurephlegma*; die bisher ältesten Formen dieser Gattung wurden aus der Oberkreide gemeldet. Es fehlen jedoch Hinweise für Arten aus der Familie Aphrocallistidae GRAY oder im Lias; sie scheinen vom Aufbau des rigiden Skeletts als auch, was den Bautypus der Scopule betrifft, phylogenetisch wesentlich jüngere Formen darzustellen. So verbleibt nur noch die Familie Craticularidae RAUFF; es gibt jedoch zu wenig Hinweise für ihre Präsenz im Lias.

Wie schon erwähnt, fehlen Lychniscosa im Unterjura; sie treten erst im mittleren Dogger auf, sodaß im folgenden nur noch auf die Lyssacinosa eingegangen werden muß. Die Lyssacinosa sind rezent durch die Familien Leucopsacidae, Euplectellidae, Caulophacidae und Rossellidae vertreten. Die erstgenannte Familie weist im ectosomal Skelett sehr große pentactine Dermalia auf, mit einem unpaarigen Strahl in proximaler Richtung. Die chonosomalen Megaskleren sind Hexactine und Rhabdodactine. An Mikroskleren treten Hexaster auf, die vor allem in Form von Discohexastern in Erscheinung treten; sie können auch mit sigmatocomen oder plumicomen Mikroskleren vergesellschaftet sein, es können aber auch ausschließlich Discohexaster auftreten. Aufgrund der Ausbildung vielen Hexactine, die sich im unteren Lias in Verbindung mit Discohexastern nachweisen ließen, wäre es durchaus möglich, daß Vertreter der Gattung *Leucopsacas* präsent waren.

Die großen hexactinen Dermalia, in Verbindung mit sphärischen Discohexastern, lassen die Vermutung aufkommen, daß die Gattung *Bolosoma* SCHULZE, 1904, die den Euplectellidae zuordenbar ist, auch im unteren Lias bereits vorhanden war; vor allem die Ähnlichkeiten mit den liassischen Sphaeriscohexastern erlauben eine derartige Einstufung (siehe hierzu IJIMA, 1927: Taf. VIII, Fig. 4). Weitere Gattungen der Euplectellidae konnten

nicht nachgewiesen werden. Unter den Caulophacidae (de LAUBENFELS stellt die Typusgattung zur Familie Sympagellidae; MOSTLER (1989) hat aufgrund der liassischen Mikroskleren auf die Präsenz der Familie Sympagellidae hingewiesen) ist vor allem aufgrund der Mikroskleren am ehesten die Präsenz der Gattung *Caulophacus* SCHULZE anzunehmen. So verbleibt nur noch die Familie Rossellidae, die IJIMA (1927: 347) in 3 Unterfamilien, nämlich in die Lanuginellinae, Rossellinae und Acanthascinae aufgliedert. De LAUBENFELS (1955: E68) gibt der Familie Lanuginellidae SCHULZE, 1887, den Vorzug, wobei er zu dieser Familie die Gattungen *Crateromorpha* CARTER, 1872, und *Rossella* CARTER, 1872, rechnet. MOSTLER (1989) hat unter der Familie Lanuginellidae auf die Präsenz der Gattung *Crateromorpha* aufgrund von Discohexasten mit den vielen Sekundärstrahlen pro Ast hingewiesen, die den liassischen Formen sehr ähnlich sind. An dieser Feststellung wird auch weiterhin festgehalten, obwohl sich aufgrund eines neueren Studiums der Hexasterformen (MOSTLER & BALOGH: Bauformen hexactiner Mikroskleren; in Vorbereitung) ergeben hat, daß es sich bei den sogenannten Hexastern um Formen handelt, die nicht dazugehören, weil sie einen zentralen Sekundärstrahl aufweisen. Dies ist z.B. sehr gut bei den Sphaerodiscohexastern der Tafel 2, Abb. 5 (MOSTLER, 1989), erkennbar, doch darauf wird nochmals bei der Unterfamilie Rossellinae zurückgekommen. Folgt man also der Systematik von IJIMA (1927), so muß man die Gattung *Crateromorpha* zu der Familie Rossellidae bzw. zur Unterfamilie Rossellinae stellen. Unter der Subfamilie Rossellinae werden insgesamt von IJIMA 17 Gattungen aufgeführt, darunter die zuvor erwähnte Gattung *Crateromorpha*. Die Typusgattung *Rossella* CARTER, 1872, wird von de LAUBENFELS (1955) zur Familie Lanuginellidae gestellt. Sie zeichnet sich vor allem durch hexasterähnliche Formen aus (siehe MOSTLER, 1989: Taf. 1, Fig. 1–4, 6) gerade wegen des mittigen Sekundärstrahls am besten zu dieser Gattung passen. Die Sphaerodiscohexaster, wie sie bei der Gattung *Crateromorpha* auftreten, sind auch bei der rezenten Gattung *Aulosaccus* IJIMA, 1896, sehr ähnlich; doch auf diese Bauarten (Hexaster und hexasterähnliche) wird, wie bereits erwähnt, von MOSTLER & BALOGH in einer eigenen Arbeit eingegangen.

Zusammenfassend gelangt man, was die Präsenz der Hexasterophora im Unterlias betrifft, zu folgendem Bild. Es gibt kaum Hinweise für das Auftreten von *Clavularia* (Hexactinosa) im Lias; eine gattungsmäßige Zuordnung ist aufgrund des spärlichen Materials nicht möglich. Die *Scopularia* (Hexactinosa) sind dagegen im Lias weitverbreitet. Gesichert ist das Auftreten der Gattung *Eurete* (Euretidae); die Familie Tretodictyidae ist durch *Treto-*

*dictyum* und *Hexactinella* im Lias präsent und mit *Eurephlegma* ist auch ein Vertreter der Familie Aulocalycidae in dieser Zeit nachweisbar. Die *Lychniscosa* fehlen, da sie erst mit dem mittleren Dogger in Erscheinung treten, und die *Lyssacinosa* sind, obwohl sie sicher mit wesentlich mehr Gattungen vertreten sein dürften, was aber nicht leicht nachzuweisen ist, durch *Leucopsacas* (Leucopsacassidae), weiters durch *Bolosoma* (Euplectellidae), *Caulophacus* (Caulophacidae) und die Gattungen *Aulosaccus*, *Crateromorpha* und *Rossella* (Rossellidae) vertreten.

#### 4. Stratigraphische Bedeutung

Im folgenden soll zunächst der Unterschied zwischen den triadischen Poriferenfaunen und jenen des unteren Jura herausgearbeitet werden, um daraus die stratigraphische Verwertbarkeit abzuleiten. Ebenso wird in der weiteren Folge das unterjurassische dem oberjurassischen Spiculaspektrum gegenübergestellt, um auch die Eigenständigkeit der unterjurassischen Fauna darzulegen.

Basalia treten in Form von Anadiaenen und Pentactinen mit glattem Schaft in der Trias auf. Im basalen Lias sind die pentactinen Ankernadeln denen der Trias völlig gleich, jedoch treten stark bestachelte Formen hinzu, die ein völlig neues Bild hinsichtlich der Basalia am Beginn des Jura widerspiegeln.

Uncinate sind in der Trias äußerst selten. Es wurde bisher nur ein Typus (Bruchstück) von einem Rhabd mit alternierender kurzer Bestachelung, in einer Richtung verlaufend, nachgewiesen. Aus dem basalen Jura hingegen sind es völlig anders gestaltete Uncinate, die sich bisher nur mit oberkretazischen, z.T. tertiären und rezenten Formen, vergleichen lassen.

Was die Scopule betrifft, so sind diese z.T. sehr ähnlich ausgebildet wie in der Trias, nur die glatten Formen, wie sie aus dem Lias nachgewiesen wurden, sind neu. Wesentlich ist vor allem, hier festzuhalten, daß Scopule bereits sehr häufig auftreten, während sie in der Trias doch zu den Seltenheiten gehören.

Pinulhexactine (sowohl in der Trias als auch im basalen Jura fehlen Pinulpentactine) sind mit nur vier Typen aus der Trias bekanntgemacht worden, besonders in der Mitteltrias sind diese weitverbreitet. Mit Einsetzen des Jura tritt eine enorme Vielfalt von Pinulhexactinen auf; es konnten 21 verschiedene Typen auseinandergelassen werden.

Pentactine verschiedenster Art (glatt, teilbestachelt, völlig bestachelt) treten in der Trias häufig auf (wenigstens in 8 Typen nachgewiesen); in unserem Material sind es vor allem hyperdermale Pentactine, deren vier Strahlen nur an

der Oberfläche teil- oder ganz bestachelt sein, und die sich doch von den ähnlich gebauten Skleren der Trias abheben. Besonders auffallend sind Pentactine mit gerundeten Enden an vier Strahlen, sowie unregelmäßig ausgebildete choanosomale Pentactine und solche, an deren Strahlenden eine tylartige Verdickung auftritt.

Die hexactinen Nadeln unterscheiden sich wenig von jenen der Trias. Eine Ausnahme bilden die choanosomal entstandenen Nadeln, die als sehr dünne, langgestreckte, unregelmäßig geschwungene Hexactine besonders hervortreten.

Bezieht man in diese Betrachtungen die im Lias nachgewiesenen Mikroskleren (MOSTLER, 1990 b) ein, so fehlten in der Trias bisher Hexaster. Dieses Fehlen ist sicher kein primäres, da erst kürzlich aus den mittelnorischen Pötschenkalken zwei Hexaster vom Autor gefunden wurden, sondern es handelt sich mehr um eine Frage der Erhaltung. Völlig neu sind im Unterjura jedoch die Discohexaster und Sphaerdiscohexaster; erstere sind bisher frühestens aus der Oberkreide beschrieben, letztere sind mit solchen aus dem Miozän zu vergleichen, manche sind überhaupt nur rezente bekannt. Auch die einfachen Hexaster mit sehr langen Teilstrahlen (Sekundärstrahlen) sind, entwicklungsgeschichtlich betrachtet, junge Formen.

Was die Amphidiske betrifft, so tut sich mit Beginn des Jura eine völlig neue Welt auf. Aus der Trias sind nur einfache Amphidiske nachgewiesen, im Unterjura sind es kompliziert gebaute Formen von einer größeren Vielfalt. Insbesondere sei auf die Mannigfaltigkeit der Hemidiske hingewiesen.

Faßt man die Unterschiede der hexactinelliden Poriferen zwischen Trias und Unterjura unter besonderer Berücksichtigung der Trias/Jura-Grenze zusammen, so stellt man fest, daß sowohl in bezug auf die Megaskleren als auch Mikroskleren eklatante Unterschiede bestehen und damit schon anhand der Hexactinelliden eine gute stratigraphische Unterscheidung zwischen Obertrias und Unterlias gegeben ist. Dieser Vergleich ist aber nur dann zulässig, wenn hiezu die Poriferen vergleichbarer Ablagerungsräume herangezogen werden. Dem ist auch Rechnung getragen, indem nur die Poriferen aus den Beckensedimenten miteinander verglichen werden. Bei diesem Vergleich wurden z.T. unpublizierte Daten des Verfassers mitverwendet, die aus einer Studie über die Poriferen der Zlambachschichten (in Vorbereitung) entnommen wurden.

Vom Oberjura (gesamter Malm) unterscheiden sich die liassischen Hexactinelliden weitaus weniger als von der Obertrias.

Bei den Megaskleren sind es nur geringe Unterschiede, so bei den Basalia und den Uncinaten. Wesentlich ist die Präsenz von Pinulpentactinen und ausgefallenen Pen-

tactinen. Besonders aber ist auf das Auftreten von Lychnisken hinzuweisen, die im Oberjura sehr häufig sind. Die Lychniske fehlen in der Trias völlig und haben sich nach den Untersuchungen des Autors erst im mittleren Dogger entwickelt.

Bei den Mikroskleren gibt es aber einschneidendere Unterschiede, insbesondere beim Auftreten von bisher unbekanntem Mikrohexactinen (vgl. hierzu MOSTLER & BALOGH, 1990). Auch die Amphidiske sind anders entwickelt.

Wenn reiche Spiculafaunen vorliegen, läßt sich also der Oberjura vom Lias mit Hilfe der Hexactinelliden gut auseinanderhalten. Ein besonders wertvolles Merkmal ist das Auftreten der häufigen Lychniske im Oberjura und die Präsenz von hoch spezialisierten Mikrohexactinen.

Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen: Die Spicula der hexactinelliden Poriferen im unteren Jura lassen sich sehr gut von jenen der Obertrias abgrenzen. Gegenüber dem Oberjura ist die Spiculavergesellschaftung nicht so gut abgrenzbar, aber mit Hilfe der Lychniske ist auch hier die Möglichkeit einer stratigraphischen Verwertbarkeit gegeben.

Abschließend sei noch kurz auf die stratigraphische Bedeutung der Hexactinellida unter Ausklammerung der Reticulosida seit ihrem ersten Auftreten im Unterkambrium eingegangen. Im Altpaläozoikum läßt sich nach dem bisherigen Wissensstand mit Hilfe der Hexasterophora und Amphidiscophora stratigraphisch wenig anfangen. Mit Beginn des Karbons ist durch das erste Auftreten von Echinhexastern eine gute stratigraphische Marke festzusetzen. Mit Beginn des Perms setzen die ersten modernen Lyssakinosa mit z.T. rigidem Skelett ein. Dies läßt sich auch stratigraphisch gut verwerten. Die Perm/Trias-Grenze, die in der Literatur immer wieder als markantester Einschnitt für die Hexactinelliden dargestellt wird, ist keine scharfe Schnittlinie, weil die Reticulosida mit Ausnahme der Docodermatidae allmählich im Laufe des Perms erlöschen und nicht an der Perm/Trias-Grenze enden.

Die stratigraphische Verwertbarkeit der Poriferen für die Trias hat MOSTLER (1976) aufgezeigt und durch weitere, unpublizierte Ergänzungen (Poriferenfauna in den Zlambachschichten und Kössener Schichten) kann folgendes hinsichtlich der hexactinelliden Porifera festgehalten werden. Es läßt sich eine mitteltriassische Fauna (ladinischen Alters) gut von einer tief obertriassischen (Cordovol) auseinanderhalten, und diese wiederum ist deutlich trennbar von jenen Hexactinelliden, die in der hohen Obertrias (Sevat bis Rhät) auftreten. Die Bedeutung der Trias/Jura-Grenze wurde bereits in diesem Kapitel diskutiert, auch die Abgrenzung der Liasfaunen zu jenen des Malm. Wichtig ist sicher die Dogger/Malm-Grenze durch das breite Einsetzen der Lychnisosa und schließlich spielt

die Kreide/Tertiär-Grenze noch eine große Rolle durch das Aussterben der Hemidiscosida und Einsetzen vieler neuer Genera der Amphidiscosida.

## 5. Bemerkungen zur Phylogenie der Hexactinellida

MOSTLER (1986) hat, vom Kambrium ausgehend, anhand von Mikrosklenen versucht, aufzuzeigen, daß neben der Großgruppe der Protospongiidae, Dictyospongiidae und Brachiospongiidae, die mit Ausnahme der Docodermatidae mit dem Ende des Paläozoikums erlischt (die hier angeführten Hexactinelliden werden alle als Reticulosida zusammengefaßt), die Hexasterophora und Amphidiscophora sich unabhängig von den Reticulosida entwickelt haben. Neue Untersuchungen durch BENGTON (1986) bestärken die Ansichten des Autors, vor allem, weil aus ihnen hervorgeht, daß schon ab dem Unterkambrium (BENGTON, 1986: 211) sehr hoch entwickelte Pentactine und Hexactine (es handelt sich hierbei um Pinulpentactine und Pinulhexactine) nachgewiesen wurden. Es ist nicht möglich, die schon höher entwickelten Megasklenen mit jenen primitiver Protospongiiden, die nur eine einschichtige Sklerenwand, welche aus Stauractinen besteht, aufzubauen, in Verbindung zu bringen, denn zur gleichen Zeit gab es bereits dickwandige, mehrlagige Hexactinelliden. Dies ist auch der Grund, warum der Autor nicht der Klassifikation der fossilen Hexactinellida von FINKS (1983) folgt, in der z.B. die Reticulosida REID der U.Kl. Amphidiscophora zugeordnet wird.

Während MOSTLER & MOSLEY-YAZDI (1976) Clavule aus dem oberen Kambrium Persiens nachgewiesen haben, verweist BENGTON (1986: 213) auf Clavule, aus dem Unterkambrium Südaustraliens stammend (siehe hierzu Tabelle 1). Damit ist auch klar belegt, daß Poriferen mit Clavulen ebenfalls ab dem basalen Kambrium präsent waren und somit die Hexasterophora im Präkambrium wurzeln, weil sie im Unterkambrium eine schon recht hoch entwickelte Spiculation aufweisen.

MOSTLER (1986: 340; Abb. 11) hat versucht, die Hexasterophora als selbständige Entwicklungseinheit von den Reticulosida abzukoppeln und sieht darin eine eigenständige Einwurzelung dieser im Kambrium, ausgehend von den im basalen Ordovizium auftretenden Hexastern und im Oberkambrium bereits voll entwickelten Clavulen. Mittlerweile wurden Clavule von BENGTON (1986) auch aus dem Unterkambrium Südaustraliens nachgewiesen. Das frühe Einsetzen der Hexactinosida (mittleres Ordoviz) wird auf die Gattung *Okulitchina* WILSON, 1948, die ein kubisches Netzwerk von verwachsenen Hexastern zeigt, zurückgeführt, wobei es sich bei dieser Gattung um

eine der wenigen altpaläozoischen Formen mit dictyidem Gitter handelt. WIEDENMAYER (1980: 63) verweist darauf, daß im Oberdevon ebenfalls Formen auftreten, die den Hexactinosida zuordenbar sind (*Pseudopemmatites* FRAIPONT, 1911). RIGBY et al., 1981, beschrieben auch Hexactinosida a dem Oberdevon des Heiligenkreuzgebirges in Schlesien (heutiges Polen).

Nach FINKS (1983: 112) setzen die Hexactinosida erst im Perm ein. Auf die vorhererwähnten Gattungen geht dieser Autor nicht ein; es steht jedoch fest, daß ab dem Perm die Hexactinosida häufiger auftreten und in der Untertrias, vor allem in der Mitteltrias, schon sehr häufig sind. Es wird sich erst in nächster Zeit herausstellen, ob ab dem Ordovizium noch mehr Hexactinelliden zu finden sind, die ein kubisches Netzwerk aus verschweißten Hexactinen aufweisen. Wenn man davon ausgeht, daß ab dem mittleren Ordovizium Hexactinosida präsent sind, dann muß es eine Stammform geben, die im basalen Kambrium auftritt, zumal Clavule zu dieser Zeit schon häufig sind.

An dieser Stelle sind die Vorstellungen dargelegt, die zur Erstellung der nachstehenden Tabelle geführt haben. Hexactinosa (mit dictyidem Skelett) treten ab dem mittleren Ordovizium auf; sie werden von den Neontologen in Clacularia und Scopularia aufgegliedert. Clavule gibt es jedoch schon im basalen Kambrium, also noch bevor Hexactine auftreten. Einer Vorstellung von IJIMA (1927) folgend, könnte man die Vorläuferformen der Hexactinosa als Protohexactinosa bezeichnen. Damit sind nicht verschweißte Skleren, die stets mit Clavulen vergesellschaftet sind, zu verstehen.

Die zusätzliche Bildung von Scopulen, die zu den Scopularia führt, setzt erst in der basalen Obertrias (Cordevol) ein. (Scopularia im Sinne der für rezente Hexactinelliden angewandten Systematik). Die Lychniscosa, sehr wahrscheinlich aus isolierten Lychnisken hervorgegangen (vgl. hierzu SCHULZE, 1900; IJIMA, 1927), treten erstmals im mittleren Dogger (Bathonian) in Erscheinung. Mit den Hexactinosa verbindet sie das dictyide Skelett, das nur aufgrund der besonderen laternenartigen Ausbildung der Hexactine als lychnischer Typus ausgehalten wird. Geht man von den ursprünglich isolierten Lychnisken aus, dann kann man die Lychniscosa nicht von den Hexactinosa ableiten, sondern müßte sie mit den Lyssacinosa in Verbindung bringen, auch wenn sie ein dictyides Skelett aufbauen.

Hinsichtlich der Amphidiscophora sei noch folgendes angemerkt. Die ersten Amphidiske setzen nach dem bisherigen Wissensstand (MOSTLER, 1986) ab dem Obersilur ein, wonach sie zeitlich viel später als die Hemidiske (aus dem Unterkambrium nachgewiesen) auftreten.

Tabelle 1	HEXASTEROPHORA						AMPHIDISCOPHORA	
REZENT QUARTÄR								
TERTIÄR								
KREIDE								
JURA								
TRIAS								
PERM								
KARBON								
DEVON								
SILUR								
ORDOVIZ								
KAMBRIUM								
PRÄKAMBRIUM								

The diagram illustrates the evolutionary relationships and fossil records of Hexasterophora and Amphidiscophora. The vertical axis represents geological time, from the Precambrian to the Recent Quaternary. The horizontal axis represents the lineage of organisms.

- Hexasterophora:**
  - Lyssacinosa:** A lineage that appears in the Cambrian, continues through the Permian, and is noted as having a rigid skeleton ("LYSSACINOSA mit rigidem Skelett"). It branches into *Lychniscosa* (extinct by the Jurassic) and *Hexactinosa* (extinct by the Devonian).
  - Hexactinosa:** Extinct by the Devonian, leading to *Clavularia* (extinct by the Permian) and *Scopularia* (extinct by the Tertiary).
  - Clavularia:** Extinct by the Permian.
  - Scopularia:** Extinct by the Tertiary.
  - Protohexactinosa:** A lineage indicated by a dashed line, extending from the Cambrian to the Devonian.
- Amphidiscophora:**
  - Hemidiscosida:** A lineage that appears in the Cambrian and continues to the present day.
  - Amphidiscosida:** A lineage that appears in the Cambrian and continues to the present day.

Geological time periods shown on the x-axis: PRÄKAMBRIUM, KAMBRIUM, ORDOVIZ, SILUR, DEVON, KARBON, PERM, TRIAS, JURA, KREIDE, TERTIÄR, REZENT QUARTÄR.

Nach den Vorstellungen der Neontologen haben sich die Hemidiske durch Reduktion des einen Schirmendes aus den Amphidiskten entwickelt. Das um 150 Millionen Jahre frühere Auftreten der Hemidiske läßt die Vermutung aufkommen, daß der zweite Schirm, der zum Amphidisk führt, erst später entstanden ist. Die Hemidiscosa sind vom Kambrium bis in die Oberkreide nachgewiesen. Man darf, nachdem es sehr viele Untersuchungen über oberkretazische und tertiäre Poriferenfaunen gibt, annehmen, daß sie im Laufe der Oberkreide ausgestorben sind.

Clavul, Hexaster und Pinul sind sehr alte Skelettelemente, die sich während des Kambriums bzw. basalen Ordoviziums herausentwickelt haben. Versucht man, anhand der genannten Skleren einen entwicklungsgeschichtlichen Trend abzulesen, so stellt man fest, daß z.B. die Hexaster eine einfache Form entwickelt haben, die sich bis heute gehalten hat; Ausnahmen sind die Spirhexaster ab dem Oberdevon und die Echinhexaster mit Einsetzen im Unterkarbon; Formen, mit diesen Skleren ausgestattet, erlöschen im Laufe des Perms (MOSTLER, 1986: 333). Ab dem Lias treten neben den gewöhnlichen Hexastern neue Typen hinzu, die eine starke Differenzierung der Sekundärstrahlen zeigen, die in ihrer Formenvielfalt bereits völlig an die Hexaster rezenter Poriferen anschließen. Damit sind die Weichen für die modernen Hexasterophora, wie wir sie heute vorliegen haben, ab Beginn des Juras gestellt.

Auffallend ist über weite Strecken das Fehlen von Clavulen und Paraclavulen, die außer im Kambrium noch im Karbon weitverbreitet sind, weniger häufig im Devon und Perm auftreten (KOZUR & MOSTLER, 1989) und in der Trias (basale Obertrias, hohe Obertrias; MOSTLER, 1976, DONOFRIO, 1990) äußerst selten vorkommen. Im Lias wurde nur 1 Clavul nachgewiesen, während im Oberjura vereinzelte Funde bekanntgemacht werden konnten. Obwohl der Verfasser beispielsweise aus der Trias über 2000 poriferenspiculaführende Proben untersucht hat, konnte er nur zwei Clavule nachweisen. Eine Erklärung für das seltene Auftreten von Clavulen kann der Verfasser zunächst nicht beibringen. In diesem Zusammenhang ist es bemerkenswert, daß die Clavule sich erst in jüngster Zeit ab dem Tertiär sehr stark differenziert haben, wobei die Vielfalt dieser in rezenten Poriferen anhält (siehe hierzu IJIMA, 1927).

Phylogenetisch wichtig ist das Scopul, das allerdings erst mit der basalen Obertrias erstmals in Erscheinung tritt. Somit setzen die Scopularia erst im Lauf der Trias ein (vgl. hierzu Tab. 1).

Was die Lychniscida betrifft, so haben die aus dem Karn von Ungarn gemeldeten Lychniske einer Überprüfung nicht standgehalten (siehe hierzu Abb. 2 sowie Taf. 14,

Fig. 1–3). Die laternenartigen Strukturen werden nur vorgetauscht; z.T. handelt es sich um Vorläufer dieser (z.B. aus dem Oberrhin und Rhät von Csövár). Es fehlen die 12 hierfür charakteristischen Balken. Anstelle dieser sind einmal zwei Balken ausgebildet, zum anderen sind nahe dem Kreuzungspunkt der drei Achsen des Hexactins 2–3 Poren entwickelt, die einer differenzierten Synapticulabildung angehören. Die ersten Lychniske treten im oberen Dogger auf, im basalen Malm sind diese bereits sehr häufig.

Während die Hemidiscosida im Laufe der Oberkreide erlöschen, entwickeln sich die Amphidiscosida weiter, allerdings ohne einen breiten Stock von Familien aufzubauen. Sie dürften im Zeitraum Unterjura bis Oberkreide ihre Blütezeit erlebt haben.

Zur Diskussion stehen noch jene Formen, die sich aus den Brachiospongiidae im Silur entwickelt haben. Es sind dies die Docodermatidae, die bis in den Jura hinaufreichen. Die im Perm noch weitverbreiteten Docodermatidae konnten über die ganze Trias hinweg (in der Mitteltrias treten sie sehr häufig auf; MOSTLER, 1976: 21) gefunden werden. Vertreter dieser Gruppe sind aus den liassischen Beckensedimenten ebenfalls präsent. Es handelt sich um Dermalia (Pentactine) mit langen stacheligen Auswüchsen und Dornen, vor allem an der Oberseite der vier Kreuzstrahlen (siehe hierzu Taf. 11, Fig. 3–9; Taf. 10, Fig. 5; Taf. 7, Fig. 12).

Mit phylogenetischen Fragen der Hexactinellida hat sich vor allem FINKS in den Jahren 1960 und 1983 befaßt. Nach diesem Autor wurzeln alle Hexactinelliden in zwei Oberfamilien, und zwar in den Protospongioidea und Brachiospongioidea. Nach Ansicht des Autors (siehe hierzu MOSTLER, 1986) haben diese eine eigenständige Entwicklung durchgemacht und sind streng von den Hexasterophora und Amphidiscophora abzutrennen. Die einzige Familie, die die Paläozoikum/Mesozoikum-Grenze überschritten hat, sind die Docodermatidae, die im Laufe des Oberjuras erlöschen.

REID (1958: Textfig. 24) sieht eine mögliche Verbindung des paläozoischen Stockes, den er unter dem Begriff Reticulosa zusammenfaßt, zu den Hexasterophora. Wichtig ist vor allem seine Vorstellung, daß die Amphidiscophora und Hexasterophora eine gemeinsame Wurzel im Präkambrium haben. Jedenfalls ist es von großer Bedeutung, daß REID (1958) die Amphidiscophora und Hexasterophora als eigenständige Großgruppen seit dem Kambrium sieht, obwohl, wie aus den strichlierten Linien seiner Tabelle hervorgeht, dieses Konzept auf Vermutungen aufbaut.

Bei den Amphidiscophora ist es interessant, daß er die Hemidiscosida an der Grenze zwischen Trias und Jura einwurzelt; bekannt waren sie zu dieser Zeit nur aus der

Oberkreide. Die Amphidiscosa beginnen nach REID erst im Laufe des Juras. Beachtenswert ist auch seine Betrachtungsweise hinsichtlich der Hexasterophora, zumal er die Hexactinosida, Lychniscosida und die Lyssakinosa alle aus einer Wurzel im hohen Jungpaläozoikum entstanden sieht. Nach ihm setzen die Hexactinosida (fossil belegt) erst mit Beginn des Juras, die Lychniscosida im Laufe der Trias und die Lyssakinosa mit Beginn des Juras ein. Hier hat sich seit 1958 sehr viel geändert, wenn man hierzu die Tab. 1 dieser Studie vergleicht.

In jüngster Zeit hat sich SALOMON (1988) mit phylogenetischen Problemen der Hexactinellida befaßt, vor allem auf den Arbeiten von SCHULZE (1886) und IJIMA (1927) aufbauend, wobei die Schlüsselarbeit hierzu sicher die von IJIMA ist. Es werden in dieser Arbeit im wesentlichen die Vorstellungen von IJIMA diskutiert und weiterverfolgt. Die Arbeit befaßt sich mit Überlegungen, die aus den Studien rezenter Hexactinelliden hervorgehen, für phylogenetische Fragen sehr wichtig sind und daher dringend an Paläontologen herangetragen werden müssen. Dennocherscheint es notwendig, diese Überlegungen hinsichtlich der Übertragbarkeit auf fossiles Material zu überprüfen, wie dies z.T. in dieser Studie versucht wurde.

## Literatur

- BENGTSON, S. (1986): Siliceous microfossils from the Upper Cambrian of Queensland. – *Alcheringa*, **10**, 195–216.
- BERGQUIST, P.R. (1986): Poriferan relationships. – In: Vonway Morris, S. et al. (eds.): *The Systematics Association, spec. vol. 28: The origin and relationships of lower invertebrates*, 14–27.
- CARTER, H.J. (1873): On the Hexactinellidae and Lithotidae generally, and particularly on the Aphrocallistidae, Aulodictyon and Farreae, together with facts elicited from their deciduous structures, and descriptions respectively of three new species. – *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, **XII**, 347–373, 437–472.
- CARTER, H.J. (1877): On two vitreo-hexactinellid sponges. – *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, **XIX**, 121–131.
- DENDY, A. (1916): A report on the Hexactinellid sponges collected by H.M.S. Selark in the Indian Ocean. – *Trans. Linn. Soc. London*, ser. 2, **XVII**, st. 2.
- DONOFRIO, D.A. (1984): Microfauna triassica e giurassica dalla serie calcareo-siliceo-marnosa della Lucania, facies S. Fele (Appennino Campano-Lucano, Italia meridionale). – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **13**, 8, 177–199, Innsbruck.
- DONOFRIO, D.A. (1990): Radiolarien und Poriferen (-Spicula) aus der Obertrias von Aghdarband (NE Persien). – *Abh. Geol. B.-A.*, **38**, Wien (in Druck).
- DUNIKOWSKI, E.v. (1882): Die Spongien, Radiolarien und Foraminiferen der unterliassischen Schichten vom Schafberg bei Salzburg. – *Denkschr. Österr. Akad. Wiss., Math.-Nat. Kl.*, **45**, 163–194.
- FINKS, R.M. (1960): Late Paleozoic sponges of the Texas region: the siliceous sponges. – *Bull. Amer. Mus. nat. Hist.*, **120** (art. 1), 160 S.
- FINKS, R.M. (1970): The evolution and ecologic history of sponges during Paleozoic times. – In: FRY, W.G. (ed.): *The biology of the Porifera. – Symp. Zool. Soc. London*, **25**, 3–22, Academic Press.
- FINKS, R.M. (1983): Fossil Hexactinellida. – In: RIGBY, J.K. & STEARN, C.W. (eds.): *Sponges and spongiomorphs. Notes for a short course*, 270 S., T.W. Broadhead, Indiana.
- FRAIPONT, C. (1911): Une Hexactinellide nouvelle du Dévonien belge (Calcaire frasien), *Pseudopemmatites fourmarierei*, g. et sp. n. – *Ann. (Mem.) Soc. Géol. Belgique*, **38**, 197–206.
- FRY, W.G. (ed.) (1970): *The biology of the Porifera. – Sym. Zool. Soc. London*, **25**, 512 S., Academic Press, London.
- GRAY, J.E. (1859): Description of *MacAndrewia* and *Myliusia*, two new forms of sponges. – *Proc. Zool. Soc. London*, **XXVII**, 437–440.
- GRAY, J.E. (1867): Notes on the arrangement of sponges, with the description of some new genera. – *Proc. Zool. Soc. London for 1867*, 492–558.
- GRAY, J.E. (1872): On a new genus of hexaradiate and other sponges discovered in the Philippine Islands by Dr. A.B. Meyer. – *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, **X**, 134–139.
- HARTMAN, W.D., WENDT, J.W. & WIEDENMAYER, F. (1980): Living and fossil sponges. – *Sedimenta VII*, Miami, Florida, 274 S.
- HIGGIN, T. (1875): On two hexactinellid sponges from the Philippine Islands in the Liverpool Free Museum. – *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, **XV**, 357–390.
- IJIMA, I. (1897): Revision of hexactinellids with discocasters, with descriptions of five new species. – *Annot. Zool. Jap.*, **4**, 43–59.
- IJIMA, I. (1898): The genera and species of Rossellidae. – *Annot. Zool.*, **II**, 41–55.
- IJIMA, I. (1901): Studies on the Hexactinellida. *Contrib. I. – Jour. Sci. College, Imp. Univ. Tokyo*, **XV**, 1–299.
- IJIMA, I. (1902): Studies on the Hexactinellida. *Contrib. II. – Jour. Sci. College, Imp. Univ. Tokyo*, **XVII**, 32 S.
- IJIMA, I. (1903): Studies on the Hexactinellida. *Contrib. III. – Jour. Sci. College, Imp. Univ. Tokyo*, **XVIII**, 124 S.
- IJIMA, I. (1927): Hexactinellida of the Siboga Expedition. – In: WEBER, M. (ed.): *Uitkomsten op zoologisch, botanisch, oceanographisch en geologisch gebied versameld in Nederlansk Oost-Indie 1899–1900*, **6**, 1–381, E.J. Brill, Leiden.
- KENT, W.S. (1870): On the Hexactinellidae or hexaradiate spiculed siliceous sponges taken in the 'Norna' expedition off the coast of Spain and Portugal. With description of new species and revision of the order. – *Monthly Microsc. Jour.*, **IV**, 241–252.

- KIRKPATRICK, R. (1909): On the phylogeny of the Amphidiscophora. – Ann. and Mag. Nat. Hist., ser. 8, **IV**, 479–484.
- KIRKPATRICK, R. (1910a): On Hexactinellid sponge spicules and their names. – Ann. and Mag. Nat. Hist., ser. 8, **V**, 208–213.
- KIRKPATRICK, R. (1910b): On Hexactinellid spicules and their names. Supplementary. – Ann. and Mag. Nat. Hist., ser. 8, **V**, 347–350.
- KLING, S.A. & REIF, W.-E. (1969): The paleozoic history of amphidisc and hemidisc sponges: new evidence from the Carboniferous of Uruguay. – J. Paleont., **43**, 6, 1429–1434.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H. (1990): Saturnaliacea DEFLANDRE and some other stratigraphically important Radiolaria from the Hettangian of Lengries/Isar (Bavaria, Northern Calcareous Alps). – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, selber Band.
- LAUBENFELS, M.W. de (1953): Fossil sponges of Western Australia. – Jour. Roy. Soc. W. Australia, **37**, 105–117.
- MARSHALL, W. & MEYER, A.B. (1877): Über einige neue und wenig bekannte Philippinische Hexactinelliden. – Mitt. Zool. Mus. Dresden, **2**, 261 S.
- MINCHIN, E.A. (1905): A speculation on the phylogeny of Hexactinellid sponges. – Zool. Anz., **XXVIII**, 439–448.
- MOSTLER, H. (1976): Poriferenspiculae der alpinen Trias. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **6**, 5, 1–42.
- MOSTLER, H. (1978): Ein Beitrag zur Mikrofauna der Pötschenkalke an der Typlokalität unter besonderer Berücksichtigung der Poriferenspiculae. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **7**, 3, 1–28, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1986): Beitrag zur stratigraphischen Verbreitung und phylogenetischen Stellung der Amphidiscophora und Hexasterophora (Hexactinellida, Porifera). – Mitt. österr. geol. Ges., **78** (1985), 319–359, Wien.
- MOSTLER, H. (1989): Mikroskleren hexactinellider Schwämme aus dem Lias der Nördlichen Kalkalpen. – Jb. Geol. B.-A., **132**, 4, 687–700, Wien.
- MOSTLER, H. & MOSLEH-YAZDI, A. (1976): neue Poriferen aus oberkambrischen Gesteinen der Milaformation im Elburzgebirge (Iran). – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **5**, 1, 1–36, Innsbruck.
- MOSTLER, H. & BALOGH, Z. (1990): Hexactinellide Kieselschwämme aus den Oberalmer Schichten (Oberer Jura, Nördliche Kalkalpen). – Abh. Geol. B.-A., Wien.
- MOSTLER, H. & BALOGH, Z. (in Vorbereitung): Bauformen hexactiner Mikroskleren.
- MÜLLER, W. (1974): Beobachtungen an der hexactinelliden Juraspongie *Casearia articulata* (SCHMID-EL). – Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, **12**, 1–19.
- RAUFF, H. (1893/94): Palaeospongiologie. Erster und allgemeiner Teil und zweiter Teil, erste Hälfte. – Palaeontographica, **40**, Stuttgart.
- REID, R.E.H. (1958): A monograph of the Upper Cretaceous Hexactinellida of Great Britain and Northern Ireland. – Paleont. Soc. London, pt. 1, pt. 2, 74 S.
- REID, R.E.H. (1968): Bathymetric distribution of Calcareo and Hexactinellida in the present and in the past. – Geol. Mag., **105**, 546–559.
- REIF, W.E. (1967): Schwammspicula aus dem Weißen Jura Zeta von Nattheim (Schwäbische Alb). – Paleontographica, ser. A., **127**, 85–102.
- REIF, W.-E. & ROBINSON, J.A. (1976): On functional morphology in lychnisc sponges (Porifera, Hexactinellida). – Paläont. Z., **50**, 57–69.
- REIF, W.-E. & ROBINSON, J.A. (1978): On functional morphology of the skeletons in lychnisc sponges (Hexactinellida). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **157**, 141–144, Stuttgart.
- RIGBY, J.K. (1983): A first report of Cretaceous sponges from the Carnarvon Basin in Western Australia. – Journ. Paleont., **57**, 4, 766–772.
- RIGBY, J.K. (1983): First reported Triassic lychniscid sponges from North America. – Jour. Paleont., **57**, 4, 787–796.
- RIGBY, J.K., KEYES, R., Jr. & HOROWITZ, A. (1979): Two new Mississippian sponges from northeastern Alabama. – J. Paleont., **53**, 3, 709–719.
- RIGBY, J.K., RACKI, G. & WRZOLEK, T. (1981): Occurrence of dyctyid hexactinellid sponges in the Upper Devonian of the Holy Cross Mts. – Acta Geol. Polonica, **31**, 3–4, 163–168.
- SADEDDIN, W. (1976): Beiträge zur Mikrofauna des Jura nordöstlich Hall i. Tirol. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **5**, 8, 1–8, Innsbruck.
- SALOMON, D. (1988): Phylogenetic problems in Hexactinellida. – Berliner geowiss. Abh., (A), **100**, 33–34, Berlin.
- SALOMON, D. (1989): On the origin of Hexasterophora and Amphidiscophora with a special remark on *Itararella gracilis* and *Microhemidiscia ortmani* KLING & REIF (1969); an important but largely disregarded documentation. – Fossil Cnidaria, **18**, 2, 26–28, Münster.
- SCHMIDT, O. (1870): Grundzüge einer Spongienfauna des Atlantischen Gebietes. – 88 S., Leipzig.
- SCHRAMMEN, A. (1903): Zur Systematik der Kieselspongien. – Mitteil. Roemer Mus. Hildesheim, **19**.
- SCHRAMMEN, A. (1910, 1912): Die Kieselspongien der oberen Kreide von Nordwestdeutschland. I. Teil: Tetraxonia, Monaxonia und Silicea incert. sedis (1910). II. Teil: Triaxonia (Hexactinellida) (1912). – Paleontographica, suppl. 5, 385 S.
- SCHRAMMEN, A., (1924): Die Kieselspongien der oberen Kreide von Nordwestdeutschland. II. und letzter Teil. – Monogr. Geol. Paleont., Ser. 1, 2, 159 S.
- SCHULZE, F.E. (1886): Über den Bau und dys System der Hexactinelliden. – Abh. kgl. preuss. Akad. Wiss. Berlin.
- SCHULZE, F.E. (1897): Revision des Systems der Asconematiden und Rosselliden. – Sitz.-ber. kgl. preuss. Akad. Wiss. Berlin, **XXVI**, 520–558.
- SCHULZE, F.E. (1900a): Hexactinelliden des Indischen Ozeans. III<sup>th</sup>. – Abh. kgl. preuss. Akad. Wiss. Berlin.

- SCHULZE, F.E. (1900b): Mittelmeer-Hexactinelliden. – Ber. Commission f. Erforsch. d. östl. Mittelmeeres, XXIII. Zool. Ergebnisse, **XII**, 8 S.
- SCHULZE, F.E. (1904): Hexactinellida. – Wiss. Ergebn. d. deutsch. Tiefsee Exped. auf d. Dampfer 'Valdivia' 1898–1899.
- TABACHNIK, K.R. (1988): Hexactinellid sponges from the mountains of west Pacific. – Akad. Wiss. UdSSR, Inst. f. Ozeanolgr., 49–64.
- TABACHNIK, K.R. (1989): Adaptions of hexactinellid sponges of deep-sea life. – Akad. Wiss. UdSSR, 49–54.
- TABACHNIK, K.R. (1989): A new genus of hexactinellid sponges (Hyalospongia, Hexasterophora), Part 1. – Jour. Zool., **LXVIII**, 133–136.
- TABACHNIK, K.R. (1989): Two hexactinellid sponges from the north-east of the Pacific Ocean with a description of a new species, Part 2. – Jour. Zool., **LXVIII**, 293–296.
- VACELET, J. (1988): Indications de profondeur données par les Spongiaires dans les milieux benthiques actuels. – Géologie Méditerranéenne, **XV**, 1, 13–26.
- VINASSA DE REGNY, P. (1911): Neue Schwämme, Tabulaten und Hydrozoen aus dem Bakony. – Resultate der wissenschaftl. Erforschung des Balatonsees. I. Bd. 1. T. Pal. Anh., 1–17.
- ZIEGLER, B. (1983): Einführung in die Paläobiologie, Teil 2: Spezielle Paläontologie: Protisten, Spongien und Coelenteraten, Mollusken. – 409 S., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhdlg. Nägeli & Obermiller, Stuttgart.

*Anschrift des Verfassers:*

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

eingereicht: 2. Juli 1990      angenommen: 30. Juli 1990

# Tafelerläuterungen

## Tafel 1

(Fig. 1–15: alles Makrouncinate)

- Fig. 1: Schlankes Uncinat mit auf- und absteigender Bestachelung; die Stacheln sind stark gebogen ( $V = 50x$ ).
- Fig. 2: Vergrößerter Ausschnitt des Mitteteils von Fig. 1, um die Grenze zwischen den beiden Bestachelungsrichtungen besser sichtbar zu machen ( $V = 200x$ ).
- Fig. 3: Uncinat mit gegenläufiger Bestachelung (die Stacheln sind nur wenig gebogen) ( $V = 75x$ ).
- Fig. 4: Uncinat mit sehr langen, nach oben gebogenen Stacheln ( $V = 150x$ ).
- Fig. 5–9: Große bäumchenförmige Megauncinate mit aufsteigend alternierender Bestachelung. Im unteren Schaftabschnitt weisen diese Nadeln Gruben und kleine Widerhaken auf (Fig. 5:  $V = 80x$ , Fig. 6–9:  $V = 100x$ ).
- Fig. 10: Lanzenförmiges Uncinat, nur Widerhaken aufweisend ( $V = 50x$ ).
- Fig. 11: Vergrößerter Ausschnitt des Uncinats von Fig. 10 ( $V = 600x$ ).
- Fig. 12: Sehr langes lanzenförmiges Uncinat mit ersten Ansätzen von Stacheln; sonst nur Gruben aufweisend ( $V = 50x$ ).
- Fig. 13: Vergrößerter Ausschnitt von Fig. 12 ( $V = 500x$ ).
- Fig. 14: Vergrößerter Ausschnitt von Fig. 15, um die Gruben am Schaftende darzustellen ( $V = 500x$ ).
- Fig. 15: Lanzenförmiges Uncinat mit Widerhaken und ersten Andeutungen einer Bestachelung ( $V = 50x$ ).
- Fig. 16: Anker-nadel mit 8 Kopfstacheln und in 4 Richtungen ausgebildeten Schaftstacheln, die stark nach unten gebogen sind und sich über die Hälfte ihrer Länge überlappen ( $V = 100x$ ).
- Fig. 17: Ankerförmiges Spiculum mit 4 Kopfstacheln, die gerade verlaufend steil nach unten gestreckt sind (spitzer Ankerkopf). Schaftstacheln sind in 3 Richtungen eher spärlich entwickelt und parallel mit den Kopfstacheln verlaufend ( $V = 100x$ ).
- Fig. 18: Ankerförmige Nadel wie in Fig. 17, mit 5 Kopfstacheln ( $V = 100x$ ).
- Fig. 19: Anker-nadel mit 6 Kopfstacheln. Der Ankerkopf ist rund, die in 4 Richtungen entwickelten Schaftstacheln sind wie bei den anderen Nadelarten angeordnet, allerdings mehr zu Büscheln konzentriert ( $V = 200x$ ).
- Fig. 20: Bruchstück einer Anker-nadel mit breit ausladendem Ankerkopf und mit 7 Kopfstacheln; Schaftstacheln weit vom Ankerkopf entfernt ansetzend ( $V = 200x$ ).
- Fig. 21: Spiculum mit 5 Kopfstacheln und sehr hoch ansetzenden Schaftstacheln ( $V = 150x$ ).
- Fig. 22: Ankerkopf mit 8 Kopfstacheln ( $V = 200x$ ).

## Tafel 2

- Fig. 1: Anker-nadel mit breit gewölbtem Kopfende und 9 Kopfstacheln (wichtig ist vor allem, daß an 2 Kopfstacheln ein Kanal sichtbar ist. Die gerade verlaufenden, nach oben gerichteten Schaftstacheln zeigen ebenfalls an 3 Stellen Kanalausstritte ( $V = 300x$ ).
- Fig. 2: Spiculum mit stärker gewölbtem, relativ kleinem Kopf und nur 6 Kopfstacheln. Zwischen dem Ankerkopf und der Schaftbedornung ist ein verhältnismäßig großer dornenfreier Abschnitt ( $V = 200x$ ).
- Fig. 3: Schopfnadel mit spitzwinkelig zulaufendem Kopfende und 5 Kopfstacheln. Die wenigen Schaftstacheln sind nicht gebogen; sie verlaufen alternierend in 3 Richtungen ( $V = 250x$ ).
- Fig. 4: Man sieht in den Unterteil des Ankerkopfes, der mit 7 Stacheln besetzt ist und außerdem am Schaft eine lange stachelfreie Zone aufweist ( $V = 300x$ ).
- Fig. 5–6: 2 Anker-nadeln mit dichter Schaftbestachelung ( $V = 150x$ ).
- Fig. 7–8: 2 astrose Mikroskleren (Fig. 7:  $V = 750x$ , Fig. 8:  $V = 600x$ ).
- Fig. 9: Unterer Abschnitt eines lanzenförmigen Uncinats, vor allem um die am Schaft situierten Gruben und Widerhaken aufzuzeigen. Es handelt sich um einen vergrößerten Teilausschnitt von Fig. 13 ( $V = 500x$ ).
- Fig. 10: Anker-nadel mit 4 gleich langen Ankerstacheln und einem sehr langen, leicht geschwungenen Schaft ( $V = 100x$ ).
- Fig. 11: Bäumchenförmiges Megauncinat mit aufsteigender Bestachelung ( $V = 80x$ ).
- Fig. 12: Lanzenförmiges Uncinat, den oberen glatten Abschnitt des Schaftes darstellend ( $V = 200x$ ).
- Fig. 13: Geschwungenes, lanzenförmiges Uncinat ( $V = 75x$ ).
- Fig. 14: Detail des unteren Abschnittes eines lanzenförmigen Uncinats ( $V = 500x$ ).
- Fig. 15: Kopfabschnitt und Halsbereich einer Anker-nadel ( $V = 400x$ ).

## Tafel 3

- Fig. 1, 6, 9: Scopule mit 9 Kopfstrahlen bzw. Kelchstrahlen, die eine für diesen Typus charakteristische Beringung aufweisen. Wichtig ist vor allem der mittige Strahl in Fortsetzung des Schaftes (Fig. 1:  $V = 150x$ , Fig. 6:  $V = 350x$ , Fig. 9:  $V = 120x$ ).

- Fig. 2: Scopul mit 9 Kelchstrahlen, die völlig geschlossen sind, also nicht nach oben aufgehen, und damit parallel zum Rhabd verlaufen ( $V = 100x$ ).
- Fig. 3: Scopul mit 5 beringten Strahlen ( $V = 300x$ ).
- Fig. 4: Scopul mit einem Kelch aus 9 Strahlen, die nach oben dünner werden und ebenfalls beringt sind ( $V = 300x$ ).
- Fig. 5, 7: Scopule mit 4 glatten, nach außen sich öffnenden Kelchstrahlen ( $V = 500x$ ).
- Fig. 8: Scopul mit einem sich breit nach außen öffnenden Kelch und mittigem Kelchstrahl; die beringten Strahlen sind gestreckt, aber nicht nach außen gebogen ( $V = 500x$ ).
- Fig. 10: Scopul mit 10 glatten Kelchstrahlen ( $V = 300x$ ).
- Fig. 11: Scopul mit 4 glatten, gestreckten Kelchstrahlen ( $V = 300x$ ).

#### Tafel 4

- Fig. 1: Kelch eines Scopuls mit 9 Strahlen, vor allem um die Bezählung der einzelnen Ringe darzustellen ( $V = 600x$ ).
- Fig. 2: Ausschnitt vom oberen Teil der Kelchstrahlen aus Fig. 1 ( $V = 1000x$ ).
- Fig. 3–5: Weitere Scopule mit mittigem Kelchstrahl ( $V = 400x$ ).
- Fig. 6–7: Pinulhexactine; der Pinulstrahl weist einen eher schmalen Hals auf und endet mit einem nahezu runden, bäumchenförmigen Kopf ( $V = 150x$ ).
- Fig. 8: Hexactin mit ungleich langen Strahlen ( $V = 150x$ ).

#### Tafel 5

- Fig. 1–2, 4, 5: Die hier dargestellten verwachsenen Megaskleren erwecken den Eindruck, daß die Pinule miteinander verwachsen sind. Es scheint sich aber hierbei eher um den dermalen Teil eines dictyiden Skeletts zu handeln, das stark verdickte Auswüchse aufzeigt, sogenannte "dermal spikes", die den Pinulstrahlen ähneln. Gerade in Fig. 4, wo sich darunter ein kubisches Skelett aufbaut, sollte man dies nicht als Verschmelzung von vielen Pinulen auffassen (Fig. 1:  $V = 75x$ , Fig. 2:  $V = 150x$ , Fig. 4, 5:  $V = 100x$ ).
- Fig. 3: Pinulhexactin ohne halsförmige Einschnürung. Der Kopf sitzt direkt den Basisstrahlen auf ( $V = 150x$ ).
- Fig. 6: Pinulhexactin mit langem Hals und kugelförmigem Pinularstrahlende ( $V = 200x$ ).
- Fig. 7–8: Pinulhexactine mit schlankeren Pinularstrahlen, extrem in Fig. 8 ausgebildet ( $V = 100x$ ).
- Fig. 9–12: Pinulhexactine mit zapfenförmigen Pinularstrahlen, manchmal spitz, manchmal stumpf endend. Die Skulpturierung des aufgetriebenen Pinularstrahls ist auch unterschiedlich, worauf im Text eingegangen wird ( $V = 150x$ ).

#### Tafel 6

Alles Pinulhexactine mit unterschiedlich entwickelten Pinularstrahlen, wobei vor allem die Oberflächenornamentik unterschiedlich ist (alle Vergrößerungen, mit Ausnahme von Fig. 13, sind  $150x$ , Fig. 13:  $V = 200x$ )

#### Tafel 7

- Fig. 1–2: Pinulhexactine, deren Basalstrahlen eng bedornt sind, z.T. schon mit Ansätzen zu Stacheln (Fig. 1:  $V = 150x$ , Fig. 2:  $V = 100x$ ).
- Fig. 3: Pinulhexactin, dessen Strahlen alle bestachelt sind ( $V = 100x$ ).
- Fig. 4, 13: Charakteristisch ist der Pinularstrahl dieser Hexactine, die oben in 2 Strahlen aufspalten und nach unten gebogen sind (Fig. 4:  $V = 150x$ , Fig. 13:  $V = 200x$ ).
- Fig. 5: Gebogenes Pinulhexactin ( $V = 150x$ ).
- Fig. 6, 8: Choanosomale Pentactine ( $V = 75x$ ).
- Fig. 7: Kleines Pentactin mit 4 gleich langen, sehr massiven, am Ende gerundeten Strahlen ( $V = 300x$ ).
- Fig. 9–10: Hexactine, die nur z.T. bestachelt sind ( $V = 100x$ ).
- Fig. 11: Pentactin mit 4 gleich langen, am Ende gerundeten Strahlen ( $V = 100x$ ).
- Fig. 12: Pentactin, stark bestachelt, wobei die Stacheln mehr auf der Oberseite der 4 Strahlen auftreten; der fünfte Strahl ist unbestachelt ( $V = 500x$ ).

#### Tafel 8

- Fig. 1: Bedorntes, mit ungleich langen Strahlen ausgestattetes Pentactin ( $V = 200x$ ).
- Fig. 2: Pentactin mit einem langen Strahl, der oben, d.h. proximal, bedornt ist, und 4 gleich langen, leicht nach unten gebogenen, ebenfalls bedornten Strahlen ( $V = 150x$ ).
- Fig. 3: Ausschnitt von Fig. 4, um die Bestachelungsart darzustellen ( $V = 500x$ ).
- Fig. 4: Sehr unregelmäßig entwickeltes Pentactin, stark bedornt ( $V = 100x$ ).

- Fig. 5: Ungleichmäßig entwickeltes Stauractin (V = 150x).  
 Fig. 6: Astrose Mikrosklere (V = 800x).  
 Fig. 7: Mikropentactin (V = 300x).  
 Fig. 8: Scopul mit beringten Kelchstrahlen (V = 400x).  
 Fig. 9: Astrose Mikrosklere mit ungleich langen Strahlen (V = 500x).

#### Tafel 9

- Fig. 1: Unregelmäßiges Pentactin mit glatten Strahlen und spitzen Enden (V = 50x).  
 Fig. 2: Oxyptentactin, glatt (V = 100x).  
 Fig. 3: Hexactin, bedornt, mit einem stark reduzierten sechsten Strahl (V = 150x).  
 Fig. 4: Hexactin mit angeschwollenem sechsten Strahl, dem Pinularstrahl nahestehend (V = 150x).  
 Fig. 5: Pentactin mit 1 sehr langen Strahl und 4 gleich langen, kurzen Strahlen in einer Ebene (V = 150x).  
 Fig. 6, 8: Choanosomale Hexactine (V = 100x).  
 Fig. 7: Pinulhexactin, beidemder in Verlängerung des Pinularstrahls auftretende Strahl auch etwas angeschwollen ist (V = 100x).  
 Fig. 9: Pentactin mit 1 sehr langen Strahl und 4 gleich langen bedornten Strahlen (V = 100x).  
 Fig. 10: Ungewöhnliches Pentactin mit 1 mittellangen Strahl und 4 Strahlen, die nach oben gebogen sind, und 2 tyllartig verdickten Enden (V = 100x).  
 Fig. 11: Unregelmäßiges Hexactin; 5 Strahlen sind bedornt (V = 75x).  
 Fig. 12: Hexactin mit ungleichmäßig bedornten Strahlen (V = 100x).  
 Fig. 13: Aberrantes Hexactin, teilweise mit kleinen Stacheln; 2 Strahlen sind sehr dick und angeschwollen ausgebildet, die anderen sind reduziert, aber auch etwas angeschwollen (V = 200x).  
 Fig. 14: Unregelmäßig entwickeltes Hexactin, das besonders 1 Strahl sehr lang ausgebildet hat (V = 75x).

#### Tafel 10

- Fig. 1, 2: Acanthinte Hexactine; Fig. 2 mit einem unbedornten Strahl (V = 200x).  
 Fig. 3: Hexactin mit ungleich langen Strahlen; 1 Strahl ist nicht bedornt, 1 Strahl ist etwas angeschwollen, sodaß dieses Hexactin einem Pinul ähnelt (V = 150x).  
 Fig. 4: Hexactin mit 5 bestachelten Strahlen, die z.T. ungleich lang sind (V = 75x).  
 Fig. 5: Pentactin, dessen 4 Strahlen durchgehend eng mit Stacheln besetzt sind (V = 100x).  
 Fig. 6: Hexactin, das 4 nach oben gebogene, gleich lange, bedornte Strahlen aufweist (V = 75x).  
 Fig. 7: Hexactin mit 5 Strahlen, die bestachelt sind; der unpaarige Strahl ist nicht bestachelt (V = 200x).  
 Fig. 8: Bestacheltes Pentactin, von der Unterseite her betrachtet; die Stacheln sind unten weniger dicht gesät als oben (V = 80x).  
 Fig. 9: Pentactin mit glatten Strahlen (V = 50x).  
 Fig. 10: Durchwegs bestacheltes Hexactin; 4 Strahlen sind nach oben gebogen und ungleich lang (V = 400x).

#### Tafel 11

Alle hier abgebildeten Oxyptentactine dürften hyperdermal gebildet worden sein, wobei die Bestachelung auf der Oberseite auftritt, also stark nach außen hin gerichtet ist.

- Fig. 1–3: Auf der Oberseite durchgehend bestachelte Oxyptentactine, von unten her betrachtet (V = 100x).  
 Fig. 4: Ansicht von oben; der Verschmelzungsbereich der 4 Strahlen ist unbestachelt, sonst stark an der Oberseite und an der Seite, aber nicht unten bestachelt (V = 100x).  
 Fig. 5: Pentactin mit loser Bestachelung auf der Oberseite (V = 100x).  
 Fig. 6: Pentactin mit Bestachelung innerhalb des Verschmelzungsbereiches der 4 Strahlen und etwas über diesen hinausgehend; von oben betrachtet (V = 75x).  
 Fig. 7, 8: Pentactine mit mehr oder minder gleichmäßiger Bestachelung, von oben und von der Seite betrachtet (V = 100x).  
 Fig. 9: Sehr stark bestacheltes Pentactin; 1 Strahl ist etwas abgewinkelt (könnte auch sekundär sein); wesentlich ist aber, daß man an den Stacheln, die abgebrochen sind, deutlich Kanäle erkennen kann (V = 100x).

#### Tafel 12

(Fig. 1–4: Fragmente von lyssakiden Skelettelementen)

- Fig. 1: Lyssakides Skelett aus bedornten Pentactinen mit z.T. bogenförmig verlaufenden Synapticula (V = 150x).  
 Fig. 2: Miteinander verschweißte echinate Pentactine, die zusätzlich den Ansatz zur Synapticulabildung aufweisen (V = 150x).

- Fig. 3: Zwei subparallel verschweißte Echinpentactine mit kleinen, kurzen Synapticula ( $V = 150x$ ).
- Fig. 4: Subparallel miteinander verwachsene, eng aneinanderliegende, in der Größe variierende, ebenfalls bedornete Pentactine mit vielen kleinen Synapticula, senkrecht auf die Aststrahlen entwickelt ( $V = 150x$ ).
- Fig. 5: Zwei durch Zementation verbundene echinate Pentactine (Punkt- und Flächenverbindung) ( $V = 75x$ ).
- Fig. 6: Hierbei handelt es sich bereits um ein dictyides Skelett aus unregelmäßig verlöteten Hexactinen bestehend, in dem massive Pentactine miteingebaut sind (möglicherweise handelt es sich um Übergangsformen zwischen dictyid und lyssakid) ( $V = 150x$ ).
- Fig. 7: Kleines Pentactin, das aus dem Hyperdermalbereich stammen dürfte ( $V = 300x$ ).
- Fig. 8: Pentactine Nadel, aus dem Basalskelett (Ankernadel) stammend ( $V = 200x$ ).
- Fig. 9: Uncinat, stark vergrößert, um aufzuzeigen, daß die Stacheln auch einen Kanal aufweisen ( $V = 300x$ ).

### Tafel 13

(Fig. 1–9: alles dictyide Skelette)

- Fig. 1: Einlagiges Skelett, bestehend aus glatten Hexactinen, die nicht einheitlich orientiert verwachsen sind ( $V = 100x$ ).
- Fig. 2: Streng kubisch angelegte Gitter, aus verschweißten, glatten Hexactinen aufgebaut ( $V = 75x$ ).
- Fig. 3: In vertikaler Richtung streng ausgerichtete, massiv ausgebildete, glatte Strahlen von Hexastern; horizontal führen zwei weitere, relativ dick ausgebildete Strahlen zum Nachbarhexactin, die für die Verschweißung sorgen, während zwei wesentlich kürzer ausgebildete Strahlen frei in den Gitterraum ragen ( $V = 75x$ ).
- Fig. 4: Vergrößerung von Fig. 3 ( $V = 200x$ ).
- Fig. 5: Schwach bedornetes Hexactin, verwachsen zu einem unregelmäßigen dictyiden Gitter ( $V = 75x$ ).
- Fig. 6: Stark bedornete, große, massive Hexactine, die mit in einer Richtung stark verdickter Achse (2 Strahlen) im Konnex stehen, wobei die Achse der kleineren Hexactine die Verbindung zu den größeren Hexactinen darstellt. Ein Strahl, der senkrecht zur zuvor erwähnten Achse steht, stellt auch noch die Verbindung zu den größeren Hexactinen dar, während drei frei im Zwischengitterraum enden ( $V = 100x$ ).
- Fig. 7: Lychnisches Gitter, aus dem Oberjuraschwamm stammend ( $V = 75x$ ).
- Fig. 8: Unregelmäßig dictyides Gerüst mit drei Strahlenenden, frei im Zwischengitterraum endend ( $V = 75x$ ).
- Fig. 9: Sehr massives dictyides Gerüst mit Pusteln an der gesamten Oberfläche ( $V = 150x$ ).

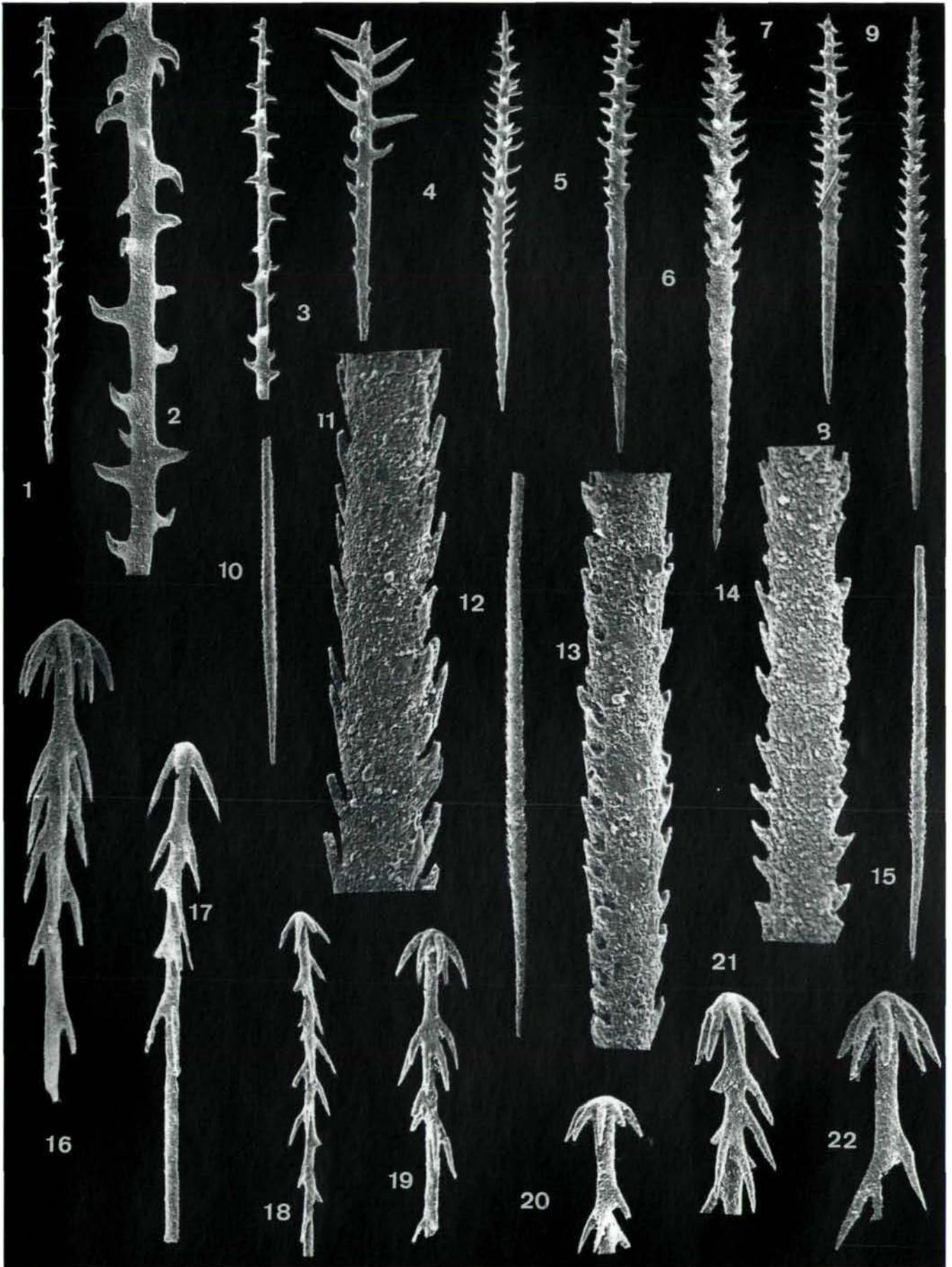
### Tafel 14

(Fig. 1–3: Bruchstücke von Poriferenskeletten, die aus der Obertrias von Csövar (Ungarn) stammen)

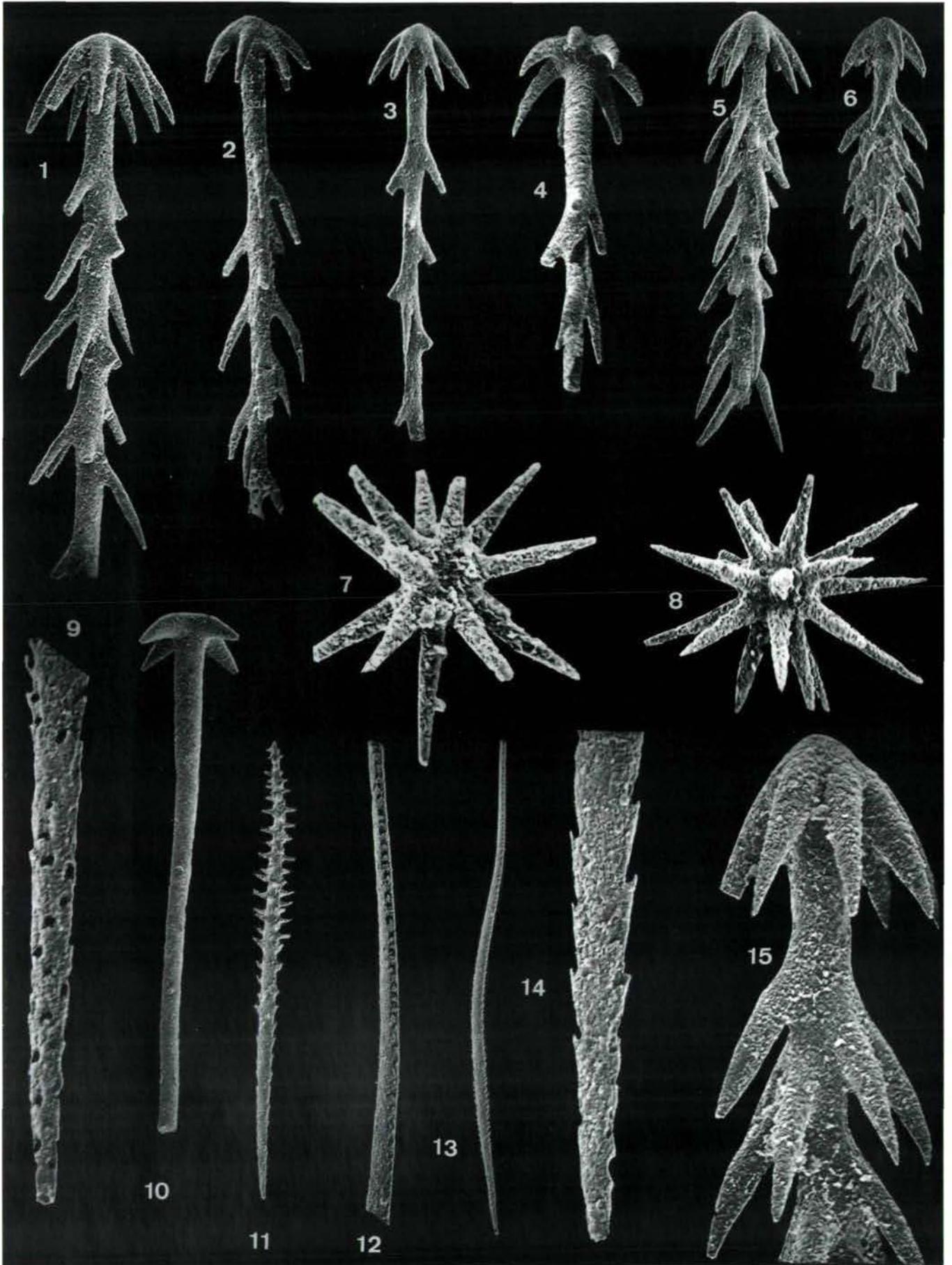
- Fig. 1: Ausschnitt aus einem dictyiden Gitter, an dem einmal (im Bild links oben) ein Balken sichtbar ist, zum anderen (im Bild links unten) ein Balken sehr gut erkennbar ist; ein zweiter mit angedeutet wird. Für ein echtes lychnisches Skelett fehlen mindestens zwei weitere Balken, wenn man von der Ansicht von oben, wie in Fig. 1 dargestellt, ausgeht (vgl. hierzu Fig. 3 und Fig. 5) ( $V = 100x$ ).
- Fig. 2: Engmaschiges dictyides Gitter; im oberen Feld der Fig. ist die Andeutung eines Balkens sichtbar; weitere Balken fehlen ( $V = 100x$ ).
- Fig. 3: Dictyides Skelett mit der Ausgestaltung eines Balkens, knapp nach dem Kreuzungspunkt dreier Achsen (im Bild unten und links oben sichtbar). Die beiden flankierenden Poren entstanden durch die Bildung von einfachen Synapticula ( $V = 150x$ ).
- Fig. 4: Sehr massives lychnisches Skelett, aus dem Oberjura stammend; sehr gut sind die vier Balken mit den dazugehörigen Hohlräumen, die das typische Laternenbild hervorrufen, erkennbar ( $V = 80x$ ).
- Fig. 5: Ebenfalls lychnisches Gitter mit der charakteristischen Oktaederform über dem Kreuzungspunkt der sechs Strahlen. Vereinzelt sind Balken auf der Unterseite durch die Fensterporen erkennbar ( $V = 150x$ ).
- Fig. 6: Bruchstück von verschweißten Pinulhexactinen ( $V = 100x$ ).
- Fig. 7: Vergrößerung des Pinularstrahles von Fig. 6, um nachzuweisen, daß es sich wirklich um ein Pinul handelt; gut erkennbar an den senkrecht zur Achse entwickelten dornartigen Fortsätzen, die dann immer dünner und zu blattartigen Gebilden, die sich achsenparallel anschmiegen, werden ( $V = 250x$ ).
- Fig. 8: Deckgespinst mit darunterliegendem, örtlich durchscheinendem, am Rand oben erkennbarem regelmäßigen Gerüst ( $V = 75x$ ).
- Fig. 9: Mehr oder minder unregelmäßig aufgebautes dictyides Gitter ( $V = 120x$ ).

Mit Ausnahme von Taf. 13 und Taf. 14 stammen alle abgebildeten Poriferenskelettelemente aus einer einzigen Kirchsteinkalkprobe (Lias, oberes Hettangien).

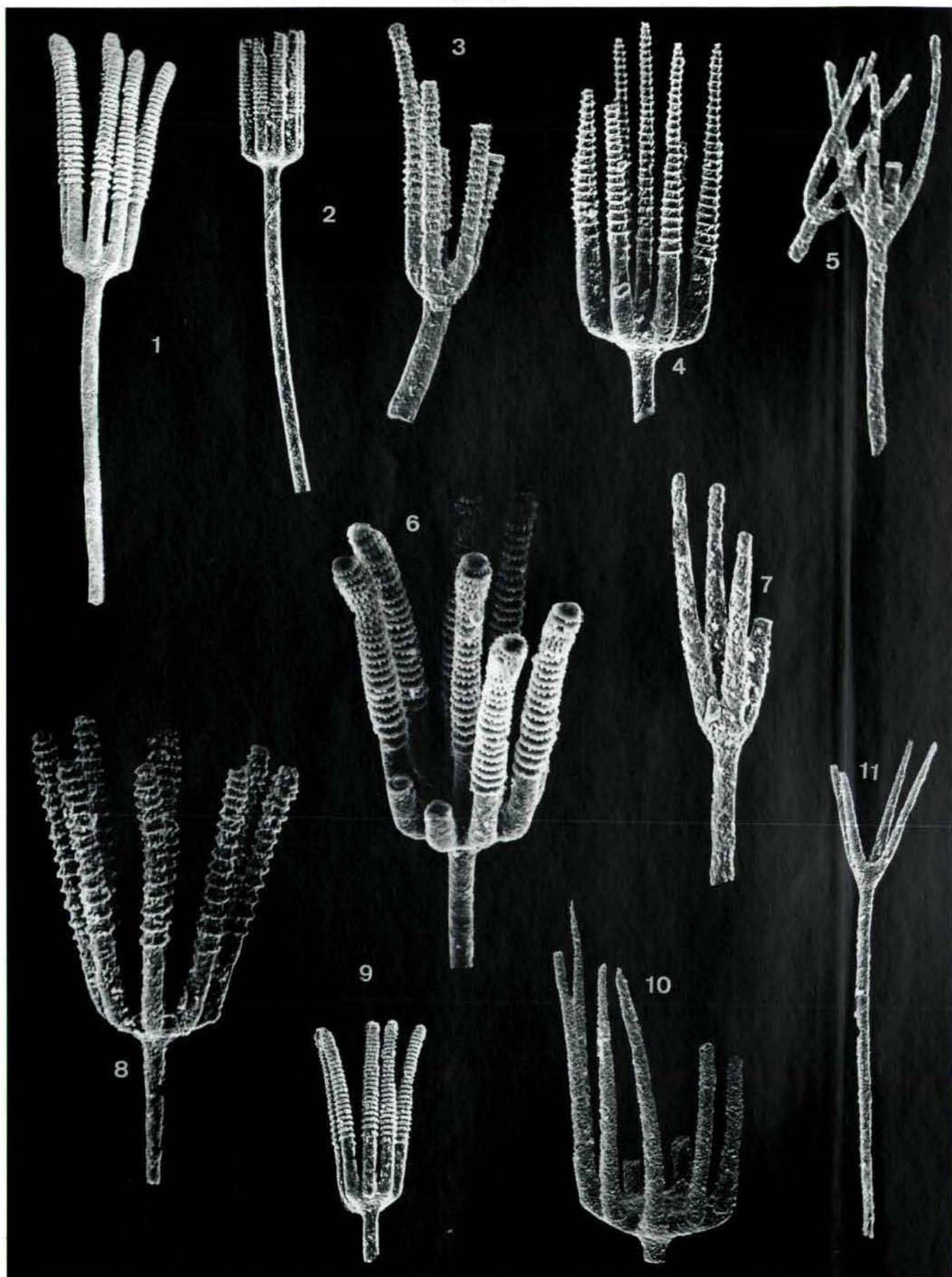
Tafel I



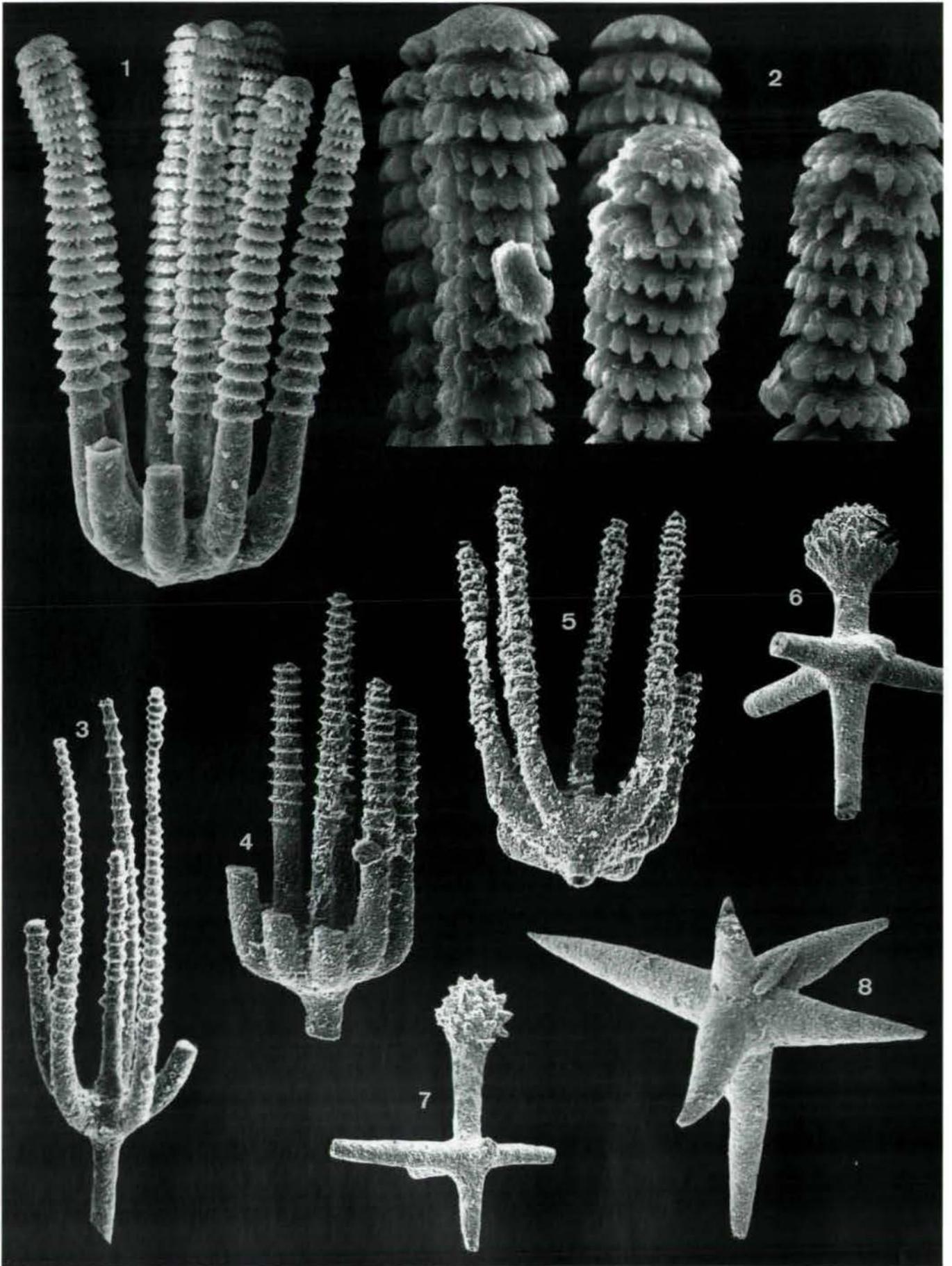
Tafel 2



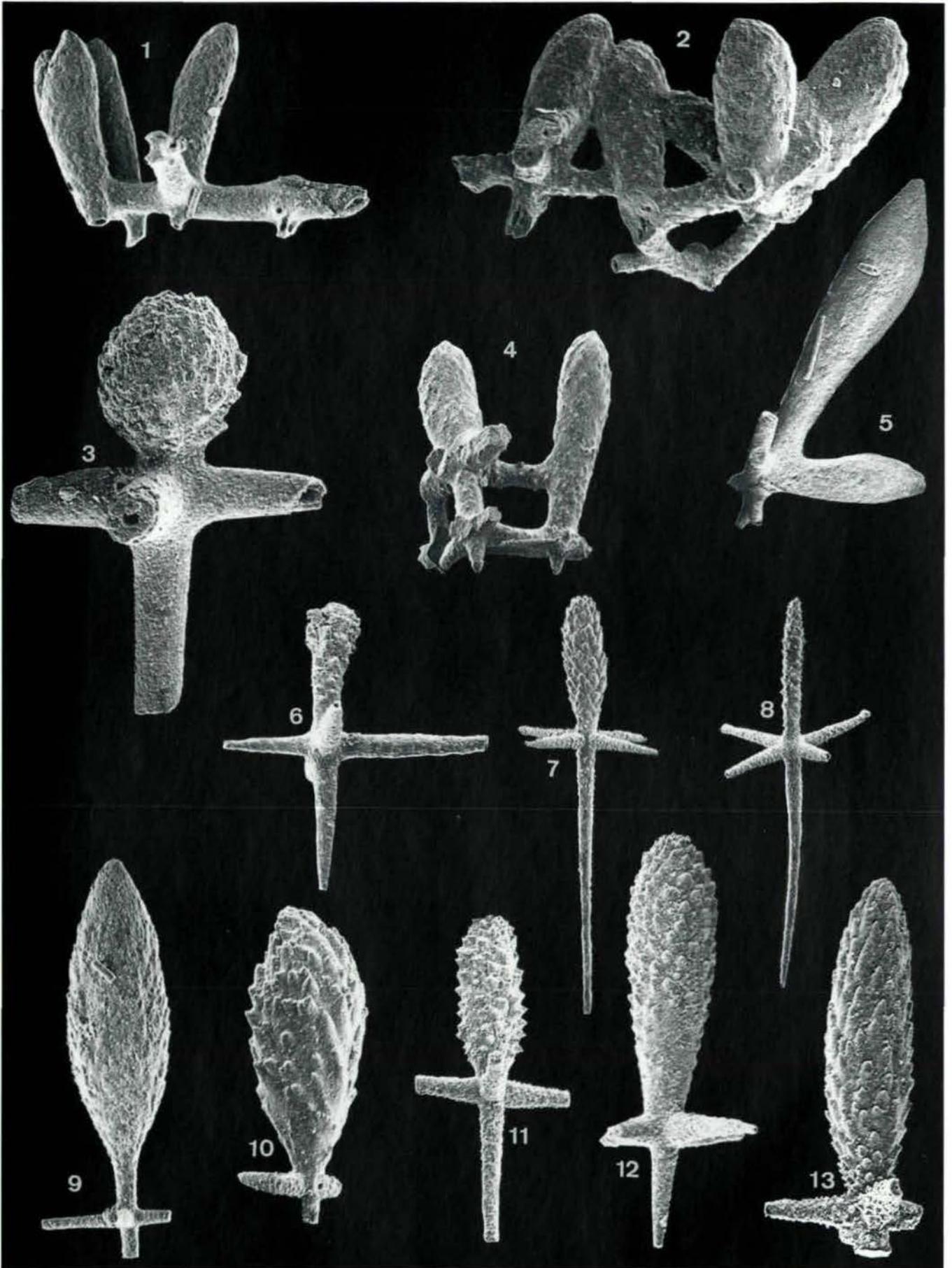
Tafel 3



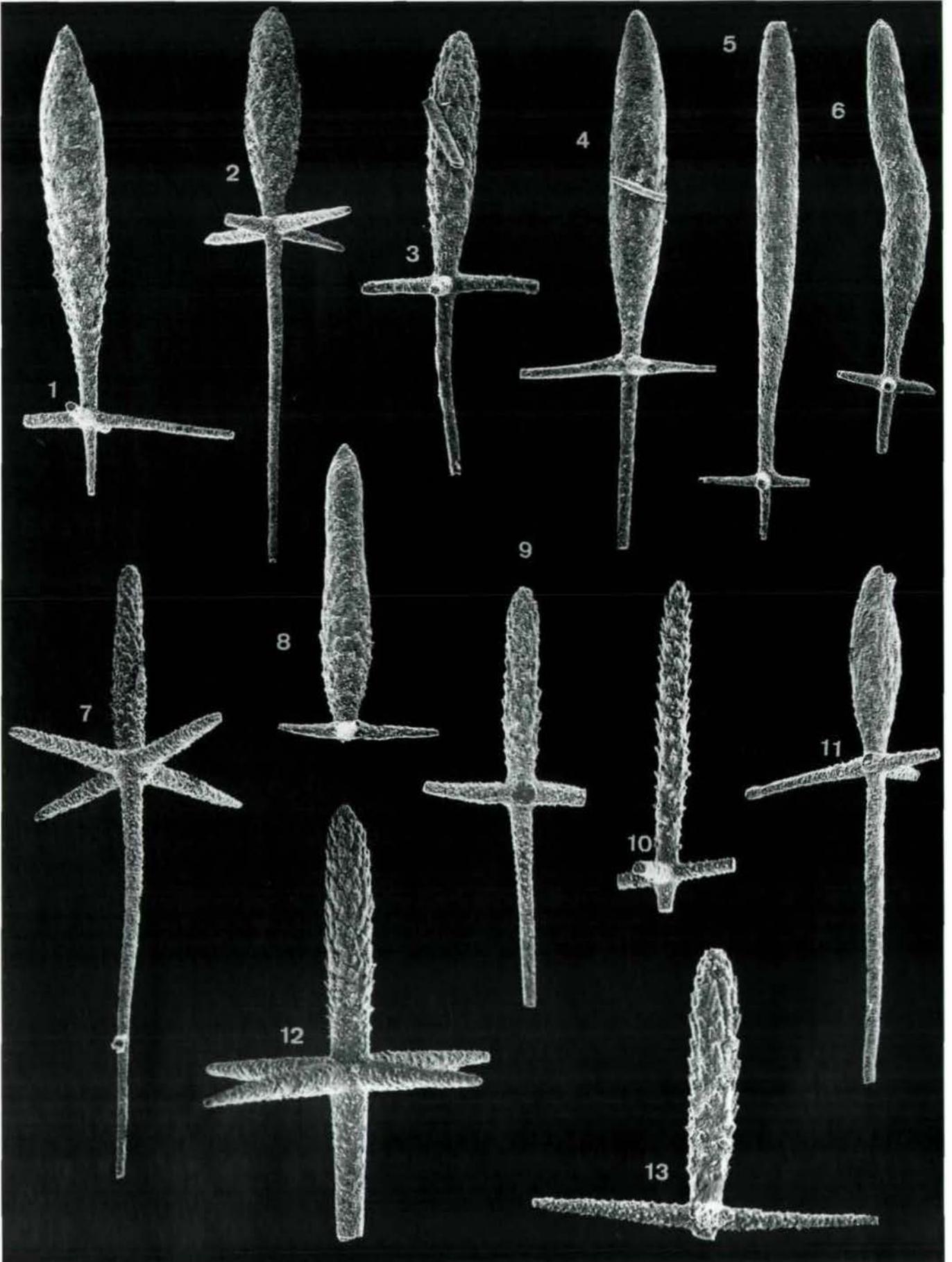
Tafel 4

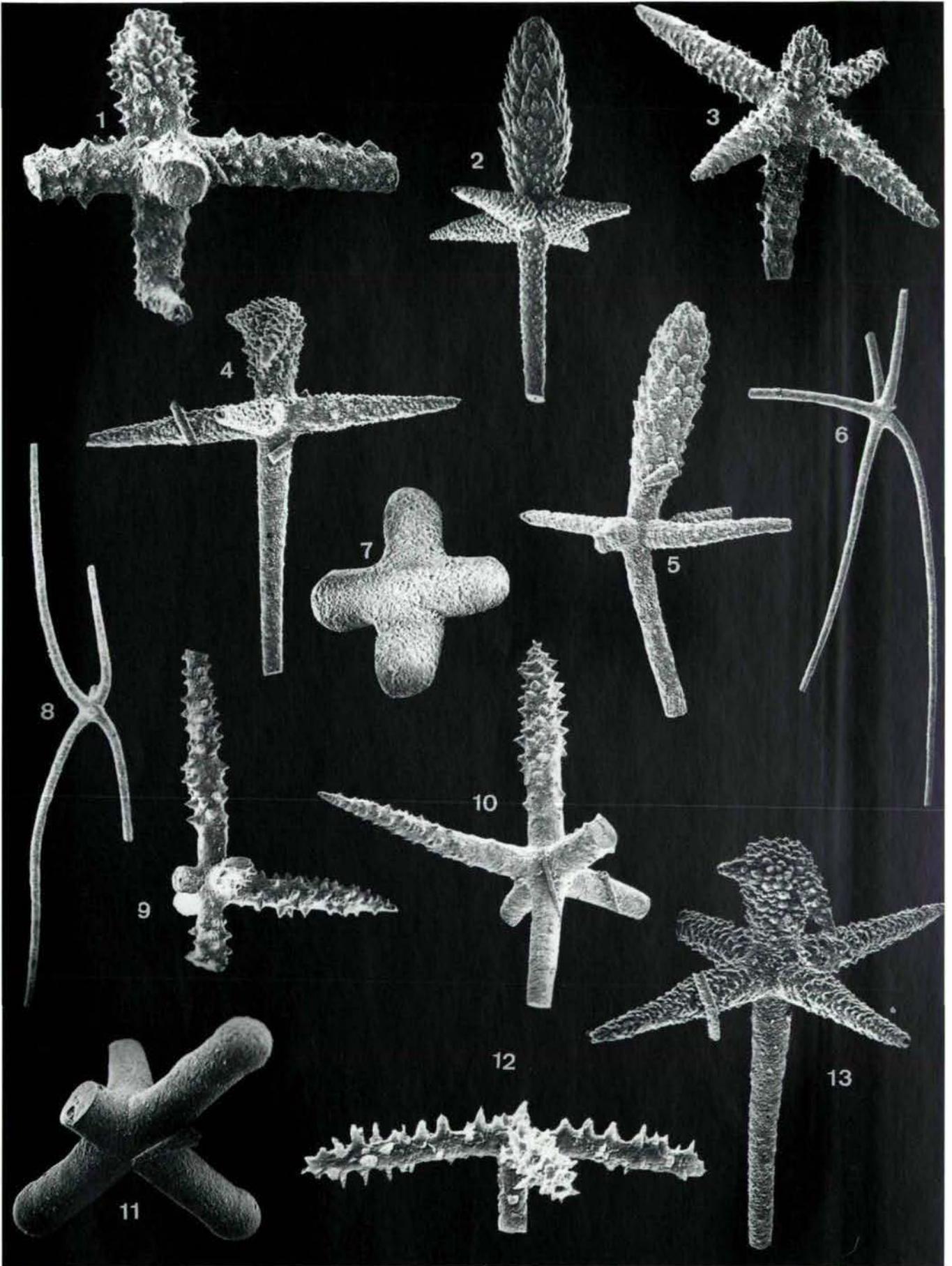


Tafel 5

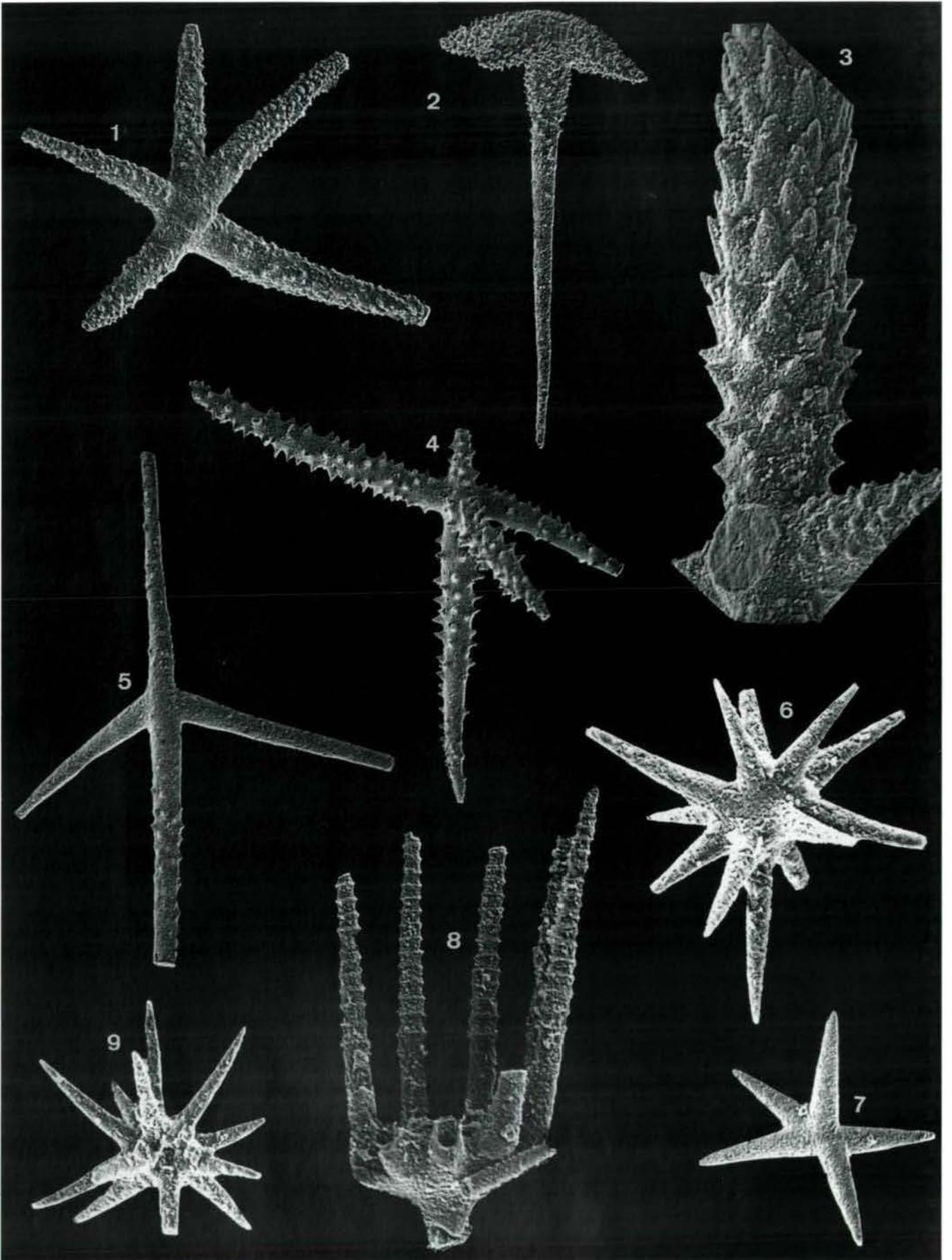


Tafel 6

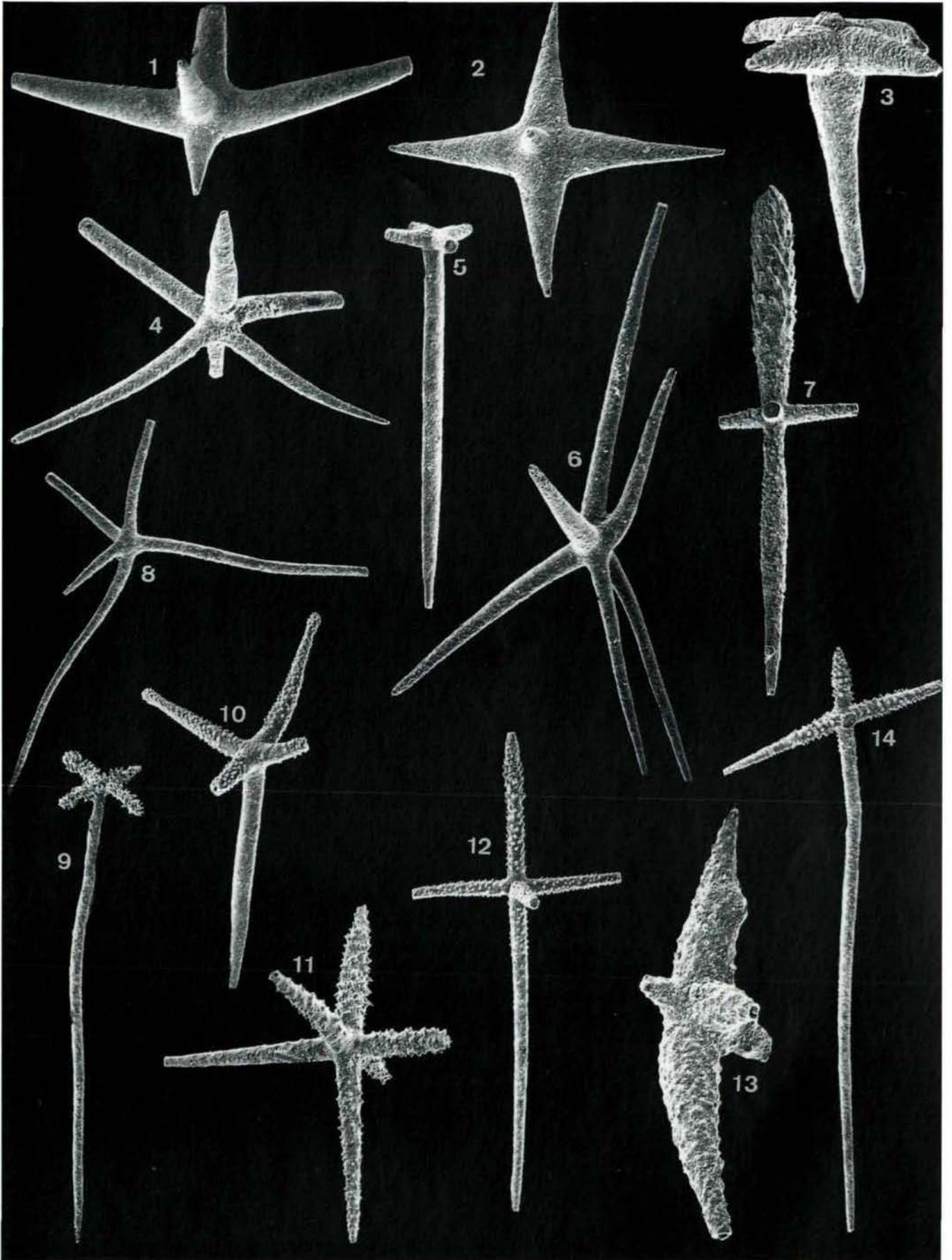




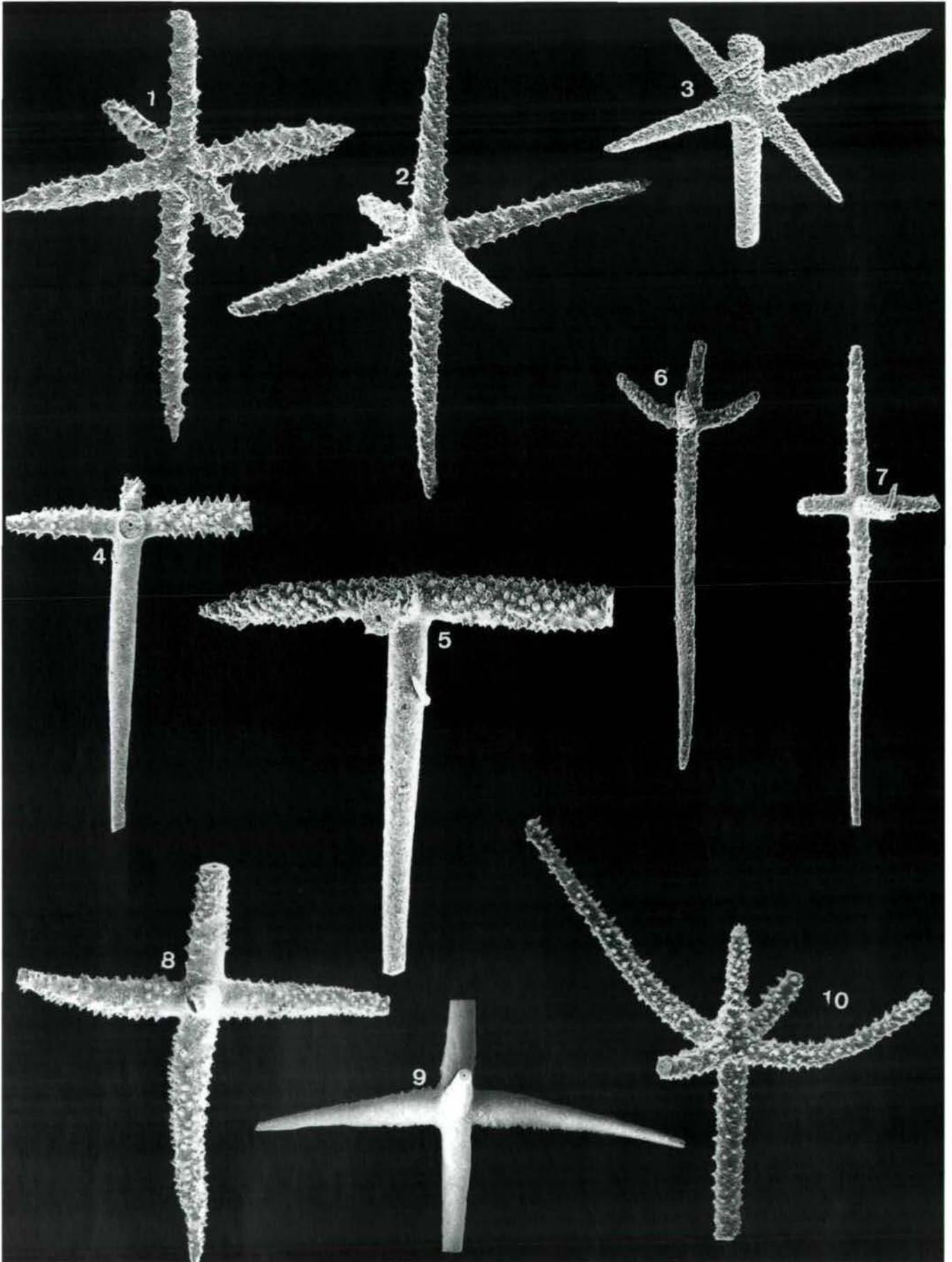
Tafel 8



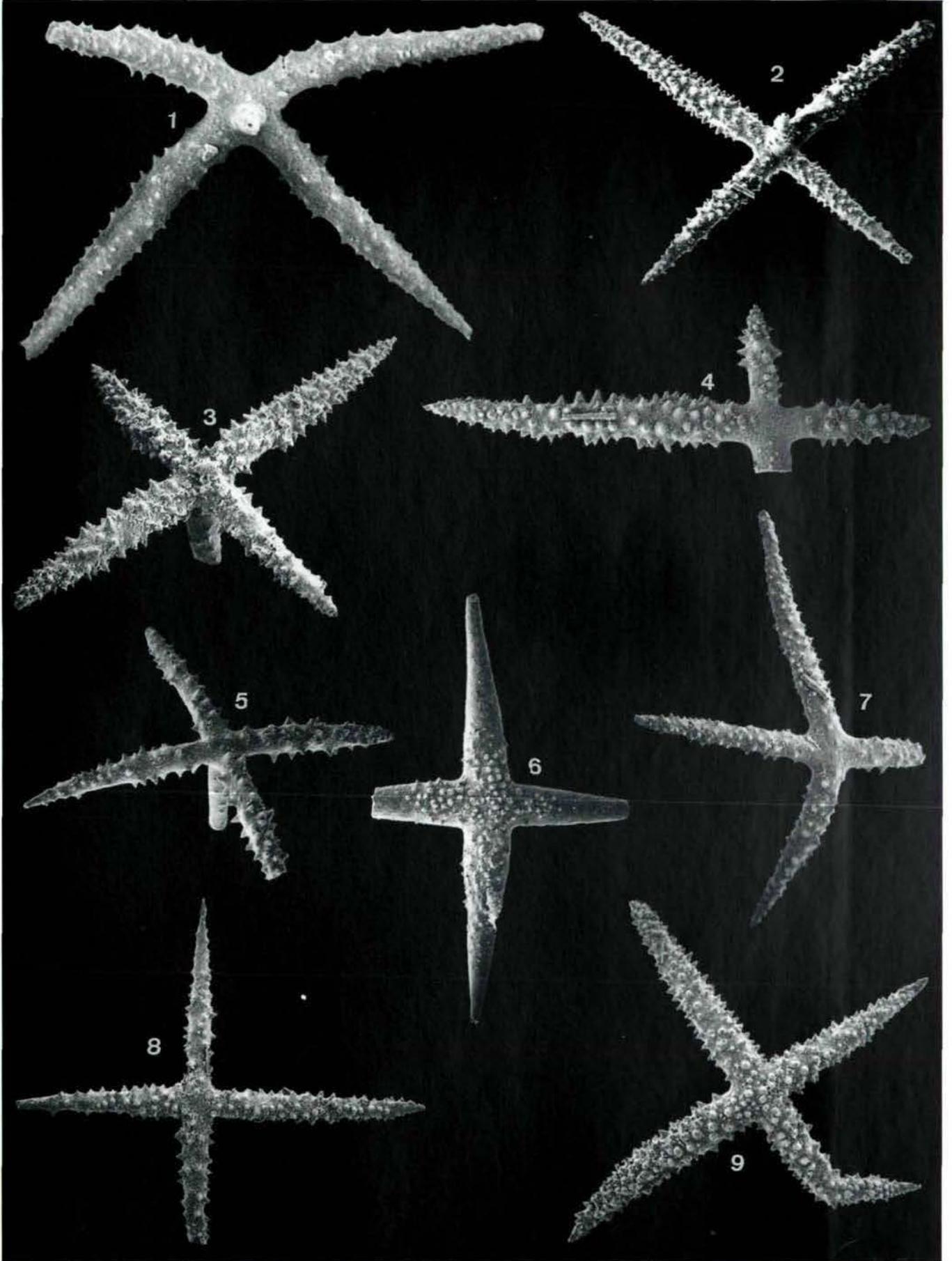
Tafel 9

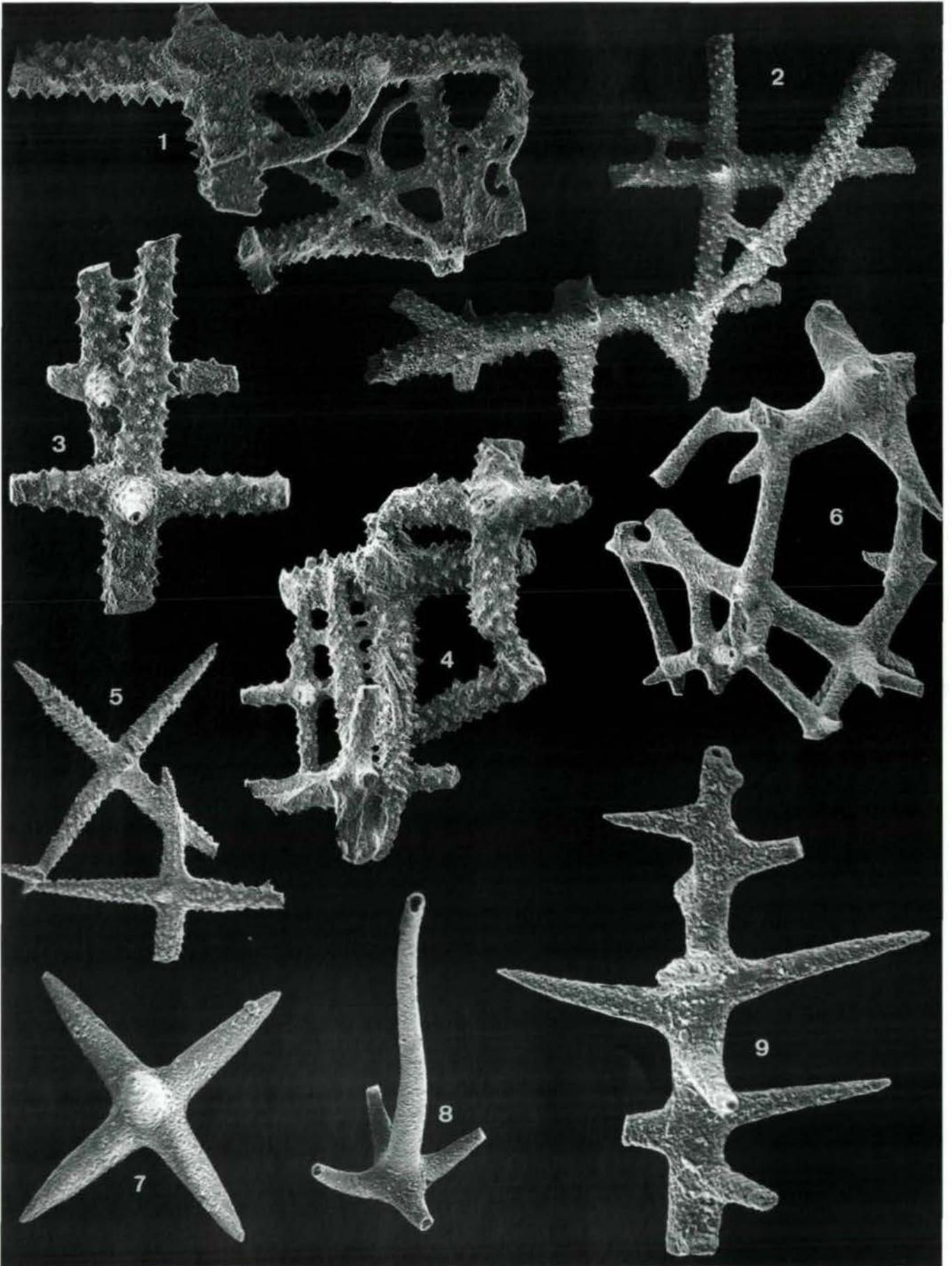


Tafel 10

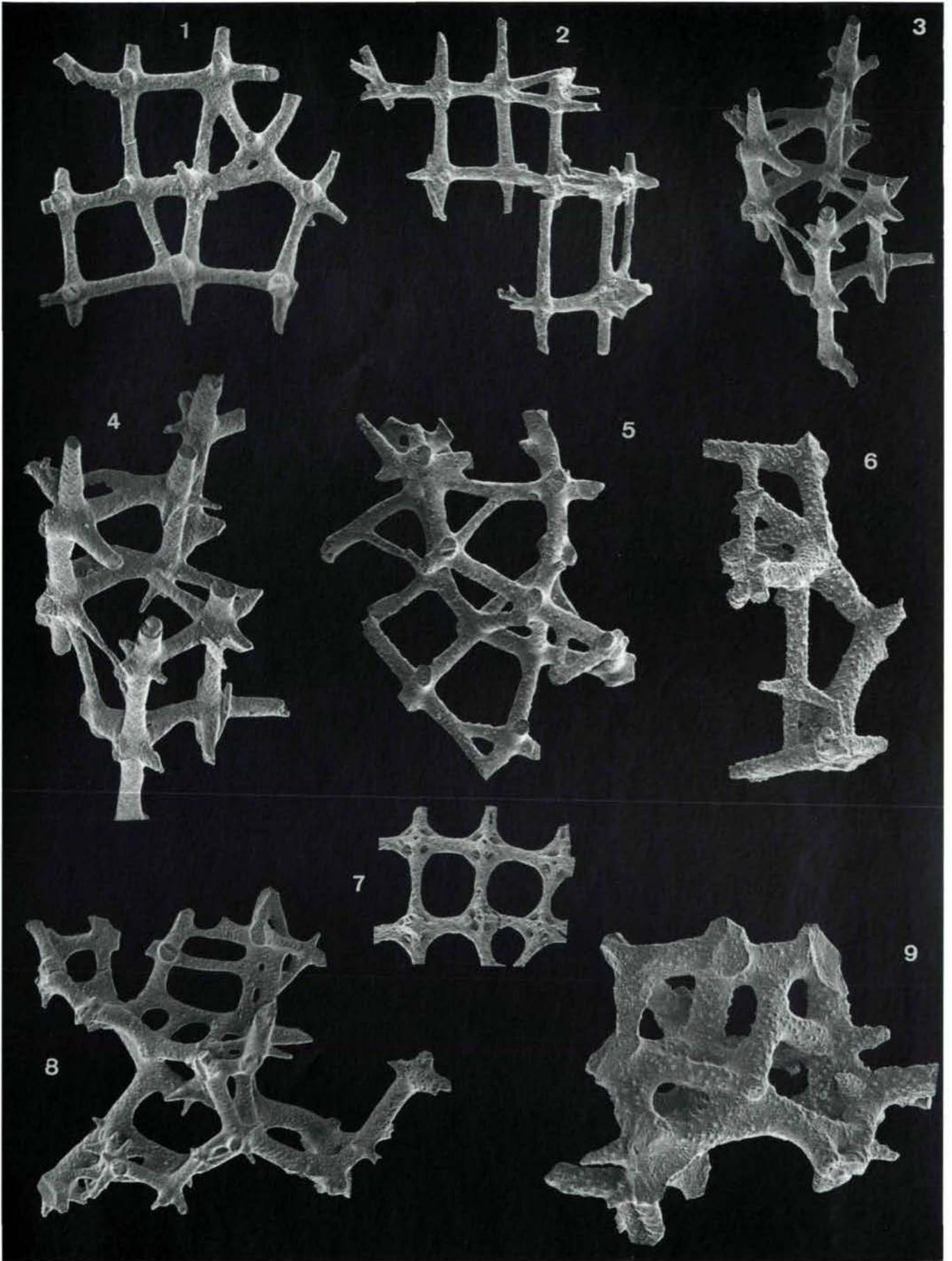


Tafel 11

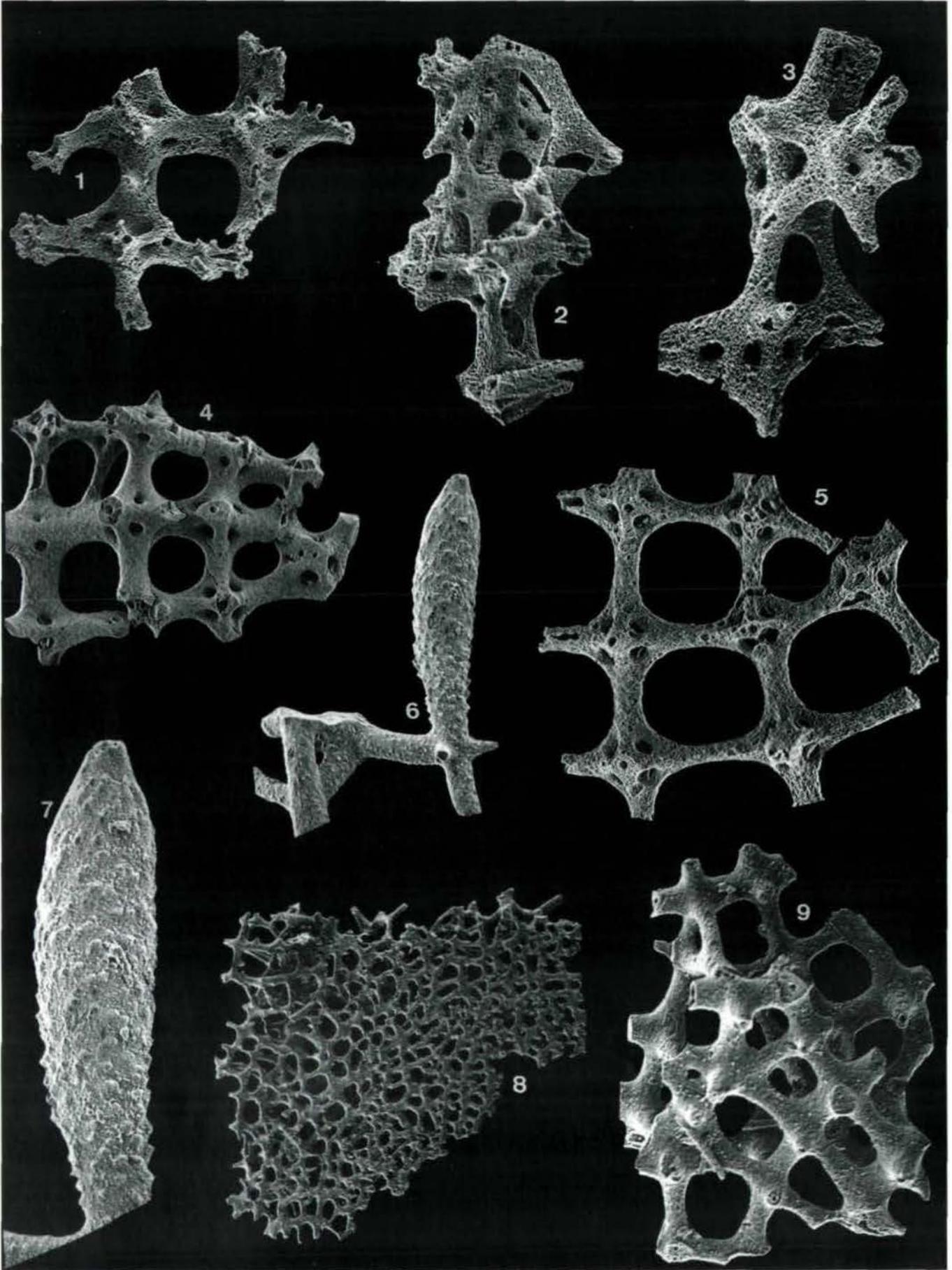




Tafel 13



Tafel 14



# SATURNALIACEA DEFLANDRE AND SOME OTHER STRATIGRAPHICALLY IMPORTANT RADIOLARIA FROM THE HETTANGIAN OF LENGGRIS/ISAR (BAVARIA, NORTHERN CALCAREOUS ALPS)

Heinz Kozur & Helfried Mostler

With 17 plates and 2 tables

**Abstract:** In the Kirchstein Limestone of the type locality 6.5 km WSW of Lenggris/Isar (Bavaria) rich radiolarian and sponge spicule associations have been discovered about 1 m above the Rhaetian Dachstein Limestone. The radiolarians indicate Hettangian age.

All discovered species of the Saturnaliacea DEFLANDRE, 1953 have been described. Additionally, the stratigraphically important species of other radiolarian families have been described. 2 families, 7 genera and 63 species have been newly established.

**Zusammenfassung:** Im Kirchsteinkalk der Typuslokalität 6,5 km WSW von Lenggris/Isar (Bayern) wurden ca. 1 m über dem rhätischen Dachsteinkalk reiche Radiolarien und Schwammspicula-Faunen entdeckt. Die Radiolarien zeigen Hettangian-Alter an.

Alle nachgewiesenen Arten der Saturnaliacea DEFLANDRE, 1953 werden beschrieben. Überdies werden auch die stratigraphisch wichtigen Arten anderer Radiolarienfamilien beschrieben. 2 Familien, 7 Gattungen und 63 Arten wurden neu aufgestellt.

## 1. Introduction

The microfossil content of the Kirchstein Limestone (siliceous limestones) from the type locality has been investigated by the present authors. Some of the excellently preserved sponge spicules have been already described by MOSTLER (1989 a, b). In the present paper the first radiolarians (Parasaturnalidae, Acanthocircidae and some other stratigraphically important forms) are described. Further papers with descriptions of the other radiolarian groups are in press.

## 2. Age of the investigated beds

Our samples were taken from the Kirchstein Limestone of the type locality Kirchstein 6.5 km WSW of Lenggris/Isar in Bavaria (see TOLLMANN, 1976). The best preserved radiolarians were found in sample L 1 about 1 m above the Rhaetian Dachstein Limestone. All described radiolarians derived from this sample.

The type locality of the Kirchstein Limestone lies in the northern marginal zone of the Lechtal Nappe. According to TOLLMANN (1976) the thickness of the Kirchstein Limestone is some tens to more than 100 meters. The lower horizon is about 30 m thick. This lower part of the Kirchstein Limestone has yielded *Schlotheimia angulata* (SCHLOTHEIM) of Upper Hettangian age. The higher Kirchstein Limestone belongs to the Sinemurian.

The radiolarian fauna indicates Hettangian age for sample 1. This is in good agreement with the geological position of sample L 1 and with the above mentioned data by TOLLMANN (1976) on the Hettangian ammonite fauna from the lower part of the Kirchstein Limestone. *Ellipsoxiphus suessi* (DUNIKOWSKI, 1882), closely related or even identical with *Pantanellium kluense* PESSAGNO & BLOME (1980), *E. browni* (PESSAGNO & BLOME, 1980) and *E. tanuensis* (PESSAGNO & BLOME, 1980) indicate Hettangian age. According to PESSAGNO & BLOME (1980) *E. tanuensis* is restricted to the Lower Hettangian, *E. browni*, in turn, to the Upper Hettangian.

*Gorgansium alpinum* n. sp. occurs in Japan from the topmost conodont proven Rhaetian up to the basal *Parahsuuum simplum* zone and therefore has its main occurrence in the Hettangian. *G. blomi* n. sp. occurs in the Hettangian of British Columbia.

Earliest Liassic age is also indicated by the occurrence of *Betraccium bavaricum* n. sp., *B. hettangicum* n. sp., *B. inaequiporatum* n. sp. and *B. verticispinosum* n. sp. The genus *Betraccium* PESSAGNO & BLOME, 1980 was until now regarded as Norian and Rhaetian genus disappearing at the Rhaetian/Liassic boundary (PESSAGNO et al., 1987). Neither in western North America nor in Japan this genus was found above the Rhaetian. Our 4 *Betraccium* species are therefore the youngest representa-

tives of this genus. This indicates a position of our radiolarian fauna near the Triassic/Jurassic boundary. Resedimentation from Rhaetian beds can be excluded in our fauna, because the underlying shallow subtidal to supratidal Rhaetian Dachstein Limestone does not contain any radiolarians.

The same stratigraphic importance as the last *Betracium* species has *Xenorum jurassicum* n.sp., because also the genus *Xenorum* BLOME, 1984 was until now unknown above the Triassic.

The formerly assumed very sharp break in the radiolarian faunas between the Rhaetian and Hettangian cannot be confirmed. Many Triassic genera have in the Hettangian their last occurrence or their last frequent occurrence and many typical Hettangian or Liassic genera began already in the Rhaetian or even in the Norian. For instance, the genus *Relanus* PESSAGNO & WHALEN, very frequent in the Hettangian and absent in the Sinemurian, began with the primitive *Relanus browni* (BLOME, 1984) already in the Norian, but remains extremely rare up to the Lower Rhaetian. However, in the Upper Rhaetian this genus is already rather frequent. The genera *Droptus* PESSAGNO & WHALEN 1982, and *Paracanoptum* YEH, 1987, so far regarded as typical Liassic genera, are already present in the Rhaetian. Also the important Lower Liassic genus *Parahsuum* YAO, 1982 is present in Rhaetian beds. Even the Rhaetian zonal index species, *Canoptum rhaeticum* KOZUR & MOSTLER, 1981 (= *C. triassicum* YAO, 1982) is still rarely present in the Hettangian (also in our fauna).

The Upper Rhaetian and Hettangian radiolarian fauna is so similar, that Hettangian radiolarian faunas have been often placed into the Rhaetian (e.g. uppermost conodont-free part of the *Canoptum triassicum* Zone of Japan, see YAO, 1982) or Rhaetian radiolarian faunas have been placed into the Hettangian, like the lower part of the *Canoptum merum* Zone of western North America (see below).

The differences between the Rhaetian and Hettangian radiolarian faunas concern mostly the species level, but also several new genera appeared at or somewhat above the base of the Hettangian, especially among the Nassellaria. The characteristic and common *Relanus hettangicus* n. sp. is not yet present in the Rhaetian. The Hettangian Parasaturnalidae are mostly represented by other species than in the Rhaetian. Most characteristic are elongated forms with the long axis perpendicular to the polar spines and forms with quadratic or rectangular ring, still rare and untypical in the Norian and Rhaetian. Many species of *Pseudohelioliscus* KOZUR & MOSTLER, 1983, *Liassosaturnalis* n. gen. and *Pseudacanthocircus* n. gen. appeared

in the Hettangian. The latter 2 genera have not yet been reported from the Triassic, but the first appearance of *Pseudacanthocircus* in the Rhaetian cannot be excluded, because this genus is very common and differentiated in the Hettangian. *Parahsuum* YAO, 1982 and *Praecanutus* n. gen. are common in the Hettangian and here represented by several species, unknown from the Rhaetian.

The separation between the Hettangian and Sinemurian radiolarian faunas is likewise easy. Many species of the Canoptidae and Bagotidae appeared at the base of the Sinemurian or within this stage. The forerunners of these forms can be found in the Hettangian, therefore several phylomorphogenetic lines can be recognized that are useful for separation of Hettangian and Sinemurian nassellarian faunas (e.g. *Canutus* in the Sinemurian and its forerunner in the Hettangian, KOZUR & MOSTLER, in press).

Also the Spumellaria faunas from the Hettangian and Sinemurian can be easily distinguished. At the base of the Sinemurian appeared the first true Hagiastrids (PESSAGNO et al., 1987). Both in the Hettangian and in the Sinemurian the Parasaturnalidae are common, they have identical generic, but rather different species composition. *Palaeosaturnalis* DONOFRIO & MOSTLER, 1978, still common in the Hettangian and there represented by several species, is very rare in the Sinemurian and Pliensbachian and only represented by one species in each stage, before it disappeared in the Toarcian. Near the Hettangian/Sinemurian boundary several Triassic holdovers disappeared, e.g. *Betracium* PESSAGNO & BLOME, 1980, still common in the Hettangian (4 species).

According to PESSAGNO et al. (1987) *Crucella* PESSAGNO, 1971 s.str. and *Katroma* PESSAGNO & POISSON, 1981 appeared at the base of the Sinemurian, but both genera are already present in the Hettangian, *Crucella* is here even common. The oldest typical *Crucella* species with tapering tips of the rays, *Crucella longispinosa* (KOZUR & MOSTLER, 1978) is already present in the Carnian, where the genus *Triassocrucella* KOZUR, 1984 with bulbous ends of the rays is still dominant. *Crucella prisca* n. sp. is also known from the topmost conodont-proven Rhaetian of Japan. The appearance of *Crucella* and *Katroma* can be therefore not used for separating the Hettangian and Sinemurian radiolarian faunas.

The investigated Hettangian radiolarian fauna, the first rich Hettangian radiolarian assemblage of the world, is here discriminated as *Relanus hettangicus* Zone, defined by the range of the index species and a characteristic radiolarian assemblage. The *Relanus hettangicus* Zone contains the following characteristic and stratigraphically important species: *Canoptum rhaeticum* KOZUR & MOSTLER 1981, (rare), *Paracanoptum primitivum* n. sp.

(common), *Relanus hettangicus* n. sp. (very common), *Relanus longus* n. sp. (rare), *Relanus multiperforatus* n. sp. (rare), *Relanus striatus* n. sp. (common), *Droltus eurasiaticus* n. sp. (common), *Droltus carinatospinosus* n. sp. (rare), *Droltus robustospinosus* n. sp. (rare), primitive *Parahsuum simplum* YAO (rare), *Parahsuum primitivum* n. sp. (rare), *Syringocapsa coliforme* HORI, 1988 (rare), *Katroma* spp. (rare), *Betraccium bavaricum* n. sp. (rare), *Betraccium hettangicum* n. sp. (common), *Betraccium inaequiporatum* n. sp. (rare), *Betraccium verticispinosum* n. sp. (common), *Crucella carteri* n. sp. (common), *Crucella hettangica* n. sp. (rare), *Crucella prisca* n. sp. (common), *Ellipsoxiphus suessi* (DUNIKOWSKI, 1882) (common), *Ellipsoxiphus browni* (PESSAGNO & BLOME) (common), *Ellipsoxiphus tanuense* (PESSAGNO & BLOME, 1980) (common), *Gorgansium alpinum* n. sp. (rare), *Gorgansium blomei* n. sp. (rare), *Xenorum jurassicum* n. sp. (rare). Very characteristic and common for the *Relanus hettangicus* zone are different species of Parasaturnaliidae described in the present paper (see taxonomic part). Moreover, additionally more than 100 species of Nassellaria, Spumellaria and some Entactinaria are present in our material from the *Relanus hettangicus* Zone that will be described in separate papers by the present authors.

Age: Hettangian.

Distribution: Alps, Hungary, British Columbia and Oregon, Japan.

Remarks: The correlation with the higher part of the Zone 05 (*Canoptum merum* Concurrent Range Zone) of British Columbia and Oregon is indicated by the rich occurrence of the genus *Relanus* PESSAGNO & WHALEN, 1982, which is in North America nearly restricted to this zone. Moreover, also *Ellipsoxiphus browni*, *E. tanuense* and *Gorgansium blomei* are restricted to this zone. The index species, *C. merum* PESSAGNO & WHALEN, 1982 is not present in our material, but it occurs together with *C. praeannulatum* PESSAGNO & WHALEN, 1982 and *Relanus reefensis* PESSAGNO & WHALEN, 1982 in the higher Rhaetian of the Alps. All these 3 species are restricted to the *C. merum* Zone of the western North America. For this reason a large part of the *C. merum* Zone seems to be Rhaetian and not Hettangian in age.

Further but not time-related differences are the common presence of the genus *Betraccium* in our material that disappeared at the top of the Norian in western North America and the common occurrence of the genus *Crucella* s. str. that begins in western North America only in the basal Sinemurian.

More similarities exist between the *Relanus hettangicus* Zone and the topmost *Canoptum "triassicum"* Zone (*Canoptum triassicum* YAO, 1982 is a younger synonym of *C. rhaeticum* KOZUR & MOSTLER, 1981) and the lowermost *Parahsuum simplum* Zone of Japan. *Canoptum rhaeticum* KOZUR & MOSTLER, 1981 (= *C. triassicum* YAO, 1981), *Droltus eurasiaticus* n. sp. (= *Parahsuum* ? sp. A YAO, 1982), primitive *Parahsuum simplum* YAO, *Syringocapsa coliforme* HORI, 1988, *Crucella prisca* n. sp. (= *Staurodoras* ? sp. sensu IGO & NISHIMURA, 1984) and *Gorgansium alpinum* n. sp. (= *Gorgansium* sp. A sensu IGO & NISHIMURA, 1984) occur both in this interval of the Japanese sections and in the *Relanus hettangicus* Zone of the Alps.

Most of the common species between these Japanese radiolarian associations and the *Relanus hettangicus* Zone begin in Japan (and partly also in Europe: *C. rhaeticum*) already in conodont proven Rhaetian. Moreover, the highest conodont proven Rhaetian of Japan contains exclusively *Misikella posthernsteini* KOZUR & MOCK. In Europe still 2 Rhaetian conodont zones follow above the *Misikella posthernsteini* faunas, the *M. ultima* Zone and the *Neohindeodella detrei* Zone (KOZUR & MOCK, in press). Therefore the Rhaetian/Hettangian boundary as drawn by the Japanese radiolarian specialists at the base of the *Parahsuum simplum* Zone may be correct or it may be situated only a little deeper, but still somewhat above the conodont extinction datum.

### 3. Taxonomic part

Beside the Saturnaliacea DEFLANDRE, 1953 also some stratigraphically important species of other radiolarian genera are described to demonstrate the age of our radiolarian fauna. The remaining more than 100 new species will be described in other papers (KOZUR & MOSTLER, in press).

Locus typicus for all new species is the type locality of the Kirchstein Limestone at the Mt. Kirchstein 6.5 km WSW of Lenggries/Isar (Bavaria) as described by TOLLMANN (1976). The stratum typicum lies about 1 m above the Rhaetian Dachstein Limestone. The age of the stratum typicum is Hettangian. All figured Hettangian specimens are from sample L 1 (from the stratum typicum) that has yielded the best preserved faunas. The data of the locus typicus and stratum typicum for these Hettangian species will not be repeated in the descriptive part (see above and chapter 2.)

All material is stored in the Geological Institute of the Innsbruck University under the repository numbers KoMo 1990 I/1–42.

Subclass **Radiolaria** MÜLLER, 1858  
Order **Polycystina** EHRENBERG, 1838  
Suborder **Spumellaria** EHRENBERG, 1875  
Superfamily **Saturnalicaea** DEFLANDRE, 1953

**Diagnosis:** Shell primary spongy, consisting of many concentric layers. A tiny microsphere with large pores is always present. In stratigraphically younger forms a second, larger medullary shell evolved within the spongy meshwork. Later this second medullary shell was transformed by enlargement into a latticed cortical shell or a cortical shell evolved outside the second medullary shell. In the beginning, this cortical shell is still covered by a thicker spongy layer (*Spongosaturninus* CAMPBELL & CLARK, 1944). Finally, this spongy layer on the latticed cortical shell is absent or it became very thin and delicate, preserved only in some specimens of a species (as in *Saturnalis circularis* HAECKEL).

Two round polar or peripolar spines (first order spines), rarely 3, 4 or more first order spines are present. Smaller auxiliary spines are in stratigraphically older taxa often, in stratigraphically younger taxa rarely present. The polar spines are terminally mostly differentiated, in the Oertlispongidae KOZUR & MOSTLER, 1980 often in form of halfringlike, mostly flattened structures, often with secondary outer spines.

In the saturnalid forms the halfrings join to a saturnalid ring. In stratigraphically older and few stratigraphically younger forms this ring is roundish, flat, often broad, undifferentiated and at the outer margin always spined; its outline is roundish. In stratigraphically younger forms it is mostly differentiated by ridges. Its outer margin is often without spines or few outer spines are concentrated around the ring poles, perpendicularly to the polar/peripolar spines. In these forms the ring is mostly elliptical or rectangular with the long axis perpendicularly to the polar spines (transversally elliptical or transversally rectangular).

**Distribution:** Middle Triassic to Recent, very common from the Middle Triassic to Pliensbachian, after the Cretaceous very rare.

**Assigned families:** Saturnalidae DEFLANDRE, 1953 emend

Synonym: Vitorfidae PESSAGNO, 1977

Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER, 1972 emend.  
KOZUR & MOSTLER, 1983

Synonym: Acanthocircidae PESSAGNO, 1977

Oertlispongidae KOZUR & MOSTLER, 1980

Pseudacanthocircidae n. fam.

Saturnalideidae n. fam.

**Remarks:** The basic subdivision of the Mesozoic saturnalids was established by KOZUR & MOSTLER (1972).

Later PESSAGNO (in PESSAGNO et al., 1979), DONOFRIO & MOSTLER (1978) revised some genera of the Parasaturnalidae and KOZUR & MOSTLER (1981) revised the saturnalid genera and introduced new genera and suprageneric taxa.

KOZUR & MOSTLER (1983) and De WEVER (1984) presented independently each other 2 classifications of the saturnalid radiolarians and DUMITRICĂ (1985) discussed the systematic position of this group.

Different evaluations of the morphologic characters of the saturnalids lead to different classifications. According to KOZUR & MOSTLER (1983) the saturnalid radiolarians have polyphyletic origin and belong partly to the Entactinaria, partly to the Spumellaria. DUMITRICĂ (1985) questioned the polyphyletic character of the saturnalids and pointed out that the saturnalids are more related to the Entactinaria than to the Spumellaria. On the other hand, he excluded partly exactly the same groups from the saturnalid radiolarians as it was done by KOZUR & MOSTLER (1983) and he confirmed by this the polyphyletic origin for the same groups of saturnalid radiolarians that have been excluded from the saturnalids s. str. by KOZUR & MOSTLER (1983) (Hungarosaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1983 of Austrosaturnalidae KOZUR & MOSTLER, 1983).

The Entactinaria character of the saturnalids s. str. is not clear from the figures by DUMITRICĂ (1985). Like their forerunners (Oertlispongidae), they have a microsphere that is in some taxa asymmetric and remembers therefore somewhat to the pentactine spicular system of Entactinaria. However, the polar spines are never prolongations of basal rays as in true Entactinaria. Moreover, the Early Mesozoic Entactinaria have no microsphere, but the pentactine shell is large to very large or the Entactinaria spicular system is point- or bar-centred. Further detailed studies are necessary to clear finally the taxonomic position of the Saturnaliacea. A strong point-centred entactinarian spicular system as in the Spongo-saturnaloididae KOZUR & MOSTLER, 1983, as figured by KOZUR & MOSTLER (1983, pl. 3, fig. 1) is surely not present in the Saturnaliacea, so that the polyphyletic origin of the ringed radiolarians is beyond any doubt and it was finally also accepted by DUMITRICĂ (1985, p. 185).

KOZUR & MOSTLER (1981) recognized the supraspecific importance of the position of polar/peripolar rays in saturnalids (polar = opposite to outer spines on the ring, peripolar = opposite to interspine space or on smooth rings). De WEVER (1981) placed forms with polar and peripolar spines still in the same genus or even in the same species group. However, De WEVER (1984) regarded the differences between forms with polar or peripolar spines as

so fundamental that he subdivided his family Saturnalidae DEFLANDRE, 1953 s. l. into the Palaeosaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1981 and Saturnalinae DEFLANDRE, 1953 emend. on the base of this difference. However, we cannot confirm that the presence of polar or peripolar spines is more than a generic difference. From the Norian to Recent we find forms with polar and peripolar spines and many form groups in this long time interval have representatives with polar and peripolar spines. Moreover, even transitional forms are present between such "pairs" that have either one polar and one peripolar spine or the polar spines run to the margin of the base of the outer spine. In forms with 4 equivalent first order spines 2 may be in polar, 2 in peripolar position. Form "pairs" with polar/peripolar spines are *Palaeosaturnalis* (Cordevolian, Bajocian) *Mesosaturnalis* (Norian Upper Cretaceous), *Stauracanthocircus* (Norian Pliensbachian) *Stauromesosaturnali*. (Hettangian Pliensbachian), *Pseudoheliodiscus* (Cordevolian Bajocian) *Praemesosaturnalis* (Norian Upper Cretaceous).

As seen from these "form pairs" the forms with peripolar spines seemingly developed from forms with polar spines, because they began generally later within a "form pair". On the other hand the above listed "form pairs" show clearly that the development of forms with peripolar spines is interactive in several different lines. In all these lines transitional forms are present (see above). If we would use the presence of polar or peripolar spines to separate 2 big groups of suprageneric rank within the saturnalids than we would arbitrarily separate closely related forms of different lines. Therefore we cannot support the subdivision of the saturnalids proposed by De WEVER (1984).

On the other hand, in the Pseudacanthocircidae n. fam. that comprise phylogenetically near related forms, only taxa with peripolar spines are known. Therefore any generalization of the importance of a single morphologic feature for the suprageneric taxonomy should be avoided. Like in other fossil groups (e.g. ostracods) the same morphologic feature can be in one suprageneric taxon very stable and of high-rank taxonomic value, in an other suprageneric taxon, in turn, of minor taxonomic value.

The subdivision of the saturnalids into Saturnalinae DEFLANDRE, 1953 and Palaeosaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1981 by De WEVER (1984) cannot be accepted also for priority reasons. The Palaeosaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1981 sensu De WEVER (1984) (pro Palaeosaturnalini KOZUR & MOSTLER, 1981) contain also the genus *Heliosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1972, the nominate genus for the Heliosaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1982. Therefore in any case the Palaeosaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1981 would

be a younger synonym of the Heliosaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1972.

Also "form pairs" of genera with and without auxiliary spines can be observed, e.g. *Palaeosaturnalis* (Cordevolian Bajocian) *Pseudoheliodiscus* (Cordevolian Bajocian), *Mesosaturnalis* (Norian Upper Cretaceous) *Praemesosaturnalis* (Norian Upper Cretaceous), *Hexasaturnalis* (Toarcian Upper Cretaceous) *Yaosaturnalis* (Dogger Upper Cretaceous), *Praeacanthocircus* (Cordevolian Pliensbachian) *Pseudacanthocircus* (Rhaetian Upper Cretaceous), *Parasaturnalis* (Bajocian Lower Cretaceous) *Japonisaturnalis* (Pliensbachian Bajocian).

So far all authors have accepted that the presence or absence of auxiliary spines is a generic difference. PES-SAGNO (in PESSAGNO et al., 1979) separated even the Parasaturnalinae KOZUR & MOSTLER 1972 (without auxiliary spines) from the Heliosaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1972 (with auxiliary spines) on the base of this difference. However, the "form pairs" with and without auxiliary spines have the same or similar stratigraphic ranges. Except of the above mentioned "pairs", in the following genera forms with and without auxiliary spines are known, partly even within one species: *Spongosaturninus* CAMPBELL & CLARK (within one species: *S. ellipticus* CAMPBELL & CLARK), *Eospongosaturninus* n. gen. (within one species: *E. protoformis* (YAO)), *Praehexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983, *Liasosaturnalis* n. gen. (within one species: *L. parvus* n. sp., *L. undulatus* n. sp.).

However, also this feature cannot be evaluated in the same manner in different taxa. The Cordevolian *Pseudoheliodiscus* KOZUR & MOSTLER, 1972 and *Palaeosaturnalis* DONOFRIO & MOSTLER, 1978 are clearly different, in spite of the fact that the type species of both genera came from the same layer and both genera have the same stratigraphic range. No transitional forms between the Carnian *Pseudoheliodiscus* and *Palaeosaturnalis* species can be found. Either only 2 polar spines are present (*Palaeosaturnalis*) or beside of the 2 polar spines numerous auxiliary spines are present (*Pseudoheliodiscus*).

Distinct taxa are also those forms, in which the number of the auxiliary spines is reduced to 24 (5). Often in these forms the former small auxiliary spines have the same size as the polar or peripolar spines so that 4–6 (7) first order spines are present, cross-like or slightly diagonally arranged. These forms (*Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983) can be easily distinguished both from forms without auxiliary spines and from forms with numerous small auxiliary spines.

Quite different is the situation, if in one sample (or in one population) in a morphologically uniform group both

specimens occur that have 2 polar or peripolar spines without auxiliary spines and such specimens occur that have 1, 2, 3 and more auxiliary spines. If these morphotypes with and without auxiliary spines have the same stratigraphic range, than they belong surely to the same species, if all other taxonomic features are the same. Therefore the genera *Spongosaturninus* CABELL & CLARK, *Eospongosaturninus* n. gen. and *Liassosaturnalis* n. gen. have surely representatives with and without auxiliary spines within one species.

Somewhat different is the situation in *Praehexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983. In this genus 2 Norian species are present, in which no auxiliary spines can be observed, the Middle Norian to Upper Norian *P. elegans* (KOZUR & MOSTLER, 1972) and the Upper Norian *P. tenuispinosus* (DONOFRIO & MOSTLER, 1978). During the Rhaetian the general morphological character of the latter species remained unchanged, but 2 tiny auxiliary spines evolved (cross-like arranged with the polar spines). This form, *P. tetradialatus* n. sp. continued into the Hettangian, where the auxiliary spines became somewhat more pronounced. In the Hettangian a further species occurred, morphologically identical with *P. tenuispinosus* and *P. tetradialatus*, but with 5-10 auxiliary spines (*P. kirchsteinensis* n. sp.). No specimens without auxiliary spines were found in the Hettangian.

In this case the absence, presence, number and arrangement of the auxiliary spines can be used for separating 3 species (*P. tenuispinosus*, *P. tetradialatus*, *P. kirchsteinensis*) that are otherwise morphologically identical. However, also in this case the presence and absence of auxiliary spines cannot be used for separating 2 genera, because *P. kirchsteinensis* is an end form without successor. On the other hand, it cannot be placed into *Pseudoheliodiscus*, because it did not derive from Triassic representatives of *Pseudoheliodiscus* (with numerous, specifically constant or nearly constant numbers of auxiliary spines), but it has derived from Norian species of *Praehexasaturnalis* without auxiliary spines, nearly related to *Palaeosaturnalis*.

The main problem in the taxonomy of the saturnalids (as in many other radiolarian groups) is the independent and iterative development of the same features in different lines. On the other hand, these trends can be of considerable stratigraphic value, if the development in different lines is known, because some trends were realized in different lines to different times.

Moreover, single morphologic changes that define in their combination a higher evolved taxon, can be realized also in other groups without combination with other morphological changes. By this, for instance, the outline of

the saturnalid ring can be very similar in clearly separated groups (even in forms, not related to true saturnalids), whereas within one low rank taxonomic unit (genus or exceptionally even species) different ring outlines can be observed. In other lines, in turn, the ring outline remained constant from the Cordevolian up to the Upper Cretaceous and even in the recent successors.

For these reasons, the geometric Haeckelian system united into one group phylomorphogenetically related forms, into other groups phylomorphogenetically quite different, but morphologically homoeomorph forms. For the first description of new taxa the morphological classification is necessary also in our time, but if we know more material and phylomorphogenetic lines, a phylomorphogenetically based taxonomy should be elaborated.

The following trends can be observed in the development of the Meso-Cenozoic saturnalids:

- Development of a second latticed medullary shell around the microsphere and finally development of a latticed cortical shell. This latter trend can be first observed in the Upper Cretaceous. It leads to the development of the Saturnalidae from the Pseudoacanthocircidae, but it can be also observed in recent descendants of the Parasaturnalidae (*Saturnalium* HAECKEL, 1887). The same trend can be observed in different lines within the Trematodiscacea. This development has within a phylomorphogenetic line suprageneric importance (family rank), but it does not indicate direct relations between the newly evolved taxa with latticed cortical shell, because they evolved from different forerunners.

- Development of a narrow differentiated ring (with ridges). Also this trend can be observed in 2 different lines, but with constant and different mode of development within the 2 lines. Moreover, the development of ridges on the ring began to different times within the 2 lines. From the Parasaturnalidae (*Pseudoheliodiscus*) evolved in the Middle Norian *Octosaturnalis* n. gen., a taxon with tricarinate outer spines. From the ridges on the outer spines connecting ridges to adjacent spines run along the outer margin of the ring, both on its upper and lower surfaces. By this, the ring is highest on its outer margin and lowest on its inner margin. Moreover, a distinct furrow developed on the outer side of the ring between the upper and lower ridge on the ring. This furrow is connected with the furrows between the ridges on the outer spines of the ring. By reduction of the outer spine number to (7) 6-4 and still stronger development of the ridges on the ring the genus *Hexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983 evolved during the Liassic from *Octosaturnalis* n. gen. *Hexasaturnalis*, in turn, is the forerunner of *Acanthocircus* SQUINABOL, 1903 s. str. (basal Middle Jurassic to Lower Cretaceous). In

*Acanthocircus* the ring is in general higher than broad and the outer furrow is deep, but also in this genus the inner side of the ring is lower than the outer one.

Within the Pseudacanthocircidae n. fam. the development of the ridges on the ring began only during the basal Middle Jurassic. On the contrary to the Acanthocircinae (Parasaturnalidae), the ridges evolved on the upper and lower surface of the **inner side** of the ring. By this the ring displays a triangular cross section with its wide base inside. This type of ring can be observed for the first time in the genus *Eospongosaturninus* n. gen. and in primitive *Spongosaturnalis* CAMPBELL & CLARK, 1944, both from the basal Middle Jurassic. This ring type remained unchanged within the Pseudacanthocircidae n. fam. until the end of the Cretaceous and also the Saturnalidae DEFLANDRE, 1953 s. str. (Upper Cretaceous-Recent) that evolved from the Pseudacanthocircidae n. fam., have the same type of ring differentiation.

- Development of a narrow, transversally oval to rectangular ring (long axis perpendicular to the polar/peripolar spines). This ring form is invariably present in the Pseudacanthocircidae n. fam. (Cordevolian-Upper Cretaceous). It remained unchanged also in the Upper Cretaceous-Recent Saturnalidae DEFLANDRE, 1953 s. str.

In contrary to this invariable general ring outline of the Pseudacanthocircidae/Saturnalidae (transversally oval, very rarely transversally rectangular), the Parasaturnalidae display big variations in the general ring outline. The Carnian Parasaturnalidae have always roundish rings. During the Norian and Rhaetian, but especially during the Liassic forms with transversally oval/rectangular rings appeared in several lines that are homoeomorphic to the Pseudacanthocircidae and Saturnalidae. However, in the Parasaturnalidae this trend is not fixed to the whole family. Even within many Hettangian species the ring outline varies from round to clearly transversally oval or even from vertically oval (long axis parallel to the polar/peripolar spines) to transversally oval or from vertically rectangular to transversally rectangular. After the strong incision in the diversity and frequency of Parasaturnalidae during the basal Toarcian only the persistent group with roundish or subroundish ring outline survived until the end of the Cretaceous. Also the recent Saturnalidae n. fam. that evolved from the Parasaturnalidae have a roundish ring outline.

Within the genus *Palaeosaturnalis* DONOFRIO & MOSTLER, 1978 the first transversally oval or transversally rectangular forms appeared during the Norian, but still in the Liassic the ring outline remained mostly intraspecifically variable. Only in some Hettangian species the distinct transversally oval outline is specifically fixed, but

all these forms disappeared already in the Sinemurian. Only very few *Palaeosaturnalis* species with round or slightly vertically oval ring outline occur from the Sinemurian to the Bajocian before this genus finally disappeared.

In the genus *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 rectangular ring outlines are dominant, but in the most species the ring outline is very variable (from transversally rectangular to quadratic vertically rectangular or from transversally oval to roundish vertically oval).

In *Liassosaturnalis* n. gen. forms with vertically oval ring outline dominate, but the variability is likewise high (vertically oval to roundish or transversally oval).

The primitive Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 began with forms with octagonal ring outline. During the Liassic evolved by reduction of the number of the strong outer spines forms with heptagonal, hexagonal and rounded tetragonal ring outline (7, 6 and 4 outer spines). In the Middle Jurassic the rounded tetragonal ring outline was transformed into transversally oval ring outline that is typical for the higher evolved Acanthocircinae. This transversally oval ring outline became still more prominent by the arrangement of 1-2 spines in the polar region of the long axis.

- Reduction of the number of auxiliary spines. This trend can be observed within several lines of the saturnalids. It is accompanied by enlargement of the auxiliary spines that became finally as large as the polar spines. In the Pseudacanthocircidae n. fam. already the most primitive form, *Praeacanthocircus carnicus* KOZUR & MOSTLER from the Cordevolian, has only 6 inner spines of nearly the same size. In the Palaeosaturnalidae this stage of development is only reached during the Liassic (genus *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER).

- Appearance and disappearance of auxiliary spines. Highly evolved Oertlispongidae with large shell (reaching near to the inner side of the half rings branching from the terminal part of the polar spines) have numerous, but mostly indistinct auxiliary spines on the inner side of the half rings. If the shell is relatively small and does not reach near to the inner side of the half ring, no auxiliary spines are present. Therefore the presence or absence of auxiliary spines in the earliest saturnalids (that evolved from Oertlispongidae) is a primary feature. The frequent occurrence of forms with auxiliary spines in the Cordevolian to Pliensbachian interval and its rare occurrence in Middle Jurassic or younger beds does not indicate that forms without auxiliary spines developed in several lines from forms with auxiliary spines, but this change reflects rather the disappearance of most of the Parasaturnalinae KOZUR & MOSTLER (with many taxa that have auxiliary spines).

In spite of the fact that the number of auxiliary spines is reduced in several lines, we do not know any line, in which the forms without auxiliary spines have evolved from forms with auxiliary spines. On the contrary, in some lines the development of forms with auxiliary spines from forms without auxiliary spines can be observed, e.g. *Praehexasaturnalis tenuispinosus* (without auxiliary spines, Upper Norian), *P. tetraradiatus* (with 2 auxiliary spines in cross-like arrangement with the polar spines, Rhaetian-Hettangian) *P. kirchsteinensis* (5-9 auxiliary spines, Hettangian). In the Bajocian *Eospongosaturninus* n. gen. forms with and without auxiliary spines occur within one species. It has evolved from *Pseudacanthocircus* n. gen., in which auxiliary spines are unknown.

- Changes in the denticulation or spinosity of the outer ring margin. Here different trends can be observed in different lines. The Parasaturnalidae have primary strongly spined rings. In the Norian began in some lines a reduction of the spine number. One trend lead to the development of forms with fewer, but very strong and partly carinate spines. This trend of reduction is accompanied by a change of the ring outline from roundish to octagonal, heptagonal, hexagonal and finally rounded tetragonal (development of earliest *Acanthocircinae*). In an other line the spines (with exception of the spines opposite to the polar spines) became rarer, smaller and finally they disappeared (*Liassosaturnalis* n. gen.).

In the *Pseudacanthocircidae* n. fam., in turn, the oldest representatives have a smooth ring. In younger forms the ring remained either smooth or denticles evolved at the polar regions of the long axis, rarely of the short axis. Finally these spines may cover the whole outer ring.

An interesting mode of development of a slightly spined to nearly smooth narrow ring from a heavily spined broad ring with big triangular spines have been observed in a new Norian *Mesosaturnalis* species (pl. 12, fig. 5) described in an other paper. In this species the broad ring is internally subdivided into a stable inner ring and a stable outer ring, the latter with big spines. During corrosion processes a zone of material weakness between the 2 partial rings is removed nearly totally and both partial rings became separated. The inner ring with the peripolar spines has a small spine in most of the spaces between the big spines on the outer ring, including opposite to the peripolar spines. These small spines connect both partial rings, if they are not yet totally separated. If the 2 partial rings became totally separated, a narrow ring (former inner partial ring) with small outer spines evolved. By this process a form with small polar spines developed from a form with peripolar spines. This mode of ring change could perhaps explain the occurrence of *Saturnalium* HAECKEL with

narrow spined ring and polar spines in recent material in spite of the disappearance of the last genera with polar spines (*Palaeosaturnalis* DONOFRIO & MOSTLER, *Pseudoheliodiscus* KOZUR & MOSTLER) during the Lower Dogger.

- Development of double rings. This feature developed several times in independent, only partly near related lines from Parasaturnalinae with single ring. For the first time a double ring developed already during the Cordevolian (*Heliosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1972). As already shown by KOZUR & MOSTLER (1972, 1983) *Heliosaturnalis* evolved from parasaturnalids with single ring and numerous long outer spines by development of connecting bars about in the midlength of the outer spines (*Pseudoheliodiscus Heliosaturnalis*). During the Liassic a still undescribed new genus evolved by the same "*Heliosaturnalis* mode" from *Praemesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981.

*Japonisaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1972 evolved from *Stauromesosaturnalis* n. gen. partly by the above described "*Heliosaturnalis* mode", partly by dichotomous branching of the outer spines of the single ring and connecting of the branches to a second ring ("*Parasaturnalis* mode"). In this case the spines on the outer ring are not situated in prolongation of the spines on the inner ring, but opposite to the pores between the rings. The Jurassic *Parasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1972 evolved exclusively by this latter mode from *Mesosaturnalis* species with terminally forked spines, present in the highest Triassic.

In parasaturnalids with multiple rings (Upper Cretaceous *Pseudosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1972), the further rings evolved either by the "*Heliosaturnalis* mode" or by the "*Parasaturnalis* mode" from the outer spines of the second ring.

Because double or multiple rings developed within the Parasaturnalidae several times from different genera (*Pseudosaturnalis*, *Heliosaturnalis*, *Meosaturnalis*, *Parasaturnalis*, *Stauromesosaturnalis*, *Japonisaturnalis*, *Praemesosaturnalis* undescribed new genus), the suprageneric taxa based on this feature are here abandoned.

The Cordevolian forms with 2-3 rings and with 5 long first order spines on the inner side of the inner ring (*Ploechingerella* KOZUR & MOSTLER, 1983) display a strong entactinarian spicular system like *Spongosaturnaloides* KOZUR & MOSTLER, 1972. Therefore they do not belong to the true saturnalid radiolarians (Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER, 1972), but to the family Spongosaturnaloididae KOZUR & MOSTLER, 1983 nom. corr. of the Entactinaria. By a printing mistake, the Spongosaturnaloididae were written as Saturnaloididae in KOZUR & MOSTLER (1983, p. 9, under the diagnosis),

but correctly written by KOZUR & MOSTLER (1983, p. 5).

The below following subdivision of the Saturnaliacea DEFLANDRE, 1953 is based on complex evaluation of all available morphological and structural data and on the evaluation of phylomorphogenetic lines. Similarities in ring outline, sculpture, outer denticulation, presence or absence of auxiliary spines, polar versus peripolar spines and shell structure alone are not regarded as decisive for suprageneric classification. Only the combination of the different features under consideration of the real phylogenetic connection (so far these connections could be already found) are regarded as the base for a more natural classification of the saturnalid radiolarians. This is the only way to distinguish between real relations and morphological homoeomorphies of not closer related forms. Because some phylomorphogenetic lines are not yet known and the shell structure of many Cretaceous forms is unknown, uncertainties remain that will be discussed.

Family **Oertlispongidae** KOZUR & MOSTLER, 1980

Diagnosis (KOZUR & MOSTLER, 1981 for Oertlisponginae): Spherical to subspherical spongy shell consisting of 10 or more, sometimes 5-10 concentric layers that surround a tiny microsphere. Primary spines with round cross sections, mostly 2 polar spines, rarely 3 spines in one plane. The primary spines are distally mostly bifurcated, broadly flattened or otherwise differentiated. Often the spines are strongly arched, sometimes more than a half-arch. Auxiliary spines often present.

Distribution: Illyrian to Sevastian, very frequent in the Middle Triassic, especially in the Ladinian.

Assigned genera:

*Oertlispongia* DUMITRICĂ, KOZUR & MOSTLER, 1980

Synonym: *Falcispongia* DUMITRICĂ, 1982

? *Vinassaspongia* KOZUR & MOSTLER, 1979

? *Zhamoidasphaera* KOZUR & MOSTLER, 1979

*Neopaurinella* KOZUR & MOSTLER, 1981

*Paroertlispongia* KOZUR & MOSTLER, 1981

*Baumgartneria* DUMITRICĂ, 1982

*Pterospongia* DUMITRICĂ, 1982

*Spongoserrula* DUMITRICĂ, 1982

*Angulocircus* LAHM, 1984

Remarks: The Oertlispongidae KOZUR & MOSTLER, 1980 are here reduced to the Oertlisponginae sensu KOZUR & MOSTLER, 1981. *Acaeniospongia* KOZUR & MOSTLER, 1981 and *Kulacella* KOZUR & MOSTLER, 1981, only tentatively assigned to the Oertlispongidae by KOZUR & MOSTLER (1981) do not belong to the Oertlispongidae.

The Oertlispongidae are the basis groups of the Saturnaliacea as already pointed out by KOZUR & MOSTLER (1983). All transitional forms between highly evolved Oertlispongidae and Parasaturnalidae are present.

Genus *Angulocircus* LAHM, 1984

Type species: *Spongosaturnalis bipartitus* KOZUR & MOSTLER, 1972

Distribution: Cordevolian-Julian

Assigned species:

*Spongosaturnalis bipartitus* KOZUR & MOSTLER, 1972

Synonym: ? *Pseudoheliodiscus ? interruptus* KOZUR & MOSTLER, 1983

*Angulocircus laterospinosus* LAHM, 1984

*Angulocircus multispinosus* LAHM, 1984

*Pseudoheliodiscus donofrioi* KOZUR & MOSTLER, 1983

Synonym: *Angulocircus longispinosus* LAHM, 1984

Remarks: Until now, this genus was placed into saturnalid genera (*Spongosaturnalis* CAMPBELL & CLARK, 1944) *Pseudoheliodiscus* KOZUR & MOSTLER, 1972 *Angulocircus* LAHM, 1984). However, it belongs to highly evolved Oertlispongidae KOZUR & MOSTLER, 1980, because the half-rings are not yet fused to a saturnalid ring. Moreover, even the position of the half-rings is within the 2 known species not yet fixed within one plane. Any angle between the 2 half-rings is possible; they may be situated even perpendicularly to each other.

*Pterospongia* DUMITRICĂ, 1982 is distinguished by the absence of auxiliary spines on the inner margin of the half-rings. Only in *Pterospongia incisus* DUMITRICĂ, 1982 tiny indistinct auxiliary spines are present in some specimens.

*Angulocircus* LAHM, 1984 is a transitional form between the Oertlispongidae and the Parasaturnalidae (*Pseudoheliodiscus* KOZUR & MOSTLER, 1972). The distance between the ends of both half-rings is very short. According to this feature alone, *Angulodiscus* could be either regarded as representative of highly evolved Oertlispongidae or of primitive Parasaturnalidae. However, the distinct differences in the denticulation of the 2 half-rings (long spine opposite to the polar spine of one half-ring against shorter triangular spine opposite to the polar spine of the other half-ring) and the variable angle of the half-rings against each other are additional characters of the Oertlispongidae. Polar differences in ring denticulation can be also observed in some species of the Parasaturnalidae, but open rings and inclination of some parts of the ring against the equator plane occur in the saturnalids only in pathologic forms.

Family **Parasaturnalidae** KOZUR & MOSTLER, 1972

Synonym: Acanthocircidae PESSAGNO, 1977

Diagnosis: Shell globular, spongy, with numerous concentric layers and with tiny microsphere displaying large pores. Complete equatorial ring always present. Ring in stratigraphically older forms and in persistent conservative taxa among stratigraphically younger forms always flat, mostly broad. Ring outline mostly roundish, in higher evolved forms also subquadratic, rectangular or elliptical with long axis parallel to the polar/peripolar spines or perpendicularly to them. Ring surface in the most forms undifferentiated, in higher evolved forms partly with ridges on the lower and upper side of the outer ring margin that connect ridges on the outer spines. In higher evolved Acanthocircinae these ridges on the ring cover the whole narrow ring which is in these forms higher than broad or as high as broad as displaying a lateral furrow on the outer margin.

Outer margin of ring always with spines, mostly along the whole ring, but in higher evolved forms often only at the polar regions of the long axis or opposite to the polar spines.

Ring primarily with 2 polar spines (first order spines) on the inner side of the ring. Later peripolar spines (likewise first order spines, but situated between 2 outer spines and not opposite of an outer spine as in polar spines) are increasingly frequent. auxiliary spines (second order spines) in Late Triassic and Liassic representatives often present, since the Middle Jurassic only very rare. In Norian and Liassic forms often 4, 6 or more, rarely 3, 5 first order spines are present (2 polar/peripolar spines and additional spines of the same or nearly the same size that evolved from auxiliary spines).

Distribution: Cordevolian Upper Cretaceous.

Assigned genera: See under the subfamilies.

Remarks: The Upper Cretaceous to Recent Saturnalidae DEFLANDRE, 1953 have a latticed cortical shell, by some forms still covered by a thin spongy layer. The ring exhibits always a transversally oval outline and a triangular cross section with broad base inside.

The Tertiary to Recent Saturnalideidae n. fam. displays the same roundish ring outline as the most Parasaturnalidae, but also in this family a latticed cortical shell is present. The Saturnalideidae n. fam. evolved by development of a latticed cortical shell from the Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER. *Saturnalium* HAECKEL, 1887 is therefore the last and only living representative of the parasaturnalid stock.

The Pseudacanthocircidae n. fam. have invariably a transversally elongated ring. By this feature the early Pseudacanthocircidae n. fam. and the early Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER (always with roundish ring out-

line) are clearly distinguished each other. Later transversally elongated rings evolved also in some Parasaturnalidae (especially in the Acanthocircinae). These forms display strong homoeomorphy to the Pseudacanthocircidae n. fam., but have never a triangular ring cross-section with broad base inside.

Highly evolved Oertlispongidae KOZUR & MOSTLER, 1980 are connected by all transitions with the Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER. All forms, in which the ring is complete or where the half rings are at least at one side connected, are placed into the Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER. All forms, in which the ends of the half-rings are close to each other, but still on both sides separated, are placed into the Oertlispongidae KOZUR & MOSTLER. Atavistic forms, in which the saturnalid ring is on one side widely open, occur still in the Jurassic.

Subfamily **Parasaturnalinae** KOZUR & MOSTLER, 1972

Diagnosis: Shell globular, spongy, with numerous concentric layers and with tiny microsphere. In higher evolved forms also a larger, latticed second medullary shell may be present. Equatorial ring always present, but in most primitive forms on one side not yet closed. Ring always flat, mostly broad, circular, in higher evolved forms (especially in the Liassic) also subquadratic, rectangular, rarely hexagonal or oval with long axis in prolongation of polar/peripolar spines or perpendicularly to them.

Outer margin of ring always with spines, but in Hettangian forms their number may be strongly reduced, sometimes to 2 spines opposite to the polar spines. The spines are flat or oval in cross section. Only in the transitional field to early Acanthocircinae the marginal spines are differentiated (torsion, secondary spines). Only in these transitional forms indistinct ridges connect the spines across the outer ring margin. In all other Parasaturnalinae the ring is quite undifferentiated.

2 polar spines (opposite to outer spines), later increasingly peripolar spines (likewise first order spines, but situated opposite to the interspine spaces) at the inner margin of ring connect the shell with the ring. Auxiliary spines (second order spines) often present. In higher evolved forms the auxiliary spines may be transformed into additional first order spines. By this, forms evolved that have 4 first order spines in cross-like arrangement or 6 (7) first order spines, 2 of them vertically arranged, the other 4 (5) diagonally arranged. Other forms have numerous first order spines opposite to the spaces between the outer spines of the ring. Rarely 3 first order spines can be observed.

Distribution: Very frequent from the Cordevolian up to the Pliensbachian with the maximum diversity from the

Norian to Hettangian. Rare from the Toarcian to Upper Cretaceous, with a second smaller maximum in the Upper Cretaceous. Above the Bajocian only taxa with peripolar spines have been observed.

Assigned genera:

*Parasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1972

*Japonisaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1972

? *Pseudosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1972

*Heliosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1972

*Pseudoheliodiscus* KOZUR & MOSTLER, 1972 emend.

PESSAGNO, 1979

Synonym: *Pessagnosaturnalis* KOZUR, 1979

*Saturnosphaera* TICHOMIROVA, 1975

*Palaeosaturnalis* DONOFRIO & MOSTLER, 1978 emend. KOZUR & MOSTLER, 1981

*Mesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981

*Praemesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981

*Praehexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983

*Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983

Remarks: All transitions between highly evolved Oertlispongidae KOZUR & MOSTLER, 1980 and Parasaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1972 are known (see under Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER, 1972).

The Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 have directly evolved from the Parasaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1972. In transitional forms of the Parasaturnalinae the first indistinct marginal ridges on the ring, connecting the outer spines, can be observed. The most primitive representative of the Acanthocircinae, *Octosaturnalis* n. gen., is still similar to the Parasaturnalinae, but has already very robust, broad, tricarinate spines and a distinct ridge on the upper and lower side of the outer marginal parts of the ring. These ridges connect the ridges on neighbouring spines and are therefore interrupted at the base of the spines.

The higher evolved Acanthocircinae are distinguished by elongated oval, narrow rings that are in cross section higher than broad and display a distinct furrow on the lateral outer margin. The spines of these forms are concentrated to the polar region of the long axis (1-2 spines each pole). These forms are clearly distinct from the Parasaturnalinae. Only some extreme Liassic Parasaturnalinae have an elongated oval ring that is, however, always flat, undifferentiated, on the whole margin spined and displays polar spines.

The Saturnalideidae n. fam. have developed from Upper Cretaceous Parasaturnalinae (persistent group with roundish ring). This family, represented only by one recent genus, is clearly distinguished by a latticed cortical shell. Already in the Liassic some taxa of the Parasaturnalinae have a rather big, latticed second medullary shell. There-

fore it is possible that the Upper Cretaceous species of the genera *Pseudosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1972, *Mesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981, *Praemesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981 and *Praehexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983 have already a latticed cortical shell, covered by a spongy layer. In this case, they would belong to the Saturnalideidae n. fam. and with exception of *Pseudosaturnalis* (type species from the Upper Cretaceous), they would all belong to new genera, because the type species of *Mesosaturnalis*, *Praemesosaturnalis* and *Praehexasaturnalis* from the Late Triassic have only a latticed microsphere. Unfortunately, the inner shell structures of the Upper Cretaceous representatives of the above mentioned genera are unknown.

*P. catadelos* (FOREMAN, 1968) has according to FOREMAN (1968) possibly a latticed cortical shell covered by spongy material, but the small thorns on the peripolar spines indicate rather a spongy structure of the whole outer shell without latticed cortical shell. For this reason, the genus *Pseudosaturnalis* is for the moment furthermore placed into the Parasaturnalinae.

Genus *Pseudoheliodiscus* KOZUR & MOSTLER, 1972 emend. PESSAGNO, 1979

Synonym: *Pessagnosaturnalis* KOZUR, 1979

Type species: *Pseudoheliodiscus riedeli* KOZUR & MOSTLER, 1972

*Pseudoheliodiscus alpinus* n. sp.

(Pl. 5, figs. 1, 3, 5-9, 11, 12)

Derivatio nominis: According to the occurrence in the Alps.

Holotype: The specimen on pl. 5, fig. 1; rep.-no KoMo 1990 I-31

Material: More than 100 specimens.

Diagnosis: Spongy shell large, only a little smaller than the inner margin of the ring, partly reaching until the inner margin of the ring. Shell surface with numerous short, needle-shaped spines. Shell consisting of several concentric layers. Microsphere latticed.

Ring circular, moderately broad, flat, undifferentiated, with 11-13, mostly 12 very large spines that tapers continuously toward their distal ends; some of it may be bifurcated. Beside the 2 strong polar spines, there are still 4-7 large auxiliary spines, mostly opposite to interspine spaces, but 1 or 2 of them may be situated opposite to spines.

Measurements:

Diameter of shell = 108-135  $\mu\text{m}$

Diameter of ring = 175-200  $\mu\text{m}$

Width of ring = 16-20  $\mu\text{m}$

Length of spines = 60-100  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of Alps and of the Várhegy Cherty Limestone Formation of Csövár (Hungary). Very frequent.

Remarks: *Pseudoheliodiscus riedeli* KOZUR & MOSTLER, 1972 displays shorter and numerous (about 20) auxiliary spines and its shell grow a little over the inner margin of the ring.

*Pseudoheliodiscus alpinus* n. sp. contains morphological transition forms to the genus *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 emend. Forms with 4 large auxiliary spines in diagonal arrangement against the polar spines are not rare. They correspond otherwise perfectly with the specimen that display 5-7 large auxiliary spines. The large shell, never present in *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983, indicates that these specimens with 4 auxiliary spines belong to *P. alpinus* n. sp. The 4 auxiliary spines in diagonal arrangement against the polar spine indicate only intraspecific variability in the number of auxiliary spines (4-7). They do not indicate real phylomorphogenetic transitions to the genus *Stauracanthocircus*, but only homoeomorphy.

*Pseudoheliodiscus robustospinosus* n. sp.

(Pl. 2, figs. 3, 8; pl. 4, figs. 8-11; pl. 5, fig. 10)

1978 ? *Spongosaturnalis* sp., pars FEARY & HILLS, p. 366, only the specimen on fig. 9

Derivatio nominis: According to the broad, robust spines.

Holotype: The specimen on pl. 3, fig. 8; rep.-no. KoMo 1990 I-32

Material: More than 50 specimens.

Diagnosis: Shell spongy, consisting of several concentric layers. Latticed microsphere tiny. Few needle-like short spines may be present on the shell surface.

Ring subspherical to subquadratic, moderately broad to broad, flat, undifferentiated, with 8-11 moderately long, broad, robust, triangular spines, rarely with terminal bifurcation. One axial spine has the same form and length as the circum-axial spines, the other one is more slender and generally longer. Beside the 2 polar spines additionally 4-7, mostly large, robust auxiliary spines are present, situated mostly opposite to interspine spaces, but partly also opposite to outer spines.

Measurements:

Diameter of shell = 80–105  $\mu\text{m}$

Diameter of ring = 157–205  $\mu\text{m}$

Width of ring = 15–25  $\mu\text{m}$

Length of spines = 20–60  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of the Alps and of Csövár (Northern Hungary, Várhegy Cherty Limestone Formation), ? Jurassic of New Zealand.

Remarks: *Pseudoheliodiscus alpinus* n. sp. has more and considerably longer spines and a larger shell.

*Pseudoheliodiscus massivus* n. sp.

(Pl. 4, fig. 5)

Derivatio nominis: According to the massive polar spines.

Holotype: The specimen on pl. 4, fig. 5; rep.-no. KoMo 1990 I-36

Material: 5 incomplete specimens.

Diagnosis: Shell relatively small, spongy, with several concentric layers and tiny latticed microsphere. Polar spines very robust. 5-6 large, robust auxiliary spines. Ring circular, moderately broad, with triangular spines opposite to the polar spines (one may be more slender and longer) and only 4-6 triangular, relatively short circumaxial spines.

Measurements:

Diameter of shell = 80–90  $\mu\text{m}$

Diameter of ring = 180–190  $\mu\text{m}$

Width of ring = 18–21  $\mu\text{m}$

Length of spines = 20–30  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of the type locality.

Remarks: *Pseudoheliodiscus ? inaequispinosus* n. sp. has also small and few spines. However, the ring is elliptical with the long axis parallel to the polar spines. At one polar area of the long axis the ring is concave.

*Pseudoheliodiscus ? inaequispinosus* n. sp.

(Pl. 4, fig. 4)

Derivatio nominis: According to the irregularly spaced spines

Holotype: The specimen on pl.4, fig.4; rep.no. KoMo 1990 I-37

Material: 4 specimens.

Diagnosis: Shell relatively small, spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Polar spines robust, partly one polar spine and one peripolar spine is present. 1-4, mostly small auxiliary spines. Ring narrow to moderately wide, oval, with long axis parallel to the polar spines. The ring is irregularly covered by short, triangular spines. A spiny and an almost smooth half of the ring may be present.

Measurements:

Diameter of shell = 80–89  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 192–200  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 176–180  $\mu\text{m}$

Width of ring = 18–20  $\mu\text{m}$

Length of spines = 9–16  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of the type locality.

Remarks: See under *Pseudoheliodiscus massivus* n. sp.

*Pseudoheliodiscus ? inaequispinosus* n. sp. is perhaps a transitional form to *Liassosaturnalis* n. gen. that has no or only one circumaxial spine and 2 spines opposite to the polar spines.

***Pseudoheliodiscus nevirianii* n. sp.**

(Pl. 4, figs. 1, 2)

Derivatio nominis: In honour of A. NEVIANI, one of the pioneers of Mesozoic radiolarian research

Holotype: The specimen on pl. 4, fig. 1; rep.-no. KoMo 1990 I-4

Material: 9 specimens.

Diagnosis: Unit large, shell globular to slightly ellipsoidal, spongy, consisting of several concentric layers. Tiny latticed microsphere. Ring narrow, flat, undifferentiated, elliptical with long axis perpendicularly to the polar spines. 11-12 triangular to rounded triangular peripheral spines (including the axial spines), at one pole of the long axis longer than at the other pole. Axial spines not longer than adjacent spines, with typical rounded triangular shape. 2 robust polar spines and 5-6 very long, strong auxiliary spines are present.

Measurements:

Diameter of shell = 133–160  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 353–367  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 247–273  $\mu\text{m}$

Width of ring = 20–27  $\mu\text{m}$

Length of denticles = 27–60  $\mu\text{m}$ , occasionally some spines are shorter than 10  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of the type locality.

Remarks: *Pseudoheliodiscus nevirianii* n. sp. is a transitional form to the genus *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 emend. By reduction of the number of auxiliary spines to 4 evolved *Stauracanthocircus asymmetricus* n. sp. that has a similar denticulation (larger denticles at one pole of the long axis than at the opposite pole).

***Pseudoheliodiscus* n. sp. A**

(Pl. 2, fig. 6)

Remarks: This distinct species has numerous slender, relatively short spines and 8 strong, long auxiliary spines, partly nearly as strong as the polar spines. Only one damaged specimen is present from the Hettangian part of the Kirchstein Limestone.

Genus *Palaeosaturnalis* DONOFRIO & MOSTLER, 1978 emend. KOZUR & MOSTLER, 1981

Type species: *Spongosaturnalis triassicus* KOZUR & MOSTLER, 1972

***Palaeosaturnalis blomei* n. sp.**

(Pl. 9, fig. 9)

Derivatio nominis: In honour of Dr. Ch. D. BLOME, Menlo Park, California

Holotype: The specimen on pl. 9, fig. 9; rep.-no. KoMo 1990 I-41

Material: 7 damaged specimens.

Diagnosis: Shell spherical, spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Polar spines very robust. Ring narrow, flat, undifferentiated, slightly transversally elliptical. Axial spines triangular, short. Circumaxial spines triangular, short, but adjacent to the polar axis distinctly larger than axial spines.

Measurements:

Diameter of shell = 68–73  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 179–185  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 146–154  $\mu\text{m}$

Length of axial spines = 10–12  $\mu\text{m}$

Length of circumaxial spines = 13–23  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of the type locality.

Remarks: This species can be easily distinguished from other *Palaeosaturnalis* species by the short axial spines, distinctly shorter (about half of size) than the adjacent circumaxial spines.

***Palaeosaturnalis haeckeli* n. sp.**

(Pl. 9, figs. 6, 8)

Derivatio nominis: In honour of the great pioneer of radiolarian research, E. HAECKEL

Holotype: The specimen on pl. 9, fig. 6; rep.-no. KoMo 1990 I-40

Material: 17 specimens.

Diagnosis: Shell subspherical to subellipsoidal, spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring subelliptical to roundish subrectangular, sometimes subcircular, narrow, flat, undifferentiated. Long axis mostly perpendicularly to the polar axis, in some specimens parallel to it. Polar spines very robust. One axial spine has about the same size and form as the adjacent spines on both sides, the other axial spine is very long and needle-shaped. Adjacent to the axial spines 1-2 long, widely spaced circumaxial spines are situated, followed by 2-3 (mostly 3) closely spaced smaller spines.

Measurements:

Diameter of shell = 85–90  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (in the polar spine axis) = 210–220  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (perpendicularly to the polar spine axis) = 205–250  $\mu\text{m}$

Width of the ring = 15–23  $\mu\text{m}$

Length of the circumaxial spines adjacent to the axial spines = 50–60  $\mu\text{m}$

Length of the spines around the pole perpendicularly to the polar axis = 25–40  $\mu\text{m}$

Length of the long axial spine = 90–104  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: The circumaxial spines in *Palaeosaturnalis subovalis* n. sp. are not regularly differentiated in their length.

In *Palaeosaturnalis blomei* n. sp. both axial spines are smaller than the adjacent circumaxial spines.

***Palaeosaturnalis lenggriesensis* n. sp.**

(Pl. 1, fig. 8; pl. 13, figs. 10, 11)

Derivatio nominis: According to the occurrence in the Hettangian of Lenggries (Bavaria)

Holotype: The specimen on pl. 13, fig. 11; rep.-no. KoMo 1990 I-43

Material: 31 specimens.

Diagnosis: Shell spherical, spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring broad, flat, undifferentiated, slightly elliptical or rounded subrectangular, with long axis mostly perpendicularly to the polar spines. 10–12 triangular, relatively short spines. Axial spines in typical forms as broad and long as the circumaxial spines. Polar spines very robust.

Measurements:

Diameter of shell = 84–90  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 168–240  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 160–210  $\mu\text{m}$

Width of ring = 16–25  $\mu\text{m}$

Length of spines = 16–45  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of the Alps and Csövár (Várhegy Cherty Limestone Formation), Northern Hungary.

Remarks: *Palaeosaturnalis rectangularis* n. sp. has a rectangular ring outline and one axial spine is distinctly larger than the other one. Some specimens, determined as *Palaeosaturnalis* cf. *leggriesensis* n. sp. display a rounded subrectangular to subelliptical outline. They can be regarded as transitional forms between *P. lenggriesensis* n. sp. and *P. rectangularis* n. sp. From typical representatives of *P. lenggriesensis* n. sp. they are especially distinguished by axial spines of different length.

*Pseudoheliodiscus robustospinosus* n. sp. has the same outline and type of spines, but the axial spines have different length and auxiliary spines are present.

***Palaeosaturnalis liassicus* n. sp.**

(Pl. 1, figs. 2, 3; pl. 12, figs. 1, 3, 4, 6, 8–10; pl. 13, figs. 1, 2, 6, 7)

1982 *Palaeosaturnalis* sp. D YAO, pl. 4, fig. 2

Derivatio nominis: According to the mass occurrence in the Hettangian (Liassic)

Holotype: The specimen on pl. 12, fig. 9; rep.-no. KoMo 1990 I-38

Material: Several 100 specimens.

Diagnosis: Shell spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Shell surface with numerous short, needle-like spines. Ring narrow, flat, undifferentiated. Ring outline variable, mostly slightly transversally elliptical to subrectangular, but few specimens are transversally elliptical to subrectangular, few others rounded subquadratic, subcircular or slightly subelliptical with the long axis parallel to the polar spines. 11–13, mostly 12 very long, needle-shaped spines, exceptionally single spines are terminally broadened or bifurcated.

Measurements:

Diameter of shell = 95–110  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (vertical axis) = 150–205  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (transversal axis) = 180–230  $\mu\text{m}$

Width of ring = 14–19  $\mu\text{m}$

Length of spines = 55–110  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of the Alps, Csövár (Northern Hungary, Várhegy Cherty Limestone Formation), Japan.

Remarks: *Palaeosaturnalis dotti* (BLOME, 1984) (= *Acanthocircus harrisonensis* BLOME, 1984, *A. latus* BLOME, 1984, *A. supleensis* BLOME, 1984, *A. sp. B* BLOME, 1984) displays likewise very variable ring outline, but the ring and the spines are broader. Only in one of our specimens the spines are similarly broad (*P. cf. liassicus* n. sp., pl. 12, fig. 4). The 2 polar spines in *P. dotti* (BLOME, 1984) are more delicate.

Most similar is *Palaeosaturnalis fluegeli* (KOZUR & MOSTLER, 1972) with circular to slightly transversally elliptical ring. Also in this form, like in all Triassic *Palaeosaturnalis* species, the polar spines are more delicate than in *P. liassicus* n. sp.

***Palaeosaturnalis parvispinosus* n. sp.**

(Pl. 1, fig. 5; pl. 13, figs. 3, 5, 8; pl. 14, fig. 1)

Derivatio nominis: According to the very small circumaxial spines

Holotype: The specimen on pl. 13, fig. 3; rep.-no. KoMo 1990 I-46

Material: 46 specimens.

Diagnosis: Shell slightly ellipsoidal, spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring very narrow, flat, undifferentiated, of variable outline (roundish, rounded subquadratic, elliptical with long axis parallel to the polar spines or perpendicularly to them). 5–9 mostly very short circumaxial spines widely spaced. 2 axial spines larger than circumaxial spines. Polar spines long and very robust.

**Measurements:**

Diameter of shell (long axis) = 80–90  $\mu\text{m}$   
Diameter of shell (short axis) = 64–75  $\mu\text{m}$   
Diameter of ring (long axis) = 192–255  $\mu\text{m}$   
Diameter of ring (short axis) = 154–225  $\mu\text{m}$   
Width of ring = 9–16  $\mu\text{m}$   
Length of circumaxial spines = 4–24  $\mu\text{m}$

Length of axial spines = 16–50  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Hettangian of the Alps and Northern Hungary (Csövár, Várhegy Cherty Limestone Formation).

**Remarks:** *Palaeosaturnalis parvispinosus* n. sp. may be a transitional form to *Liassosaturnalis* n. gen. that has only well developed axial spines, whereas the circumaxial spines are missing or only one is present. Rudiments of peripheral spines are in this genus indicated by partly angular undulations of the outer ring margin.

***Palaeosaturnalis rectangularis* n. sp.**

(Pl. 1, figs. 9, 10)

**Derivatio nominis:** According to the rectangular outline of the ring

**Holotype:** The specimen on pl. 1, fig. 10; rep.-no. KoMo 1990 I-44

**Material:** 29 specimens.

**Diagnosis:** Shell spherical, spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring flat, narrow to moderately broad, undifferentiated, rectangular with long axis parallel or perpendicular to the polar axis. 12–15 relatively short peripheral spines of variable shape, mostly broadly triangular and slender needle-shaped spines occur in the same specimen. One axial spine is as long as the circumaxial spines, the other one is larger and needle-shaped or slender triangular. Polar spines very robust.

**Measurements:**

Diameter of shell = 80–90  $\mu\text{m}$   
Diameter of ring (long axis) = 187–215  $\mu\text{m}$   
Diameter of ring (short axis) = 160–200  $\mu\text{m}$   
Width of ring = 15–23  $\mu\text{m}$   
Length of circumaxial spines = 16–35  $\mu\text{m}$   
Length of the large axial spine = 43–60  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Hettangian of the Alps and of Csövár (Northern Hungary, Várhegy Cherty Limestone Formation).

**Remarks:** *Palaeosaturnalis lenggriesensis* n. sp. has a rounded subrectangular outline and the polar spines have the same length and shape as the circumaxial spines.

*Palaeosaturnalis* cf. *lenggriesensis* n. sp. is seemingly a transitional form to *P. rectangularis* n. sp., from which it is distinguished by its roundish subelliptical to roundish subrectangular ring outline.

***Palaeosaturnalis schaafti* n. sp.**

(Pl. 11, figs. 9–13; pl. 12, figs. 2, 7, 11)

**Derivatio nominis:** In honour of Dr. A. SCHAAF, Strasbourg

**Holotype:** The specimen on pl. 11, fig. 11; rep.-no. KoMo 1990 I-42

**Material:** More than 50 specimens.

**Diagnosis:** Shell subellipsoidal to spherical, spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring narrow, flat, undifferentiated. Its outline is variable, circular, subcircular, elliptical with long axis parallel to the polar axis or perpendicular to it. Spines moderately long, varying in length, especially by intercalation of one or few short spines that have a shorter distance to each other than the longer spines. One of the axial spines is longer than the circumaxial spines. Strong polar spines.

**Measurements:**

Diameter of shell = 85–100  $\mu\text{m}$   
Diameter of ring (long axis) = 190–260  $\mu\text{m}$   
Diameter of ring (short axis) = 185–240  $\mu\text{m}$   
Width of ring (short axis) = 12–20  $\mu\text{m}$   
Length of circumaxial spines = 35–50  $\mu\text{m}$ , intercalated small spines 15–30  $\mu\text{m}$   
Length of the long axial spine = 50–70  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Hettangian of the Alps and of Northern Hungary (Csövár, Várhegy Cherty Limestone Formations).

**Remarks:** Specimens with circular ring are similar to *Palaeosaturnalis zapfei* (KOZUR & MOSTLER, 1972). However, *P. zapfei* has always a circular ring and all spines, including the axial spines, have the same length.

***Palaeosaturnalis subovalis* n. sp.**

(Pl. 1, fig. 7; pl. 13, figs. 4, 9)

**Derivatio nominis:** According to the suboval ring outline

**Holotype:** The specimen on pl. 13, fig. 4; rep.-no. KoMo 1990 I-39

**Material:** More than 50 specimens.

**Diagnosis:** Shell slightly ellipsoidal, spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring suboval to oval, narrow, flat, undifferentiated, with 9–11 slender, relatively short spines. One axial spine as long as the circumaxial spines, the other one is considerably longer and somewhat more slender. A larger smooth segment is present to both sides of the axial spines. Polar spines very robust.

**Measurements:**

Diameter of shell (parallel to polar axis) = 76–90  $\mu\text{m}$   
Diameter of shell (perpendicular to polar axis) = 60–77  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (parallel to polar axis) = 192–215  $\mu\text{m}$   
Diameter of ring (perpendicularly to polar axis) = 190–240  $\mu\text{m}$

Width of ring = 13–20  $\mu\text{m}$

Length of circumaxial spines = 26–37  $\mu\text{m}$

Length of long axial spine = 56–64  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of the Alps and Northern Hungary (Csövár, Várhegy Cherty Limestone Formation)

Remarks: In *Palaeosaturnalis haeckeli* n. sp. the circumaxial spines are more variable in their length. On both sides of the axial spines 1-2 large, widely spaced spines are present. The remaining circumaxial spines are smaller and closely spaced.

**"*Palaeosaturnalis*" fragilis** n. sp.

(Pl. 14, fig. 2, 3)

Derivatio nominis: According to the very fragile ring  
Holotype: The specimen on pl. 14, fig. 3; rep.-no. KoMo 1990 I-48

Material: 11 damaged specimens.

Diagnosis: Unit very big, but fragile. Shell not preserved, but according to the remnants on the polar spines it is spongy and consists of several concentric layers. Ring very narrow, fragile, flat, undifferentiated, with elongated elliptical outline (long axis perpendicularly to the polar axis). The about 20 needle-like spines vary strongly in length even in one specimen. Axial spine longer than circumaxial spines, a little robust, but also needle-shaped. Polar spines very long, robust.

Measurements:

Diameter of ring (long axis) = 427–452  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 287–300  $\mu\text{m}$

Width of ring = 12–17  $\mu\text{m}$

Length of circumaxial spines (maximum variation in one specimen) = 7–3  $\mu\text{m}$

Length of axial spines = More than 90  $\mu\text{m}$  (not fully preserved)

Distribution: Hettangian Kirchstein Limestone of the type locality.

Remarks: This species belongs surely not to *Palaeosaturnalis* DONOFRIO & MOSTLER, 1978. It has perhaps evolved by total reduction of the auxiliary spines from large representatives of *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983.

A new genus for this species will be only established, if more material (with preserved shell) will be found. Because of the very large, but very fragile ring only broken specimens could be found. However, this species can be recognized even among strongly damaged specimens.

Genus *Praehexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983 emend.

Type species: *Palaeosaturnalis tenuispinosus* DONOFRIO & MOSTLER, 1978

Emended diagnosis: Spongy shell globular, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed.

Ring mostly narrow, rarely moderately broad, in most primitive forms with 8 spines and with rounded octagonal outline to rounded hexagonal outline, later invariably with rounded hexagonal to hexagonal outline and 6 spines, occasionally with 1-2 further, mostly distinctly smaller spines.

Most primitive forms only with polar spines, higher evolved forms additionally with 2-12 auxiliary spines.

Distribution: Norian - Hettangian,? Upper Cretaceous. World-wide.

Assigned species:

*Palaeosaturnalis tenuispinosus* DONOFRIO & MOSTLER, 1978

Synonym: *Acanthocircus vigrassi* BLOME, 1984

*Spongosaturnalis elegans* KOZUR & MOSTLER, 1972

*Acanthocircus burnensis* BLOME, 1984

Synonyma: *Acanthocircus lupheri* BLOME, 1984

*Acanthocircus macoyensis* BLOME, 1984

*Acanthocircus ochocoensis* BLOME, 1984

*Acanthocircus prinevillensis* BLOME, 1984

*Acanthocircus silverensis* BLOME, 1984

*Praehexasaturnalis germanicus* n. sp.

*Praehexasaturnalis kirchsteinensis* n. sp.

*Praehexasaturnalis tetradialatus* n. sp.

? *Praehexasaturnalis* n. sp. A (= *Spongosaturnalis* ? sp. FOREMAN, 1971, pl. 1, fig. 6)

Remarks: KOZUR & MOSTLER (1983) assumed that *Praehexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983 represents the forerunner of *Hexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983, because the striking hexagonal ring outline is in both genera the same and *Hexasaturnalis* began later than *Praehexasaturnalis*.

As already pointed out under the remarks to the Saturniacea DEFLANDRE, 1953 and Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER, 1972, *Praehexasaturnalis* is a dead-ending sidebranch of the Parasaturnalidae, in which the same hexagonal ring outline as in primitive Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 emend. (*Hexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983, *Yaosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983) evolved, but the other characteristics of the Acanthocircinae (peripolar spines, ridges on the outer margin of the ring) never evolved.

Within the genus *Praehexasaturnalis* for the first time the development of taxa with auxiliary spines from taxa without auxiliary spines have been observed. Both

morphologically and phylogenetically near related forms, connected by transitional forms, are here united into *Praehexasaturnalis* that is therefore here used in a broader sense as by KOZUR & MOSTLER (1983). The forms with auxiliary spines continued seemingly until the Upper Cretaceous without larger morphological changes. These Upper Cretaceous forms have the highest number of auxiliary spines (about 12). However, the inner structure of the shell of these Upper Cretaceous forms is unknown. Therefore they can be only tentatively assigned to *Praehexasaturnalis*.

***Praehexasaturnalis germanicus* n. sp.**

(Pl. 6, figs. 1, 2)

Derivatio nominis: According to its occurrence in Bavaria (Germany)

Holotype: The specimen on pl. 6, fig. 2; rep.-no. KoMo 1990 I-51

Material: 22 specimens.

Diagnosis: Shell globular, spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring narrow, flat or with shallow elliptical cross-section, undifferentiated, outline rounded heptagonal to rounded subquadratical. 7 very long, slender, needle-like spines. Polar spine robust. auxiliary spines (mostly 5-6) always present.

Measurements:

Diameter of shell = 105–125  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (in polar axis) = 165–175  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (perpendicular to polar axis) = 170–175  $\mu\text{m}$

Width of ring = 12–25  $\mu\text{m}$

Length of spines = 35–110  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of Alps and Northern Hungary (Várhegy Cherty Limestone Formation of Csövár)

Remarks: *Praehexasaturnalis kirchsteinensis* n. sp. has only 6 spines and always a hexagonal ring outline.

***Praehexasaturnalis kirchsteinensis* n. sp.**

(Pl. 6, figs. 4, 5, 7)

Derivatio nominis: According to the type locality

Holotype: The specimen on pl. 6, fig. 5; rep.-no. KoMo 1990 I-50

Material: Several 100 specimens.

Diagnosis: Spongy shell globular, big, comprising largest part of the ring cavity. It consists of several concentric layers. Microsphere latticed. The shell surface is covered by numerous delicate, short, needle-like spines. Ring flat or with shallow oval cross-section, narrow, undifferentiated, outline hexagonal, with 6 very long, slender spines in the 6 corners of the ring. 2 polar spines very strong, nearly totally overgrown by the shell. 5-10 auxiliary spines of different size always present.

Measurements:

Diameter of shell = 96–120  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (in polar axis) = 156–170  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (perpendicular to the polar axis) = 160–170  $\mu\text{m}$

Width of ring = 15–20  $\mu\text{m}$

Length of spines = 70–95  $\mu\text{m}$

Distribution: Frequent in the Hettangian of the Alps and of Northern Hungary (Csövár, Várhegy Cherty Limestone Formation).

Remarks: See under *P. tetradiaetus* n. sp.

***Praehexasaturnalis tetradiaetus* n. sp.**

(Pl. 6, figs. 8, 9, 11, 12)

Derivatio nominis: According to the 4 rays at the inner margin of the ring (2 polar spines, 2 auxiliary spines)

Holotype: The specimen on pl. 6, fig. 11; rep.-no. KoMo 1990 I-49

Material: More than 50 specimens.

Diagnosis: Shell large, globular, spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Shell surface with delicate, short, needle-like spines. Ring narrow, flat, undifferentiated, outline hexagonal. 6 very large, slender spines in the 6 corners of the ring. Axial spines a little larger and robuster than the 4 circumaxial spines. Polar spines robust. 2 auxiliary spines cross-like arranged with the polar spines, mostly short, elongated triangular.

Measurements:

Diameter of shell = 110–120  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (in polar axis) = 144–170  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (perpendicular to polar axis) = 144–170  $\mu\text{m}$

Width of ring = 13–21  $\mu\text{m}$

Length of spines = 90–125  $\mu\text{m}$

Distribution: Rhaetian and Hettangian, Alps, Northern Hungary (Csövár, Csövár Limestone Formation and Várhegy Cherty Limestone Formation), Japan, Philippines.

Remarks: The phylomorphogenetic development within the genus *Praehexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983 emend. is now well known. The oldest forms (Lower to Middle Norian) have 8 needle-like spines, all of about the same length (the axial spines may be somewhat larger than the circumaxial spines, like in the stratigraphically younger forms). The main stock (with narrow ring) of these oldest *Praehexasaturnalis* is represented by *Praehexasaturnalis burnensis* (BLOME, 1984), synonyma see under the genus. The outline of this species is still variable (roundish octagonal, roundish suboval, subquadratic).

The next younger form is *Praehexasaturnalis elegans* (KOZUR & MOSTLER, 1972) from the Middle and Upper Norian. In this species the 2 spines perpendicularly to the polar spines are already distinctly shorter than the remaining spines, the outline of the ring is rounded hexagonal to rounded subquadratic.

In the Upper Norian (? to Rhaetian) *Praehexasaturnalis tenuispinosus* (DONOFRIO & MOSTLER, 1978) occur, in which the 2 spines perpendicularly to the polar spines are not more present. The ring outline is hexagonal.

In the (highest Upper Norian ?) Rhaetian and Hettangian *Praehexasaturnalis tetraradiatus* n. sp. occur, that coincides morphologically with *P. tenuispinosus*, but has 2 auxiliary spines additional to the polar spines. These 4 inner spines are cross-like arranged.

In the Hettangian *P. kirchsteinensis* evolved that remained morphologically unchanged, but displays 5-10 auxiliary spines.

Maybe that Upper Cretaceous forms with the same morphological character, but with peripolar spines, are the last representatives of this line that yields important guide forms for the Norian to Hettangian time-interval. 5 distinct zones can be discriminated within this interval by evaluation of the phylomorphogenetic development within the genus *Praehexasaturnalis*: *P. burnensis* without *P. elegans* (Lower Norian) *P. elegans* without *P. tenuispinosus* (Middle Norian) *P. tenuispinosus* without *P. tetraradiatus* (Upper Norian, higher Upper Norian radiolarian faunas not yet well investigated) *P. tetraradiatus* without *P. kirchsteinensis* (? uppermost Norian, Rhaetian) *P. tetraradiatus* and *P. kirchsteinensis* (Hettangian).

Taxonomically this development is interesting, because taxa with auxiliary spines evolved from taxa without auxiliary spines. Moreover, in *P. tetraradiatus* the 2 polar spines and the 2 auxiliary spines are cross-like arranged, like in the genus *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 emend. This is surely a homoeomorphy (see under this genus).

Genus *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 emend.

Type species: *Pseudoheliodiscus concordis* De WEVER, 1981

Emended diagnosis: Typical forms large. Shell spongy, globular or with rhombic or polygonal equatorial outline and subhemiglobular or somewhat flattened lower and upper side. Around the latticed microsphere several concentric or subconcentric layers of spongy meshwork are present.

Ring narrow to very narrow, flat or with shallow elliptical cross-section, undifferentiated. Outline variable, mostly rectangular, quadratic, sometimes subelliptical,

rarely roundish. Outer margin with many spines of different length. 2 long polar spines and 2-4 long auxiliary spines are present. If there are 2 auxiliary spines, than they are always arranged in cross-like position with the polar spines. If there are 4 auxiliary spines, they are diagonally arranged against the polar spines, but the midline of the 2 pairs of auxiliary spines lies again in a cross-like position with the polar spines. The auxiliary spines become often as strong as the polar spines. In this case 4 or 6 first order spines of the above mentioned arrangements are present.

Distribution: Very rare in the Norian and Rhaetian, frequent in the Hettangian and Pliensbachian. Typical forms were until now only found in the Liassic.

Assigned species:

*Pseudoheliodiscus concordis* De WEVER, 1981

? *Quadrisaturnalis dickinsoni* YEH, 1989

*Stauracanthocircus asymmetricus* n. sp.

*Stauracanthocircus circularis* n. sp.

? *Stauracanthocircus ? hettangicus* n. sp.

*Stauracanthocircus quadratus* n. sp.

? *Stauracanthocircus poetschensis* n. sp.

*Stauracanthocircus pessagnoii* n. sp.

*Stauracanthocircus ruesti* n. sp.

*Stauracanthocircus transitus* n. sp.

*Stauracanthocircus triangulospinosus* n. sp.

Remarks: Originally only forms with 4 long inner rays (first order spines) in cross-like position were placed into *Stauracanthocircus*. However, all transitional forms are present to forms with 6 first order spines or with 2 polar spines and 4 a little smaller auxiliary spines. 2 pairs of auxiliary spines are in these forms diagonally arranged to the polar spines. By fusion of the 2 pairs of diagonally arranged spines 2 auxiliary spines in cross-like position to the polar spines evolved. Often such forms are present, in which on one side still a pair of diagonally arranged auxiliary spines occur, whereas on the other side the other pair of auxiliary spines is already fused to one auxiliary spine perpendicularly arranged to the polar spines. Therefore also forms with 4 auxiliary spines diagonally arranged to the polar spines or with 6 first order spines of the same arrangement (the 4 auxiliary spines have in these forms the same size as the polar spines) are here placed into *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 emend.

The development of 4 cross-like arranged inner rays occurred iteratively in the Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER, 1972, but also in not related forms with saturnalid ring and coarsely latticed cortical shell. It represents a function-morphologically stable construction and has originally no large taxonomic meaning. Only in combination with other taxonomic features it can be used for separation of genera.

The first time this construction can be found in the Austrosaturnalidae KOZUR & MOSTLER, 1983 from the Longobardian and Carnian. These forms with saturnalid ring have a primary latticed shell with big pores and they do not belong to the Saturnaliacea DEFLANDRE, 1953 with primary spongy shells.

Few forms with 4 cross-like arranged spines of nearly the same size or with only slightly larger polar spines appeared during the Norian, e.g. "*Spongosaturnalis*" *quadriradiatus* KOZUR & MOSTLER, 1972. These forms have always a circular ring outline and long spines of almost invariable size, typical for many Triassic *Pseudoheliodiscus* and *Palaeosaturnalis* species. Seemingly these forms are homoeomorphic to *Stauracanthocircus* and nearer related to *Pseudoheliodiscus*. They are surely not directly related to the typical large Liassic *Stauracanthocircus* species. Polar spines and auxiliary spines are rather fragile in these forms.

A second Norian group with 2 polar spines and 2 auxiliary spines in cross-like arrangement is represented by *Stauracanthocircus* ? *poetschensis* n. sp. These forms have a rectangular to quadratic very broad ring with relatively small ring cavity. Also the (Lower) Norian "*Quadrisaturnalis*" *dickinsoni* YEH, 1989 belongs to this group. *Quadrisaturnalis* YEH, 1989 was established for forms, mostly identical with *Praeheliostaurus* KOZUR & MOSTLER, 1972 and the type species of *Quadrisaturnalis* YEH, 1979 (*Quadrosaturnalis grandis* YEH, 1979) belongs to this genus. The latticed cortical shell with big pores is typical for this genus. However, neither in "*Quadrisaturnalis*" *dickinsoni* YEH nor in *Stauracanthocircus* ? *poetschensis* n. sp. a shell was found. The shell remnants at the polar spine indicate rather a spongy shell consisting of several concentric layers. Therefore these forms are probably true parasaturnalids. On the other hand, they are surely not the forerunner of the typical Liassic *Stauracanthocircus* species, but may belong to an other species group of this genus. The Hettangian *Stauracanthocircus* ? *ruesti* n. sp. belongs probably also to this group, distinguished from typical Liassic *Stauracanthocircus* species by the very strong peripheral spines and at the Norian forms also by the broader ring. So long the shell of the Norian forms and their relation to the Liassic *S. ruesti* n. sp. (with preserved shell) are not yet known, it cannot be decided, whether these forms belong to *Stauracanthocircus* or not. They are here tentatively assigned to this genus.

Taxa with 2 or 4 auxiliary spines in the above described "*Stauracanthocircus* arrangement" developed also from taxa without auxiliary spines. This was observed in the genus *Praehexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983 (see under this genus). *Praehexasaturnalis tetrara-*

*diatus* n. sp. with 2 auxiliary spines in cross-like arrangement to the polar spines is the transitional form between the Upper Norian *P. tenuispinosus* (DONOFRIO & MOSTLER, 1978) (without auxiliary spines) and the Hettangian *Praehexasaturnalis kirchsteinensis* n. sp. (with 5-10 auxiliary spines). In spite of the cross-like arrangement of the polar spines and 2 auxiliary spines, *P. tetraradiatus* n. sp. is not related to *Stauracanthocircus*.

The "*Stauracanthocircus* arrangement" of the auxiliary spines/polar spines can be also found in the 2 known species of *Liassosaturnalis* n. gen., which is likewise not nearer related to *Stauracanthocircus*. In these species forms without auxiliary spines and with 1-6 auxiliary spines are present in one population (one sample) of otherwise morphologically identical forms. Specimens with 2 and 4 auxiliary spines have the typical "*Stauracanthocircus* arrangement" of the auxiliary and polar spines. Whereas in *Praehexasaturnalis tetraradiatus* n. sp. the "*Stauracanthocircus* arrangement" of the auxiliary spines/polar spines is within the species fixed, in *Liassosaturnalis* the "*Stauracanthocircus* arrangement" is even only part of the intraspecific variability within species that contain also forms without "*Stauracanthocircus* arrangement" of the auxiliary spines/polar spines (specimens without auxiliary spines or with 1, 3, 5, 6 auxiliary spines).

*Stauracanthocircus* ? *hettangicus* n. sp., in turn, corresponds in the ring outline and denticulation to *Palaeosaturnalis subovalis* n. sp. However, we have found only forms with 2 auxiliary spines in cross-like arrangement with the 2 polar spines or forms, in which on one side 2 closely spaced auxiliary spines are present, whereas at the opposite side only one auxiliary spine, perpendicular to the polar spines, is present. This arrangement corresponds to the transitional forms between *Stauracanthocircus* species with 2 and with 4 auxiliary spines. Transitional forms to *Palaeosaturnalis subovalis* n. sp. (with one auxiliary spine) have not been found. Therefore *Stauracanthocircus* ? *hettangicus* n. sp. cannot be united with this species. It is here tentatively assigned to *Stauracanthocircus*, in spite of the fact that it is surely not nearer related to typical representatives of this genus.

***Stauracanthocircus asymmetricus* n. sp.**

(Pl. 2, fig. 9; pl. 8, figs. 7-10; pl. 9, figs. 1-5,7,10,12)

Derivatio nominis: According to the asymmetric size distribution of the spines

Holotype: The specimen on pl. 2, fig. 9; rep.-no. KoMo 1990 I-52

Material: Several 100 specimens.

Diagnosis: Unit large. Spongy shell mostly roundish polygonal, rarely subspherical, mostly with hexagonal equa-

torial outline. It consists of several layers of spongy meshwork around a latticed microsphere. Ring mostly narrow, in extreme forms moderately broad, always flat, undifferentiated. Ring outline variable, mostly elliptical to subelliptical with long axis perpendicularly to the polar axis, partly rounded subrectangular to subquadratic. The 14-22 peripheral spines are at one polar region of the long axis long, cylindrical to needle-shaped. On the opposite pole the spines are slender triangular to broadly triangular and considerably shorter. Polar spines long, but mostly rather slender. 6 auxiliary spines long, mostly as strong as the polar spines or only a little narrower, rarely distinctly narrower.

**Measurements:**

Diameter of shell = 105–150  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (in polar axis) = 200–270  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (perpendicularly to the polar axis) = 235–340  $\mu\text{m}$

Width of ring = 11–25  $\mu\text{m}$

Length of spines (in the half with long spines) = 30–70  $\mu\text{m}$

Length of spines (in the half with short spines) = 7–30  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Common in the Hettangian of the Alps and Northern Hungary (Csövár, Várhegy Cherty Limestone Formation).

**Remarks:** By the different length and shape of the spines in the 2 halves of the ring along the long axis this species is easily to recognize. The other typical *Stauracanthocircus* species of the Hettangian display, moreover, different ring outlines. *S. pessagnoii* n. sp., *S. quadratus* n. sp., *S. transitus* n. sp., and *S. triangulospinosus* n. sp. have rectangular to quadratic ring outline, *S. circularis* n. sp. displays circular ring outline, *S. pessagnoii* n. sp., *S. quadratus* n. sp. and *S. triangulospinosus* n. sp. have, moreover, only 2 auxiliary spines in cross-like arrangement with the polar spines.

Specimens of *S. asymmetricus* n. sp. with concave incision of the ring around the polar spines are in the ring outline similar to *Stauracanthocircus concordis* DE WEVER, 1981. However, this species displays 2 auxiliary spines in cross-like arrangement with the polar spines. Moreover, in most specimens of *S. asymmetricus* n. sp. the concave incision of the ring around the polar spines is not present.

*Pseudoheliodiscus neviaanii* n. sp. has the same differences in the size and shape of the spines in the 2 halves of the ring along the long axis. However, this species has 5-6 auxiliary spines and only 11-12 peripheral spines. *Pseudoheliodiscus neviaanii* n. sp. is seemingly near related to the forerunner of typical representatives of *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 emend. *Stauracanthocircus asymmetricus* n. sp., in turn, is the most primitive representative of typical *Stauracanthocircus* species.

***Stauracanthocircus circularis* n. sp.**

(Pl. 2, figs. 5, 7; pl. 7, fig. 4)

**Derivatio nominis:** According to the circular ring outline, exceptional for the genus *Stauracanthocircus*

**Holotype:** The specimen on pl. 2, fig. 5; rep.-no. KoMo 1990 I-57

**Material:** 41 specimens.

**Diagnosis:** Spongy shell globular, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring very narrow to narrow, flat, undifferentiated, outline circular to subcircular. The 9-11 peripheral spines are small, triangular and widely spaced. The axial spines are mostly distinctly bigger than the circumaxial spines, but also not large. Polar spines robust, distinctly broader than the 4, diagonally arranged auxiliary spines.

**Measurements:**

Diameter of shell = 100–135  $\mu\text{m}$

Diameter of ring = 250–305  $\mu\text{m}$

Width of ring = 10–24  $\mu\text{m}$

Length of circumaxial spines = 7–20  $\mu\text{m}$

Length of axial spines = 11–35  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Hettangian Alps and Northern Hungary (Csövár, Várhegy Cherty Limestone Formation).

**Remarks:** *Stauracanthocircus circularis* n. sp. is by its circular/subcircular ring outline and its small, widely spaced spines well distinguished from all other *Stauracanthocircus* species.

***Stauracanthocircus hettangicus* n. sp.**

(Pl. 7, figs. 2, 7)

**Derivatio nominis:** According to the occurrence in the Hettangian

**Holotype:** The specimen on pl. 7, fig. 2; rep.-no. KoMo 1990 I-60

**Material:** 12 specimens.

**Diagnosis:** Spongy shell ellipsoidal, consisting of several layers and a latticed microsphere. Ring narrow, flat to shallow elliptical in cross-section, undifferentiated, outline subelliptical with long axis parallel to the polar axis. 7-8 slender triangular to needle-shaped, moderately long circumaxial spines and 2 long axial spines. One of the axial spines is larger than the other one and displays cylindrical shape. A larger unspined part of the ring is present to both sides of the axial spines, but partly also in this sector 1-2 spines are present. Polar spines very robust, broad. 2-4 auxiliary spines in typical "*Stauracanthocircus* arrangement". The auxiliary spines are considerably thinner than the polar spines.

**Measurements:**

Diameter of shell (long axis parallel to polar spines) = 95–104  $\mu\text{m}$

Diameter of shell (short axis) = 85–90  $\mu\text{m}$   
Diameter of ring (parallel to polar spines) = 180–195  $\mu\text{m}$   
Diameter of ring (perpendicularly to polar spines) = 145–180  $\mu\text{m}$

Width of ring = 12–20  $\mu\text{m}$

Length of circumaxial spines = 25–50  $\mu\text{m}$

Length of axial spines = 50–74  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Stauracanthocircus* ? *hettangicus* n. sp. is in its size, shape and spinosity very similar to *Palaeosaturnalis subovalis* n. sp. However, transitional forms to this species (with one auxiliary spine) have not been found. On the other hand, also *Stauracanthocircus* sp. B is very similar, but with more subrectangular ring outline and shorter, more triangular spines. Number and arrangement of circumaxial spines, the different length and shape of the axial spines and the very robust polar spines are identical with *S.* ? *hettangicus* n. sp. *Stauracanthocircus* sp. B, in turn, is nearly related to the typical *Stauracanthocircus* species *S. pessagnoii* n. sp. (see under this species). For the moment, *S.* ? *hettangicus* n. sp. is tentatively placed into the genus *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 emend., but we cannot exclude near relations to *Palaeosaturnalis subovalis* n. sp.

***Stauracanthocircus quadratus* n. sp.**

(Pl. 3, figs. 1, 6; pl. 8, figs. 2, 3, 5)

Derivatio nominis: According to the mostly quadratic ring outline

Holotype: The specimen on pl. 8, fig. 3; rep.-no. KoMo 1990 I-56

Material: 37 specimens.

Diagnosis: Spongy shell consisting of several concentric layers and a latticed microsphere. Equatorial shell outline quadratic to subquadratic. Ring narrow to very narrow, flat, undifferentiated, outline quadratic to rectangular, polar sides slightly concave. In general 6 spines are present, one circumaxial spine at each corner and 2 axial spines. All spines are needle-like, mostly long. The axial spines are in general somewhat longer than the circumaxial spines. Rarely 1-2 small additional spines are present on one of the polar sides of the ring. Polar spines distinctly stronger than the 2 auxiliary spines. Inner spines always cross-like arranged.

Measurements:

Diameter of shell = 95–120  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (parallel to polar spines) = 190–240  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (perpendicularly to polar spines) = 230–260  $\mu\text{m}$

Width of ring = 10–15  $\mu\text{m}$

Length of spines = 30–80  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of Alps and Northern Hungary (Csövár, Várhegy Cherty Limestone Formation).

Remarks: *Stauracanthocircus pessagnoii* n. sp. has more spines and rounded corners.

***Stauracanthocircus pessagnoii* n. sp.**

(Pl. 3, fig. 7)

Derivatio nominis: In honour of Prof. Dr. A. A. PESSAGNO, Dallas

Holotype: The specimen on pl. 3, fig. 7; rep.-no. KoMo 1990 I-55

Material: 12 specimens.

Diagnosis: Shell spongy, consisting of several layers of spongy meshwork around a latticed microsphere. Equatorial outline of shell quadratic to rhombic. Ring very narrow, flat, undifferentiated, outline subquadratic with rounded corners. 10 needle-shaped spines (2 axial spines and 8 circumaxial spines, situated in each corner and near to the corners on the sides parallel to the polar spines). 2 polar spines and 2 auxiliary spines in cross-like arrangement. Polar spines distinctly broader than auxiliary spines.

Measurements:

Diameter of shell (parallel to the polar spines) = 90–100  $\mu\text{m}$

Diameter of shell (diagonally to the polar spines) = 80–86  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (parallel to polar spines) = 221–239  $\mu\text{m}$

Diameter of shell (perpendicularly to polar spines) = 205–218  $\mu\text{m}$

Width of ring = 10–17  $\mu\text{m}$

Length of spines = 20–33  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Stauracanthocircus quadratus* n. sp. displays a quadratic to rectangular outline and only 6-7 peripheral spines.

*Stauracanthocircus* sp. B (pl. 3, fig. 5) displays similar outline and arrangement of the peripheral spines, but the shell is subspherical with rounded subquadratic equatorial outline, the ring is broader, the peripheral spines are more triangular and the polar spines are very robust.

***Stauracanthocircus* ? *poetschensis* n. sp.**

(Pl. 7, fig. 8; pl. 8, figs. 1, 4)

Derivatio nominis: According to the occurrence in the Pötschen Limestone

Holotype: The specimen on pl. 8, fig. 1; rep.-no. KoMo 1990 I-59

Locus typicus: Pötschenwand (Austria, Hallstatt Nappe)

Stratum typicum: Sample POM 6/7, siliceous limestone of higher Middle Norian age

**Material:** 41 specimens.

**Diagnosis:** Shell not preserved, but remnants at the polar spines indicate a spongy shell consisting of several layers. Ring broad, flat, undifferentiated, outline hexagonal, subhexagonal with long axis perpendicularly to the polar spines or subquadratic. 11-13 slender triangular to needle-like very large spines alternate with somewhat to considerably smaller spines. 2 polar and 2 auxiliary spines in cross-like arrangement. Polar spines slender triangular, bigger than the auxiliary spines or of nearly the same size.

**Measurements:**

Diameter of ring (parallel to polar spines) = 158–200  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (perpendicular to polar spines) = 170–225  $\mu\text{m}$

Width of ring = 20–40  $\mu\text{m}$

Length of spines = 15–110  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Middle Norian of the Alps.

**Remarks:** "*Quadrisaturnalis*" *dickinsoni* YEH, 1989 (= "*Quadrisaturnalis*" *quadratus* YEH, 1989) from the Norian of Oregon has 8 spines, most of them very broad and at least in their proximal part with parallel sides.

Differences to *Stauracanthocircus ruesti* n. sp. see under this species.

***Stauracanthocircus ruesti* n. sp.**

(Pl. 6, fig. 10; pl. 7, figs. 1, 3)

**Derivatio nominis:** In honour of one of the pioneers of fossil radiolarian studies, D. RÜST

**Holotype:** The specimen on pl. 7, fig. 1; rep.-no. KoMo 1990 I-58

**Material:** 19 specimens.

**Diagnosis:** Spongy shell, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring narrow to moderately broad, flat, undifferentiated. Ring outline rectangular to subrectangular (with long axis parallel to the polar spines), partly also quadratic. 12-14 very long, needle-like spines. Polar spines robust. 3-4, very rarely 5 auxiliary spines delicate, shorter than the polar spines, in typical "*Stauracanthocircus* arrangement".

**Measurements:**

Diameter of shell = 80–100  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (parallel to polar spines) = 104–180  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (perpendicular to polar spines) = 152–165  $\mu\text{m}$

Width of ring = 12–25  $\mu\text{m}$

Length of spines = 55–115  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Hettangian part of the Kirchstein Limestone from the type locality.

**Remarks:** By its very long spines *Stauracanthocircus ruesti* n. sp. is quite different from all other Hettangian *Stauracanthocircus* species. The only similar species is

the Middle Norian *Stauracanthocircus ? poetschensis* n. sp. This species has a similar ring outline and similar large spines. However, it has always 2 polar spines in cross-like arrangement with the 2 polar spines. Moreover, the long axis of the ring lies perpendicularly to the polar spines, the ring is broader and the polar spines are shorter.

***Stauracanthocircus transitus* n. sp.**

(Pl. 3, figs. 2, 9; pl. 7, figs. 6, 9)

**Derivatio nominis:** According to the transitional position from species with 4 diagonally arranged auxiliary spines to species with 2 auxiliary spines arranged in cross-like position with the polar spines

**Holotype:** The specimen on pl. 3, fig. 9; rep.-no. KoMo 1990 I-53

**Material:** 27 specimens.

**Diagnosis:** Unit large. Shell spongy, consisting of several layers of spongy network around a latticed microsphere. Equatorial outline of shell quadratic to rhombic. Ring subrectangular to subquadratic with rounded corners, very narrow, flat, undifferentiated. 19-26 needle-shaped peripheral spines of variable length. Within this species all transitions are present between forms with 4 auxiliary spines, diagonally arranged to the polar spines, to forms with 2 auxiliary spines, cross-like arranged with the 2 polar spines. In specimens with 4 auxiliary spines the distance between 2 adjacent auxiliary spines is not large. Therefore the diagonally arrangement of these auxiliary spines is not far from a cross-like arrangement with the polar spines. Often on one side one pair of auxiliary spines is already fused to one auxiliary spines situated perpendicularly to the polar spines, whereas on the other side the 2 auxiliary spines are still separated and diagonally arranged. Moreover, one auxiliary spine on both sides (or on one side) may be arranged already perpendicularly to the polar spines (cross-like arrangement), whereas the other spine of the pair diverges only a little (diagonal arrangement). Auxiliary spines and polar spines mostly of the same size (all are first order spines).

**Measurements:**

Diameter of shell (along the first order spines) = 130–150  $\mu\text{m}$

Diameter of shell (diagonally to the first order spines) = 110–130  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (parallel to the polar spines) = 275–294  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (perpendicular to the polar spines) = 270–286  $\mu\text{m}$

Width of ring = 10–15  $\mu\text{m}$

Length of spines = 10–55  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of the Alps and Northern Hungary (Csövár, Várhegy Cherty Limestone Formation).

Remarks: *Stauracanthocircus triangulospinosus* n. sp. displays always 4 first order spines in cross-like arrangement. The peripheral spines are slender triangular.

*Stauracanthocircus asymmetricus* n. sp. has always 4 auxiliary spines, diagonally arranged to the polar spines. The peripheral spines on one half of the ring along the long axis are long and needle-shaped to cylindrical, like in *S. transitus* n. sp., on the opposite half of ring considerably shorter and triangular.

In the Pliensbachian *Stauracanthocircus concordis* (De WEVER, 1981) the ring is concave around the polar spines and distinctly convex perpendicularly to the polar spines. In few specimens of *S. transitus* n. sp. (pl. 3, fig. 2) the ring is slightly to distinctly convex perpendicularly to the polar spines, but not yet concave around the polar spines. These forms (*S. cf. transitus* n. sp.) are transitional forms to *S. concordis* (De WEVER), but still nearer related to *S. transitus* n. sp.

#### *Stauracanthocircus triangulospinosus* n. sp.

(Pl. 3, figs. 8, 10; pl. 7, fig. 5)

Derivatio nominis: According to the slender triangular peripheral spines

Holotype: The specimen on pl. 3, fig. 10; rep.-no. KoMo 1990 I-54

Material: 45 specimens.

Diagnosis: Spongy shell with quadratic to rhombic equatorial outline. It consists of several concentric layers of spongy meshwork and displays a latticed microsphere. Ring very narrow, flat, undifferentiated, outline subrectangular to subquadratic with slightly rounded corners. The 22-24 peripheral spines are short and slender triangular. Among the 4 first order spines in cross-like arrangement no differentiation into polar and auxiliary spines is possible.

Measurements:

Diameter of shell (along the first order spines) = 100–125  $\mu\text{m}$

Diameter of shell (diagonally to the first order spines) = 100–105  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 232–255  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 195–208  $\mu\text{m}$

Width of ring = 8–11  $\mu\text{m}$

Length of spines = 10–25  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of Alps and Northern Hungary (Csövár, Várhegy Cherty Limestone Formation).

Remarks: *Stauracanthocircus transitus* n. sp. has a similar ring outline, but it is larger, the spines are needle-shaped and often 3 or 4 auxiliary spines are present.

#### *Stauracanthocircus* sp. A.

(Pl. 8, fig. 6)

Remarks: This form (only one broken specimen) is similar to *Stauracanthocircus transitus* n. sp., but has very fragile and mostly short peripheral spines. It is seemingly a pathologic form, in which parts of the ring turned out of the equatorial plane. Most probably it belongs to *S. transitus* n. sp.

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at Mt. Kirchstein.

#### *Stauracanthocircus* sp. B

(Pl. 3, fig. 5)

Remarks: The outline of the ring, number and arrangement of the peripheral spines are similar as in *Stauracanthocircus pessagnoii* n. sp. However, the ring is broader, the peripheral spines are mostly triangular, the polar spines are very robust and the shell is subglobular.

There are also similarities to *Stauracanthocircus ? hettangicus* n. sp., but this species has a subelliptical ring outline and larger spines.

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at Mt. Kirchstein.

#### *Stauracanthocircus* sp. C

(Pl. 2, fig. 1)

Remarks: Only one damaged specimen of a distinct *Stauracanthocircus* species with circular ring outline, cylindrical circumaxial spines and broadly cylindrical, terminal rounded triangular axial spines is present. Probably it has the same asymmetric spinosity as *Stauracanthocircus asymmetricus* n. sp. or *Pseudoheliodiscus nebianii* n. sp. However, only a part of the second half of the ring is preserved. Therefore no exact description of this probably new species is possible. The near related *Stauracanthocircus asymmetricus* n. sp. is distinguished by its ring outline.

#### Genus *Stauromesosaturnalis* n. gen.

Derivatio nominis: According to the peripolar spines (as in *Mesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983), cross-like arranged with 2 auxiliary spines

Type species: *Stauromesosaturnalis schizospinosus* n. gen. n. sp.

Diagnosis: Shell spherical or subspherical with rounded subquadratic equatorial outline, spongy, consisting of several concentric layers and a tiny latticed microsphere.

Ring narrow, flat, undifferentiated, with subelliptical to rounded quadratic outline and numerous, relatively short peripheral spines. 2 peripolar and 2 auxiliary spines (also opposite to interspine spaces) are cross-like ar-

ranged. In early forms the peripolar spines are somewhat broader than the auxiliary spines. In highly evolved forms all 4 spines have the same size. At least opposite to the peripolar spines, in higher evolved forms opposite to all 4 inner spines the ring is concavely incised.

Distribution: Hettangian to Pliensbachian.

Assigned species:

*Stauromesosaturnalis schizospinosus* n. gen. n. sp.

*Stauromesosaturnalis deweveri* n. sp.

Remarks: *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 emend. has polar spines.

*Praemesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983 has several small auxiliary spines, not cross-like arranged with the peripolar spines. This genus is probably the forerunner of *Stauromesosaturnalis* n. gen. However, also a direct derivation from *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 emend. by transformation of the polar spines into peripolar spines cannot be excluded.

*Japonisaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1973 has evolved from *Stauromesosaturnalis* species with bifurcated peripheral spines. If the terminal branches of adjacent spines grow together, a second ring evolved, separated from the primary ring by a pore ring. The first true *Japonisaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1972 is known from the Pliensbachian.

*Stauromesosaturnalis schizospinosus* n. gen. n. sp.

(Pl. 3, fig. 3)

Derivatio nominis: According to the bifurcated or otherwise branched peripheral spines

Holotype: The specimens on pl. 3, fig. 3; rep.-no. KoMo 1990 I-61

Material: 7 specimens.

Diagnosis: Shell spongy, consisting of several concentric layers and a central latticed microsphere. Equatorial shell outline rounded subquadratic. Ring very narrow, flat, undifferentiated. Ring outline subelliptical (long axis perpendicular to the peripolar spines), with distinct concave incision above the peripolar spines. 22–24 short peripheral spines, terminally bifurcated or asymmetrically branched. Peripolar spines distinctly broader than the 2 auxiliary spines. The 4 inner spines are cross-like arranged.

Measurements:

Diameter of shell = 100–110  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (parallel to peripolar spines) = 196–209  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (perpendicularly to peripolar spines) = 241–263  $\mu\text{m}$

Width of ring = 13–17  $\mu\text{m}$

Length of spines = 19–30  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Stauromesosaturnalis schizospinosus* n. gen. n. sp. is the forerunner of the Pliensbachian *Japonisaturnalis* n. sp. A (= *Japonisaturnalis japonicus* sensu De WEVER, 1981, pl. 1, fig. 6). By fusion of the terminal branches of adjacent peripheral spines a second ring evolved that encloses together with the primary ring and the primary peripheral spines of the pore ring.

The Pliensbachian *Stauromesosaturnalis deweveri* n. sp. displays terminally unbranched spines, the ring is concavely incised opposite to all 4 first order spines that have all the same size.

*Stauromesosaturnalis deweveri* n. sp.

Derivatio nominis: In honour of Dr. P. De WEVER, Paris, who figured this species for the first time 1981 *Pseudoheliodiscus* ? sp. aff. *P. concordis* De WEVER, p. 142, pl. 2, fig. 4

Holotype: The specimen, figured by De WEVER (1981, pl. 2, fig. 4) as *Pseudoheliodiscus* ? sp. aff. *concordis*

Locus typicus: Gümüslü Unit (Western Taurus, eastern Domuz Dag Massif), north of Korkuteli, Sögütlü gorge, 1 km NW of Gümüslü village, Turkey

Stratum typicum: Sögütlü dere Formation, radiolarian limestone, Pliensbachian

Diagnosis: Shell globular, spongy. Ring narrow, flat, undifferentiated, outline rounded subquadratic, opposite to the 4 first order spines concavely incised. 21 short, triangular peripheral spines. 4 first order inner spines of equal size in cross-like arrangement, all opposite to interspine spaces. Peripolar and auxiliary spines cannot be separated.

Measurements (holotype):

Diameter of shell = 150  $\mu\text{m}$

Diameter of ring along the inner spines = 250  $\mu\text{m}$  and 260  $\mu\text{m}$

Width of ring = 15–18  $\mu\text{m}$

Length of spines = 14–25  $\mu\text{m}$

Distribution: Pliensbachian of the type locality.

Remarks: See under *Stauromesosaturnalis schizospinosus* n. gen. n. sp.

Genus *Liassosaturnalis* n. gen.

Derivatio nominis: According to the occurrence in the Liassic

Type species: *Liassosaturnalis parvus* n. gen. n. sp.

Diagnosis: Unit small. Shell spherical to slightly ellipsoidal, spongy, consisting of several concentric layers of spongy meshwork and of a central latticed microsphere.

Ring narrow, flat, undifferentiated. Ring outline subcircular, elliptical or subelliptical. Axial spines always present. Remaining ring smooth or with one rudimentary spine. Angular undulations as rudiments of former spines

often present. 2 polar spines very robust. Without or with 1-6 long, delicate auxiliary spines.

**Distribution:** Hettangian of the Alps and Northern Hungary.

**Assigned species:**

*Liassosaturnalis parvus* n. gen. n. sp.

*Liassosaturnalis undulatus* n. sp.

**Remarks:** By the unspined or nearly unspined outer ring margin with distinct axial spines this genus is clearly separated both from *Pseudoheliodiscus* KOZUR & MOSTLER, 1972 and from *Palaeosaturnalis* DONOFRIO & MOSTLER, 1978, which have always many and mostly long circumaxial peripheral spines. *Palaeosaturnalis parvispinosus* n. sp. is probably closer related to the forerunner of *Liassosaturnalis* n. gen. In this species only 5-9 short, widely spaced circumaxial spines are present.

*Mesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981 and *Praemesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981 are additionally separated by their peripolar spines.

*Pseudacanthocircus* n. gen. has never polar spines and auxiliary spines. Unspined ring can be often found in this genus.

*Liassosaturnalis parvus* n. gen. sp.

(Pl. 4, figs. 3, 7, 12; pl. 6, fig. 6)

**Derivatio nominis:** According to the small size of the unit

**Holotype:** The specimen on pl. 4, fig. 12; rep.-no. KoMo 1990 I-62

**Material:** 39 specimens.

**Diagnosis:** Unit small. Shell slightly ellipsoidal, spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring narrow, flat, undifferentiated. Ring outline subcircular or elliptical, with long axis parallel or perpendicular to the polar spines. No circumaxial spines, but axial spines well developed. 2 very robust polar spines. auxiliary spines either missing or rarely 1-4 delicate auxiliary spines are present.

**Measurements:**

Diameter of shell (parallel to polar spines) = 75–80  $\mu\text{m}$

Diameter of shell (perpendicularly to polar spines) = 57–63  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (parallel to polar spines) = 157–187  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (perpendicularly to polar spines) = 140–213  $\mu\text{m}$

Width of ring = 7–16  $\mu\text{m}$

Length of axial spines = 10–27  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Hettangian of Alps and Northern Hungary (Csövár, Várhegy Cherty Limestone Formation).

**Remarks:** *Liassosaturnalis undulatus* n. sp. is larger and has angular undulations on the outer margin of the ring as

rudiments of peripheral spines. Sometimes also a small peripheral spine is present.

*Liassosaturnalis undulatus* n. sp.

(Pl. 1, fig. 6; pl. 4, fig. 6; pl. 5, figs. 2, 4)

**Derivatio nominis:** According to the angular undulations on the outer margin of the ring

**Holotype:** The specimen on pl. 1, fig. 6; rep.-no. KoMo 1990 I-63

**Material:** 51 specimens.

**Diagnosis:** Shell subspherical to subellipsoidal, spongy, consisting of several concentric layers of spongy meshwork. Microsphere latticed. Ring narrow, flat, undifferentiated. Ring outline variable, subcircular, slightly subelliptical, elliptical, with long axis parallel or perpendicularly to the polar spines. Outer margin of ring with angular undulations as rudiments of former circumaxial spines. Sometimes a single circumaxial spine is still present. Polar spines very robust. auxiliary spines either missing or 1-6 fragile, long auxiliary spines are present.

**Measurements:**

Diameter of shell (parallel to polar spines) = 70–84  $\mu\text{m}$

Diameter of shell (perpendicularly to polar spines) = 73–76  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (parallel to polar spines) = 175–220  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (perpendicularly to polar spines) = 164–272  $\mu\text{m}$

Width of ring = 10–20  $\mu\text{m}$

Length of circumaxial spine (if present) = 5–16  $\mu\text{m}$

Length of axial spines = 7–40  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Hettangian of Alps and Northern Hungary (Csövár, Várhegy Cherty Limestone Formation).

**Remarks:** *Liassosaturnalis parvus* n. gen. n. sp. is mostly smaller and has a smooth outer margin of ring.

Subfamily **Acanthocircinae** PESSAGNO, 1977 emend.

**Synonym:** Hexasaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1983

**Emended diagnosis:** Shell spongy, consisting of several concentric layers of spongy meshwork around a central latticed microsphere. Ring outline in primitive forms still variable: octagonal, heptagonal, rounded tetragonal or slightly elliptical with long axis perpendicularly to the polar axis. From the latter forms taxa with strongly transversally elliptical rings evolved. This ring outline is present in all highly evolved Acanthocircinae.

Most primitive forms have 8, 7, 6 or 4, very rarely 5 tricarinate spines. The carinae of the peripheral spines are connected on the outer margin of the upper and lower ring surface by distinct high ridges that enclose on the lateral outer surfaces by distinct high ridges that enclose on the

lateral outer surface of the ring a furrow that continues into the furrows on the spines. The inner part of the ring is in these primitive forms still flat. In higher evolved forms only 4, later by fusion only 2 strong peripheral spines are present that are in the beginning still tricarinate, later bicarinate with carinae perpendicularly to the ring plane. These carinae are, like in the primitive forms, connected by a ridge on the lower and upper surfaces of the ring. These ridges are very high and separated by a deep furrow on the outer lateral surface of the ring and later even additionally by a shallow furrow on the inner lateral surface of the ring. Parts of the inner ring margin, at least in its lower part, remained still wedge-like, but as a whole the ring is in these highly evolved forms higher than broad.

2 peripolar spines. Only in the most primitive forms, transitional to the Parasaturnalinae, polar spines are still present. In primitive forms auxiliary spines are sometimes present.

Distribution: Norian, Aptian, until the Liassic very rare.  
Assigned genera:

*Acanthocircus* SQUINABOL, 1903

*Hexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983

*Yaosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983

*Octosaturnalis* n. gen.

Remarks: The Acanthocircinae PESSAGNO, 1979 emend. have evolved from the Parasaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1972. In the Middle and Upper Norian existed a distinct group of *Pseudoheliodycus* and *Praemesosaturnalis* species within the Parasaturnalinae that have distorted peripheral spines turned out the ring plane under different angles. The 2 edges of these spines, often differentiated by secondary spines, are connected by a narrow, mostly indistinct ridge at the outer margin of the ring. This is already a characteristic feature of the Acanthocircinae, but otherwise these species are still typical Parasaturnalinae with broad, flat ring and numerous (10-12) peripheral spines. They are here regarded as transitional group to primitive Acanthocircinae within the Parasaturnalinae.

In another group within the Norian to Hettangian Parasaturnalinae the number of the peripheral spines is reduced to 6-8 and an octagonal to hexagonal ring outline evolved, characteristic for primitive Acanthocircinae. However, in these forms the marginal spines are not distorted and connecting ridges on the ring between adjacent peripheral spines are not present. This group (*Praehexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983) evolved in the Rhaetian and Hettangian auxiliary spines and deviated by this again for the Acanthocircinae. *Praehexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983 is now not more regarded as the forerunner of *Hexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983, a primitive representative of the Acanthocircinae. It

was a dead-ending side branch within the Parasaturnalinae, in which some features of primitive Acanthocircinae (ring outline, reduction of number of peripheral spines) evolved, but the most characteristic feature of the Acanthocircinae, the ridges on the outer part of the ring, have never developed in this group.

Within the Norian-Liassic genus *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 forms with rectangular rings are frequent and partly also elliptical rings are present, the ring is narrow and few representatives display even a reduction of the peripheral spine number (6). However, also in this group the ring remains undifferentiated and *Stauracanthocircus* disappeared without successors within the Toarcian.

Both *Praehexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983 and *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 have been placed originally into the Hexasaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1983. However, our new investigations have shown that both groups are blind-ending taxa within the Parasaturnalinae that developed some morphological characters of the Acanthocircinae, but not the most characteristic differentiation of the ring. Therefore they cannot be regarded as forerunners of *Hexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983, a primitive representative of the Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 emend. Even they cannot be united with *Hexasaturnalis* into one subfamily Hexasaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1983. This subfamily is here regarded as synonym of the Acanthocircinae PESSAGNO, 1977. However, in tribus rank the Hexasaturnalini KOZUR & MOSTLER, 1983 can be furthermore separated from the Acanthocircini PESSAGNO, 1977.

Within the Hettangian *Palaeosaturnalis* evolved a group with very variable ring outline, varying from circular to transversally elliptical (even intraspecifically). The latter ring outline is typical for higher evolved Acanthocircinae PESSAGNO, but also for the Pseudacanthocircidae n. fam. This outline has therefore iteratively developed in different saturnalid radiolarians. It does not indicate closer relations. Also in this species group of *Palaeosaturnalis* the ring remained flat, undifferentiated and with some exceptions rather broad. These forms disappeared without successors at the top of the Hettangian or a little later. Also this group cannot be regarded as forerunners of the Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 emend.

The Pseudacanthocircidae n. fam. are in the ring outline homoeomorph to highly evolved Acanthocircinae (*Acanthocircus* SQUINABOL). These highly evolved Acanthocircinae and the Pseudacanthocircidae are morphologically only separated by the different mode of ring differentiation. In highly evolved Pseudacanthocircidae al-

ways the inner margin is elevated, the outer margin, in turn, wedge like (ring with triangular cross section with broad base inside). Moreover, the highly evolved Pseudacanthocircidae have mostly a strongly spined ring, whereas the highly evolved Acanthocircinae have only 2 (rarely 2-4) peripheral spines around the long axis poles.

In contrary to the highly evolved Acanthocircinae and Pseudacanthocircidae, their primitive representatives are morphologically very different: Octagonal, heptagonal, hexagonal or rounded tetragonal ring outline, 4-8 stout, tricarinate spines, strong ring differentiation by ridges near the outer margin in early Acanthocircinae and strongly transversally elongated ring outline, undifferentiated ring, primary undenticulated ring, later partly with numerous, but small spines in early Pseudacanthocircidae.

The phylomorphogenetic relations within the Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 emend. are now well known. The most primitive Norian forms (*Octosaturnalis* n. gen.) have still 8 stout, tricarinate peripheral spines, polar spines and auxiliary spines. During the Liassic the spine number is reduced to 6 and forms with peripolar spines evolved (*Yaosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983 = *Kozurastrum* De WEVER, 1984 with auxiliary spines and *Hexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983 without auxiliary spines). Forms with 4 stout, tricarinate spines appeared for the first time in the basal Middle Jurassic. From these forms evolved by prolongation of the ring (strongly transversally elongated elliptical outline) still in the lower part of Middle Jurassic the first, most primitive *Acanthocircus* species, *A. suboblongus* (YAO, 1972).

This species has still the same type of ring differentiation (connecting ridges between adjacent peripheral spines on the lower and upper surface of the outer part of the ring) as in the primitive Acanthocircinae (*Octosaturnalis* n. gen., *Hexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983, *Yaosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983).

The Middle Jurassic *A. suboblongus* (YAO, 1972) is the forerunner of the Late Jurassic *A. variabilis* (SQUINABOL, 1914). In this species the outer ridges on the upper and lower surfaces of the ring are almost as broad as the whole ring and the ring is because of the high and broad ridges at least as high as wide, in all subsequent species even higher than wide.

All transitional forms are known between *A. variabilis* (SQUINABOL, 1914) with still 4 spines (2/2 along the poles of the long ring axis) and the Late Jurassic to Lower Barremian *A. dicranacanthos* (SQUINABOL, 1914). These transitional forms have been already figured by SQUINABOL (1914, p. 22, fig. 7). 2 spines at both pole fused to one spine that is distally still separated into 2 branches, the unfused remnants of the originally 2 spines.

In transitional forms at one pole the 2 spines are already fused in the above described manner, whereas at the opposite pole the 2 spines are not yet fused.

By total fusion of the spines (also the unfused terminal parts of the 2 spines have been fused). *A. trizonalis* (RÜST, 1898) (= *A. amissus* SQUINABOL, 1914) evolved from *A. dicranacanthos* (SQUINABOL, 1914). With the disappearance of *A. trizonalis* (RÜST) at the top of the Aptian the genus *Acanthocircus* SQUINABOL and with it the Acanthocircinae PESSAGNO disappeared. All reported younger "*Acanthocircus*" are representatives of the Pseudacanthocircidae n. fam. or of the Saturnalidae DEFLANDRE, 1953.

Genus *Octosaturnalis* n. gen.

Derivatio nominis: According to the 8 stout tricarinate peripheral spines and the octagonal outline of the ring

Type species: *Octosaturnalis carinatus* n. gen. n. sp.

Diagnosis: Octagonal ring broad, flat, with 8 stout, tricarinate spines. The ridges on the spines are connected by distinct, but narrow ridges on the upper and lower surfaces of the outer part of the ring. These ridges are considerably narrower than the width of the ring. They enclose a distinct furrow on the lateral outer surface of the ring.

Polar spines small, 6-8 small auxiliary spines present.

Distribution: Norian of Northern Calcareous Alps.

Assigned species: *Octosaturnalis carinatus* n. gen. n. sp.

Remarks: The stout tricarinate peripheral spines and the connecting ridges on the upper and lower surfaces (that border a furrow on the lateral outer margin of the ring) are almost identical with *Hexasaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983, the immediate forerunner of *Acanthocircus* SQUINABOL, 1903. However, *Hexasaturnalis* has peripolar spines and only 4-7, mostly 6 tricarinate peripheral spines and heptagonal, hexagonal or roundish tetragonal to slightly transversally elliptical ring outlines.

The carinate spines and the connecting ridges between adjacent spines across the outer part of the ring surfaces are the most characteristic features of all Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 emend. Therefore *Octosaturnalis* n. gen. is the stratigraphically oldest and most primitive representative of this subfamily. It has still transitional character to the Parasaturnalinae (broad, flat ring, relatively high number of spines, polar spines, not more present in younger representatives of the Acanthocircinae).

Also within the Parasaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1972, there is a species group with transitional character to the Acanthocircinae PESSAGNO, 1977

emend. *Pseudoheliodiscus kahleri* (KOZUR & MOSTLER, 1972) and few further, still undescribed Parasaturnalinae have distorted spines, in which the 2 edges of the spines turned out the ring plane under different angles. These edges of adjacent peripheral spines are connected on the outermost part of the ring surfaces by narrow, mostly indistinct ridges. Concerning the numerous peripheral spines (10-12) these forms are still typical Parasaturnalinae. They are not direct forerunners of the earliest Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 with tricarinate spines, but near related to them.

***Octosaturnalis carinatus* n. gen. n. sp.**

(Pl. 10, figs. 1, 3, 4)

Derivatio nominis: According to the stout tricarinate spines

Holotype: The specimen on pl. 10, figs. 1, 3, 4; rep.-no. KoMo 1990 I-24

Locus typicus: Pötschen road, Hallstatt area (Austria)

Stratum typicum: Norian Pötschen Limestone, sample Ptx 1

Material: 7 specimens.

Diagnosis, distribution and remarks: See under the genus.

Measurements:

Diameter of ring = 128–140  $\mu\text{m}$

Width of ring = about 20  $\mu\text{m}$

Width of ridges on the ring surfaces = about 4  $\mu\text{m}$

Length of the spines = 100–110  $\mu\text{m}$

Genus *Yaosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983

Synonym: *Kozurastrum* De WEVER, 1984

Type species: *Spongosaturnalis* ? *minoensis* YAO, 1972

Remarks: De WEVER (1984) established for typical *Praemesosaturnalis* species the genus *Kozurastrum* De WEVER, 1984. He stated that this genus differs from *Mesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981 by the presence of auxiliary spines. This is exactly the difference between *Mesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981 and *Praemesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981 as pointed out by KOZUR & MOSTLER (1981, 1983). Therefore the *Kozurastrum* species, with exception of the type species, belong to *Praemesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981.

The type species of *Kozurastrum* De WEVER, 1984, *Spongosaturnalis* ? *minoensis* YAO, 1982, is, however, a typical representative of the early Acanthocircinae. It displays tricarinate peripheral spines and strong connecting ridges on the upper and lower surface of the outer part of the ring, nearly as broad as half of the ring's

width. For this species KOZUR & MOSTLER, 1983 introduced the genus *Yaosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983. Because the type species of *Yaosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983 and of *Kozurastrum* De WEVER, 1984 are identical, the latter genus is a younger synonym of *Yaosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1983, in spite of the fact that almost all species of *Kozurastrum* belong to *Praemesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981.

Family **Saturnalideidae** n. fam.

Diagnosis: Latticed cortical shell, connected with a circular, undifferentiated ring by 2 polar spines. Numerous peripheral spines.

Distribution: ? Tertiary, Recent.

Assigned genus: *Saturnalium* HAECKEL, 1887

Remarks: The Saturnalideidae n. fam. evolved from the Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER, 1972 by development of a latticed cortical shell.

The Saturnalidae DEFLANDRE, 1953 s. str. have likewise a latticed cortical shell, but the ring is always transversally elongated, smooth or with spines along the poles of the long axis, differentiated by a ridge on the lower and upper surface of the inner side of the ring (triangular cross section with broad base inside).

Family **Pseudacanthocircidae** n. fam.

Diagnosis: Shell globular, spongy, consisting of many concentric layers. Microsphere latticed, displaying large pores. Second latticed medullary shell may be present in advanced representatives.

Ring always transversally elliptical, smooth or with mostly very short spines either along the whole margin or concentrated around the long axis or short axis poles. In primitive forms, persisting partly up to the Cretaceous, the ring is undifferentiated, with shallow elliptical cross-section. In more advanced forms the ring is differentiated by a ridge on the inner side of the ring. By this it has a triangular cross-section with the broad base inside.

Ring and shell connected by 2 peripolar spines, only in few primitive forms with polar spines, but the taxonomic position of these latter taxa is unclear. Further 4 first order spines, arranged diagonally against the peripolar spines, may be present in primitive forms. Tiny auxiliary spines only exceptionally present around the base of the peripolar spines.

Distribution: Lower Carnian-Upper Cretaceous. In the Triassic extremely rare.

Assigned genera:

*Pseudacanthocircus* n. gen.

*Spongosaturnalis* CAMPBELL & CLARK, 1944

*Spongosatruninus* CAMPBELL & CLARK, 1944

*Praeacanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983

*Eospongosaturinus* n. gen.

? *Spinoellipsella* n. gen.

*Triacanthocircus* n. gen.

Remarks: The Pseudacanthocircidae n. fam. are homoeomorphic to highly evolved Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 that have evolved from the Parasaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1972. Primitive Pseudacanthocircidae n. fam. from the Triassic and Liassic are still quite different from contemporaneous early Acanthocircinae and Parasaturnalinae. The oldest representative of the Pseudacanthocircinae n. fam., *Praeacanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 has already, during the Lower Carnian a narrow, smooth, transversally strongly elongated ring with peripolar spines and 4 additional, diagonally arranged first order spines. The contemporaneous Parasaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1972 have all a broad, flat, circular ring with numerous spines. Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 had not yet evolved in this time.

The Norian to Liassic early Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 have not yet transversally strongly elongated rings and the upper and lower ring surfaces have distinct ridges, connecting the ridges of the tricarinate spines. Highly evolved Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 have both a transversally strongly elongated elliptical ring and ridges on the ring as the highly evolved contemporaneous Pseudacanthocircidae n. fam. However, in the Pseudacanthocircidae n. fam. the ridges evolved on the inner side of the ring that has in highly evolved forms therefore invariably a triangular cross section with the broad basis inside. In the Acanthocircidae the ring is broadest on its outer side, where a furrow is present on the lateral outer surface.

Primitive Pseudacanthocircidae n. fam. have similarities to some highly evolved Parasaturnalinae KOZUR & MOSTLER, 1972. Some Liassic *Palaeosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1972 display a transversally elongated elliptical ring. These forms are only distinguished by their polar spines, with exception of *Spinoellipsella* n. gen. never present in the Pseudacanthocircidae n. fam. Moreover, transversally elongated elliptical ring outline is not fixed in highly evolved Parasaturnalinae. Except this ring outline also forms with roundish or vertically elongated elliptical ring may occur in the same species.

Strong homoeomorphy exists between spined Liassic Pseudacanthocircidae n. fam. and highly evolved Upper Cretaceous *Mesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981 with transversally somewhat elongated subelliptical ring. However, even these highly evolved Upper Cretaceous *Mesosaturnalis* species have mostly a circular, broad ring. Contemporaneous latest Triassic and Lower Hettangian *Mesosaturnalis* species have almost exclu-

sively a circular ring. The few representatives of *Mesosaturnalis* with transversally slightly elongated ring from this time interval have very long spines, untypical for the Pseudacanthocircidae n. fam.

Genus *Pseudacanthocircus* n. gen.

Derivatio nominis: According the morphologic similarity with *Acanthocircus* PESSAGNO, 1903

Type species: *Pseudacanthocircus mediospinosus* n. gen. n. sp.

Diagnosis: Shell spherical, never reaching the ring, spongy, consisting of several concentric layers and a microspherule. 2 peripolar spines connect the shell with the narrow, transversally strongly elongated elliptical ring. Outer margin of the ring smooth or partly to totally denticulated. Cross section of the undifferentiated ring shallow elliptical to almost flat. Auxiliary spines never present.

Distribution: ? Rhaetian, Liassic.

Assigned species:

*Pseudacanthocircus mediospinosus* n. gen. n. sp.

*Pseudacanthocircus baumgartneri* n. sp.

*Pseudacanthocircus laevis* n. sp.

*Pseudacanthocircus mocki* n. sp.

*Pseudacanthocircus praesimplex* n. sp.

*Pseudacanthocircus terminospinosus* n. sp.

*Pseudacanthocircus troegeri* n. sp.

Remarks: *Praeacanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 from the Cordevolian to Pliensbachian is distinguished by the presence of 4 diagonally arranged first order spines additionally to the peripolar spines. Moreover, in this genus the ring has never outer spines. *Praeacanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 is the oldest representative of the Pseudacanthocircidae n. fam., because it is already present in the Cordevolian together with the first Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER, 1972. *Pseudacanthocircus* n. gen. has probably evolved from this genus by disappearance of the 4 first order spines (additionally to the 2 peripolar spines). *Triacanthocircus* n. gen. with only one additional first order spine may be transitional between *Praeacanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 and *Pseudacanthocircus* n. gen.

An independent development of *Pseudacanthocircus* n. gen. from Oertlispongidae KOZUR & MOSTLER, 1980 with smooth ring (*Oertlispongus longirecurvatus* KOZUR & MOSTLER, 1983, *O. annulatus* KOZUR & MOSTLER, 1983) cannot be excluded. However, Triassic species of *Pseudacanthocircus* are so far unknown and in the well studied Carnian and Norian radiolarian faunas probably not present.

Also a development from *Mesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981 by development of a transversally

strongly elongated ring cannot be quite excluded. Against this derivation speaks especially that the early *Pseudacanthocircus* species have a high percentage of unspined forms and forms, where only parts of the ring are spined. Such forms are unknown in the genus *Mesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981 that has always a totally spined ring. The short spines of *Pseudacanthocircus* n. gen. have developed secondarily on a primary smooth ring.

*Spongosaturnalis* CAMPBELL & CLARK, 1944 is the successor of *Pseudacanthocircus* n. gen. This genus has the same ring outline and the same type of ring denticulation (smooth to densely spinose), but it is clearly distinguished by a distinct bulge along the whole inner margin of the ring. By this, the ring has a triangular cross section with the broad basis inside.

In *Eospongosaturninus* n. gen. the spongy shell reaches the ring and overgrows it around the base of the peripolar spines. Moreover, a bulge is present along the inner margin of the long sides of the ring.

In *Spongosaturninus* CAMPBELL & CLARK, 1944, which evolved from *Eospongosaturninus* n. gen., additionally a latticed cortical shell is present.

*Saturnalis* HAECKEL, 1882 has a similar ring outline, but in cross-section the ring is triangular with broad basis inside (bulge on the inner margin of ring) and a latticed cortical shell is present.

***Pseudacanthocircus mediospinosus* n. gen. n. sp.**

(Pl. 10, figs. 6, 8)

Derivatio nominis: According to the unusual arrangement of the short spines in the middle part of the ring  
Holotype: The specimen on pl. 10, fig. 8; rep.-no. KoMo 1990 I-27

Material: 31 specimens.

Diagnosis: Shell small, spongy, consisting of numerous concentric layers. Microsphere latticed. Ring transversally strongly elongated elliptical, flat, in large parts smooth. The short denticles occur only around the short axis pole. Polar regions of the long axis always smooth.

Measurements:

Diameter of shell = 95–110  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 279–320  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 192–230  $\mu\text{m}$

Width of ring = 10–16  $\mu\text{m}$

Length of spines = 2–16  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Pseudacanthocircus mediospinosus* n. gen. n. sp. is easily distinguished from other *Pseudacanthocircus* species, by the position of the short peripheral spines.

***Pseudacanthocircus baumgartneri* n. sp.**

(Pl. 11, fig. 6)

Derivatio nominis: In honour of Dr. P. O. BAUMGARTNER, Zürich

Holotype: The specimen on pl. 11, fig. 6; rep.-no. KoMo 1990 I-30

Material: 3 specimens.

Diagnosis: Unit small, but shell large, reaching almost until the ring. Shell spongy, but with relatively robust pattern. Ring asymmetrical, undifferentiated, transversally subelliptical, cross-section shallow elliptical. Outer margin of ring with 14–15 irregularly spaced short spines, more closely spaced at the narrower polar area of the long axis.

Measurements:

Diameter of shell = 68–70  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 153–160  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 110–123  $\mu\text{m}$

Width of ring = 7–10  $\mu\text{m}$

Length of spines = 4–13  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: This species is different in outline and concerning the big shell (compared with the small ring) from all other *Pseudacanthocircus* species. *Pseudacanthocircus baumgartneri* n. sp. or any near related form could be the forerunner of *Vitorfus* PESSAGNO, that is distinguished by a latticed cortical shell growing beyond the ring in the region of the peripolar spines.

***Pseudacanthocircus laevis* n. sp.**

(Pl. 2, fig. 2; pl. 11, fig. 8)

Derivatio nominis: According to the smooth ring

Holotype: The specimen on pl. 11, fig. 8; rep.-no. 1990 I-26

Material: 15 specimens.

Diagnosis: Shell spongy, consisting of several concentric layers. Ring small, transversally elliptical, without spines, in cross-section nearly flat, without differentiation, above the peripolar spines considerably broader than in the other parts of the ring.

Measurements:

Diameter of shell = 80–86  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 226–238  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 168–180  $\mu\text{m}$

Width of ring = 10–13  $\mu\text{m}$ , above the peripolar spines 20–30  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Pseudacanthocircus pseudosimplex* n. sp. has a narrower ring, not broadened around the peripolar spines.

***Pseudacanthocircus mocki* n. sp.**

(Pl. 1, fig. 1; pl. 10, fig. 9)

Derivatio nominis: In honour of Dr. R. MOCK, Bratislava

Holotype: The specimen on pl. 1, fig. 1; rep.-no. KoMo 1990 I-28

Material: 11 specimens.

Diagnosis: Shell spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring transversally elliptical, undifferentiated, cross-section flat to shallow elliptical. 21–23 very short, triangular peripheral spines, regularly distributed along the whole outer margin, but not above the peripolar spines.

Measurements:

Diameter of shell = 120–131  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 250–400  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 205–250  $\mu\text{m}$

Width of ring = 10–16  $\mu\text{m}$

Length of spines = 4–10  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Pseudacanthocircus troegeri* n. sp. has considerably longer spines.

***Pseudacanthocircus pseudosimplex* n. sp.**

(Pl. 11, fig. 2)

Derivatio nominis: According to the morphological similarity to *Spongosaturnalis simplex* (SQUINABOL, 1914)

1981 *Acanthocircus simplex* (SQUINABOL) De WEVER, p. 140–141, pl. 1, fig. 1

Holotype: The specimen on pl. 11, fig. 2; rep.-no. KoMo 1990 I-27

Material: 23 specimens.

Diagnosis: Shell spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring transversally strongly elongated, very narrow, cross-section nearly flat to shallow oval, without any bulge. No peripheral spines.

Measurements:

Diameter of shell = 70–75  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 225–289  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 150–181  $\mu\text{m}$

Width of ring = 7–11  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian to Pliensbachian. Alps, Hungary, Turkey.

Remarks: The drawing of *Spongosaturnalis simplex* (squinalbol, 1914) by SQUINABOL (1914) show no bulge on the ring. However, restudies of radiolarians from the higher Upper Jurassic, from where "*Saturnalis*" *simplex* was described by SQUINABOL (1914) have shown that the ring in "*Saturnalis simplex*" is high and has distinct

bulges on the inner side of the ring (triangular cross-section with broad basis inside). It belongs therefore to *Spongosaturnalis* CAMPBELL & CLARK, 1944 emend.

***Pseudacanthocircus terminospinosus* n. sp.**

(Pl. 10, fig. 2; pl. 11, figs. 1, 4)

Derivatio nominis: According to the restriction of the spines to the polar regions of the long axis

? 1981 *Acanthocircus italicus* (SQUINABOL) De WEVER, p. 141, pl. 1, fig. 2

Holotype: The specimen on pl. 10, fig. 2; rep.-no. KoMo 1990 I-25

Material: 29 specimens.

Diagnosis: Shell spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Second latticed medullary shell perhaps present. Ring transversally strongly elongated elliptical, opposite to the peripolar spines a little to distinctly concave, narrow, cross-section shallow oval to almost flat, without differentiation. Largest parts of the ring smooth. In the polar region of the long axis with 1–3 short spines, often spines are only present at one pole or the number of spines is different on both poles.

Measurements:

Diameter of shell = 91–100  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 217–240  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 160–180  $\mu\text{m}$

Width of ring = 8–13  $\mu\text{m}$

Length of spines = 4–7  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian to Pliensbachian. Alps, northern Hungary, Turkey.

Remarks: *Pseudacanthocircus pseudosimplex* n. sp. displays identical morphological features, but the whole ring is smooth.

*Pseudacanthocircus mediospinosus* n. sp. has only spines around the short pole.

"*Acanthocircus*" *italicus* (SQUINABOL) sensu De WEVER (1981) is larger, but otherwise identical. It is here determined as *Pseudacanthocircus* cf. *terminospinosus* n. sp. The real *Spongosaturnalis italicus* (SQUINABOL, 1914) has a bulge on the inner side of the ring, but it may be indistinct in forms with few spines. The number of the spines is more variable and as a whole greater (4–14). Forms with 4–6 spines are most similar and seemingly transitional forms to the genus *Pseudacanthocircus* n. gen. The bulge on the ring is in these forms rather indistinct and therefore the triangular cross-section of the ring is not yet pronounced, but the ring is on the inner side clearly higher than in *Pseudacanthocircus terminospinosus* n. sp. However, also these forms can be clearly distinguished, because *Pseudacanthocircus terminospinosus* n. sp. has never more than 3 spines on the ring.

***Pseudacanthocircus troegeri* n. sp.**

(Pl. 11, fig. 7)

Derivatio nominis: In honour of Dr. habil. K. A. TROEGER, Freiberg, Germany

Holotype: The specimen on pl. 11, fig. 7; rep.-no. KoMo 1990 I-29

Material: 7 specimens.

Diagnosis: Shell spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. Ring flat, undifferentiated, transversally elliptical, with numerous (24) relatively long spines.

Measurements:

Diameter of shell = 104–116  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 261–270  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 202–219  $\mu\text{m}$

Width of ring = 12–15  $\mu\text{m}$

Length of spines = 11–30  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: Outline of the ring and spines corresponds to the Cretaceous *Spongosaturnalis multidentatus* (SQUINABOL, 1914). However, as in all *Spongosaturnalis* species, the ring in *S. multidentatus* (SQUINABOL, 1914) is strongly differentiated by an inner ridge. The cross section of the ring is therefore triangular with broad basis inside.

By the flat undifferentiated ring and the numerous relatively long spines, *Pseudacanthocircus troegeri* n. sp. is the only *Pseudacanthocircus* species that is similar to *Mesosaturnalis* KOZUR & MOSTLER, 1981. However, the transversally elongated ring outline is different from this genus. Moreover, the Norian to Liassic *Mesosaturnalis* species have all considerably fewer (about 10) and longer spines.

Genus *Spongosaturnalis* CAMPBELL & CLARK, 1944 emend.

Type species: *Spongosaturnalis spiniferus* CAMPBELL & CLARK, 1944

Emended diagnosis: Shell spongy, never reaching until the ring, with several concentric layers. Microsphere with big pores. Ring transversally elliptical, always with a ridge on the inner side of the narrow ring. Cross-section of the ring triangular with broad base inside. Outer margin of ring smooth or with peripheral spines that are mostly relatively short.

Distribution: ? Middle Jurassic, Upper Jurassic to Upper Cretaceous

Assigned species:

*Spongosaturnalis spiniferus* CAMPBELL & CLARK, 1944

*Saturnalis ellipticus* SQUINABOL, 1903

*Saturnalis italicus* SQUINABOL, 1914

*Saturnalis multidentatus* SQUINABOL, 1914

*Saturnalis simplex* SQUINABOL, 1914

*Spongosaturnalis campbelli* FOREMAN, 1968

*Acanthocircus breviaculeatus* DONOFRIO & MOSTLER, 1978

*Acanthocircus squinaboli* DONOFRIO & MOSTLER, 1978

? *Saturnalis subquadratus* DONOFRIO & MOSTLER, 1978

Remarks: The Liassic *Pseudacanthocircus* n. gen. is distinguished by the undifferentiated, rather flat ring. It is the forerunner of *Spongosaturnalis* CAMPBELL & CLARK, 1944.

In the Middle Jurassic *Eospongosaturninus* n. gen. the spongy shell reaches on the ring around the peripolar spines. This is also the case in the Upper Cretaceous *Spongosaturninus* CAMPBELL & CLARK, 1944 that has, moreover, a second latticed medullary shell and a third latticed medullary shell or latticed cortical shell, covered by spongy meshwork.

The Tertiary to Recent *Saturnalis* HAECKEL, 1882 has a latticed cortical shell, which is only rarely covered by a thin layer of delicate spongy meshwork.

*Acanthocircus* SQUINABOL, 1903 is a homoeomorph form with ridges on the outer side of the ring or on the whole ring, but also in the latter case a distinct furrow is present on the outer lateral surface of the ring. Therefore the cross-section of the ring is always different in *Acanthocircus* SQUINABOL, 1903 and *Spongosaturnalis* CAMPBELL & CLARK, 1944.

*Spongosaturnalis* CAMPBELL & CLARK, 1944 emend. comprises also forms with smooth and sparsely spined transversally elliptical ring. Therefore an emendation of the original diagnosis was necessary. All transitions between the totally spined typical *Spongosaturnalis* to the unspined ring of *S. simplex* are known. Sometimes the number of the spines varies considerably even within one species, e.g. in *Spongosaturnalis italicus* (SQUINABOL, 1914).

Genus *Spongosaturninus* CAMPBELL & CLARK, 1944

Type species: *Spongosaturninus ellipticus* CAMPBELL & CLARK, 1944

Diagnosis: The shell consists of a tiny latticed microsphere, a second latticed medullary shell and a rather large third latticed medullary shell (or cortical shell) covered by a thick layer of spongy meshwork that reaches along the peripolar spines on the ring or even beyond the ring.

Ring transversally strongly elongated elliptical, with distinct ridge on the inner margin of the ring. Cross-section of the ring therefore triangular with broad base inside. The ring has mostly 1-3 spines in each polar region of the long axis, but may be additionally spined around the whole outer ring margin.

Distribution: Upper Cretaceous.

Assigned species:

*Spongosaturninus ellipticus* CAMPBELL & CLARK, 1944

*Spongosaturnalis lateralispinosus* CAMPBELL & CLARK, 1944

*Spongosaturninus latiformis* CAMPBELL & CLARK, 1944

*Spongosaturninus parvulus* CAMPBELL & CLARK, 1944

*Spongosaturnalis nematodes* FOREMAN, 1968

Remarks: *Spongosaturninus* CAMPBELL & CLARK, 1944 is a transitional group to the Saturnalidae DEFLANDRE, 1953. The third medullary shell is so large that it can be also regarded as cortical shell (see DUMITRICĂ, 1985). However, the spongy layer on this shell is always thicker than the distance between the second and third (medullary) shells. In *Saturnalis* HAECKEL, 1882 disappeared this thick outer spongy layer. By this the outer latticed medullary shell was transformed into a latticed cortical shell.

Genus *Praeacanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983

Type species: *Praeacanthocircus carnicus* KOZUR & MOSTLER, 1983

*Praeacanthocircus spinosus* n. sp.

Derivatio nominis: According to the presence of small peripheral spines

1981 *Pseudoheliodiscus* sp. A De WEVER, p. 144, pl. 4, figs. 5, 7

Holotype: The specimen, figured by De WEVER (1981, pl. 4, fig. 7) as *Pseudoheliodiscus* sp. A

Locus typicus: Gümüslü Unit (Western Taurus, eastern Domuz Dag Massif) north of Korkuteli, Söğütlü gorge, 1 km NW of Gümüslü village, Turkey

Stratum typicum: Söğütlü dere Formation, radiolarian limestone, Pliensbachian (bedded siliceous limestones below Upper Pliensbachian ammonoid-bearing beds)

Diagnosis: Shell spongy, relatively large, but not reaching the asymmetrical, transversally elliptical ring. Cross-section of ring shallow oval to nearly flat. Larger parts of the ring smooth, only in the polar region of the long axis small spines are present at both poles or only at one pole. Beside the peripolar spines 4 further first order spines are

present, diagonally arranged to the peripolar spines.

Measurements:

Diameter of shell = 130–135  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = about 250–300  $\mu\text{m}$  (ring in this direction not fully preserved)

Diameter of ring (short axis) = 210–230  $\mu\text{m}$

Width of ring = 15–25  $\mu\text{m}$

Length of spines = about 5  $\mu\text{m}$

Distribution: ? Upper Sinemurian, Pliensbachian of Turkey.

Remarks: The material of this species is incomplete preserved, but very important for phylomorphogenetic considerations. It shows that in *Praeacanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 the same type of ring sculpture is present as in *Pseudacanthocircus* n. fam. (smooth, short spines around the poles, short spines around the whole outer margin of the ring) and also in the Saturnalidae DEFLANDRE, 1953 s. str. which derived from the *Pseudacanthocircidae* n. fam.

*Eospongosaturninus* n. gen.

Derivatio nominis: Forerunner of *Spongosaturninus* CAMPBELL & CLARK, 1944

Type species: *Spongosaturnalis protoformis* YAO, 1972

Diagnosis: Shell large, spongy, consisting of several concentric layers. Microsphere latticed. The shell reaches on the ridge around the base of the peripolar spines.

Ring transversally elongated elliptical, narrow to moderately broad, in parts of the ring undifferentiated, in other parts with ridge near the inner side of the ring. Outer margin of ring smooth or with one peripolar spine on the long axis poles. Near the base of the peripolar spines tiny auxiliary spines may be present.

Distribution: Middle Jurassic of Japan.

Assigned species:

*Spongosaturnalis protoformis* YAO, 1972

? *Spongosaturnalis bispinus* YAO, 1972

Remarks: *Eospongosaturninus* n. gen. is the forerunner of *Spongosaturninus* CAMPBELL & CLARK, 1944 that has more distinct ridges along the whole inner margin of the ring, a latticed second medullary shell and a rather large third medullary shell (transitional to a cortical shell) covered by a still rather thick spongy layer.

*Pseudacanthocircus* n. gen. has an undifferentiated ring and the shell reaches never until the ring.

*Spongosaturnalis* CAMPBELL & CLARK, 1944 displays more distinct ridges along the whole inner margin of the ring and the shell does not reach the ring.

*Eospongosaturninus* n. gen. lies in the transition field between the genera *Pseudacanthocircus* n. gen.,

*Spongosaturninus* CAMPBELL & CLARK, 1944 and *Spongosaturnalis* CAMPBELL & CLARK, 1944. The type species is surely the forerunner of *Spongosaturninus* CAMPBELL & CLARK, 1944. In *Eospongosaturninus? bispinosus* (YAO, 1972) the overreach of the shell on the ring is not so distinct and in several specimens the inner ridge on the ring is indistinct, partly even missing (YAO, 1972, pl. 2, fig. 9). The specimen, figured by YAO (1972, pl. 2, fig. 8) as *Spongosaturnalis bispinosus* belongs to an other species and is probably the first representative of the genus *Spongosaturnalis* CAMPBELL & CLARK, 1944.

The genus *Acanthocircus* SQUINABOL, 1903 has strong outer ridges on the ring or the ridges cover the whole ring. A deep furrow on the lateral outer side of the ring is always present. This genus is only homoeomorphic to the Pseudacanthocircidae n. fam. (and in it to *Eospongosaturninus* n. gen.) and evolved from the parasaturnalinid stock.

Genus *Spinoellipsella* n. gen.

Derivatio nominis: According to the transversally elliptical spiny ring

Type species: *Spinoellipsella densispinosa* n. gen. n. sp.

Diagnosis: Unit small. Shell relatively large, reaching in fully preserved forms in the short axis until the ring. It is spongy and consists of several concentric layers around a latticed microsphere.

Ring flat, undifferentiated, moderately broad, with numerous broad, but always short, triangular spines. 2 polar spines.

Distribution: Hettangian of the Alps.

Assigned species:

*Spinoellipsella densispinosa* n. gen. n. sp.

*Spinoellipsella latispinosa* n. sp.

Remarks: *Palaeosaturnalis* DONOFRIO & MOSTLER, 1978 is distinguished by the mostly circular or sub-rectangular ring and the considerably larger spines.

*Pseudacanthocircus* n. gen. has the same outline of the ring, but peripolar spines.

The taxonomic position of *Spinoellipsella* n. gen. is not clear. A derivation from *Palaeosaturnalis* DONOFRIO & MOSTLER, 1978 is possible. In this case it would be a blind-ending side-branch of the Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER, 1972. However, the numerous broad, triangular spines are typical for several taxa within the Pseudacanthocircidae n. fam., but quite unknown within the genus *Palaeosaturnalis* DONOFRIO & MOSTLER, 1978 and within the Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER, 1972 at all. Therefore the placement into the Pseudacanthocircidae n. fam. that have the same ring outline, is

more probably than the placement into the Parasaturnalidae KOZUR & MOSTLER, 1972.

*Spinoellipsella densispinosa* n. gen. n. sp.

(Pl. 1, fig. 4; pl. 11, figs. 3, 5)

Derivatio nominis: According the numerous, closely spaced, short, broad spines

Holotype: The specimen on pl. 1, fig. 4; rep.-no. KoMo 1990 I-34

Material: 21 specimens.

Diagnosis: With the character of the genus. Ring transversally elliptical, moderately wide, one half-ring smaller than the other one. Numerous (27-29) short, triangular spines are closely spaced along the whole ring.

Measurements:

Diameter of shell = 80–90  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 147–158  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 117–138  $\mu\text{m}$

Width of ring = 9–19  $\mu\text{m}$

Length of spines = 3–6  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Spinoellipsella latispinosa* n. sp. displays fewer, widely spaced, broader spines.

*Spinoellipsella latispinosa* n. sp.

(Pl. 2, fig. 4)

Derivatio nominis: According to the broad spines

Holotype: The specimen on pl. 2, fig. 4; rep.-no. KoMo 1990 I-35

Material: 4 specimens.

Diagnosis: With the character of the genus. Ring moderately broad, transversally strongly elongated elliptical, asymmetrical (one half-ring larger than the other one), with 10-16, broadly triangular, short, widely spaced spines.

Measurements:

Diameter of shell = 80–83  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 183–190  $\mu\text{m}$

Diameter of shell (short axis) = 123–129  $\mu\text{m}$

Width of ring = 17–20  $\mu\text{m}$

Length of spines = 7–10  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Spinoellipsella densispinosa* n. gen. n. sp. has considerably more, closely spaced and not so broad spines.

Genus *Triacanthocircus* n. gen.

Derivatio nominis: According to the 3 inner spines

Type species: *Triacanthocircus muelleri* n. gen. n. sp.

Diagnosis: Spongy shell subspherical, on the side of the

auxiliary spine rounded conical, opposite side hemiglobular. The shell consists of several concentric layers of spongy meshwork. Microsphere latticed.

Ring transversally elliptical, undifferentiated, in cross-section flat to shallow oval. Peripheral spines very short to moderately long. Middle sector of ring to both sides of the peripolar spines smooth. A third inner spine is situated perpendicularly to the 2 peripolar spines. It is a little narrower than the peripolar spines.

Distribution: Hettangian of the Alps.

Assigned species:

*Triacanthocircus muelleri* n. gen. n. sp.

*Triacanthocircus squinaboli* n. sp.

Remarks: *Triacanthocircus* n. gen. is morphologically transitional between *Praeacanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 with 6 first order spines (2 peripolar spines and 4 additional spines) and *Pseudacanthocircus* n. gen. that has only the 2 peripolar spines without additional first order spines.

***Triacanthocircus muelleri* n. gen. n. sp.**

(Pl. 9, fig. 11; pl. 10, figs. 5, 7, 10)

Derivatio nominis: In honour of Prof. Dr. A. H. MÜLLER, Freiberg, Germany

Holotype: The specimen on pl. 10, fig. 7; rep.-no. KoMo 1990 I-31

Material: 9 specimens.

Diagnosis: With the character of the genus. The 9–12 peripheral spines on the ring are very short.

Measurements:

Diameter of shell = 70–90  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = 230–240  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 170–180  $\mu\text{m}$

Width of ring = 10–15  $\mu\text{m}$

Length of spines = 5–10  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Triacanthocircus squinaboli* n. sp. displays longer spines and a wider unspined area around the peripolar spines.

***Triacanthocircus squinaboli* n. sp.**

(Pl. 3, fig. 4)

Derivatio nominis: In honour of S. SQUINABOL, one of the pioneers of the fossil Radiolaria research

Holotype: The specimen on pl. 3, fig. 4; rep.-no. KoMo 1990 I-33

Material: 3 specimens.

Diagnosis: With the character of the genus. The 10 spines are long for the genus and concentrated in the polar area of the long axis.

Measurements:

Diameter of shell = 80–86  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (long axis) = about 250  $\mu\text{m}$

Diameter of ring (short axis) = 184–196  $\mu\text{m}$

Width of ring = about 10  $\mu\text{m}$

Length of spines = 20–25  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Triacanthocircus muelleri* n. gen. n. sp. distinguished by its considerably shorter spines.

Family **Saturnalidae** DEFLANDRE, 1953 emend.

Emended diagnosis: Latticed microsphere and latticed cortical shell always present. Additionally a latticed second medullary shell may be present. Between the medullary shell(s) and the cortical shell a very loose, delicate spongy meshwork is present. Very rarely the cortical shell is covered by a thin layer of spongy meshwork.

Ring transversally elliptical with ridge on the inner side. Cross-section of ring trigonal with broad base inside. Outer margin of ring smooth or with spines in the polar region on the long axis. 2 peripolar spines.

Distribution: Upper Cretaceous-Recent.

Assigned genera:

*Saturnalis* HAECKEL, 1882

*Vitorfus* PESSAGNO, 1977

Remarks: The Saturnalidae evolved from the Pseudacanthocircidae n. fam. by development of a large latticed shell inside the spongy meshwork and following loss of the outer spongy layer. *Spongosaturninus* CAMPBELL & CLARK, 1944 is a transitional form between both families. In this genus the third latticed medullary shell is already as large as a cortical shell, but the surrounding spongy meshwork is still thicker than the distance between the second and third latticed medullary shells. By disappearance of the outer spongy layer the outer latticed medullary shell is transformed into a cortical shell. In atavistic (?) forms of *Saturnalis circularis* HAECKEL, 1882 the type species of *Saturnalis* HAECKEL, 1882, the latticed cortical shell is still covered by a very thin spongy layer (NAKASEKO & NISHIMURA, 1982, pl. 3, fig. 3). The very fragile, loose spongy meshwork inside the latticed cortical shell is only preserved in well preserved specimens. Both these features indicate the derivation of the Saturnalidae DEFLANDRE, 1953 s. str. from saturnalids with spongy shell.

The ridge on the inner side of the ring causes the triangular cross-section of the ring (with broad base inside, see NAKASEKO & NISHIMURA, 1982, pl. 4, fig. 3). This differentiation of the ring confirms the derivation of the Saturnalidae DEFLANDRE, 1953 s. str. from highly

evolved Pseudacanthocircidae n. fam. that have all this type of ring differentiation, quite different from the ring differentiation of the Acanthocircinae PESSAGNO, 1977 emend. (see there).

Superfamily **Actinommacea** HAECKEL, 1862 emend. KOZUR & MOSTLER, 1979

Family **Pantanellidae** PESSAGNO, 1977

Remarks: The terminology and abbreviations for the description of the Pantanellidae have been adopted from PESSAGNO & BLOME (1980).

Genus ***Ellipsoxiphus*** DUNIKOWSKI, 1882

Type species: *Xiphosphaera (Ellipsoxiphus) suessi* DUNIKOWSKI, 1882 = *Xiphosphaera (Ellipsoxiphus) parvoforaminosus* DUNIKOWSKI, 1882

Synonyma: *Druppactrylis* HAECKEL, 1887

*Pantanellium* PESSAGNO, 1977

Remarks: KOZUR & MOSTLER (1979) recognized that *Pantanellium* PESSAGNO, 1977 is a younger synonym of *Druppactrylis* HAECKEL, 1887. Our restudy of Lower Jurassic radiolarians described by DUNIKOWSKI (1882) has shown that *Ellipsoxiphus* DUNIKOWSKI, 1882 originally introduced as subgenus of *Xiphosphaera* HAECKEL, 1882, is identical with *Pantanellium*, too. CAMPBELL (Treatise, 1954) figured under *Ellipsoxiphus* DUNIKOWSKI, 1882 a recent species that does not belong to this genus.

Two species, *Xiphosphaera (Ellipsoxiphus) suessi* DUNIKOWSKI, 1882 and *X. (E.) parvoforaminosus* DUNIKOWSKI, 1882 were originally placed into the subgenus *Ellipsoxiphus*. The holotype of *E. suessi* is better preserved and corresponds best to the genus diagnosis. Therefore it was described first in DUNIKOWSKI's paper. Quite surprisingly, CAMPBELL (1954) has chosen the not so well preserved *X. (E.) parvoforaminalis* as type species of *Ellipsoxiphus*. In the holotype of this species, part of the second primary spine is broken away and the big pores are partly closed by recrystallisation and filling with sediment material. For this reason, by using the primitive microscopes of the last century, the partly closed big pores appeared as 1-3 small pores. Moreover, some (? pathologic) forms of *Ellipsoxiphus* show subdivision of some large pores into 2 or more smaller ones (e.g. *Pantanellium* sp. I in PESSAGNO & BLOME, 1980 pl. 3, figs. 6, 12, 19 or *Pantanellium* aff. *cumshewaense* in SASHIDA, TONISHI & IGO, 1986, fig. 5/10). This feature has no specific or even generic importance. The only real difference between the two holotypes is that the cortical shell in *X. (E.) parvoforaminosus* is a little fewer elongated than in *X. (E.) suessi*, but this difference lies within the intraspecific variability.

Both species are here regarded as synonymous. The priority is given to *E. suessi* because of its better preserved holotype.

*E. kluensis* (PESSAGNO & BLOME, 1980) is very similar and possibly identical. The only difference is that the polar spines are stronger in *E. suessi* (DUNIKOWSKI, 1882), but their strength shows intraspecific variability. As in *E. suessi*, also in *E. kluensis* the ellipsoidal cortical shell is sometimes more, sometimes fewer elongated. In any case, *E. suessi* belongs to the *E. kluensis* group, characteristic for Lower Liassic (? and topmost Rhaetian) rocks.

***Ellipsoxiphus suessi*** (DUNIKOWSKI, 1882)

(Pl. 14, fig. 12; pl. 15, figs. 12, 13)

1882 *Xiphosphaera (Ellipsoxiphus) suessi* nov. sp. DUNIKOWSKI, pl. 5, fig. 50

1882 *Xiphosphaera (Ellipsoxiphus) parvoforaminosus* nov. sp. DUNIKOWSKI, p. 186, pl. 5, fig. 51

Remarks: This species is figured here to present a SEM picture of the first described *Ellipsoxiphus* species. No generic differences against *Druppactrylis* HAECKEL, 1887 and *Pantanellium* PESSAGNO, 1977 can be observed.

Age: Hettangian of the Alps and northern Hungary (Csövár, Várhegy Cherty Limestone Formation).

***Ellipsoxiphus browni*** (PESSAGNO & BLOME, 1980)

(Pl. 14, fig. 14, pl. 15, figs. 11, 14)

1980: *Pantanellium browni* PESSAGNO & BLOME, n. sp. PESSAGNO & BLOME, p. 239, pl. 4, figs. 5-7, 12, 14, 16, 19, 20

Remarks: Some of our specimens are identical with this species, other are very similar and determined here as *Ellipsoxiphus* cf. *browni* (Pl. 14, fig. 14; pl. 15, fig. 11). In these forms the nodes occurring at vertices of pore frames are larger.

Distribution: Hettangian of the Alps, (Upper) Hettangian of western North America.

***Ellipsoxiphus tanuensis*** (PESSAGNO & BLOME, 1980)

(Pl. 14, figs. 10, 11)

1980: *Pantanellium tanuense* PESSAGNO & BLOME, n. sp. PESSAGNO & BLOME, p. 247, pl. 4, figs. 3, 4, 24

Remarks: This typical form with spherical cortical shell and predominance of hexagonal pore frames is easily to determine and together with *E. suessi* (DUNIKOWSKI, 1882) the most frequent *Ellipsoxiphus* species in our material. In some specimens the nodes occurring at vertices of pore frames are a little larger. They are here determined as *Ellipsoxiphus* cf. *tanuensis*.

Distribution: Hettangian of the Alps, Lower Hettangian (? Upper Rhaetian) of western North America.

*Ellipsoxiphus cf. danaensis* (PESSAGNO & BLOME, 1980)

(Pl. 14, fig. 13; pl. 15, fig. 15)

1980: *Pantanellium danaense* PESSAGNO & BLOME, n. sp. PESSAGNO & BLOME, p. 241, pl. 4, figs. 9-11, 15  
Remarks: The spines at the vertices of pore frames are longer than in the type material. However, the bars of pore frames, thin along Y and high along Z are strongly corroded and therefore the spines at the vertices appear higher.  
Distribution: Hettangian of the Alps, and northern Hungary, (Upper) Hettangian and Sinemurian of western North America.

Genus *Betraccium* PESSAGNO, 1979

Type species: *Betraccium smithi* PESSAGNO, 1979

*Betraccium bavarium* n. sp.

(Pl. 14, figs. 4, 9)

Derivatio nominis: According to its occurrence in Bavaria

Holotype: The specimen on pl. 14, fig. 4; rep.-no. KoMo 1990 I-20

Material: 21 specimens.

Diagnosis: Cortical shell subspherical with large trigonal, tetragonal and pentagonal pores. Distinct nodes, partly with small, needle-like spines are situated on pore frame vertices. Bars of the pore frames narrow in Y direction and moderately high in Z direction. 4-5 pore frames visible on top and bottom surfaces along an axis in line with that of a given primary spine. Primary spines long, symmetrically arranged, equidistant and of nearly equal length. No or only very slight torsion along the largest part of the spines. Only their terminal part displays a slight torsion. Tips of the primary spines elongated into needle-like prolongations.

Measurements:

Diameter of the cortical shell = 108–120  $\mu\text{m}$

Length of the primary spines = 100–120  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Betraccium inaequiporatum* n. sp. has the same pore frames, but the primary spines display no torsion and the cortical shell is smaller.

*Betraccium verticispinosum* n. sp. displays strong torsion of the distal part of the primary spines and the nodes on the pore frame vertices display distinct spines.

*Betraccium hettangicum* n. sp.

(Pl. 14, fig. 5)

Derivatio nominis: According to the occurrence in the Hettangian

Holotype: The specimen on pl. 14, fig. 5; rep.-no. KoMo 1990 I-1

Material: 12 specimens.

Diagnosis: Cortical shell subspherical with large, predominantly quadratic pore frames having indistinct pyramidal cones at pore frame vertices. Bars of the pore frames narrow in Y- and low to moderately high in Z-direction. 4-5 pore frames visible on top and bottom surfaces along an axis in line with that of a given primary spine. Primary spines long, symmetrically arranged, equidistant and of equal length, with 3 wide grooves alternating with 3 ridges. Grooves and ridges displaying moderate torsion.

Measurements:

Diameter of cortical shell = 100–110  $\mu\text{m}$

Length of primary spines = 83–93  $\mu\text{m}$

Distribution: Until now only known from the Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Betraccium hettangicum* n. sp. is a quite typical representative of the genus *Betraccium* (symmetrically arranged, equidistant spines of equal length, torsion of the spines, very large pores of the cortical shell). It is the youngest typical representative of the genus *Betraccium*. From Triassic species it is distinguished by the predominantly quadratic pore frames. The Hettangian *Betraccium inaequiporatum* is distinguished by primary spines without torsion and by different pore frames.

*Betraccium inaequiporatum* n. sp.

(Pl. 14, fig. 6)

Derivatio nominis: According to the different pore frame present in the same specimen

Holotype: The specimen on pl. 14, fig. 6; rep.-no KoMo 1990 I-2

Material: 5 specimens.

Diagnosis: Cortical shell spherical with large, trigonal, tetragonal and pentagonal pore frames in the same specimens. Very short pyramidal spines are situated at pore frame vertices. Bars of the pore frames narrow in Y direction and low in Z direction. 5-6 pore frames visible on top and bottom surfaces along an axis in line with that of a given primary spine. Primary spines long, symmetrically arranged, equidistant and of equal length, with 3 deep grooves alternating with 3 ridges. No torsion of the spines.

Measurements:

Diameter of cortical shell = 80–88  $\mu\text{m}$

Length of primary spines = Ca. 80  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Until now only known from the Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.  
**Remarks:** The equidistant primary spines of equal length and all other generic characters of *B. inaequiporatum* n. sp. are typical for the genus *Betraccium*. However, the spines display no torsion. By this feature *B. inaequiporatum* n. sp. is clearly separated from the most Triassic representatives of this genus (see below), but also from the Hettangian *B. hettangicum* n. sp. and *B. verticispinosum* n. sp.. Moreover, the presence of trigonal, tetragonal and pentagonal pore frames in the same specimen is a quite unique feature for the genus *Betraccium* and can be only observed in the Hettangian species *B. inaequiporatum* n. sp. and *B. bavaricum* n. sp.

CHENG (1989) figured from the Philippines under *Betraccium* sp. A, B, C Upper Norian forms without torsion of the primary spines. However, the Upper Norian age was determined by the presence of *Betraccium* PESSAGNO & BLOME and the absence of *Capuchnosphaera* DE WEVER. Rhaetian or even Lower Hettangian age for these faunas cannot be excluded.

***Betraccium verticispinosum* n. sp.**

(Pl. 14, figs. 7, 8)

**Derivatio nominis:** According to the distinct spines on the pore frame vertices

**Holotype:** The specimen on pl. 14, fig. 8; rep.-no. KoMo 1990 I-19

**Material:** 15 specimens.

**Diagnosis:** Cortical shell spherical with large tetragonal and trigonal pores. The distinct nodes on the pore frame vertices end in needle-like spines. Bars of the pore frames very narrow in Y-direction and low to moderately high in Z-direction. 5-6 pore frames visible on top and bottom surfaces along an axis in line with that of a given primary spine. Primary spines long, symmetrically arranged, equidistant, but with slightly different length. Their ridges and grooves displaying strong torsion in the distal third. Remaining part of the primary spines almost without torsion.

**Measurements:**

Diameter of cortical shell = 88–110  $\mu\text{m}$

Length of primary spines = 84–110  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

**Remarks:** *Betraccium inaequiporatum* n. sp. displays no torsion of the spines.

*Betraccium hettangicum* n. sp. displays a moderate torsion of the primary spines throughout their whole length.

*Betraccium alpinum* n. sp. displays only in the terminal part of the primary spines a slight torsion, and spines

on the pore frame vertices, if present, are not so pronounced.

Genus ***Gorgansium*** PESSAGNO & BLOME, 1980

Type species: *Gorgansium silviesense* PESSAGNO & BLOME, 1980

***Gorgansium alpinum* n. sp.**

(Pl. 16, fig. 12)

1984 *Gorgansium* sp. A, pars IGO & NISHIMURA, pl. 3, figs. 18, ? 20, ? 21, ? 23, pl. 4, fig. 8

**Derivatio nominis:** According to the first discovery of the genus *Gorgansium* in the Liassic of the Alps

**Holotype:** The specimen on pl. 16, fig. 12; rep.-no. KoMo 1990 I/3

**Material:** 15 specimens.

**Diagnosis:** Cortical shell spherical with large, predominantly pentagonal pore frames having well developed nodes at pore frame vertices. Bar of pore frames thin in Y-direction, but thickened near the pore frame vertices; high in Z direction. 6-7 pore frames visible both along AB and CD. Primary spines with 3 broad ridges having a shallow secondary furrow. Primary furrows between the ridges deep, but narrow. One spine almost twice as long as the other two spines that are situated nearer each other than to the longer spine.

**Measurements:**

AB = 100–110  $\mu\text{m}$

AT = 105–115  $\mu\text{m}$

CD = 95–102  $\mu\text{m}$

EF and GH = 67–70  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Hettangian of the Alps and from Japan.

**Remarks:** *Gorgansium blomi* n. sp. has a subspherical cortical shell, the 3 primary spines have either all almost the same length or two spines are somewhat shorter than the third one, the pore frames are broader in Y and no distinct nodes at pore frame vertices are present.

***Gorgansium blomi* n. sp.**

(Pl. 16, fig. 13)

1980: *Gorgansium* sp. C PESSAGNO & BLOME, p. 236, pl. 4, fig. 8

**Derivatio nominis:** In honour of Prof. Dr. CH. D. BLOME, Dallas

**Holotype:** The specimen on pl. 16, fig. 13; rep.-no KoMo 1990 I/4

**Material:** 7 specimens.

**Diagnosis:** Cortical shell subspherical, outline almost straight between the two closely spaced spines. All 3 primary spines have either almost the same length or the two

closely spaced spines are somewhat shorter than the third primary spine. The 3 primary spines are tricarinate, with moderately broad ridges and furrows. Pore frames moderately broad in Y direction and very high in Z-direction. Pore frames predominantly hexagonal. 5 pore frames visible along AB; 6 pore frames visible along CD. No distinct nodes at pore frame vertices.

Measurements:

AB = 100–115  $\mu\text{m}$

AT = 48–50  $\mu\text{m}$

CD = 125–130  $\mu\text{m}$

EF and GH = 45–50  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of Alps and British Columbia.

Remarks: This distinct form is identical with *Gorgansium* sp. C from the Hettangian of British Columbia described by PESSAGNO & BLOME (1980).

Superfamily **Trematodiscacea** HAECKEL, 1862 emend. KOZUR & MOSTLER, 1978

Synonyma: Spongodiscacea HAECKEL, 1862 sensu BAUMGARTNER, 1980

Euchitoniidae HAECKEL 1887 sensu CAMPBELL, 1954

Remarks: CAMPBELL (1954) revised the "subsuperfamily" Euchitoniidae HAECKEL, 1887 to a rather natural group including also the Trematodiscidae HAECKEL, 1862 and the Spongodiscidae HAECKEL 1862 (mostly dated as HAECKEL, 1882 or 1881). Some forms, like *Hagiastrum* HAECKEL, 1882 with the type species *Hagiastrum plenum* RÜST, 1885 do not belong to this "subsuperfamily", but CAMPBELL (1954) used *Hagiastrum* in an other sense for forms that belong to his Euchitoniidae. The oldest family taxon which CAMPBELL (1954) placed into the Euchitoniidae HAECKEL, 1887 are the Trematodiscidae HAECKEL, 1862 that have therefore the priority also in superfamily rank.

PESSAGNO (1971) enclosed into the Spongodiscacea HAECKEL, 1881 all Spumellaria with spongy tests varying in shape, lacking sieve plates, latticed shells, or chambered rays and having pore frames symmetrically or asymmetrically arranged. In this original definition the nominate family Spongodiscidae HAECKEL, 1862 are excluded from the Spongodiscacea, because they have at least one latticed medullary shell. Later, PESSAGNO (1973) included into the Spongodiscacea also forms with spongy cortical shell and latticed medullary shell, but he excluded furthermore forms that belong to the Trematodiscidae HAECKEL, 1862 and forms with chambered arms.

KOZUR & MOSTLER (1978) followed with their superfamily Trematodiscacea HAECKEL, 1862 emend.

largely CAMPBELL (1954), but named their superfamily for priority reasons not Euchitoniacea HAECKEL, 1887, but Trematodiscacea HAECKEL, 1862. Radiolarians with elliptical, cylindrical, sometimes constricted, in primitive forms rarely spherical spongy, often heteropolar test were placed into the superfamily Sponguracea HAECKEL, 1862 emend. KOZUR & MOSTLER, 1981.

BAUMGARTNER (1980) followed KOZUR & MOSTLER (1978), but he named the Trematodiscacea HAECKEL, 1862 emend. KOZUR & MOSTLER, 1978 again as Spongodiscacea HAECKEL, 1882. This would be not possible for priority reasons, but the Spongodiscidae have been also established by HAECKEL, 1862. However, by the first revising authors KOZUR & MOSTLER (1978) the Spongodiscidae HAECKEL, 1862 have been placed into the Trematodiscacea HAECKEL, 1862. Therefore the name Trematodiscacea HAECKEL, 1862 emend. KOZUR & MOSTLER 1978 has the priority against the Spongodiscacea HAECKEL, 1862 (both family taxa have been established in the same paper by HAECKEL, 1862).

PESSAGNO (1971, 1973) cannot be regarded as the first revising author, because he never placed the Trematodiscacea into the same superfamily as the Spongodiscacea. On the contrary, his diagnosis for the Spongodiscacea excluded the Trematodiscidae from the Spongodiscacea.

Also KOZUR & MOSTLER (1978) discussed the possibility that the Trematodiscacea (in a restricted sense for forms with concentric or spiral structure covered by a lower and upper spongy layer) and the Spongodiscacea (lacking the central concentric or spiralic structure) could belong to 2 different superfamilies, but they recognized several transitions between both groups. We have now studied material from Barbados to discuss once more this possibility. In this Tertiary material both Spongodiscidae HAECKEL, 1862, Orbiculiformidae PESSAGNO, 1973 and all transitional forms between both families are present. Moreover, also Trematodiscidae HAECKEL, 1862 are present, with transitional forms to the Spongodiscidae.

Both in the Orbiculiformidae and in the Spongodiscidae the spongy meshwork is often arranged into concentric rings or spirals. They are more pronounced in many Neozoic Spongodiscidae and Orbiculiformidae, than in Mesozoic Orbiculiformidae, but even in the oldest typical Orbiculiformidae from the Lower Carnian of Austria species with distinct concentric arrangements of the spongy meshwork are present.

In transitional forms between Spongodiscidae and Trematodiscidae the concentric structure is very pronounced and the forms are flat and quite plane. In true Tre-

matodiscidae the concentric or spiralic structure is not only strong, but separated from the remaining test as an inner single layer of concentric or spiralic pore frames with strong bars (both the rings or spirals and the transverse bars that separate big pores). This inner layer is covered on the lower and upper side by a layer of spongy meshwork. The transitional forms indicate that both groups belong to the same superfamily as assumed already by CAMPBELL (1954) and KOZUR & MOSTLER (1978). In both groups discoidal and armed forms can be observed.

The Trematodiscacea have in their centre a tiny microsphere, already recognizable in Triassic forms. In Neozoic forms often a somewhat larger second latticed medullary shell encloses this microsphere.

Genus *Crucella* PESSAGNO 1971

Type species: *Crucella messinae* PESSAGNO, 1971

*Crucella carteri* n. sp.

(Pl. 15, figs. 2, 4, 9)

Derivatio nominis: In honour of Dr. E.S. CARTER, Vancouver

Holotype: The specimen on pl. 15, fig. 4; rep.-no. KoMo 1990 I/8

Material: More than 100 specimens.

Diagnosis: 4 rays short, with very broad base. Pore frames large, parallelogram-shaped, subordinately trigonal. Mostly 4 bars originate in the vertices of pore frames. Terminal spines robust, proximally broad, tricarinate.

Measurements:

Diameter of cortical shell between the spines: 88–96  $\mu\text{m}$

Length of the rays = 40–60  $\mu\text{m}$

Maximum width of the rays = 58–63  $\mu\text{m}$

Maximum length of the spines = 70–87  $\mu\text{m}$

Distribution: Until now only known from the Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Crucella prisca* n. sp. is most similar, but this species is distinguished by different pore frames.

*Crucella hettangica* n. sp.

(Pl. 15, fig. 7)

Derivatio nominis: According to its occurrence in the Hettangian part of the Kirchstein Limestone

Holotype: The specimen on pl. 15, fig. 7; rep.-no. KoMo 1990 I/7

Material: 4 specimens.

Diagnosis: 4 rays long, slender, with slightly tapering tips. Pore frames tetragonal to pentagonal. Terminal spines tricarinate, distally rounded, very long and needle-shaped.

Measurements:

Width of cortical shell between the rays: 70–75  $\mu\text{m}$

Maximum width of rays: 40–48  $\mu\text{m}$

Length of rays: 80–85  $\mu\text{m}$

Maximum length of terminal spines: 116  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone in the type locality and Várhegy Cherty Limestone Formation of Csövár (northern Hungary).

Remarks: *Crucella longispinosa* (KOZUR & MOSTLER, 1978) from the Lower Carnian of Austria has the same type of terminal spines, but the rays are shorter and broader.

*Crucella angulosa* CARTER; CAMERON & SMITH, 1988 from the Late Pliensbachian to Middle Toarcian of western North America is similar, but the terminal spines are basally very broad.

*Crucella prisca* n. sp.

(Pl. 15, figs. 1, 3, 5, 8, 10)

1984 *Staurodoras* (?) sp. IGO & NISHIMURA; pl.5, figs. 12,13

Derivatio nominis: Oldest known Jurassic *Crucella* species

Holotype: The specimen on pl. 15, fig. 10; rep.-no. KoMo 1990 I/6

Material: More than 100 specimens.

Diagnosis: Tapering tips of the 4 short, especially proximally broad rays with long, robust tricarinate spines. Pore frames of *Alievium* type, single pores tetragonal or trigonal. Vertices of pore frames node-like. 4–6, mostly 5 bars originate from the vertices.

Measurements:

Diameter of cortical shell between the rays: 92–110  $\mu\text{m}$

Length of the rays = 56–65  $\mu\text{m}$

Maximum width of the rays = 54–60  $\mu\text{m}$

Length of the spines = More than 80  $\mu\text{m}$

Distribution: Uppermost part of the *Canoptum rhaeticum* A. Z. s.str. (conodont proven uppermost Rhaetian), *Relanus hettangicus* Zone, (Hettangian), Lower Sinemurian part of the *Parahsuum simplicum* Zone. Alps, northern Hungary (Csövár), Japan.

Remarks: *Crucella squamosa* (KOZLOVA, 1971) has roundish to oval pores frames.

*Crucella longispinosa* (KOZUR & MOSTLER, 1978) from the Lower Carnian has similar rays (form and length), but the spines are very long and except of their proximal part needle-shaped.

*Crucella angulosa* CARTER; CAMERON & SMITH, 1988 has proximally slender rays of nearly the same width throughout its length. In our material only one specimen shows this latter feature, but also in this specimen the length to width ratio is smaller than in *C. angulosa*. Moreover, the pore frames are different.

*Crucella hettangica* n. sp. has larger and slender rays and larger and more needle-shaped terminal spines.

*Crucella carteri* n. sp. has larger, parallelogram-shaped pore frames.

Some of our specimens have considerably shorter terminal spines (40–50  $\mu\text{m}$ ), but are otherwise identical with *C. prisca* n. sp. They are here determined as *C. cf. prisca* n. sp.

Genus *Paronaella* PESSAGNO, 1971

Type species: *Paronaella solanoensis* PESSAGNO, 1971

*Paronaella striata* n. sp.

(Pl. 15, fig. 6)

Derivatio nominis: According to the linear pore arrangement in large parts of the rays

Holotype: The specimen on pl. 15, fig. 6; rep.-no. KoMo 1990 I/5

Material: 2 specimens.

Diagnosis: Test composed of 3 rays with circular cross section that are distally only a little broader than proximally. Pores of irregular shape and size are lineary arranged in the proximal parts of the rays. In the distal part the pore arrangement is irregular or indistinctly linear. Especially in the distal part of the rays irregular short spines are present at some vertices of pore frames in the marginal parts of the rays. Internal structure of the rays spongy.

Measurements:

Length of the rays = 132–136  $\mu\text{m}$

Minimum width of the rays = 24  $\mu\text{m}$

Maximum width of rays (without spines) = 32–35  $\mu\text{m}$

Distribution: Until now only known from the Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: The outer morphology with rather distinct linear arrangement of the pore frames in the proximal parts of the rays remembers to *Homoeoparonaella* BAUMGARTNER, 1980, but the inner structure is typical for *Paronaella* PESSAGNO, 1971. True hagiastriids, present since the Lower Sinemurian, are not yet present in our Hettangian material.

Subordo *Entactinaria* KOZUR & MOSTLER, 1982

Superfamily *Hexastylacea* HAECKEL, 1882 emend. PE-TRUSEVSKAJA, 1979

Family *Triplosphaeridae* VINASSA DE REGNY, 1898 emend. KOZUR & MOSTLER, 1981

Genus *Xenorum* BLOME, 1984

Type species: *Xenorum largum* BLOME, 1984

*Xenorum jurassicum* n. sp.

(Pl. 16, fig. 15)

Derivatio nominis: According to its occurrence in the Jurassic (so far only known from the Upper Triassic)

Holotype: The specimen on pl. 16, fig. 15; rep.-no. KoMo 1990 I-21

Material: 3 specimens.

Diagnosis: Cortical shell spherical, with large tetragonal, pentagonal and smaller trigonal pore frames. Outer layer exhibiting large polygonal pore frames with large and high nodes at the pore frame vertices, often ending in short spines. 3 primary spines symmetrically arranged, of medium length, tricarinate, with broad ridges and deep furrows between the ridges, without or with slight torsion.

Measurements:

Diameter of cortical shell = 136–144  $\mu\text{m}$

Length of spines = 80–89  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Xenorum jurassicum* n. sp. has the typical shell structure of the genus *Xenorum* BLOME, 1984 known so far only from the Late Triassic. The 2 former described species, *X. flexum* BLOME, 1984 and *X. largum* BLOME, 1984, have spines with strong torsion, but *Xenorum* sp. A BLOME is a Late Triassic species without torsion of the spines, like *X. jurassicum* n. sp.

Suborder *Nassellaria* EHRENBERG, 1875

Family *Canoptidae* PESSAGNO, 1979

*Canoptum* PESSAGNO, 1979

Type species: *Canoptum poissoni* PESSAGNO, 1979

*Canoptum rhaeticum* KOZUR & MOSTLER, 1981

1981 *Canoptum rhaeticum* n. sp. KOZUR & MOSTLER, p. 103–104, pl. 20, figs. 1–4

1982 *Canoptum triassicum* YAO, n. sp. YAO, p. 60, pl. 3, figs. 1–4

Distribution: According to KOZUR & MOSTLER (1981) this species is rare in the Norian and widely distributed in the Rhaetian. According to YAO (1982) it occurs in the Sevatian and Rhaetian of Japan. However, seemingly this species occurs here also above the highest occurrence of Rhaetian conodonts, but below the appearance of *Parahsuum simplex* YAO that begins within the Hettangian. According to IGO & NISHIMURA (1984) *C. rhaeticum* (= *C. triassicum*) ranges upward until the lowermost sample with *Parahsuum simplum* YAO. Therefore this species has a total range from the Middle Norian up to the Hettangian but it is common only in the Rhaetian worldwide distribution.

This range is for the upper part confirmed in our Hettangian material that contains still rarely *C. rhaeticum*. The uppermost *C. "triassicum"* Zone of Japan (above the last occurrence of Rhaetian conodonts) is here excluded from the *C. rhaeticum* A.Z. and tentatively placed into the *Relanus hettangicus* Zone. This interval has a quite distinct fauna, clearly separated both from the *C. rhaeticum* A.Z. s.str. and from the *Parahsuum simplum* Zone that begins within the Hettangian.

In Japan the ranges of the radiolarians from this interval are well studied by HORI (1988) in the Kurusu section. It comprises here a short interval of the samples KU (c) 1, Ku (e) 2, Ku (b) 15 between the last occurrence of Rhaetian conodonts and the first occurrence of *Parahsuum simplum* that comprises only about 2 m of chert. In this interval *Droetus eurasiaticus* (= *Parahsuum* ? sp. A) and *Syringocapsa coliforme* HORI make their first appearances. Both species are also present in our material. The discussed interval in the Kurusu section corresponds probably to the topmost Rhaetian and (Lower) Hettangian.

Genus *Paracanoptum* YEH, 1987

Type species: *Canoptum anulatum* PESSAGNO & POISSON, 1981

*Paracanoptum primitivum* n. sp.

(Pl. 17, figs. 7, 9-13)

Derivatio nominis: According to the primitive stage in the *Paracanoptum* development

Holotype: The specimen on pl. 17, fig. 12; rep.-no. Ko-Mo 1990 I-22

Material: More than 50 specimens.

Diagnosis: Multicyrtid test conical. Cephalis hemispherical to rounded conical, imperforate. Thorax and following segments trapezoidal. Cephalis and thorax, sometimes also abdomen not separated on the outer surface by strictures. Surface of cephalis smooth. Thorax and abdomen covered by small nodes. Postabdominal segments well visible on the outer surface. Inner pore frames of postabdominal segments consisting of 2 rings of pores between adjacent circumferential rings. These 2 pore rings are separated by a more or less distinct ring. Pore frames linearly arranged. Pores of different size and shape, mostly oval or polygonal. Inner pore frames covered by a layer of microgranular silica. The strictures are poreless, in the proximal part with irregular nodes, in the distal part smooth. Circumferential ridges in the proximal part of test with short vertical ribs or elongated nodes, arranged as "H-linked" ridges. In the distal part of test often only nodes or elongated nodes are present on the circumferential ridges. In many specimens even the nodes become here indistinct. 2 rings of tiny pores are present on the upper and lower part of the

circumferential ridges, but these tiny pores are often closed (partly because of recrystallization).

Measurements:

Length of test = 173–190  $\mu\text{m}$

Maximum width = 80–90  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian of the Alps and northern Hungary. (Várhegy Cherty Limestone Formation of Csövár).

Remarks: In *Paracanoptum anulatum* (PESSAGNO & POISSON, 1981) from the Upper Sinemurian and Pliensbachian the "H-linked" frames on the circumferential ridges are more pronounced and the pores in the outer layer are more distinct. Moreover, the test of *P. anulatum* is more slender.

*Paracanoptum rugosum* (PESSAGNO & POISSON, 1981) from the Upper Sinemurian and Pliensbachian has the same shape of the test as *P. primitivum* n. sp., but the circumferential ridges are more pronounced (sharper separated from the strictures) and the distances between 2 circumferential ridges are larger than in *P. primitivum*.

Genus *Relanus* PESSAGNO & WHALEN, 1982

Type species: *Relanus reefensis* PESSAGNO & WHALEN, 1982

*Relanus hettangicus* n. sp.

(Pl. 16, figs. 1, 4, 5, 7, 10, 11, 14; pl. 17, figs. 8, 14-16)

Derivatio nominis: According to the frequent occurrence in our Hettangian material

Holotype: The specimen on pl. 17, fig. 16; rep.-no. Ko-Mo 1990 I-9

Material: Several 100 specimens.

Diagnosis: Multicyrtid, elongated spindle-shaped. Cephalis, thorax and abdomen, sometimes also the first postabdominal segment built up an outside unsegmented cone. Postabdominal segments outside hoop-like, closely spaced, gradually increasing in width until the last 4-5 chambers, which decrease rather rapidly toward the distal end. Distal aperture relatively small.

The cephalis bears an externally situated short horn and it is imperforate like the thorax. Other segments with two rings of vertically elongated, irregularly shaped and sized pores, covered outside by a layer of microgranular silica that is mostly imperforate or pierced by tiny pores along the circumferential ridges. On the inner side the circumferential ridges are very high and narrow. In the distal narrow segments the layer of microgranular silica is thin and here the inner pores are sometimes also outside visible and only partly closed by the layer of microgranular silica. The outer layer is especially in the proximal half of the test covered by mostly indistinct rings of small nodes.

**Measurements:**

Length = 227–267  $\mu\text{m}$

Maximum width = 86–98  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Very frequent in the Hettangian of the Alps and northern Hungary (Várhegy Cherty Limestone Formation of Csövár).

**Remarks:** *Relanus* PESSAGNO & WHALEN, 1982 is seemingly a very characteristic genus of Hettangian radiolarian faunas. It began sporadically and very rarely in the Middle Norian and became only in the Late Rhaetian more frequent. After its maximum in the Hettangian, *Relanus* disappeared at the top of the Hettangian.

*Relanus reefensis* PESSAGNO & WHALEN, 1982 is more slender and only the last segment decreases in width. Moreover, numerous small pores are visible on the outer surface above all along the circumferential rings.

*Relanus hettangicus* n. sp. is similar to *Canoptum rhaeticum* KOZUR & MOSTLER, 1981. This species has no apical horn and the outer segmentation begins higher.

*Relanus multiperforatus* n. sp. is distinguished by numerous small pores on the outer surface of microgranular layer.

***Relanus multiperforatus* n. sp.**

(Pl. 16, figs. 2, 3)

**Derivatio nominis:** According to the numerous small pores in the layer of microgranular silica

**Holotype:** The specimen on pl. 16, fig. 3; KoMo 1990 I/10

**Material:** 4 specimens.

**Diagnosis:** Test conical to elongated spindle-shaped. Cephalis hemispherical, imperforat, with distinct, asymmetrically, externally situated apical horn. Remaining chambers trapezoidal, gradually increasing in width until 6th or 7th postabdominal chamber. The distal 4-5 chambers become again narrower. Cephalis, thorax and abdomen outside united into a unsegmented cone. Postabdominal segments outside visible as low rounded rings of large, vertically elongated pores, covered on the outer side by a layer of microgranular silica pierced by numerous small pores along the circumferential ridges. In the constrictions only few pores are visible in the marginal part of the ridges.

**Measurements:**

Length = 252–300  $\mu\text{m}$

Maximum width = 100–123  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Until now only known from the Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

**Remarks:** *Relanus reefensis* PESSAGNO & WHALEN, 1982 is very slender, the segmentation is outside more pronounced and the outside unsegmented proximal part is missing.

In the latter feature (outside unsegmented cone of cephalis, thorax and abdomen) *R. multiperforatus* n. sp. corresponds to *R. hettangicus* n. sp., but this species has no or only a few tiny pores in the outer layer of microgranular silica.

***Relanus longus* n. sp.**

(Pl. 17, fig. 19)

**Derivatio nominis:** According to the long, slender test  
**Holotype:** The specimen on pl. 17, fig. 19; rep.-no. KoMo 1990 I/11

**Material:** 23 specimens.

**Diagnosis:** Test long, very slender, with a large distal part of equal width. Cephalis hemispherical with asymmetrically (externally) situated horn. Segmentation until the abdomen or first postabdominal segment outside not visible. Remaining segments closely spaced, outside visible as low hoop-like rings separated by relatively narrow constrictions. Postabdominal segments increase gradually in width until the fifth or sixth postabdominal segment. The following 5-6 segments have about the same width. Inner pore frames consist of two rings of pores in the postabdominal segments and in the abdomen, covered by a layer of microgranular silica that is only in the distal segment pierced by tiny pores along the circumferential rings. In the proximal part of the test indistinct nodes are present.

**Measurements:**

Length = 261–279  $\mu\text{m}$

Maximum width: 75–79  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Until now only known from the Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

**Remarks:** *Relanus reefensis* PESSAGNO & WHALEN, 1982 has more pronounced segments outside visible until the proximal part of the test. Numerous small pores are present in all postthoracic segments.

*Relanus hettangicus* n. sp. is elongated spindle-shaped with distinctly decreasing width of segments in the distal part.

***Relanus striatus* n. sp.**

(Pl. 16, figs. 8, 9; pl. 17, fig. 17, 18)

**Derivatio nominis:** According to the faint short vertical ribs on the circumferential ring

**Holotype:** The specimen on pl. 17, fig. 17; rep.-no. KoMo 1990 I/12

**Material:** 4 specimens.

**Diagnosis:** Test conical to slender conical. Cephalis asymmetrically conical with rather strong, excentrically (externally) situated apical horn and sometimes also with tiny lateral horn. Following closely spaced segments trapezoidal, increasing gradually in width and height, but the

last 4-5 segments decrease again very slowly in width. Segmentation on the outer surface well visible. Cephalis and thorax imperforate. Remaining segments with two rings of pores, on the outer surface covered by a layer of microgranular silica, pierced along the circumferential rings by two rings of small pores. Until the second to fourth post-abdominal segment mostly no pores are present. The outer rings of the postabdominal segments are covered by a ring of low, densely spaced nodes that are in the upper half of test prolonged into very short, narrow, very low ribs, partly "H-linked" frames. In the lower part of test these ribs are indistinct.

**Measurements:**

Length = 275–401  $\mu\text{m}$

Maximum width: 90–109  $\mu\text{m}$

**Distribution:** Until now only known from the type locality of the Kirchstein Limestone in its Hettangian lower part.

**Remarks:** By the surface sculpture this species is well distinguished from all other *Relanus* species. *Paracanoptum* YEH 1987 has no apical spine.

**Family Bagotidae** PESSAGNO & WHALEN, 1982

**Synonym:** Canutidae PESSAGNO & WHALEN, 1982

**Remarks:** PESSAGNO & WHALEN (1982, p. 117) recognized several differences between the Bagotidae and Canutidae that cannot be confirmed by our investigations. Only in some *Canutus* species the outer layer consists exclusively of bars that are anchored to the pillar-like nodes of the inner layer. In several other *Canutus* species some or all bars are connected with the bars of the inner pore frames. This is quite the same shell structure as in the Bagotidae. Moreover, both in the Bagotidae and in the Canutidae (*Canutus* s.l.) the outer layer is often reduced to nodes on the pore frame vertices and finally even these nodes may become indistinct. The only remaining difference between the Bagotidae and Canutidae is, that in the Canutidae the pore frames of the inner layer are linearly arranged throughout the whole test, whereas in the Bagotidae the pore frames of the inner layer are in the proximal part often irregularly arranged. However, the part with irregularly arranged pore frames has different length and may even disappear within one species, like in some *Parahsuum* species. It may be also present in some typical Canutidae (e.g. *Praecanutus* n. gen.). This difference cannot be used for separating family taxons.

As the first revising authors we give here the Bagotidae the preference against the Canutidae, both published in the same paper. The Bagotidae have the page priority and the Canutidae were based only on one genus.

**Genus Parahsuum** YAO, 1982

**Type species:** *Parahsuum simplum* YAO, 1982

**Synonyma:** *Drulanta* YEH, 1987

*Fantus* YEH, 1987

**Remarks:** *Parahsuum* YAO, 1982 comprises both species, where all pore frames are linearly arranged and species with irregular pore frames in the proximal third of the test. In some species, like in the type species, both types occur together in one population. *Drulanta* YEH, 1987 and *Fantus* YEH, 1987 are forms, in which all pore frames are linearly arranged, like in the holotype of *Parahsuum simplum* YAO, 1982. As already recognized by HORI & YAO (1988), *Drulanta* and *Fantus* cannot be separated from *Parahsuum*. *Lupherium* PESSAGNO & WHALEN, 1982 is similar, but has a apical horn and it is here not regarded as younger synonym of *Parahsuum* YAO, 1982 as in HORI & YAO (1988). However, we place it in the same family as *Parahsuum* (Bagotidae) and not into the Hsuidae PESSAGNO & WHALEN, 1982. We could not recognize the growing type of the Hsuidae as published by PESSAGNO & WHALEN (1982), but the growing mechanism is quite identical with that of the Bagotidae PESSAGNO & WHALEN, 1982.

Some of the *Canutus* s.l. species, but not the type species *Canutus tipperi* PESSAGNO & WHALEN, 1982, belong also to *Parahsuum* YAO, 1982. Therefore *Canutus* PESSAGNO & WHALEN, 1982 is not synonymous with *Parahsuum* YAO, 1982. *Canutus* can be distinguished from *Parahsuum* by an outer layer that covers parts or all of the inner pore frames with very large rectangular pores. Moreover, typical *Canutus* have a spindle-shaped test. More elongate subconical species of *Canutus* s.l., in which the outer layer is reduced to nodes on the pore frame vertices or directly superimposed on the inner pore frames (no bars of the outer pore frame between the bars of the inner pore frames) as *Canutus giganteus* PESSAGNO & WHALEN, 1982, *C. indomitus* PESSAGNO & WHALEN, 1982 and *C. izeensis* PESSAGNO & WHALEN, 1982 are here placed into *Parahsuum* YAO, 1982. *Canutus giganteus* PESSAGNO & WHALEN, 1982 (Pliensbachian) is seemingly even a younger synonym of *Parahsuum simplum* YAO, 1982 (Hettangian to Pliensbachian).

**Parahsuum simplum** YAO, 1982

(Pl. 17, fig. 2)

1982 (March) *Parahsuum simplum* YAO, n. sp. YAO, p. 61, pl. 4, figs. 1-4, 6-8, non! fig. 5

1982 (June) *Canutus giganteus* PESSAGNO & WHALEN, n. sp. PESSAGNO & WHALEN, p. 127-128, pl. 4, figs. 5, 13.

Distribution: Hettangian to Pliensbachian of Japan, Hettangian of the Alps.

Remarks: The specimen figured in YAO (1982, pl. 4, fig. 5) belongs to *Parahsuum ovale* HORI & YAO, 1988. In our material *P. simplum* YAO, 1982 is still very rare and represented by very primitive specimens. The pore frames are already rectangular as in typical *P. simplum*, but their size and the linear arrangement of the pore frames is not yet so regular as in typical representatives of this species.

In *Parahsuum primitivum* n. sp. the pore frames are irregular in size and shape and the linear arrangement of the pores is missing or indistinct in the upper third of the test.

***Parahsuum primitivum* n. sp.**

(Pl. 17, fig. 1)

Derivatio nominis: According to the primitive stage within the genus *Parahsuum* YAO, 1982

Holotype: The specimen on pl. 17, fig. 1; rep.-no KoMo I-16

Material: 6 specimens.

Diagnosis: Test conical, multicystid, with 4-5 postabdominal chambers. No strictures visible on the outer surface. Cephalis hemispherical, imperforate, distally with few small pores. Other segments trapezoidal. In the proximal third to half of the test the pores are irregularly spaced and shaped and their size differs. In the distal part of the test the pore frames are aligned in vertical rows. However, also here the pores have different size and shape. Small nodes are present on the pore frame vertices.

Measurements:

Length of test = 120–136  $\mu\text{m}$

Maximum width = 80–86  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality and Várhegy Cherty Limestone Formation (Hettangian) of Csövár (northern Hungary).

Remarks: In *Parahsuum simplum* YAO, 1982 the pores are regularly rectangular and the pore frames are aligned in regular rows. Only in a small proximal part (thorax, abdomen, but never in postabdominal segments) the pores are irregularly arranged in some specimens.

Genus *Droltus* PESSAGNO & WHALEN, 1982

Type species: *Droltus lyellensis* PESSAGNO & WHALEN, 1982

***Droltus carinaspinosus* n. sp.**

(Pl. 17, fig. 5)

Derivatio nominis: According to the tricarinate apical horn

Holotype: The specimen on pl. 17, fig. 5; rep.-no. KoMo 1990 I-14

Material: 23 specimens.

Diagnosis: Test conical, mostly with 6 postabdominal chambers. Cephalis conical, with strong, tricarinate apical horn. Thorax and following segments trapezoidal. Cephalis and thorax covered by a layer of microgranular silica, imperforate or with few small single pores. Pores in the remaining chambers become increasingly larger toward the final chamber that is again a little narrower. Outer latticed layer of abdomen and proximal postabdominal chambers with irregularly sized and shaped polygonal pore frames. Pore frames of the last 3-4 chambers larger, more regular, predominantly tetragonal, aligned in vertical rows.

Measurements:

Length of the test = 183–207  $\mu\text{m}$

Maximum width = 85–89  $\mu\text{m}$

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Droltus robustospinosus* n. sp. has a very robust tricarinate apical horn and the outer layer of the apical part of the test is arranged in coarse pore frames.

***Droltus eurasiaticus* n. sp.**

(Pl. 17, figs. 3, 4)

1982 *Parahsuum* (?) sp. A YAO, pl. 3, fig. 6

Derivatio nominis: According to its occurrence in Eurasia

Holotype: The specimen on pl. 17, fig. 3; rep.-no. KoMo 1990 I-13

Material: More than 100 specimens.

Diagnosis: Test conical, multicystid, with 6-7 postabdominal segments lacking strictures at joints. Cephalis rounded conical, imperforate, with prominent apical horn. Cephalis covered by a layer of microgranular silica. Thorax and subsequent chambers trapezoidal in cross section. Pores arranged in vertical lines. In the thorax they are closed by a layer of microgranular silica. In the remaining chambers the pores are open and become increasingly larger toward the final postabdominal chamber. Outer latticed layer indistinct to distinct, with large pore frames, arranged in vertical lines and with small to distinct nodes at the pore frame vertices.

Measurements:

Length of the test = 200–214  $\mu\text{m}$

Maximum width = 83–100  $\mu\text{m}$

Distribution: *Droltus eurasiaticus* n. sp. occurs in Japan according to the data by YAO (1982) in the uppermost *Canoptum "triassicum"* Zone (above the last occurrence of Rhaetian conodonts) up to the basal *Parahsuum simplicum* zone. The range in Japan is therefore Upper Rhaetian (?), Hettangian. In our material *D. eurasiaticus* occurs in the Hettangian part of the Kirchstein Limestone and in the Hettangian Várhegy Cherty Limestone Formation of Csövár (northern Hungary).

Remarks: The other *Droltus* species of our material have tricarinate spines.

***Droltus robustospinosus* n. sp.**

(Pl. 17, fig. 6)

Derivatio nominis: According to the very strong tricarinate apical horn

Holotype: The specimen on pl. 17, fig. 6; rep.-no KoMo 1990 I-15

Material: 7 specimens.

Diagnosis: Multicyrtid. Test in the apical part conical, distally cylindrical, with 5-6 postabdominal segments. Cephalis conical, with very strong, tricarinate apical horn. Thorax, abdomen and proximal postabdominal segments trapezoidal, distal postabdominal segments cylindrical. Cephalis imperforate. Following segments with an inner layer that has 2 rings of pores of different size and shape, but mostly oval or roundish. Pore frames of the outer layer in the proximal part coarse and irregular. In the distal part of the test the pore frames of the outer (and inner) layers are aligned in irregular vertical rows of different length.

Measurements:

Length of the test = 167–193 µm

Maximum width = 80–83 µm

Distribution: Hettangian part of the Kirchstein Limestone at the type locality.

Remarks: *Droltus carinaspinosus* n. sp. displays a conical test and only the last 2 chambers are cylindrical. The outer layer has smaller pore frames in the proximal part of the test and predominantly tetragonal pores in the distal part of the test.

Family **Syringocapsidae** FOREMAN, 1973

Genus **Syringocapsa** NEVIANI, 1900

Type species: *Theosyringium robustum* VINASSA DE REGNY, 1900

***Syringocapsa coliforme* HORI, 1988**

(Pl. 16, fig. 6)

1988 *Syringocapsa coliforme* HORI, n. sp. HORI, p. 556-558, figs. 8/1-10

Distribution: According to HORI (1988) *S. coliforme* occurs in Japan from the Rhaetian up to the Sinemurian. However, it begins in the Kurusu section 22 cm above the last occurrence of Rhaetian conodonts. Therefore it may be restricted to the Hettangian and Sinemurian.

Addendum:

Table 1: Distribution of saturniid stock, without Acanthocircinae.

Table 2: saturniid stock and parasaturniid stock (only Acanthocircinae)

**LITERATUR**

BAUMGARTNER, P.O. (1980): Late Jurassic Hagiastriidae and Patulibrachiidae (Radiolaria) from the Argolis Peninsula (Peloponnesus, Greece). - *Micropaleontology*, **26**, 3, 274–322, pls. 1–12.

BLOME, C.D. (1984a): Upper Triassic Radiolaria and Radiolarian zonation from western North America. - *Bull. Amer. Paleont.*, **85**, 318, 88–99.

BLOME, C.D. (1984b): Middle Jurassic (Callovian) Radiolaria from carbonate concretions, Alaska and Oregon. - *Micropaleontology*, **30**, 4, 343–389, pls. 1–16.

CAMPBELL, A.S. (1954): Protozoa (chiefly Radiolaria and Tintinnia). - In: MOORE, R.C. (ed.): *Treatise on Invertebrate Paleontology*. New York, Geol. Assoc. London, Proc., **61**, 3, 206–217.

CAMPBELL, A.S. & CLARK, B.L. (1944a): Miocene radiolarian faunas from Southern California. - *Geol. Soc. Amer., Spec. Papers*, **51**, 1–76, 7 Taf., Baltimore.

CAMPBELL, A.S. & CLARK, B.L. (1944b): Radiolaria from the Upper Cretaceous of Middle California. - *Geol. Soc. Amer. Spec. Paper*, **57**, 1–61.

CARTER, E.S., CAMERON, B.E.B. & SMITH, P.L. (1988): Lower and Middle Jurassic radiolarian biostratigraphy and systematic paleontology, Queen Charlotte Islands, British Columbia. - *Bull. Geol. Surv. Canada*, **386**, 1–108.

CHENG, Y. (1989): Upper Paleozoic and Lower Mesozoic radiolarian assemblages from the Busuanga Islands, North Palawan Block, Philippines. - *Bull. National Museum of Natural Science*, **1**, 129–175, Taichung, Taiwan.

DEFLANDRE, G. (1953): Radiolaires fossiles. - In: GRASSÉ, P.P. (ed.): *Traité de Zoologie*. - Masson, Paris, **1**, 2, 389–436.

De WEVER, P. (1981): Parasaturniidae, Pantanellidae et Sponguridae (Radiolaires polycystines) du Lias de Turquie. - *Rev. Micropaléont.*, **24**, 3, 138–156, 3 figs., 5 pls., Paris.

De WEVER, P. (1981b): Parasaturniidae, Pantanelliidae et Sponguridae (Radiolaires polycystines) du Lias de Turquie. - *Rev. Micropaléont.*, **24**, 3.

- De WEVER, P. (1984): Révision des Radiolaires Mésozoïques de type Saturnalidae, proposition d'une nouvelle classification. *Rev. Micropaléont.*, 27 (1), 10–19, Paris 1984.
- DeWEVER, P., SANFILIPPO, A., RIEDEL, W.R. & GRUBER, B. (1979): Triassic radiolarians from Greece, Sicily and Turkey. - *Micropaleontology*, 25, 1, 75–110, pls. 1–7.
- DONOFRIO, D.A. & MOSTLER, H. (1978): Zur Verbreitung der Saturnalidae (Radiolaria) im Mesozoikum der Nördlichen Kalkalpen und Südalpen. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 7, 5, 1–55, 8 figs, 5 tabs., Innsbruck.
- DUMITRICĂ, P. (1985): Internal morphology of the Saturnalidae (Radiolaria): Systematic and phylogenetic consequences. - *Revue de Micropaléontologie*, 28, 3, 181–196.
- DUMITRICĂ, P., KOZUR, H. & MOSTLER, H. (1980): Contribution to the radiolarian fauna of the Middle Triassic of the Southern Alps. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 10, 1, 1–46, 1 fig., 15 pls., Innsbruck.
- DUNIKOWSKI, E. (1882): Die Spongien, Radiolarien und Foraminiferen der unterliassischen Schichten vom Schafberg bei Salzberg. - *Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss., Wien, math.-naturw. Kl.*, 45, 163 p.
- FEARY, D.A. & HILL, P.H. (1978): Mesozoic Radiolaria from cherts in the Raukumara Peninsula, New Zealand. - *N.Z. Journal of Geology and Geophysics*, 21, 3, 363–373.
- FOREMAN, H.P. (1968): Upper Maestrichtian Radiolaria of California. - *Paleont. Assoc. London, Spec. Paper* 3, 1–82.
- FOREMAN, H.P. (1971): Cretaceous Radiolaria, Leg 7, DSDP. - In: WINTERER, E.L. et al.: Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, 7, 2, 1673–1693, 5 pls., Washington.
- HAECKEL, E. (1862): Die Radiolarien (Rhizopoda, Radiolaria). Eine Monographie. - Reimer, Berlin, xiv+572, 35 pls., atlas.
- HAECKEL, E. (1887): Report on the Radiolaria of Oregon. - Ph.D. dissert.
- HORI, R. (1988): Some characteristic radiolarians from some Jurassic bedded cherts of the Inuyama area southwest Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, 151, 543–563. Tokyo.
- HORI, R. & YAO, A. (1988): *Parahsuum* (Radiolaria) from the Lower Jurassic of the Inuyama area, Central Japan. *Journ. Geosc., Osaka City Univ.*, 31, 3, 47–61, Osaka.
- IGO, H. & NISHIMURA, H. (1984): The Late Triassic and Early Jurassic radiolarian biostratigraphy in the Karasana, Kuzuu town, Tochigi Prefecture. (Preliminary report). *Bull. Tokyo Garugei Univ. Sect.*, 4, 36, 173–193, Tokyo.
- ISOZAKI, Y. & MATSUDA, T. (1985): Early Jurassic radiolarians from bedded chert in Kamiaso, Mino Belt, Central Japan. - *Earth Sci. (Chikyu Kagaku)*, 39, 429–442.
- KISHIDA, Y. & HISIDA, K. (1985): Late Triassic to Early Jurassic radiolarian assemblages from the Uenomura area, Kanto Mountains, Central Japan, *Mem. Osaka Kyoiku Univ., Ser. III*, 34, 2, 103–29, Osaka.
- KOJUMA, S. & MIZUTANI, S. (1987): Triassic and Jurassic Radiolaria from the Nadanhacha Range, northeast China. *trans. Prol. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, 148, 256–275, Tokyo.
- KOZUR, H. (1979): *Pessagnosaturnalis* n.gen., eine neue Gattung der Saturnalidae DEFLANDRE, 1953 (Radiolaria). - *Z. geol. Wiss.*, 7, 5, 669–672, Berlin.
- KOZUR, H. (1979): Beiträge zur Erforschung der mesozoischen Radiolarien. Teil III: Oberfamilien Actinomacea Haeckel, 1862, emend. Artiscacea Haeckel, 1882, Multiarcusellacea nov. der Spumellaria und triassische Nassellaria. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 8, 1–132, Innsbruck.
- KOZUR, H. (1984): The Triassic radiolarian genus, *Triassocrucella* gen.nov. and the Jurassic *Hagiastrum* Haeckel, 1882. - *J. micropalaeontol.*, 3, 1, 33–35.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H. (1972): Beiträge zur Erforschung der mesozoischen Radiolarien. Teil I: Revision der Oberfamilie Coccodiscacea HAECKEL 1862 emend. und Beschreibung ihrer triassischen Vertreter. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 2, 8/9, 1–60, 4 pls., Innsbruck.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H. (1978): Beiträge zur Erforschung der mesozoischen Radiolarien. Teil II: Oberfamilie Trematodiscacea HAECKEL 1862 emend. und Beschreibung ihrer triassischen Vertreter. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 8 (Festschrift W. HEISSEL), 123–182, 5 pls., Innsbruck.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H. (1979): Beiträge zur Erforschung der mesozoischen Radiolarien. Teil 3: Die Oberfamilien Actinomacea Haeckel, 1862, emend., Artiscacea Haeckel, 1882, Multiarcusellacea nov. der Spumellaria und triassische Nassellaria. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 9, 1/2, 1–132.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H. (1981): Beiträge zur Erforschung der mesozoischen Radiolarien. Teil 4: Thalassosphaeracea Haeckel, 1862, Hexcastylacea Haeckel, 1882 emend. Petrushevskaya, 1979, Sponguracea Haeckel, 1862 emend. und weitere triassische Lithocycliacea, Trematodiscacea, Actinomacea und Nassellaria. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, Sonderbd.* 1, 208 p.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H. (1983): The polyphyletic origin and the classification of the Mesozoic saturnalids (Radiolaria). - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 13, 1, 1–47, Innsbruck.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H. (1984): Systematical review of the up to now described Triassic radiolarians. - *Akad. Wiss. USSR, EURORAD-IV*, 114–123, Moskau.
- LAHM, B. (1984): Spumellarienfaunen (Radiolaria) aus den mitteltriassischen Buchensteiner Schichten von Recoaro (Norditalien) und den obertriassischen Reiflingeralken von Großreifling (Österreich) – Systematik – Stratigraphie. - *Münchner Geowiss. Abh., Reihe A, Geologie und Paläontologie*, 1, 161 p., München.
- MATSUOKA, A. & YAO, A. (1986): A newly proposed radiolarian zonation for the Jurassic of Japan. - *Mar. Micropaleontol.*, 11, 91–105.

- MOSTLER, H. (1989a): Mikroskieren hexactinellider Schwämme aus dem Lias der Nördlichen Kalkalpen. - *Jb. Geol. B.-A.*, **132**, 4, 687–700, Wien.
- MOSTLER, H. (1989b): Mit "Zygoten" ausgestattete Dermalia von Kieselschwämmen (Demospongiae) aus pelagischen Sedimenten der Obertrias und des unteren Jura (Nördliche Kalkalpen). - *Jb. Geol. B.-A.*, **132**, 4, 701–726, Wien.
- NAKASEKO, K. (ed.) (1982): Proceedings of the First Japanese Radiolarian Symposium, JRS 81 Osaka. - *News of Osaka Micropaleontologists, Spec. Vol. 5*, 485 pp., Osaka.
- PESSAGNO, E.A. (1971): Jurassic and Cretaceous Hagiastriidae from the Blake-Bahama Basin (Site 5A, JOIDES Leg 1) and the Great Valley sequence, California Coast Ranges. - *Bull. Amer. Pal.*, **60**, 264, 1–83, pls. 1–19.
- PESSAGNO, E.A. (1973): Upper Cretaceous Spumellariina from the Great Valley sequence, California Coast Ranges. - *Bull. Amer. Pal.*, **63**, 276, 49–102, pls. 9–21.
- PESSAGNO, E.A. (1977): Upper Jurassic Radiolaria and radiolarian biostratigraphy of the California Coast Ranges. - *Micropaleontology*, **23**, 1, 56–113, pls. 1–12.
- PESSAGNO, E.A., Jr. & BLOME, C.D. (1980): Upper Triassic and Jurassic Pantanelliinae from California, Oregon and British Columbia. - *Micropaleontology*, **26**, 3, 225–273, pls. 1–11.
- PESSAGNO, E.A., Jr., BLOME, C.D., CARTER, E.S., MACLEOD, N., WHALEN, P. & YEH, K. (1987): Preliminary radiolarian zonation for the Jurassic of North America. - *Cushman Foundation for Foraminifera Research, Spec. Publ.*, **23**, 1–18.
- PESSAGNO, E.A., Jr., FINCH, J.W. & ABBOTT, P.L. (1979): Upper Triassic Radiolaria from the San Hipolito Formation, Baja California. - *Micropaleontology*, **25**, 2, 160–197.
- PESSAGNO, E.A., Jr. & POISSON, A. (1981): Lower Jurassic Radiolaria from the Gumuslu Allochthon of southwestern Turkey (Taurides Occidentales). - *Min. Res. Expl. Inst. Turkey Bull.*, **92** (1979), 47–69, pls. 1–15.
- PESSAGNO, E.A., Jr. & WHALEN, P. (1981): Multicyrtid Nassellariina from California, east-central Oregon, and the Queen Charlotte Islands, British Columbia. - *Micropaleontology*, **28**, 2, 111–169, pls. 1–13.
- PESSAGNO, E.A., Jr. & WHALEN, P. (1982): Lower and Middle Jurassic Radiolaria (Multicyrtid Nassellariina) from California, east-central Oregon and the Queen Charlotte Islands, B.C. - *Micropaleontology*, **28**, 2, 111–169.
- PESSAGNO, E.A., Jr., BLOME, C.D., CARTER, S.E., MACLEOD, N., WHALEN, P. & YEH, K. (1987): Preliminary radiolarian zonation for the Jurassic of North America. - *Cushman Foundation for Foraminifera Research, Spec. Publ.* **23**, 1–18.
- SASHIDO, K. (1988): Lower Jurassic multisegmented Nassellaria from the Itsuka-ichi area, western part of Tokyo Prefecture, Central Japan. *Sci Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba, sect. B, Geol. Sci.*, **9**, 1–27.
- SANFILIPPO, A. & RIEDEL, W.R. (1985): Cretaceous Radiolaria. - In: BOLLI, H.M. et al. (eds.): *Plankton Stratigraphy*, 573–630, 14 figs., Cambridge University Press. London.
- SCHAAF, A. (1981): 12. Late Early Cretaceous Radiolaria from Deep Sea Drilling Projekt Leg 62. - In: THIEDE, J., VALLIER, T.L. et al.: *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, LXII*, Washington.
- SQUINABOL, S. (1903): Le Radiolarie dei noduli Seli-ciose nella Scaglia degli Euganei. *Contribuzione 1. - Riv. Ital. Paleont.*, **9**, 4, 105–156, Bologna.
- SQUINABOL, S. (1914): Contributo alla conoscenza dei Radiolari fossili del Venetas Appendice – Di un genera di Radiolari caratteristico del Secondario. - *Università di Padova, Memorie*, **2**, 249–306.
- TOLLMANN, A. (1976): Analyse des klassischen Nordalpinen Mesozoikums. *Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen*. - 580 p., Deuticke, Wien.
- YAO, A. (1972): Radiolarian fauna from the Miso belt in the northern part of the Inoyama area, Central Japan. - *J. Geosc. Osaka City Univ.*, **15**, 21–64.
- YAO, A. (1982): Middle Triassic to Early Jurassic radiolarians from the Inuyama area, Central Japan. - *Journ. Geosciences, Osaka City University*, **25**, 4, 53–70.
- YAO, A., MATSUDA, T. & ISOZAKI, Y. (1980): Triassic and Jurassic radiolarians from the Inuyama area, Central Japan. - *Journ. Geosciences, Osaka City University*, **23**, 4, 135–154.
- YEH, K. (1987): A revised classification for family Cannoptidae (Radiolaria). - *Mem. Geol. Soc. China*, **8**, 63–72.
- YEH, K. (1987): Taxonomic studies of Lower Jurassic Radiolaria from East-Central Oregon. - *Spec. Publ. 2, National Museum of Natural Science*, 1–169.
- YEH, K. (1989): Studies of Radiolaria from the Fields Creek Formation, East-Central Oregon, U.S.A. - *Bull. National Museum of Natural Science*, **1**, 43–109.
- YOSHIDA, H. (1986): Upper Triassic to Lower Jurassic radiolarian biostratigraphy in Kagamigahara City, Gifu Prefecture, Central Japan. *Journ. Earth Sci., Nagoya Univ.*, **34**, 1–21.

*Authors' addresses:*

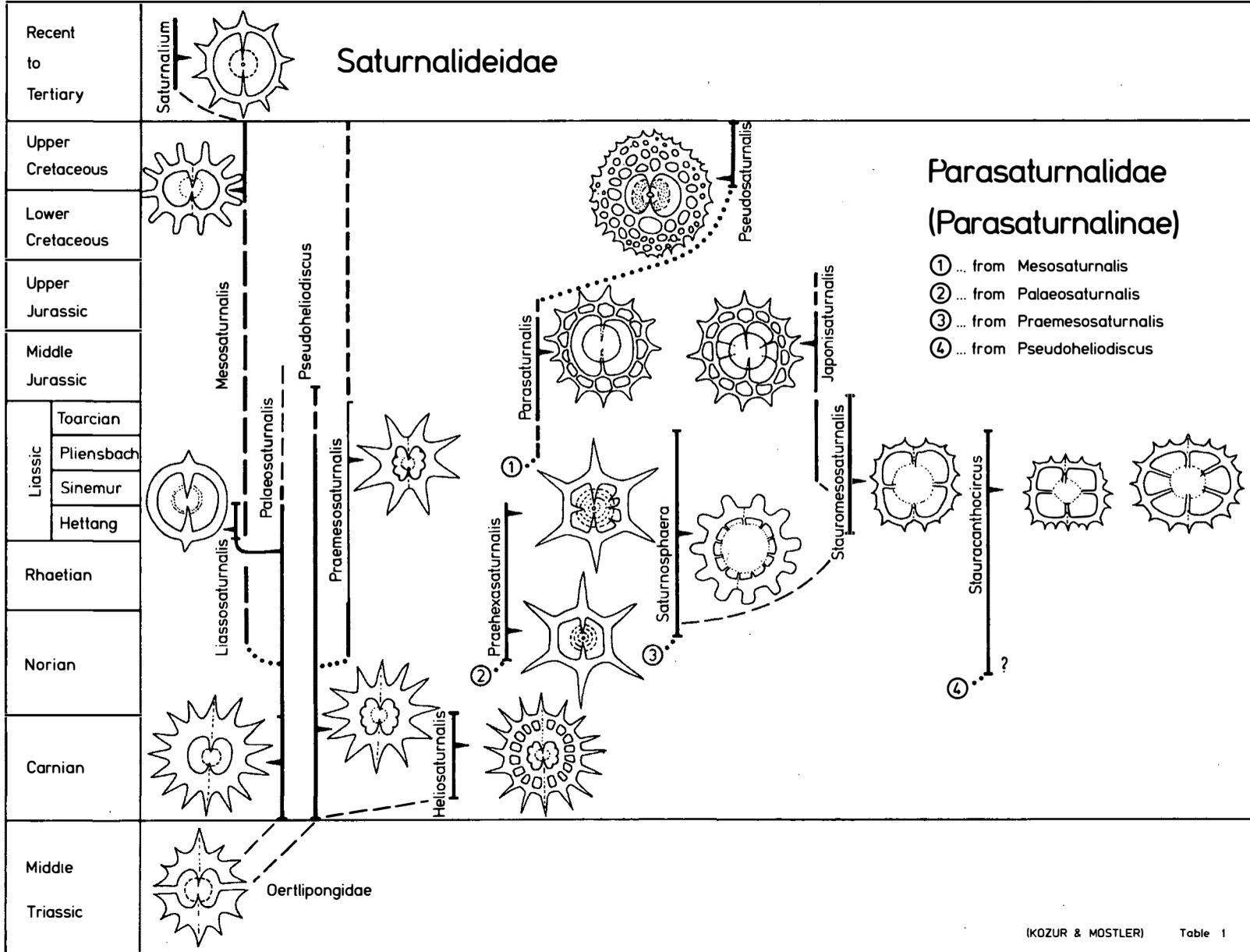
*Dr. sc. Heinz KOZUR, Rézsü u. 83, H-1029 Budapest/Hungary; Univ.-Prof. Dr. Helfried Mostler, Institute for Geology and Paleontology, Innsbruck University, Innrain 52, A-6020 Innsbruck/Austria*

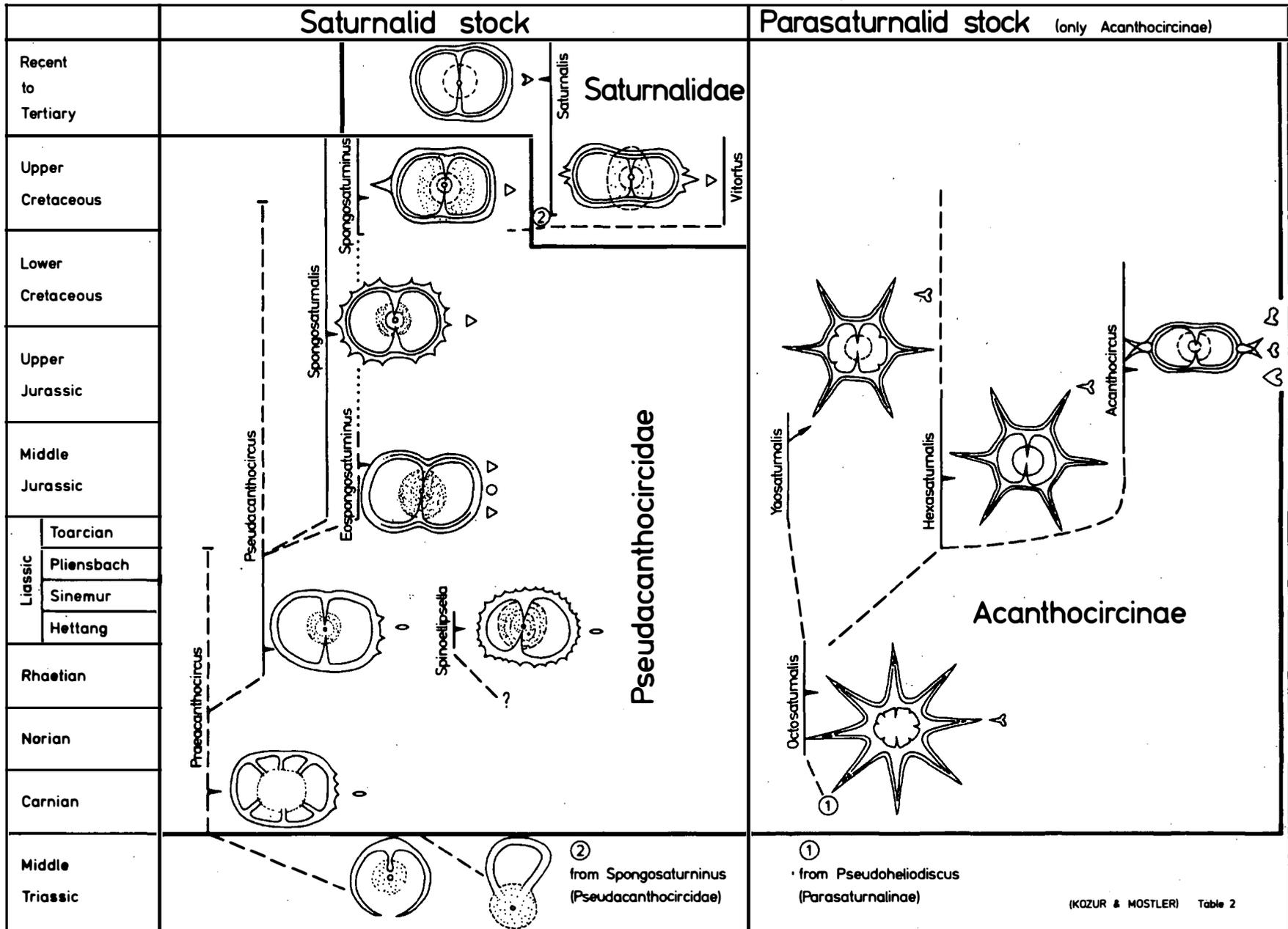
submitted: Aug. 20, 1990

accepted: Oct. 12, 1990

# Distribution of the Parasaturnalid stock

(without Acanthocircinae; see table 2)





## Explanation of plates

If not mentioned otherwise, alle figured specimens derived from the type locality of the Kirchstein Limestone at Mt. Kirchstein, 6.5 km WSW of Lenggries/Isar (Bavaria), sample L 1, Kirchstein Limestone, about 1 m above the Rhaetian Dachstein Limestone, Hettangien.

### Plate 1

- Fig. 1: *Pseudacanthocircus mocki* n.sp., holotype, x200.  
Figs 2, 3: *Palaeosaturnalis liassicus* n.sp., x200, fig. 3: pathologic form with open ring.  
Fig. 4: *Spinoellipsella densispinosa* n.gen.n.sp., holotype, x300.  
Fig. 5: *Palaeosaturnalis parvispinosus* n.sp., pathologic form with branching of the ring, x300.  
Fig. 6: *Liassosaturnalis undulatus* n.gen.n.sp., holotype, x200.  
Fig. 7: *Palaeosaturnalis subovalis* n.sp., x200.  
Fig. 8: *Palaeosaturnalis* cf. *lenggriesensis* n.sp., x200.  
Figs 9, 10: *Palaeosaturnalis rectangularis* n.sp., fig. 9: x200, fig. 10: holotype, x300.

### Plate 2

- Fig. 1: *Stauracanthocircus* sp.C, x200.  
Fig. 2: *Pseudacanthocircus* ? *laevis* n.sp., x300.  
Figs 3, 8: *Pseudoheliodiscus robustospinosus* n.sp., fig. 3: x200, fig. 8: holotype, x300.  
Fig. 4: *Spinoellipsella latispinosa* n.gen.n.sp., holotype, x300.  
Figs 5, 7: *Stauracanthocircus circularis* n.sp., x200, fig. 5: holotype.  
Fig. 6: *Pseudoheliodiscus* n.sp.A, x200.  
Fig. 9: *Stauracanthocircus asymmetricus* n.sp., holotype, x200.

### Plate 3

- Figs 1, 6: *Stauracanthocircus quadratus* n.sp., x200, fig. 1: pathologic form with open ring.  
Fig. 2: *Stauracanthocircus* cf. *transitus* n.sp., x200.  
Fig. 3: *Stauromesosaturnalis schizospinosus* n.sp., holotype, x200.  
Fig. 4: *Triacanthocircus squinaboli* n.sp., holotype, x200.  
Fig. 5: *Stauracanthocircus* sp.B, x300.  
Fig. 7: *Stauracanthocircus pessagnoii* n.sp., holotype, x300.  
Figs 8, 10: *Stauracanthocircus triangulospinosus* n.sp., x200, fig. 10: holotype.  
Fig. 9: *Stauracanthocircus transitus* n.sp., holotype, x200.

### Plate 4

- Fig. 1: *Pseudoheliodiscus neviaanii* n.sp., holotype (slightly tilted), x150.  
Fig. 2: *Pseudoheliodiscus neviaanii* n.sp., x150.  
Fig. 3: *Liassosaturnalis parvus* n.gen.n.sp., x300.  
Fig. 4: *Pseudoheliodiscus inaequispinosus* n.sp., holotype, x250.  
Fig. 5: *Pseudoheliodiscus massivus* n.sp., holotype, x300.  
Fig. 6: *Liassosaturnalis undulatus* n.gen.n.sp., x250.  
Fig. 7: *Liassosaturnalis parvus* n.gen.n.sp., x300.  
Fig. 8: *Pseudoheliodiscus robustospinosus* n.sp., x250.  
Fig. 9: *Pseudoheliodiscus robustospinosus* n.sp., x300.  
Fig. 10: *Pseudoheliodiscus* cf. *robustospinosus*, x200.  
Fig. 11: *Pseudoheliodiscus robustospinosus* n.sp., x250.  
Fig. 12: *Liassosaturnalis parvus* n.gen.n.sp., holotype, x300.

### Plate 5

- Fig. 1: *Pseudoheliodiscus alpinus* n.sp., holotyp), x250.  
Fig. 2: *Liassosaturnalis undulatus* n.gen.n.sp., x250.  
Fig. 3: *Pseudoheliodiscus alpinus* n.gen.n.sp., x200 (specimen with four large auxiliary spines, diagonally arranged against the polar spine, homoeomorph form with *Stauracanthocircus* KOZUR & MOSTLER, 1983 emend., but clearly distinguished by the big shell).  
Fig. 4: *Liassosaturnalis undulatus* n.gen.n.sp. (pathologic form), x200.  
Fig. 5: *Pseudoheliodiscus alpinus* n.sp. (with four large auxiliary spines), x200.  
Fig. 6–9: *Pseudoheliodiscus alpinus* n.sp., x200.  
Fig. 10: *Pseudoheliodiscus robustospinosus*, x200.  
Fig. 11, 12: *Pseudoheliodiscus alpinus* n.sp, x200.

### Plate 6

- Fig. 1: *Praehexasaturnalis germanicus* n.sp., x200.  
Fig. 2: *Praehexasaturnalis germanicus* n.sp., holotype, x200.  
Fig. 3: *Liassosaturnalis undulatus* n.gen.n.sp., x300.  
Fig. 4: *Praehexasaturnalis kirchsteinensis* n.sp., x200.  
Fig. 5: *Praehexasaturnalis kirchsteinensis* n.gen.n.sp., holotype, x250.  
Fig. 6: *Liassosaturnalis parvus* n.sp., x300.  
Fig. 7: *Praehexasaturnalis kirchsteinensis* n.sp., x200.  
Fig. 8, 9: *Praehexasaturnalis tetraradiatus* n.sp., x200.  
Fig. 10: *Stauracanthocircus ruesti* n.sp., x200.  
Fig. 11: *Praehexasaturnalis tetraradiatus* n.sp., holotype, x200.  
Fig. 12: *Praehexasaturnalis tetraradiatus* n.sp., x250.

### Plate 7

- Fig. 1: *Stauracanthocircus ruesti* n.sp., holotype, x200.  
Fig. 2: *Stauracanthocircus* ? *hettangicus* n.sp., holotype, x200.  
Fig. 3: *Stauracanthocircus* cf. *ruesti*, x250.  
Fig. 4: *Stauracanthocircus circularis* n.sp., x200.  
Fig. 5: *Stauracanthocircus triangulospinosus* n.sp., x250.  
Fig. 6: *Stauracanthocircus transitus* n.sp., x200.  
Fig. 7: *Stauracanthocircus* ? *hettangicus* n.sp., x200.  
Fig. 8: *Stauracanthocircus poetschensis* n.sp. (POM 6/7), x300.  
Fig. 9: *Stauracanthocircus transitus* n.sp., x200.

### Plate 8

- Fig. 1: *Stauracanthocircus* ? *poetschensis* n.sp., holotype (POM 6/7, Pötschenwand), x200.  
Fig. 2: *Stauracanthocircus quadratus* n.sp., x200.  
Fig. 3: *Stauracanthocircus quadratus* n.sp., holotype, x200.  
Fig. 4: *Stauracanthocircus* ? *poetschensis* n.sp. (POM 6/7, Pötschenwand), x250.  
Fig. 5: *Stauracanthocircus quadratus* n.sp., x200.  
Fig. 6: *Stauracanthocircus* sp.A, x200.  
Fig. 7–9: *Stauracanthocircus asymmetricus* n.sp., x200.  
Fig. 10: Deformed *Stauracanthocircus asymmetricus* n.sp., x200.

### Plate 9

- Fig. 1–4, 7, 10, 12: *Stauracanthocircus asymmetricus* n.sp., x200.  
Fig. 5: *Stauracanthocircus* cf. *asymmetricus* n.sp., x200.  
Fig. 6: *Palaeosaturnalis haeckeli* n.sp., holotype, x200.  
Fig. 8: *Palaeosaturnalis haeckeli* n.sp., holotype, x200.  
Fig. 9: *Palaeosaturnalis blomei* n.sp., x300.  
Fig. 11: *Triacanthocircus muelleri* n.gen.n.sp., x200.

### Plate 10

- Fig. 1: *Octosaturnalis carinatus* n.gen.n.sp., holotype (Ptx1), x150.  
Fig. 2: *Pseudacanthocircus terminospinosus* n.gen.n.sp., holotype, x200.  
Fig. 3, 4: *Octosaturnalis carinatus* n.gen.n.sp., holotype (Ptx1, Pötschen road), x400.  
Fig. 5: *Triacanthocircus muelleri* n.gen.n.sp., x200.  
Fig. 6: *Pseudacanthocircus mediospinosus* n.gen.n.sp., x200.  
Fig. 7: *Triacanthocircus muelleri* n.gen.n.sp., holotype, x200.  
Fig. 8: *Pseudacanthocircus mediospinosus* n.gen.n.sp., holotype, x200.  
Fig. 9: *Pseudacanthocircus mocki* n.gen.n.sp., x200.  
Fig. 10: *Triacanthocircus muelleri* n.gen.n.sp., x200.

### Plate 11

- Fig. 1: *Pseudacanthocircus terminospinosus* n.gen.n.sp., x250.  
Fig. 2: *Pseudacanthocircus pseudosimplex* n.gen.n.sp., holotype, x200.  
Fig. 3: *Spinoellipsella densispinosa* n.gen.n.sp., x300.  
Fig. 4: *Pseudacanthocircus terminospinosus* n.sp., x300.  
Fig. 5: *Spinoellipsella densispinosa* n.sp., x300.  
Fig. 6: *Pseudacanthocircus baumgartneri* n.gen. sp., holotype, x300.  
Fig. 7: *Pseudacanthocircus troegeri* n.gen.n.sp., holotype, x200.  
Fig. 8: *Pseudacanthocircus laevis* n.gen.n.sp., holotype, x300.  
Fig. 9: Pathologic *Pseudosaturnalis schaafi* n.sp., x200.  
Fig. 10: *Palaeosaturnalis* cf. *schaafi* n.sp., x200.  
Fig. 11: *Palaeosaturnalis schaafi* n.sp., holotype, x200.  
Fig. 12: *Palaeosaturnalis schaafi* n.sp., x200.  
Fig. 13: *Palaeosaturnalis* cf. *schaafi*, x200.

### Plate 12

- Fig. 1, 3, 6, 8–10: *Palaeosaturnalis liassicus* n.sp., x200, fig. 9: holotype.  
Fig. 2: Pathologic *Palaeosaturnalis schaafi* n.sp., with obtuse angle between the two polar spines, x200.  
Fig. 4: *Palaeosaturnalis* cf. *liassicus*, x200.  
Fig. 5: *Mesosaturnalis* n.sp. (sample POM 6/7 from Pötschenwand, Middle Norian), development of an unspined or very slightly spined narrow ring with axial spine, opposite to an inner polar spine from a form with broad, heavily spined ring and peripolar spine (for explanation see discussion of Saturnaliacea DEFLANDRE, 1953), x300  
Fig. 7: *Palaeosaturnalis schaafi* n.sp., x200.  
Fig. 11: *Palaeosaturnalis* cf. *schaafi*, x200.

### Plate 13

- Fig. 1, 2: *Palaeosaturnalis liassicus* n.sp., x200.  
Fig. 3: *Palaeosaturnalis parvispinosus* n.sp., holotype, x250.  
Fig. 4: *Palaeosaturnalis subovalis* n.sp., holotype, x250.  
Fig. 5: *Palaeosaturnalis parvispinosus* n.sp., x250.  
Fig. 6: Pathologic *Palaeosaturnalis liassicus* n.sp. with obtuse angle between the polar spines and ring deformation, x200.  
Fig. 7: Pathologic *Palaeosaturnalis liassicus* n.sp. with obtuse angle between the polar spines and ring deformation. Additionally two fragile auxiliary spines evolved for stabilization of the asymmetric polar ring system, x180.  
Fig. 8: *Palaeosaturnalis parvispinosus* n.sp., x200.  
Fig. 9: Pathologic form of *Palaeosaturnalis subovalis*, x300.  
Fig. 10: *Palaeosaturnalis lenggriesensis* n.sp., x200.  
Fig. 11: *Palaeosaturnalis lenggriesensis* (holotype), x250.

#### Plate 14

- Fig. 1: *Palaeosaturnalis parvispinosus* n.sp., x200.  
Fig. 2: "*Palaeosaturnalis fragilis*" n.sp., x200.  
Fig. 3: "*Palaeosaturnalis fragilis*" n.sp., holotype, x150.  
Fig. 4: *Betraccium bavaricum* n.sp., holotype, x250.  
Fig. 5: *Betraccium hettangicum* n.sp., holotype, x300.  
Fig. 6: *Betraccium inaequiporatum*, holotype, x250.  
Fig. 7: *Betraccium verticispinosum* n.sp., x300.  
Fig. 8: *Betraccium verticispinosum*, holotype, x250.  
Fig. 9: *Betraccium bavaricum* n.sp., x250.  
Fig. 10: *Ellipsoxiphus tanuensis* (PESSAGNO & BLOME, 1980), x350.  
Fig. 11: *Ellipsoxiphus cf. tanuensis* (PESSAGNO & BLOME, 1980), x350.  
Fig. 12: *Ellipsoxiphus suessi* (DUNIKOWSKI, 1882), x300.  
Fig. 13: *Ellipsoxiphus cf. danaensis* (PESSAGNO & BLOME, 1980), x300.  
Fig. 14: *Ellipsoxiphus cf. browni* (PESSAGNO & BLOME, 1980), x350.

#### Plate 15

- Fig. 1: *Crucella prisca* n.sp., x250.  
Fig. 2: *Crucella carteri* n.sp., x250.  
Fig. 3: *Crucella prisca* n.sp., x200.  
Fig. 4: *Crucella carteri* n.sp., holotype, x300.  
Fig. 5: *Crucella prisca* n.sp., x200.  
Fig. 6: *Paronaella striata* n.sp., holotype, x250.  
Fig. 7: *Crucella hettangica* n.sp., holotype, x250.  
Fig. 8: *Crucella cf. prisca* n.sp., x250.  
Fig. 9: *Crucella cf. carteri* n.sp., x200.  
Fig. 10: *Crucella prisca* n.sp. (holotype), x250.  
Fig. 11: *Ellipsoxiphus cf. browni* (PESSAGNO & BLOME, 1980), x300.  
Fig. 12, 13: *Ellipsoxiphus suessi* (DUNIKOWSKI, 1882), fig. 12: x350, fig. 13: x300.  
Fig. 14: *Ellipsoxiphus browni* (PESSAGNO & BLOME, 1980), x300.  
Fig. 15: *Ellipsoxiphus cf. danaensis* (PESSAGNO & BLOME, 1980), x300.

#### Plate 16

- Fig. 1, 4, 7, 10: *Relanus hettangicus* n.sp., x300.  
Fig. 2: *Relanus multiperforatus* n.sp. (apical horn on the backside of the specimen and therefore not well visible), x250.  
Fig. 3: *Relanus multiperforatus* n.sp., holotype, x250.  
Fig. 5: *Relanus hettangicus* n.sp. (photo from the direction of excentric apical horn), x300.  
Fig. 6: *Syringocapsa coliforme* HORI, 1988, x300.  
Fig. 8: *Relanus striatus* n.sp., x300.  
Fig. 9: *Relanus striatus* n.sp. (recrystallized specimen), x300.  
Fig. 11: *Relanus hettangicus* n.sp., x200.  
Fig. 12: *Gorgansium alpinum* n.sp., holotype, x300.  
Fig. 13: *Gorgansium blomei* n.sp., holotype, x400.  
Fig. 14: *Relanus hettangicus* n.sp., x500.  
Fig. 15: *Xenorum jurassicum* n.sp., holotype, x250.

**Plate 17**

- Fig. 1: *Parahsuum primitivum* n.sp., holotype, x350.  
Fig. 2: *Parahsuum simplum* YAO 1982, x300.  
Fig. 3: *Droltus eurasiaticus* n.sp., holotype, x300.  
Fig. 4: *Droltus eurasiaticus* n.sp., x300.  
Fig. 5: *Droltus carinaspinosus* n.sp., holotype, x300.  
Fig. 6: *Droltus robustospinosus* n.sp., holotype, x300.  
Fig. 7, 9, 10: *Paracanoptum primitivum* n.sp., x300.  
Fig. 8: *Relanus hettangicus* n.sp., x300. (Photo from the opposite direction of apical horn, that is not visible)  
Fig. 11: *Paracanoptum* cf. *primitivum* n.sp., x350.  
Fig. 12: *Paracanoptum primitivum* n.sp., holotype, x300.  
Fig. 13: *Paracanoptum primitivum* n.sp., x350.  
Fig. 14: *Relanus hettangicus* n.sp., x250.
- Fig. 15: *Relanus hettangicus* n.sp., x200.  
Fig. 16: *Relanus hettangicus*, holotype, x300.  
Fig. 17: *Relanus striatus* n.sp., holotype, x200.  
Fig. 18: *Relanus striatus* n.sp. (holotype), x300.  
Fig. 19: *Relanus longus* n.sp. (holotype), x300.

Plate 1

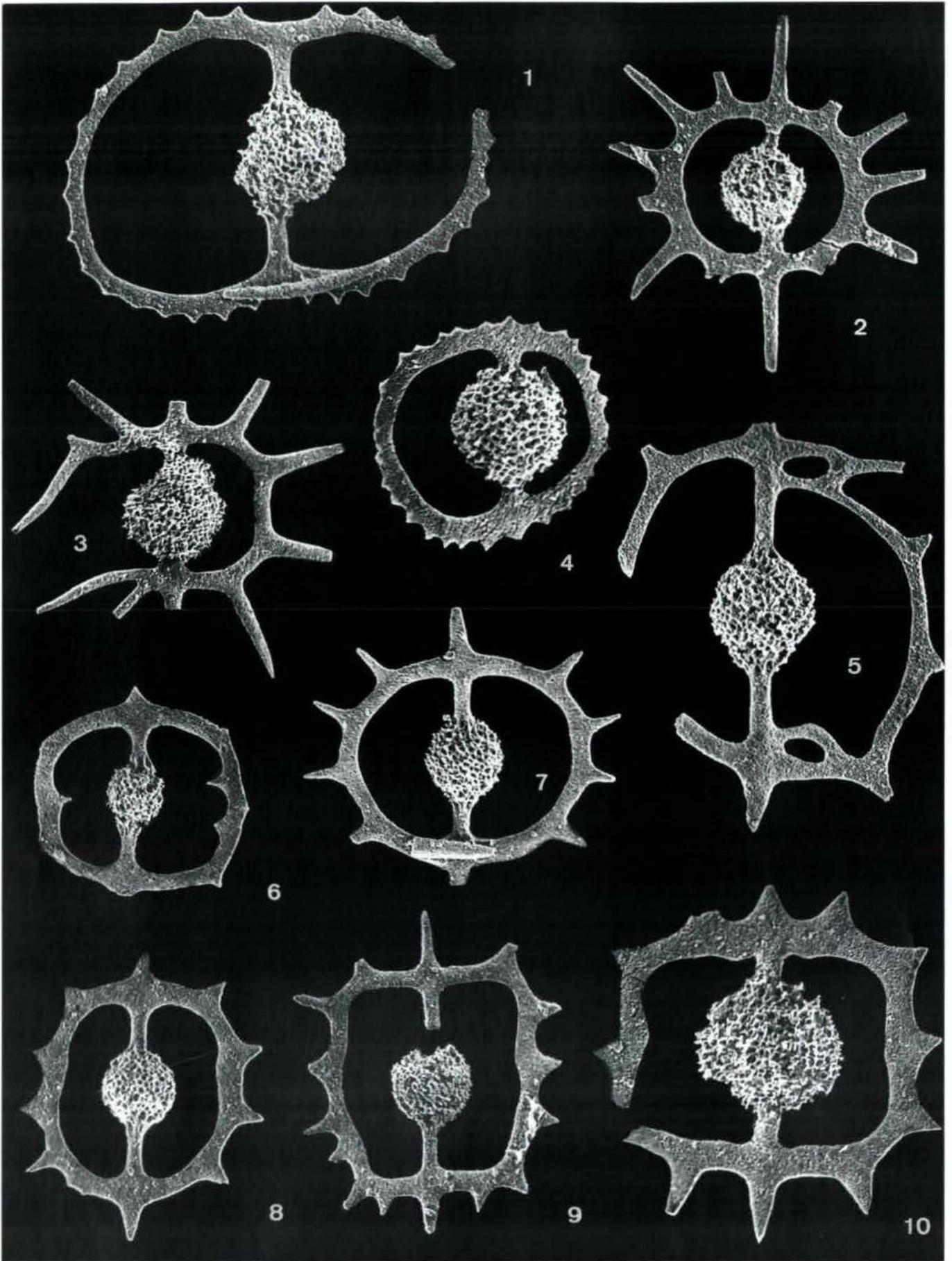


Plate 2

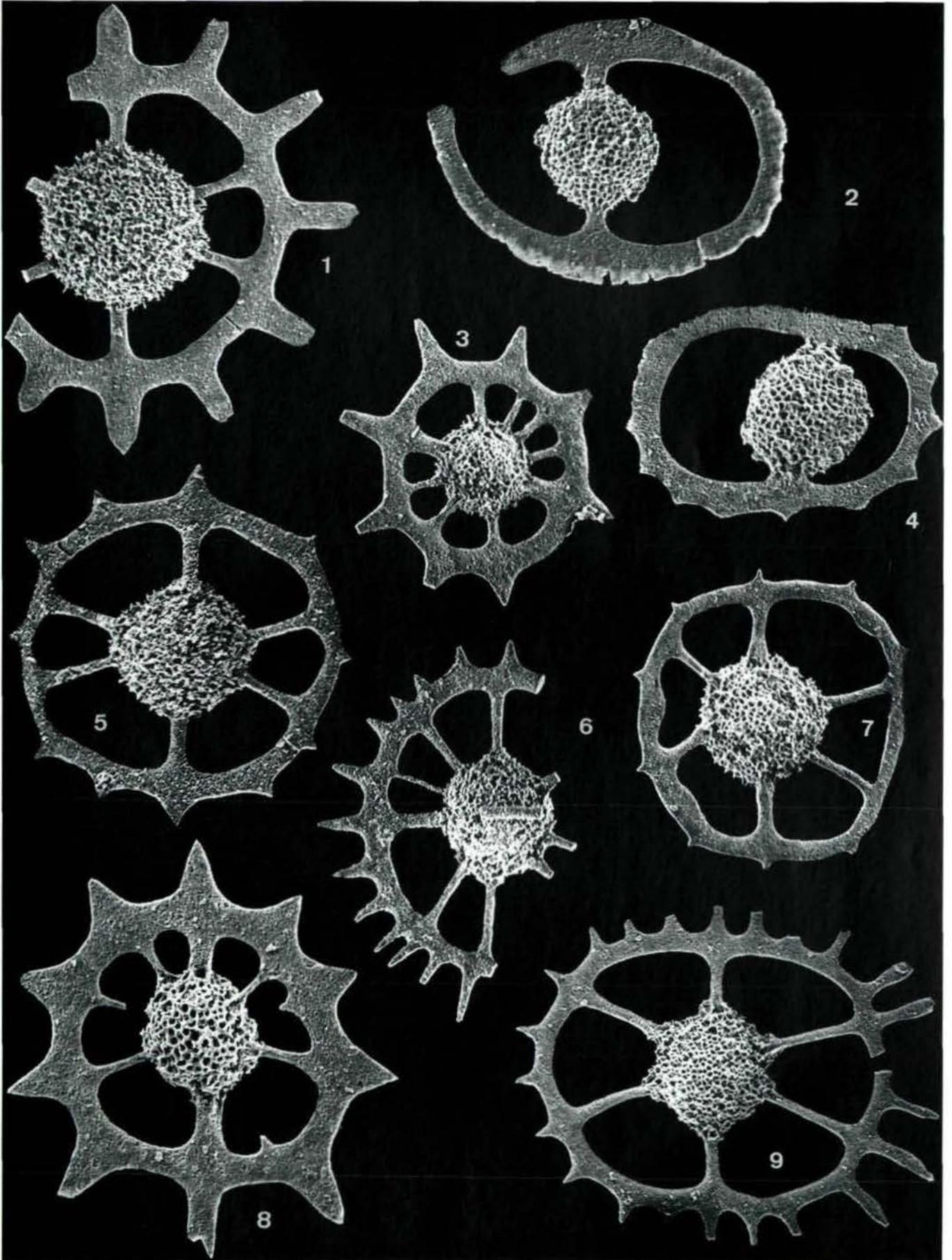


Plate 3

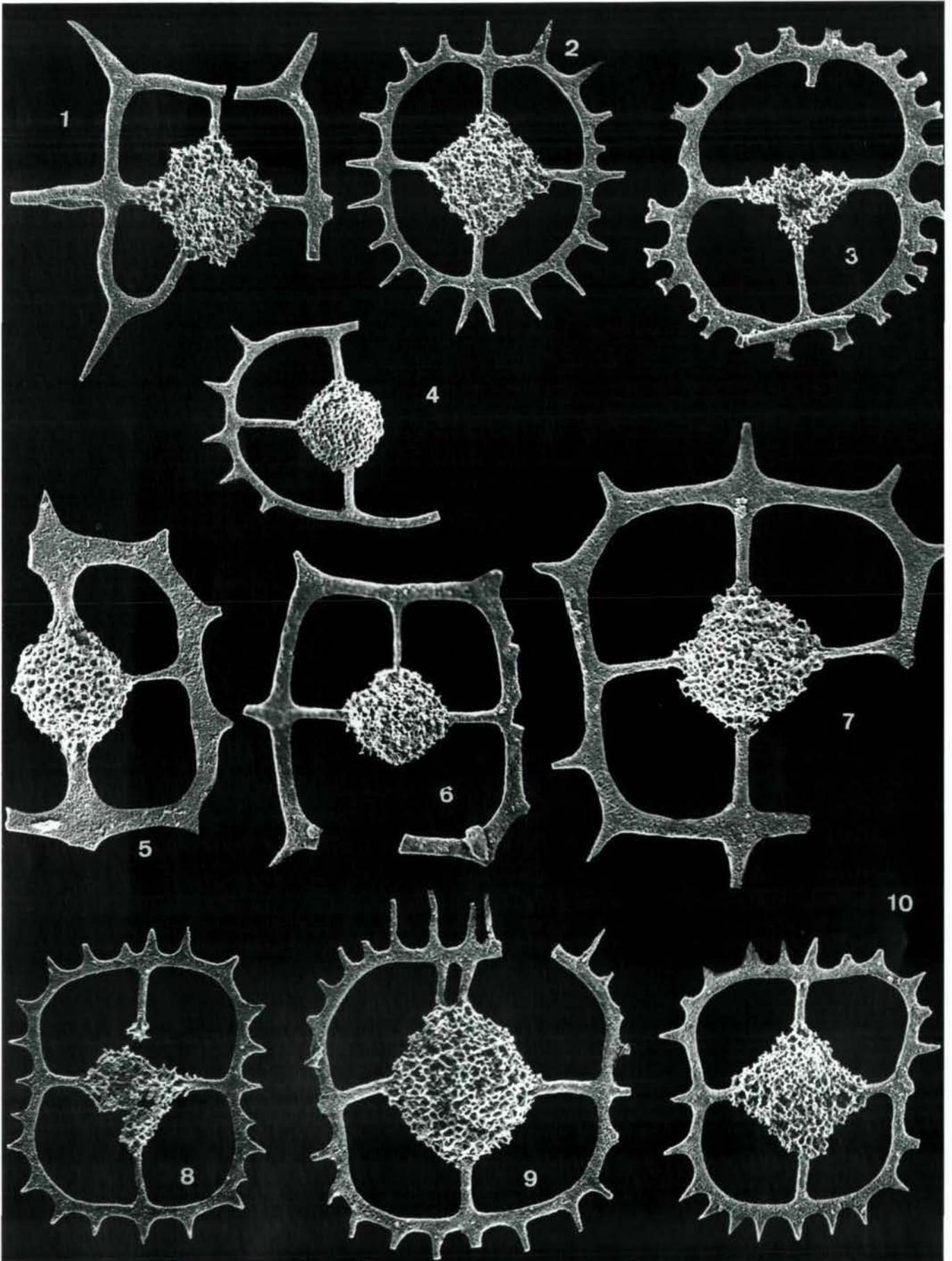


Plate 4

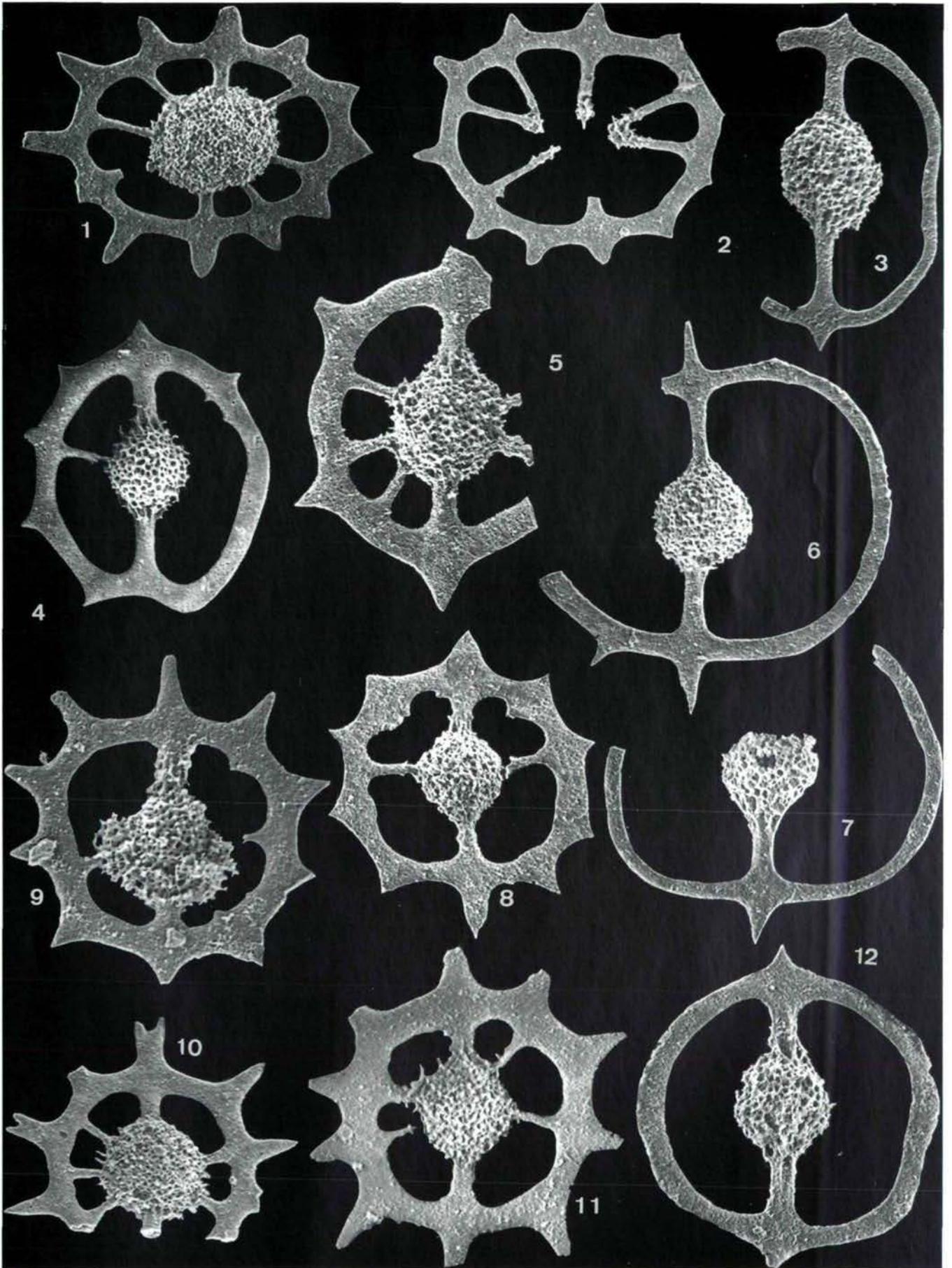


Plate 5

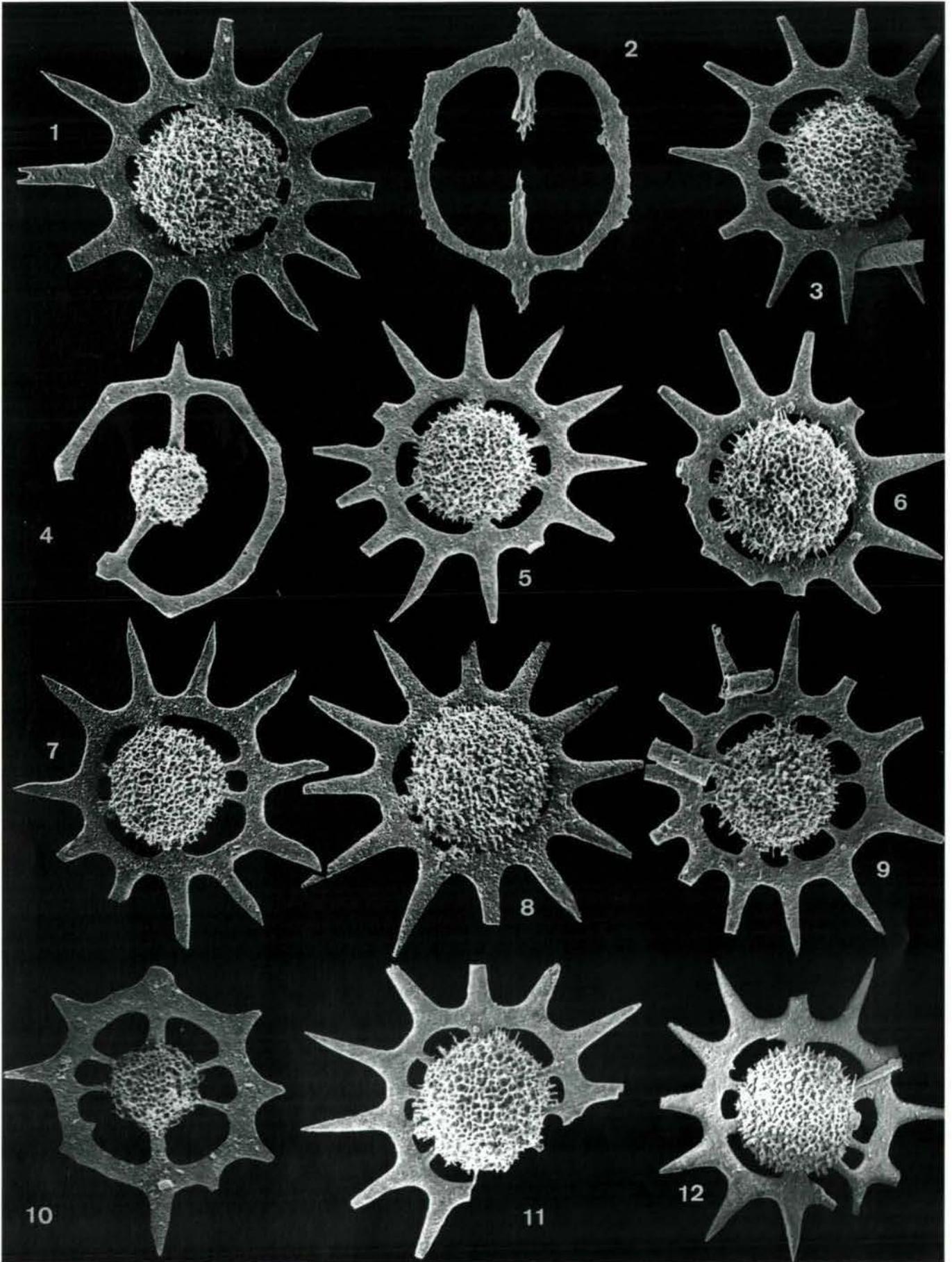


Plate 6

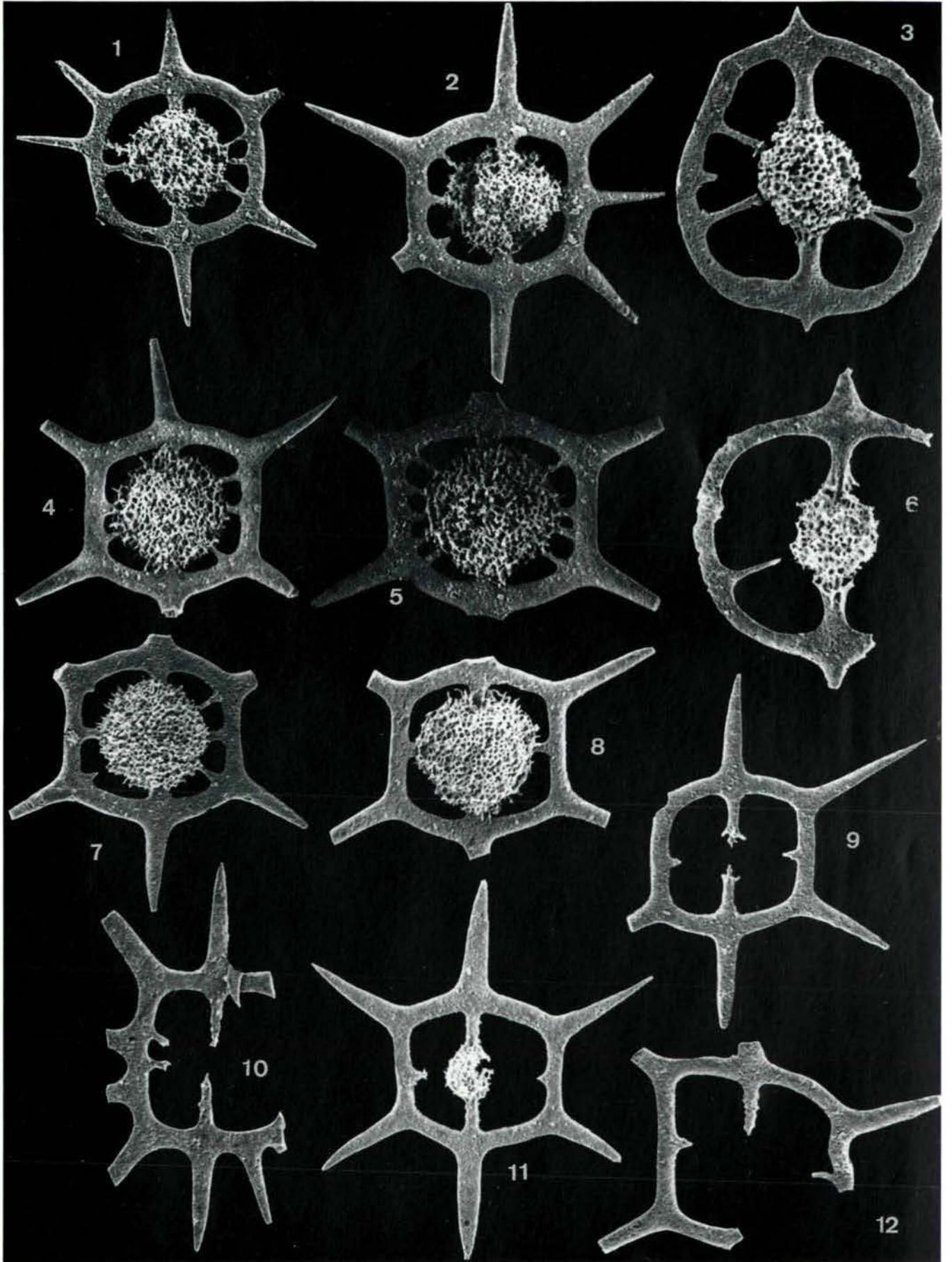


Plate 7

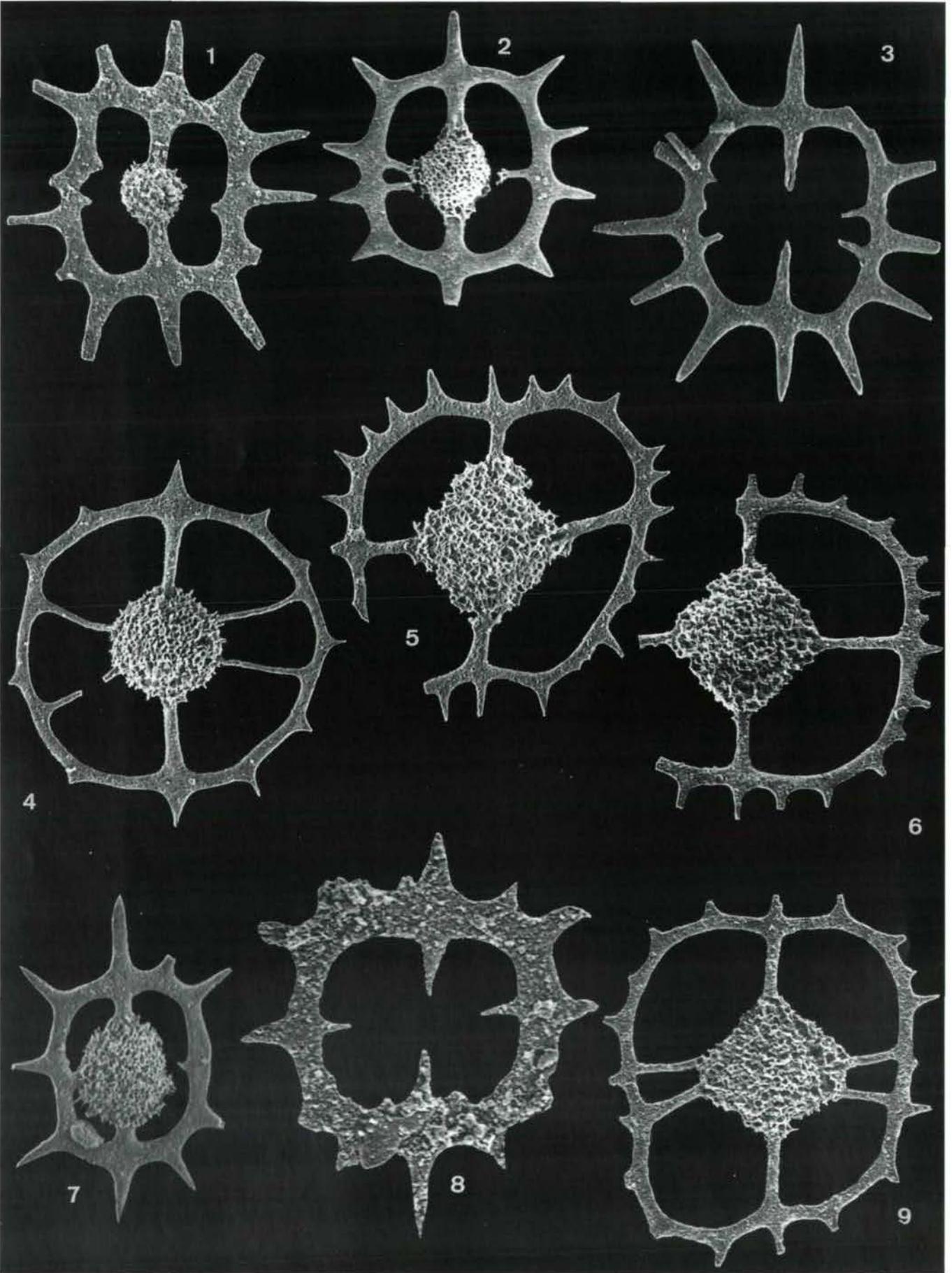


Plate 8

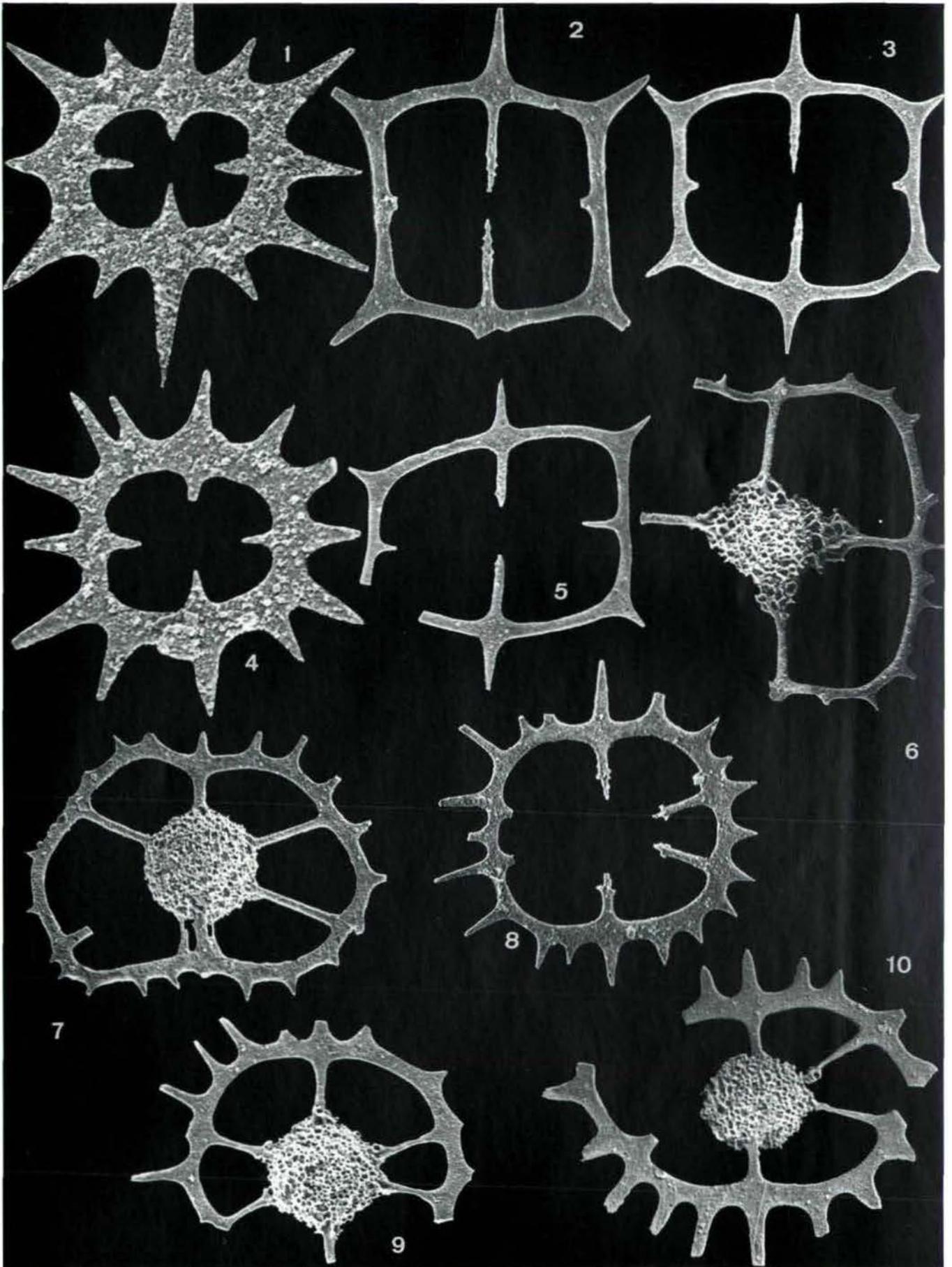


Plate 9

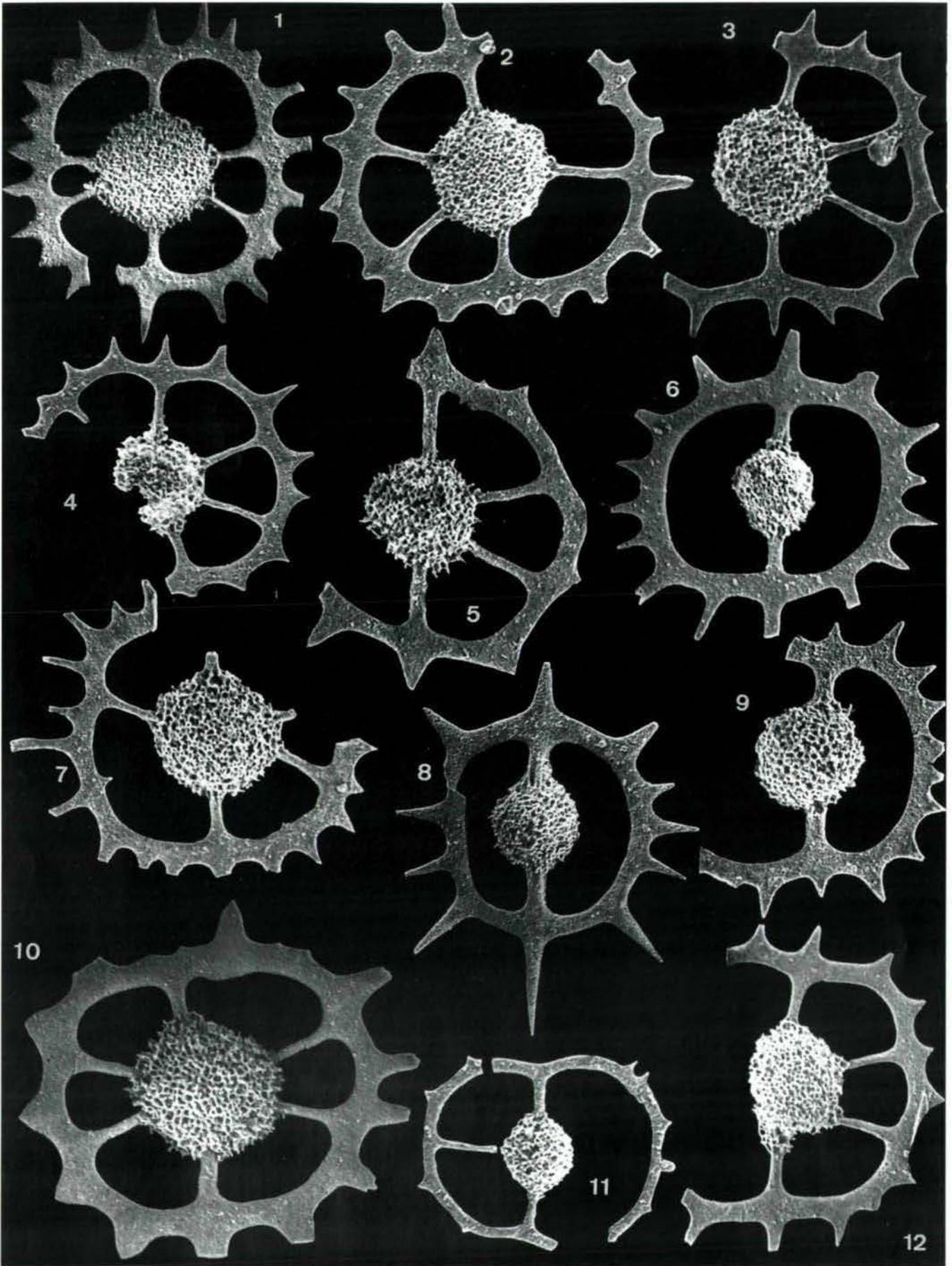


Plate 10

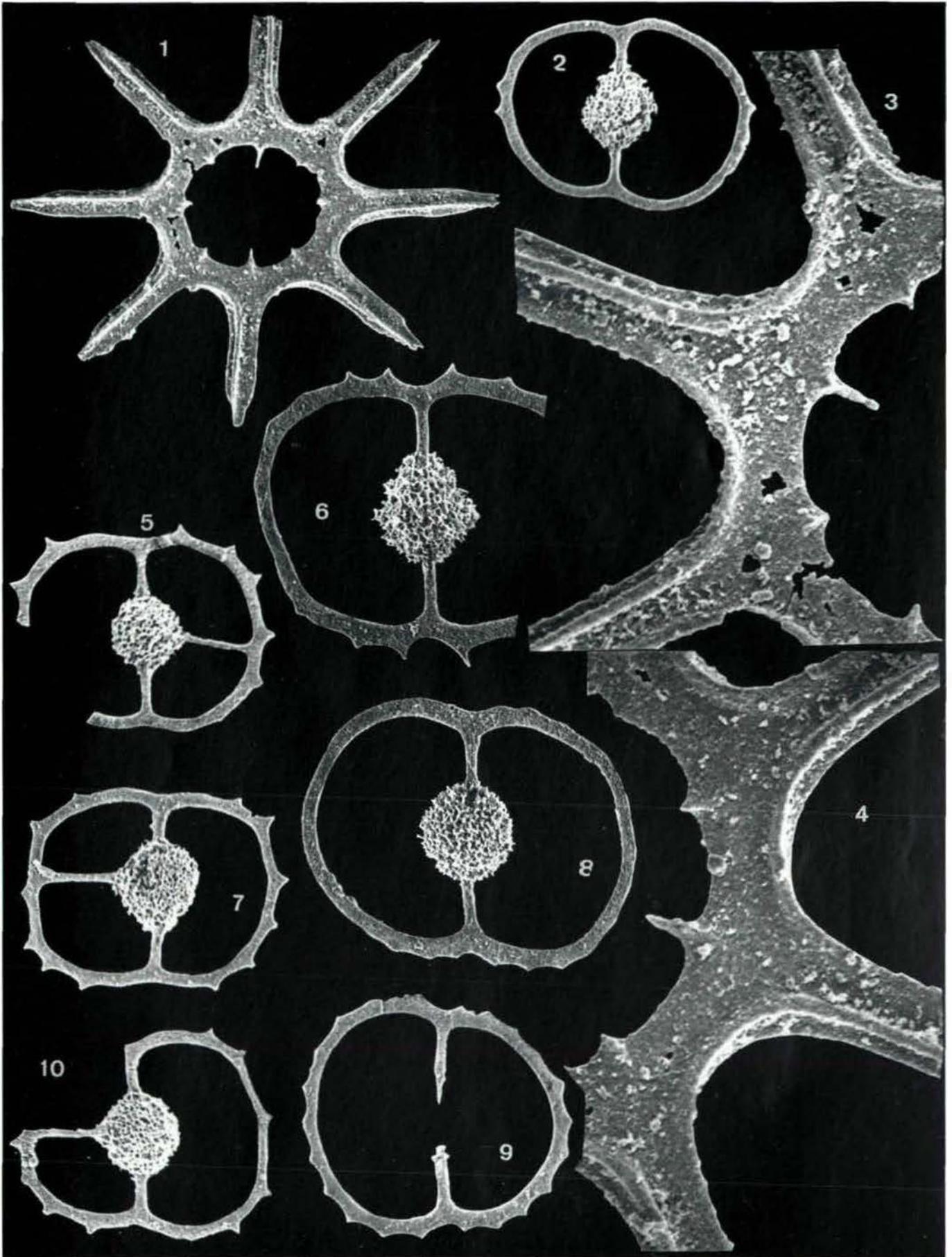


Plate 11

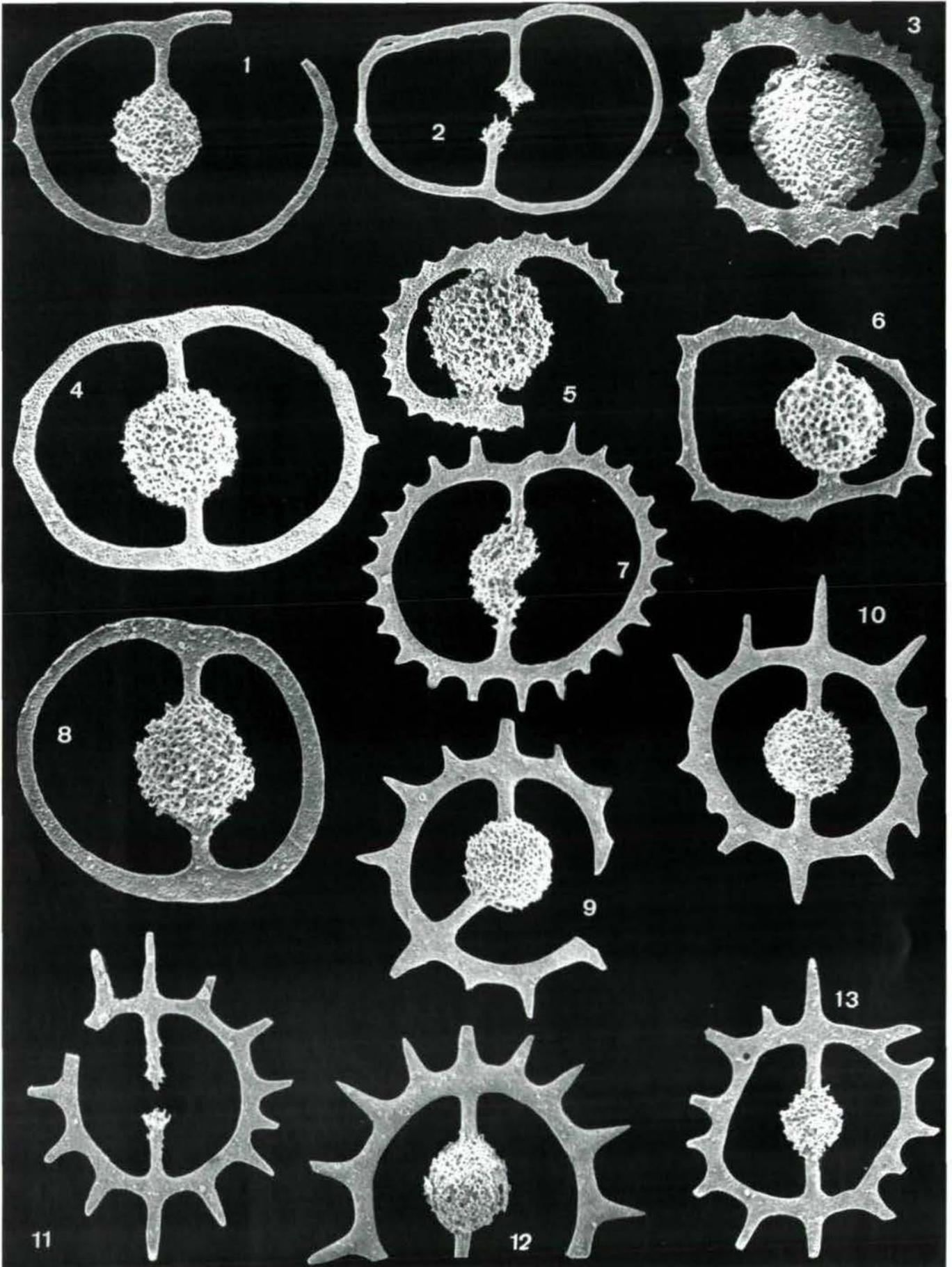


Plate 12

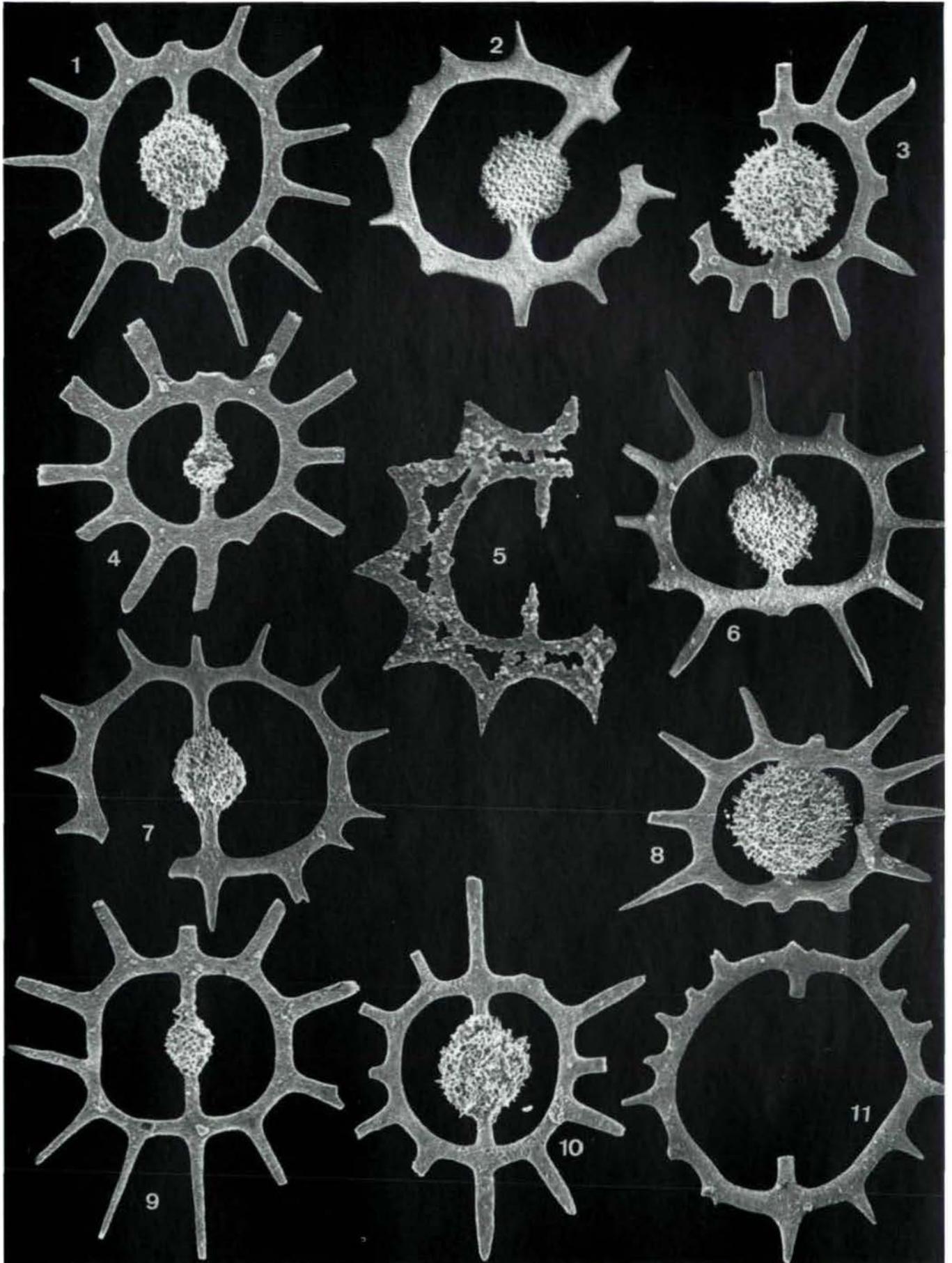


Plate 13

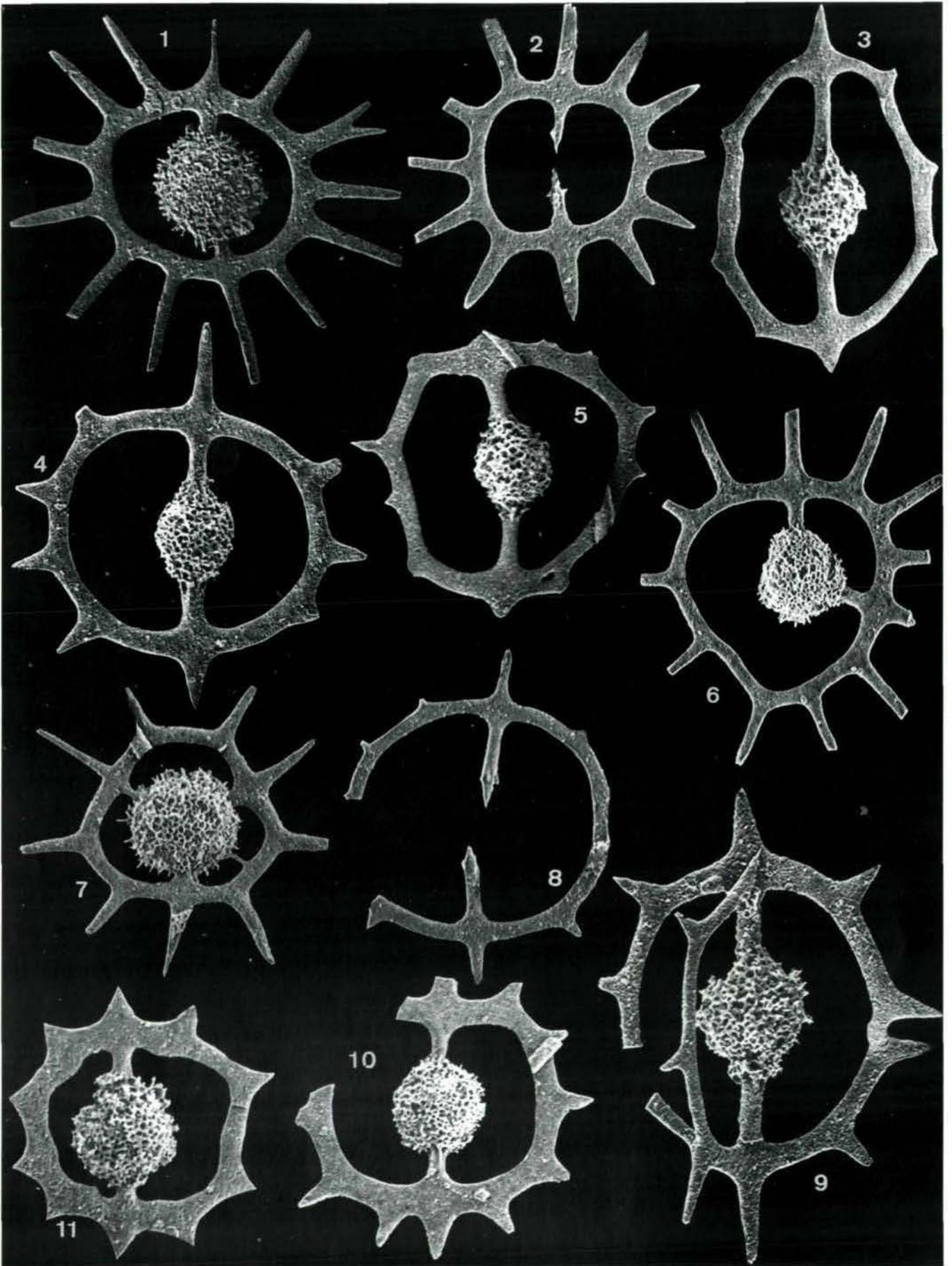


Plate 14

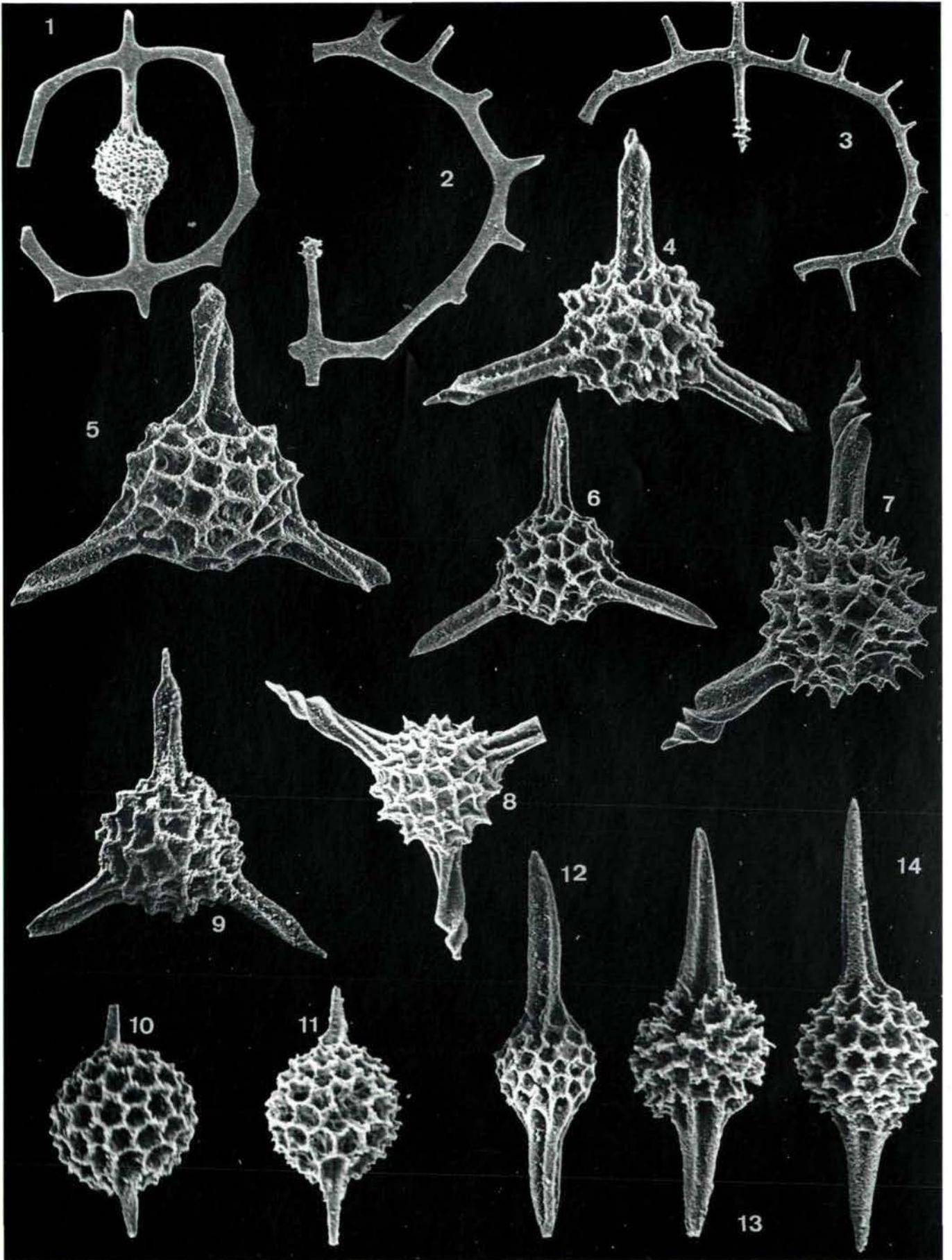
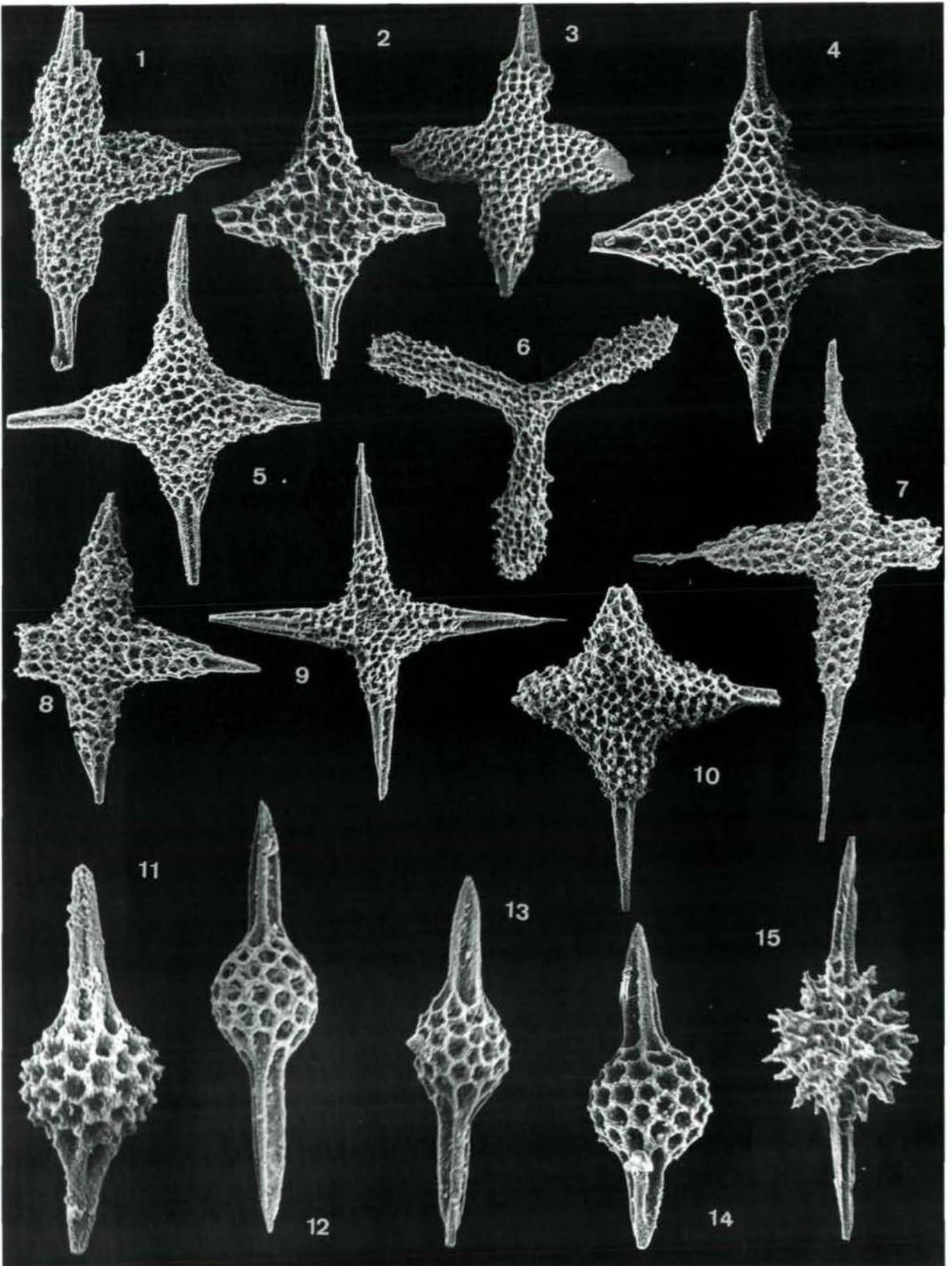


Plate 15



**ZUSAMMENFASSUNGEN DER IM ZEITRAUM 1979–1989 AM INSTITUT FÜR  
GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK  
APPROBIERTEN DISSERTATIONEN UND DIPLOMARBEITEN**

(nicht vollständig)

**1979**

Joannis SISMANIDIS

**1980**

Tilman ACHTNICH  
Katharina HOHENBÜHEL  
Herbert MÜLLER

**1981**

Rahmatollah ALIABADI  
Gabriele ANDORFER  
Vollmar APOLLONER  
Bernhard DAVOGG  
Dimitrios DIMITRIADIS  
Karl KRÄINER  
Peter NIEDERBACHER  
Volkmar STINGL

**1982**

Ingrid FLEISCHMANN  
Sven JACOBS  
Jean-Frank WAGNER  
Elisabeth ZIERLER-BERTHA

**1983**

Norbert HEIM  
Martin VINZENZ

**1984**

Tayebeh MOHTAT

**1985**

Walter FRIEDEL  
Ernst GSCHNITZER  
Karl HARTLEITNER  
Josef HOFER  
Gerhard POSCHER  
Manfred RIML

**1987**

Mario CARRANZA ALVARADO  
Parwin MOHTAT  
Christoph SPÖTL

**1988**

Martin OLBÖTER  
Diethard SANDERS  
Petra TSCHAUFESER

**1989**

Maria GSTREIN  
Eva KASPAR  
Peter KROIS  
Sebastian REISS

# GEOLOGIE DES PROFITIS-ILIAS-MASSIVS (RHODOS, GRIECHENLAND), MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER HYDROGEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE

Joannis Sismanidis

Dissertation (Innsbruck, 1979)

Nach vorangegangenen geologischen Arbeiten in Rhodos (Griechenland) erlaubt die vorliegende Untersuchung eine Darstellung der stratigraphischen, tektonischen und erstmals der hydrogeologischen Verhältnisse des Profitis-Ilias-Massivs im Zentrum der Insel Rhodos. Das Profitis-Ilias-Massiv, dessen Verbandsverhältnisse, Art und Raumlage der Gefüge eine Deckenbautektonik ergeben, ist geologisch mehreren Zonen zuzuordnen. Über der autochthonen Serie der Flysch-Sandstein-Ablagerungen (Paläozän-Lutet) lagern die allochthonen Einheiten des obertriadischen Salakos-Kalkes und der Archangelos-Decke, sowie die obertriadischen bis Oberkreide-Gesteine der Profitis-Ilias-Decke.

Die massigen bis gebankten Salakos-Kalke, ausschließlich reine Kalksedimente, stellen eine Bildung flachen Wassers dar. Geologisch sind sie der Tripolitza-Zone zuzuordnen.

Die Profitis-Ilias-Gruppe enthält Gesteinseinheiten unterschiedlicher Fazies. Der Elaphokampos-Kieselkalk

(Karn-Untertoarcien) bildet eine monotone Abfolge wohl gebankter, grauer bis dunkelgrauer Plattenkalke mit Hornsteinlagen und -linsen. Darüber lagern Radiolarite. Zum Hangenden hin treten auffallend rot und grün gefärbte, mergelige mikritische Kalke auf (Malona-Formation, Oberlias-Maastricht). Die Sedimente der pelagischen Profitis-Ilias-Gesteine sind durch Suspensionsströme eingeschwemmte detritische Flachmeersedimente. Diese allochthonen Ablagerungen werden der Olonos-Pindos-Zone zugerechnet. Als tektonisch höchste Einheit finden sich vielerorts isolierte Schollen einer ophiolithführenden Decke. Diese lithostratigraphischen Einheiten wurden mit den Abfolgen benachbarter Zonen in der West-Ägäis und in SW-Anatolien korreliert.

Die lithologische Ausbildung der Gesteine, der tektonische Bau, die Morphologie des Gebietes und dessen klimatische Bedingungen zusammen bilden die Grundlagen für Wasserführung und Wasserspeicherung im Profitis-Ilias-Massiv und seiner unmittelbaren Umgebung.

## DIE EISENSPITZE UND IHRE JURASSISCHEN BRECCIIEN

Tilman Achtnich

Dissertation (Innsbruck, 1980)

Bereits im Karn treten in den Raibler Schichten der Eisen spitze grobe sedimentäre Breccien auf.

Die außergewöhnliche Juraentwicklung setzt mit der Bildung von Spaltensystemen in der rhätischen Kalkplattform und ihrer tiefliassischen Verfüllung ein (-> Altkimmerische Phase). Eine syndimentäre Breccie, im Verzahnungsbereich Crinoidenrotkalkfazies und Graukalkfazies entstanden, überlagert die Spalten.

Die hangenden Lias-, Dogger- und Malmbreccien wurden in vier Komplexe gegliedert.

Von SW schaltet sich im Toarcien der Schüttungskörper der Megabreccie I mit hausgroßen Olistolithen in das Becken ein. Rhätolias- und Kössener Kalke, dazu graue Crinoidenkalke, dominieren die Komponentenverteilung. Die Breccie geht auf submarine Felsstürze und debris-flow-Mechanismen mit geringen Transportweiten

zurück. Feinklastische turbiditische Sedimente (-> low density turbidity currents) mit unvollständigen Bouma-Sequenzen, ebenfalls von SW geschüttet, verzahnen mit der Sapropelfazies der Manganschiefer, die sich vom Pariseer Becken im NE vorschiebt.

Die grobe Breccie II (tiefer Dogger) führt bereits vorwiegend Hauptdolomitkomponenten; ihr Transportmechanismus ist debris flow. Matrixarme grain-flow-Prozesse lieferten eine feinklastische Serie.

In das sich stetig vertiefende Becken wird Breccie III geschüttet. Sie arbeitet ebenfalls Hauptdolomit auf; Transport ist wiederum debris flow.

Letzte jurassische Bodenunruhe im Jura des Eisen spitzegebietes dokumentiert sich in Breccie IV, die sich in die basalen Aptychenschichten einschaltet. Erstmals werden die Rotkalke der Zürser Schwelle aufgearbeitet. Debris-flow-Mechanismen dominieren.

Die jurassischen Klastika wurden generell von SW in das SW-NE streichende Parseierbecken geschüttet. Die Eisenspitze repräsentiert den Nordabhang der E-W verlaufenden Zürser Schwelle. Abtrag und Sedimentation

verlagern sich stetig nach SW. Phasen verstärkter tektonischer Unruhe können am Beckenhang und auf der Zürser Schwelle parallelisiert werden.

## ZUR GEOLOGIE DER MASSENBEWEGUNGEN IM EINZUGSGEBIET DES RETTENBACHES BEI KIRCHBERG IN TIROL

Katharina Hohenbühel  
Dissertation (Innsbruck, 1980)

Das Einzugsgebiet des Retten- und Himmeltalbaches bei Kirchberg i.T. wurde geologisch und ingenieurgeologisch untersucht, wobei das Hauptaugenmerk auf die Massenbewegungen gerichtet war. Dazu wurde eine geologische Karte 1 : 10.000 mit 6 geologischen Profilen und einem hydrogeologischen Deckblatt erstellt, sowie eine ingenieurgeologische Detailkartierung im Maßstab 1 : 1000 durchgeführt. Für die petrographische Untersuchung der Gesteine wurden einige Proben entnommen und mikroskopisch bzw. röntgenographisch untersucht.

Bei der geologischen Arbeit ergaben sich hinsichtlich des tektonischen Bildes des Arbeitsgebietes einige neue Vorstellungen; das Erkennen des großen Talzuschubes, dessen Abrißbereich im NW-Hang des Jufen-Pengelsteinkammes liegt, hat die Interpretation bezüglich des inneren Baues der Hänge wesentlich beeinflußt. Mit Hilfe von Ergebnissen der Luftbilddauswertung des Arbeitsgebietes sowie direkter Beobachtung im Gelände konnte der Talzuschub teilweise abgegrenzt und seine morphologischen Erscheinungsformen erfaßt werden.

Bei der ingenieurgeologischen Detailkartierung wurde das Schwergewicht auf die geschiebematerialerzeugenden Massenbewegungen im unmittelbaren Wildbachbereich gelegt; dabei konnten Art, Zahl und Größe der Geschiebeherde in die Hektometerkarten eingetragen werden. Aus diesen geht hervor, daß vor allem drei Arten von

Massenbewegungen für die Bereitstellung von Geschiebematerial ausschlaggebend sind:

- Talzuschub (in den Rettenbach)
- Rotationsrutschungen in Lockergesteinsmassen und in Festgestein
- Uferanrisse (zum Teil in Verbindung stehend mit Rotationsrutschungen im Fest-, seltener im Lockergestein)

Das meiste Geschiebematerial wird derzeit aus den Uferanbrüchen bezogen, da sich die Mehrzahl der Anrisse schon in der relativ kurzen Beobachtungszeit von 1972 bis 1979 sehr erweitert hat. Die beiden übrigen Arten von Massenbewegungen sind als potentielle Geschiebeherde anzusehen, die erst bei anomalen Niederschlagsverhältnissen aktiviert werden, dann aber bedeutende Geschiebeherde darstellen können.

Um über die hydrogeologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet der beiden Wildbäche Aufschluß zu geben, wurden hydrographische Daten (Jahresniederschlag, aussergewöhnliche Niederschlagsereignisse) gesammelt und eine hydrogeologische Kartierung durchgeführt.

Die derzeit aktivsten (permanenten) Geschiebeherde befinden sich im Bereich der paläozoischen Tonschiefer (Wildschönauer Schiefer und vulkanogene Schiefer) bzw. der ihnen aufliegenden autochthonen Lockergesteinsmassen, welche ein bei Hinzutreten von Wasser sehr leicht mobilisierbares Material darstellen.

## MASSENBEWEGUNGEN IM EINZUGSGEBIET DES HOPFGARTENGRABENS

Herbert Müller

Dissertation (Innsbruck, 1980)

Die Hochwasserkatastrophen der Jahre 1965 und 1966, die weite Gebiete Österreichs heimsuchten, verursachten auch in der Gemeinde Hopfgarten in Deferegggen erhebliche Schäden an Baulichkeiten und Kulturgrund.

Der Ortskern des Dorfes Hopfgarten liegt auf dem Murkegel des Hopfgartengrabens, der am Südhang des Defereggengebirges ein Einzugsgebiet von 2.6 km<sup>2</sup> entwässert. Auf diesem Areal sind Massenbewegungen im Gange, die zu katastrophalen Murgängen führten und eine permanente Bedrohung der Gemeinde Hopfgarten darstellen.

Dies war der Anlaß für Prof. Mostler, Umfang und Ursachen der Massenbewegungen im Einzugsgebiet des Hopfgartengrabens untersuchen zu lassen und jene Bereiche ausfindig zu machen, welche die günstigsten Voraussetzungen für Sanierungsbauten aufweisen.

Ca. 100.000 m<sup>3</sup> Lockermaterial sind durch Übersättigung während der Schneeschmelze und durch Bewegungen im Felsuntergrund in Bewegung geraten. Weitere Bereiche der Frouze sind bedingt abgangsgefährdet.

Die starke Tiefenerosion und die aufgeweiteten ac-Klüfte führten an der Ostflanke des untersten Mehlgrabens zu einer Felssackung von annähernd 130.000 m<sup>3</sup>. Dieselben Ursachen führten auch zu einer Setzungsbewegung des rechtsseitigen Ufers des Hopfgartengrabens zwischen 1.540 und 1.700 m SH.

Der ganze Bereich Maurich, ein Talzusub mit verschiedenen mobilen Teilbereichen, ist in seinem untersten Bereich vollkommen in grobes Blockwerk zerlegt, das zudem noch in durchfeuchtetem, feinem Gesteinszerreißel schwimmt und dadurch erhöht abgangsgefährdet ist. Der Hopfgartenbach unterspült hier den Hangfuß, wodurch wiederum 250.000 m<sup>3</sup> grobes Blockwerk mobil wurden.

Nur eine weitgehende Verhinderung der fortschreitenden Eintiefung des Hopfgartengrabens und des Frouzegrabens, wünschenswert wäre sogar eine Hebung des Niveaus des Hopfgartengrabens, kann das Abfahren von Lockermassen und grobem Blockwerk in der Größenordnung von mehreren 100.000 m<sup>3</sup> verhindern.

## ZUR GEOLOGIE DER KITZBÜHLER ALPEN (ZWISCHEN SCHWARZACHGRABEN UND JOCHBERGER ACHE) UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER GRÜNGESTEINE UND DER DAMIT VERKNÜPFTEN ERZLAGERSTÄTTEN (TIROL / SALZBURG)

Rahmatollah Aliabadi

Dissertation (Innsbruck, 1981)

Im Bereich der Nördlichen Grauwackenzone, zwischen Schwarzach-Graben und Jochberger Ache, wurde eine geologische Kartierung durchgeführt und eine Karte im Maßstab 1 : 10.000 angefertigt.

In diesem Gebiet handelt es sich um altpaläozoische Gesteine im lithostratigraphischen Niveau der Wildschöner Schiefer, tektonisch gesehen im Stockwerk 3 (Jochberg-Einheit) nach MOSTLER (1973).

Dabei wurden generell folgende Gesteinstypen unterschieden:

Klastische Sedimentgesteine

Saure und basische Magmatite

Tuffitische Gesteine bzw. Pyroklastika

Diese Gesteine sind schwach metamorph (Untere Grünschiefer-Fazies).

Die Sedimentgesteine lassen sich in schwarze Tonschiefer, helle Tonschiefer und Sandsteine mit unterschiedlicher Korngröße und Farbe unterteilen. Als Besonderheit konnten Sandsteine mit Fossilschalen gefunden werden.

Die magmatischen Gesteine setzen sich aus Pillow-Laven, Diabasen, Tuffen, Tuffiten und Porphyroiden zusammen.

Pillow-Laven entstanden im Flachwasser (Gasblasen) und weisen Einsprenglinge von Plagioklas und Augitkörnern auf.

Diabase treten meist in Form von Gängen und Sills auf und lassen sich in 5 Typen als Diabase mit großen Plagioklasen und großen Augiten, Diabase mit großen Plagioklasen; Diabase mit großen Augiten, Diabase mit kleinen gleichkörnigen Plagioklasen und als Diabase mit großen Plagioklasen und großen Hornblenden unterteilen.

Tuffe werden in zwei Typen beobachtet, die über- und nebeneinander lagern. Nach der Farbe bzw. nach dem Hämatitgehalt unterscheidet man violette Tuffe und grüne Tuffe.

Tuffitische Gesteine bestehen zu 50% aus Sedimentmaterial. Sie sind meist feinkörnig und geschichtet.

Porphyroide konnten, als helle, saure Vulkanite, nur an zwei Stellen, zwischen Sedimenten lagernd, gefunden werden.

Von 20 Magmatiten (Diabase, Pillow-Laven) aus der Grauwackenzone wurde der Chemismus untersucht.

Dabei wurde festgestellt, daß es sich im Untersuchungsgebiet bei der Mehrzahl der Diabase bzw. Pillow-Laven um Alkalibasalte und nur untergeordnet um Tholeiitbasalte handelt. Als Fördergebiete kommen für die untersuchten Magmatite Ozeanische Rücken, Ozeanische Inseln und der Kontinentalbereich in Betracht. Nach COLINS et al. (1980) stammen die Magmatite aus einem, im Ordovizium aufgetretenen, Riftsystem.

Besondere Aufmerksamkeit wurde der Untersuchung von Erzlagerstätten im Arbeitsgebiet geschenkt. Hier wurde erstmals eine vulkano-sedimentäre Eisenerzlagerstätte bzw. Hämatit-Eisenerzlagerstätte des Lahn-Dill-Typs nach QUADE (1976) festgestellt.

Im gesamten Aufnahmegebiet wurden Kupferkies- und Pyritlagerstätten, jedoch besonders die Cu-Vererzung des "Kelchalpe"-Bergbaus, untersucht.

## ZUR GEOLOGIE VON LANGBATHZONE UND HÖLLENGBIRGSNORDRAND (OBERÖSTERREICH)

Gabriele Andorfer

Dissertation (Innsbruck, 1981)

Für die vorliegende Studie wurden der Höllengebirgsnordrand und ein Großteil der Langbathzone bis zum nördlich angrenzenden Flysch im Maßstab 1:10 000 kartiert. In der Kartierung stellte sich heraus, daß eine von den früheren Autoren nie erwähnte Vielfalt von Schichtgliedern am Aufbau der Langbathzone beteiligt ist. Einige davon konnten für diesen Bereich zum ersten Mal nachgewiesen werden:

- Haselgebirge
- Enzesfelder Kalke
- Liasfleckenmergel und Liaskieselkalk
- Synsedimentäre Breccien (Grünanger-Schichten)
- Tithonflaserkalk
- Oberalmer Schichten

Die Sedimentation der Kreidesteine dauerte möglicherweise bis ins Maastricht an. In der Langbathzone ist von der Trias bis in die Kreide eine relativ kontinuierliche Schichtfolge festzustellen.

Insgesamt wurden für die Langbathzone vier Diskordanzen auskartiert, und zwar:

Nor (?Rhät)/Lias  
Lias/Dogger  
Neokom  
Gosau

Fraglich ist die Diskordanz der Tithonflaserkalke auf den Lias-?Dogger-Gesteinen.

Für die Langbathzone ist generell folgendes Bauschema anzuführen:

- Das allgemeine Streichen ist E-W, geringe Verstellungen sind z.B. im Traunseebereich im Grenzgebiet zum Höllengebirge zu beobachten.
- Die triadische Basis der Langbathzone ist entlang dem Langbath-Pfrillenbachtal zu einer E-W-streichenden Antiklinale gewölbt, die im W unter das nach N vorspringende Höllengebirge taucht (Ht.-Langbath-Grenzblatt nach A. TOLLMANN, 1976).
- In der Trias sind erste kleinere Bewegungen anhand synsedimentärer Versetzungen im Plattenkalk zu beobachten. Die triadische Basis wurde zu einem relativ hohen Relief gewölbt (mindestens 200 m, wahrscheinlich aber 400 m und mehr).
- Die Jurasedimente sind diskordant aufgelagert. Im Jura ist eine mehr oder minder ununterbrochene Schichtfolge nachweisbar.
- Von Pliensbach bis ?Oxford kommt es zu großen Gleitschollenbewegungen, vor allem in Richtung des

- nördlich anschließenden Beckens, das durch die Fleckenmergelfazies nachgewiesen werden konnte.
- Kreideablagerungen überlagern diskordant Jura und Trias.
- Eine weitere Diskordanz kommt durch das Eindringen des Gosaumeeres zustande.
- Wahrscheinlich postneokom kommt es zu entscheidenden Bewegungen zwischen Hölleengebirge und Langbathzone, die die Stirnaufwölbung des Hölleengebirges und die Überlagerung des Südschenkels der Langbathantiklinale durch das Hölleengebirge zur Folge haben. Ähnlich gerichtete Bewegungsvorschläge dürften auch zwischen Langbath- und Flyschzone stattgefunden haben, auch wenn die Störungsfläche zwischen diesen beiden Einheiten auf lange Strecken hin N-fallend verläuft.
- Die Störungsfläche zwischen Langbathzone und Hölleengebirge ist meist flach S-fallend. Die Gesteine der Langbathzone selbst scheinen an der Störungsfläche zu einer teils überkippten Mulde zusammengedrückt:

- Ablagerungen aus Jura und Kreide sind sowohl im S- als auch im N-Schenkel der triadischen Langbathantiklinale in Form zusammengedrückter Mulden erhalten.
- Das Hölleengebirge erscheint als großer, starrer Block, der im N relativ stark herausgehoben und später entweder nach N etwas nachbewegt wurde oder dessen Untergrund nach S verschleppt wurde.

Bewegungen kleineren Ausmaßes sind in Form von Bergstürzen und Bergzergleitungen vor allem inter- und postglazial anzunehmen. Im Bereich Dürren-Alpengraben sind rezente Hebungen und Zerrüttungen, die möglicherweise durch aufdringendes Haselgebirge bedingt sind, zu vermuten.

In einem Überblick über die tektonischen Theorien zu den Nördlichen Kalkalpen wird die Problematik der ungenauen Begriffsbildungen aufgezeigt und zur Einführung neuer Arbeitsbegriffe und exakter Definitionen ange-regt. Ebenso dürfte eine Vereinheitlichung der Schicht-gliedbezeichnungen große Erleichterungen für geowissenschaftliche Arbeiten bringen.

## ROHSTOFF- UND REGIONALGEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM RAUM KITZBÜHEL UND KALS

Vollmar Apolloner

Dissertation (Innsbruck, 1981)

Die vorliegende Arbeit betrifft zwei voneinander unabhängige Gebiete, die unter rohstoffkundlichen und regionalgeologischen Aspekten bearbeitet wurden.

Das erste Gebiet befindet sich südwestlich von Kitzbühel in der zweiten tektonischen Einheit der Nördlichen Grauwackenzone (Oberostalpin). Dieses wurde im Maßstab 1 : 5.000 kartiert, wobei der permischen Basalbreccie besonderes Augenmerk galt. Diese wurde auf ihre Verwertbarkeit als Dekorstein untersucht. Es kamen dabei Dünnschliffuntersuchungen, Röntgendiffraktometeranalysen und Beobachtungen im Gelände als auch an in Kitzbühel schon seit längerer Zeit verbauten gleichen Gesteinen zur Anwendung.

Aus petrographischen und morphologischen Gesichtspunkten kann die Basalbreccie an zwei Stellen abgebaut werden.

Die Basalbreccie kann aufgrund der Zusammensetzung der Carbonatkomponenten dreigliedert werden. Der erste Typ ist durch beinahe ausschließliches Vorherrschen von Kalkkomponenten gekennzeichnet, im zweiten

treten praktisch nur Dolomitkomponenten auf, im dritten Typ können sowohl kalkige als auch dolomitische Bestandteile beobachtet werden.

Die Basalbreccie wurde von zwei Dolomitisierungen erfaßt. Die erste erfolgte vor der Deformation, die zweite, wesentlich schwächere, nach dieser.

In den die Basalbreccie überlagernden permoskythischen Tonschiefern konnte das mixed-layer-Mineral Paragonit/Muskowit nachgewiesen werden, welches eine gerade erst beginnende alpidische Metamorphose in diesem Gebiet belegt.

Das zweite Arbeitsgebiet liegt östlich von Kals in der Matreier Zone (Unterostalpin) und wurde im Maßstab 1 : 10.000 kartiert. Dort wurden in erster Linie ein Serpentin- und ein Gipskörper, aber auch die anderen auftretenden Gesteine auf ihre Verwertbarkeit hin untersucht. Der Serpentin ist für eine Verwertung als Dekorstein zu stark tektonisch zerlegt, höhere Erzkonzentrationen, die eine eventuelle integrierte Nutzung erlauben würden, treten nicht auf. Der Gips ist zu stark verunreinigt, außerdem läßt,

wie bei anderen Gesteinen auch, die Morphologie einen Abbau nicht zu.

Ein Prasinitzug, der stets mit permotriadischen Quarziten auftritt, wurde in das Skyth eingestuft. Es handelt sich dabei um ehemalige Tuffe, die im Zuge einer Zerrungstektonik entstanden sind.

Der Serpentinikörper weist lherzolitischen Chemosismus auf und ist Bestandteil des ultramafischen

Komplexes einer Ophiolithsequenz. Er wurde aus dem penninischen Raum eingeschuppt. In diesem Serpentin treten drei tektonisch eingeschuppte Linsen auf, die sicher metamorphe Sedimente darstellen (Carbonate, Kalkchloritphyllit). Die Matreier Zone wurde mit Teilen der nördlich angrenzenden Schieferhülle als tektonische Melange gedeutet.

## **GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN BASISCHEN MAGMATITEN IM WESTABSCHNITT DER NÖRDLICHEN GRAUWACKENZONE UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG IHRER EIGNUNG ALS NATÜRLICHE ROHSTOFFE**

Bernhard Davogg

Dissertation (Innsbruck, 1981)

Auf Grund der durch die Thematik der Arbeit bestimmten Zielsetzung und Aufgabenstellung, erfolgte zuerst eine Auskartierung der magmatogenen Sequenz innerhalb der tieferen Wildschönauer Schiefer in den 3 ausgewählten, relativ begrenzten Gebieten im Tiroler Abschnitt der Nördlichen Grauwackenzone im Maßstab 1: 20.000 bzw. 1:10.000.

Insgesamt konnte eine, wohl für den Bereich der westlichen Grauwackenzone charakteristische, Palette von Produkten des mittellovdovizischen basischen Magmatismus gefunden werden. Sie reicht von Duniten und Peridotiten (jetzt vollständig serpentiniert) über Pyroxene, klinopyroxenführende und klinopyroxenfreie Gabbros bis zu Diabaslagergängen verschiedener Mächtigkeit, Lavadecken und Pillowlaven, begleitet werden sie von tw. mächtigen Tuff- und Tuffitabfolgen. Vergleiche des Gesteinsaufbaues, des Mineralbestandes, des Mineralgefüges bzw. der chemischen Zusammensetzung mit den Beschreibungen über Ophiolithsequenzen ergaben viele Gemeinsamkeiten. Die Auswertung der chemischen Analysen ergibt als wahrscheinlichen chemischen Charakter des Ausgangsmaterials den eines Tholeiites und somit (nach

PEARCE & CANN) eine Genese an einer konstruktiven Plattengrenze. Auffallend ist weiters jedoch die relativ differenzierte räumliche Verteilung der einzelnen Magmatit- und Sedimentvarietäten. An Hand eines paläogeographischen Modellprofils für das späte Ordovizium versuchte ich, die möglichen Ursachen hierfür darzustellen.

Die nach den Kartierungsergebnissen für einen technisch durchführbaren Abbau eventuell als geeignet angesehenen Magmatitvorkommen wurden zur Erfüllung der Projektzielsetzungen auf, verschiedene Verwendungszwecke als mineralischer Rohstoff charakterisierende, Gesteinseigenschaften hin untersucht. Die Klassifizierung der Gesteinsqualität stützt sich dabei vor allem auf das die Eigenschaften stark beeinflussende Mineralgefüge und den Mineralbestand. Weiters erlauben Angaben über die abbautechnischen, volumensmäßigen und verkehrstechnischen Verhältnisse und über die Umweltsituation der einzelnen Lagerstättenräume eine Beurteilung aus wirtschaftlicher Sicht bei Beachtung einer integrierten Nutzungsplanung. Die Ergebnisse der Arbeit sind derart, daß alle 3 untersuchten Gebiete in eine Bestandskartei zur späteren Heranziehung und Nutzung aufgenommen werden können.

# HANGTEKTONIK IM RAUME VON OBERGURGL (ÖTZTAL-TIROL)

Dimitrios Dimitriadis  
Dissertation (Innsbruck, 1981)

Das Gebiet von Obergurgl wurde einer geomorphologischen Untersuchung unterzogen. Es erwies sich dabei mit seiner reichen, jungen Hangtektonik, seinen verschiedenen spätglazialen Moränenablagerungen sehr geeignet. Dazu kommt eine ausgeprägte Abhängigkeit der Formen vom strukturellen Bau. Weitaus vorherrschendes Gestein sind Biotit-Plagioklas-Gneise und Schiefergneise. Die heute vorliegende Groß- und Kleinformung erweist sich als das Ergebnis des Zusammenwirkens aller hier herrschenden geologischen Kräfte.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Erfassung möglichst aller Hangbewegungen durchgeführt und das Flächengefüge der Gesteine ermittelt. Dazu kommt eine an Hand des Luftbildes unter Auswertung der Gelände-Beobachtungen gezeichnete geomorphologische Übersichtstafel.

Bedingt durch das Streichen und Fallen der Öztaler Gneise in diesem Raum besitzt das Gurgler Tal eine ausgeprägte morphologische Asymmetrie. Die westliche (linke) Talflanke liegt in den "Schichtköpfen" und ist steil und ungliedert. Die östliche (rechte) Talflanke hingegen liegt mehr oder weniger gleichsinnig zu den Schieferungsflächen der NNW-wärts einfallenden Paragneise.

Die Lage der Schieferungs- und der Kluftflächen, vor allem der ac-Flächen in Beziehung zur Talrichtung ist ausschlaggebend für die Art der Hangtektonik. Das Gestein wird von zwei zweischarigen, gleichscharigen Kluftsystemen geschnitten, wobei die einzelnen Kluftscharen beider Kluftsysteme einen hohen Durchtrennungsgrad besitzen. Das heißt, die Kluftflächen sind z.T. nicht verheilt, offen und reichen tief in den Felskörper hinein.

Den Biotit-Plagioklasgneisen sind mitunter, im ganzen Gebiet verstreut, dünne Glimmerschiefer-Lagen eingeschaltet. Sie wirken als Diskontinuitätsflächen und zeichnen spätere Bewegungsbahnen vor. Dagegen besitzen Abweichungen im Mineralbestand der Biotit-Plagioklasgneise für die Hangtektonik nur geringe Bedeutung. Stärkerer Quarzgehalt ergibt nur härtere, schwerer verwitterbare Gesteine.

Im Gesteinsstreichen bedingt ist eine weitere Asymmetrie des Gurgler Tales: Während am westlichen Berghang nur kurze Karmulden auf den Rest einer alten Landoberfläche ("Küppeln und Sonnenberg-Alm" der Österr. Karte 1:75.000, für Teile "am Soom" der AV-Karte, auch Seenplatte genannt) ausmünden, greifen ostseitig (rechts) längere gleichlaufende Seitentäler zum Hauptkamm em-

por: Lang-Tal, Rotmoos-Tal, Gaißberg-Tal, Verwall-Tal, Königs-Tal, Timmel-Tal.

Dieselbe alte Landoberfläche, die westseitig am Unterrand der Karte erhalten ist, ist auch ostseitig in weit ausholenden Flächen erhalten, allerdings besonders in den dem Haupttal genäherten Teilen durch die junge Hangtektonik etwas umgestaltet. Dazu kommt in Karen und im Hintergrund der Seitentäler ein reicher Schatz von Jungmoränen im Vorfeld der bestehenden oder in jüngster Zeit noch bestandenen Gletscher, wobei die Moränenwälle des Standes um 1850 besonders deutlich entwickelt sind.

Auf die Bedeutung des Wassers für alle jungen Hangbewegungen wurde in den betreffenden Abschnitten vorliegender Arbeit eingehend eingegangen.

In dieser Zusammenfassung im großen sei nur auf die gewaltige Erosionsarbeit der Gletscherbäche auch in geologisch-jüngster Zeit hingewiesen: tief eingeschnittene Mündungen bei Verwall- und Königs-Tal, schluchtartige Mündungen bei Rotmoos- und Gaißberg-Tal. Dabei hat natürlich die stärkere Wasserführung früherer Gletscherbäche eine große Rolle gespielt. Denn so wie heute galt auch früher: je größer der Gletscher, umso größer auch der ihm entspringende Gletscherbach.

Im übrigen entsprechen die flachen Talstrecken im Rotmoos-, Gaißberg-, Verwall- und Königs Tal oberhalb der Steilmündungen einem tieferen, in die oben erwähnte alte Landoberfläche oberhalb 2500 m eingeschnittenen nächstjüngeren Talsystem. Der Unterrand der Flachstrecken in den erwähnten Tälern liegt bei 2200 m, einem nächsttieferen, jüngeren Talsystem entspricht dann der Talboden von Ober- und Untergurgl.

Gletscher und Gletscherbäche haben an den hierfür geeigneten Stellen schließlich ihre Schuttmassen liegen gelassen. Dazu kommt noch der oft mächtige, in der Größe seiner Körnigkeit sehr unterschiedliche Verwitterungsschutt. All dies ist der Vorbestand, innerhalb dessen sich die verschiedenen Hangbewegungen, deren Erfassung die Hauptaufgabe vorliegender Arbeit war, vollzogen haben.

An allen Hängen sind Formen der Bergzerreißung und des Talzuschubes festgestellt worden. Es handelt sich um langsame, unmittelbar nicht beobachtbare Bewegungen von Fest- und Lockergesteinsmassen. Im Gelände treten diese so entstandenen Formen als Treppe (Stufung) der betroffenen Hangteile im Abrißbereich hervor. Innerhalb der Sackungsmassen an der Ostseite ist diese Treppe besonders deutlich; in der riesigen Sackungsmasse

der großen Nische von Hochgurgl, auf der Inneren und auf der Gurgler Heide (siehe hiezu die morphologische Übersichtstafel).

Auf der Westseite des Gurgler Tales ist es eine mehr kleinräumige Treppung, eine Folge verhältnismäßig schmaler, terrassenförmiger und schuttbeladener Bänder, begrenzt von Felswänden.

Am unteren Ende der sogenannten "Seenplatte" treten auch oberflächlich klaffende Spalten auf. Sind diese Klüfte aber von Schutt bedeckt, kommt es auch zu pingenförmigen Hohlformen über den Klüften, wie z.B. in der Umgebung des Soom-Sees (siehe AV-Karte und morphologische Übersichtstafel).

Morphologisch weniger hervortretend, aber in einer Verstellung des Gesteinsgefüges deutlich ablesbar, kann es innerhalb abgesackter Felsmassen zu einer Kippung der gesackten Einzelschollen kommen, zu einem Drehen (Rotieren) mehr oder weniger um die b-Achse).

Die in Sackungsbereichen meist tiefgreifende Zerrüttung des Gesteinsbestandes beeinflusst das Auftreten von Quellen bzw. das Versickern von Tagwässern (Westhang des Gurgler Tales).

Hangbewegungen in Lockergesteinsmassen stehen im bearbeiteten Bereich in erster Linie mit den großen Bewegungen des felsigen Untergrundes in Zusammenhang.

Schließlich ergibt sich noch die Frage nach dem Alter dieser Hangbewegungen und ob ihnen irgendwelche regionalen Ursachen zugrunde liegen.

Die durch diese Bewegungen verursachten Formen sind durchwegs sehr frisch. Man darf wohl annehmen, daß sie z.T. auch gar nicht zum Stillstand gekommen sind. Der Bewegungsablauf scheint aber im allgemeinen allmählich und ohne langzeitige Untersuchungen nicht meßbar zu sein.

Anzeichen für ein größeres Alter solcher Hangbewegungen sind nicht vorhanden. An einer Stelle im bearbeiteten Raum (siehe hiezu morphologische Übersichtstafel) tritt eine derartige Gleitfläche in Beziehung zu einem jungen Moränenwall. Im Schermes-Kar (AV-Karte) schneidet eine Abrißfläche durch einen linksseitigen Uferwall eines ehemaligen Gletschers aus dem Kar der Südseite des Kirchenkogels (3115 m). Die Umrahmung des Kares liegt um 3000 m. 1850er Wälle liegen bei etwa 2800 m. Ihnen entsprechen die 1850er Wälle des Plattenkogel-Ferners bei 2700 m, des südlich benachbarten Wurmkogel-Ferners bei 2670 m.

Die Stirnmoräne der hier bezogenen Ufermoräne im Schermes-Kar liegt bei 2400 m, also rund 300–400 m tiefer als die 1850er Wälle. Es dürfte sich um einen Daunzeitlichen Wall handeln. Er ist an der Sackungsfläche unterbrochen, woraus sich ergibt, daß die Bewegungsfläche jünger als Daun sein muß.

## **ZUR SEDIMENTOLOGIE UND VERERZUNG DES PERMOSKYTHS IM STANZERTAL / ARLBERG (WESTTIROL) UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER HANGENDQUARZITE**

Karl Krainer

Dissertation (Innsbruck, 1981)

An der postvariszischen, permoskythischen Schichtabfolge des Stanzertales / Arlberg wurde eine Seriengliederung in Basisbreccie, Alpiner Verrucano und Hangende Quarzitzerie durchgeführt.

Im Stanzertal transgrediert das Permoskyth über den "Bunten Phylliten", die demnach den variszischen Untergrund der postvariszischen Transgressionsserie darstellen.

Das Hauptgewicht dieser Arbeit ist auf die Hangende Quarzitzerie mit den darin auftretenden Vererzungen gerichtet.

Die Hangende Quarzitzerie (Alpiner Buntsandstein) setzt mit einer scharfen Grenze über den Sandsteinen des Alpiner Verrucano ein. Diese Grenze kann jedoch nicht

mit der zeitlichen Grenze Perm-Skyth gleichgesetzt werden. Für eine solche Grenzziehung fehlen entsprechende Hinweise.

Auf Grund von Profilaufnahmen und sedimentpetrographischen Untersuchungen werden innerhalb der Hangenden Quarzitzerie die weißen, vererzten Quarzite von den roten Quarziten abgetrennt. Die vererzten Quarzite bilden den Top der Hangenden Quarzitzerie, sie sind dort den roten Quarziten zwischengeschaltet.

Bei den Gesteinen der Hangenden Quarzitzerie handelt es sich überwiegend um Sublitharenite und Quarzarenite.

Die roten Quarzite weisen gegenüber den vererzten Quarziten einen etwas geringeren Reifegrad auf, die rote Farbe ist auf diagenetisch entstandenes Hämatitpigment zurückzuführen. Feldspäte fehlen in den roten Quarziten.

Kennzeichnend für die vererzten Quarzite sind der geringe Feldspatgehalt und die örtlich auftretende disseminierte Fahlerzvererzung.

Sowohl in den roten als auch in den vererzten Quarziten finden sich Aufarbeitungsprodukte der vulkanischen Äußerungen der Saalischen Phase in Form von Porphyroquarzen und Vulkanitfragmenten.

Als wichtigste diagenetische Prozesse sind Lösung von Quarz, Quarzneubildung in Form von sekundären Anwachssäumen, diagenetische Matrixbildung (Grauwackisation) und authigene Hämatitbildung zu nennen.

Bei den roten Quarziten handelt es sich durchwegs um Sedimente terrestrisch-fluviatiler Entstehung, abgelagert auf riesigen "alluvial plains" in einem vorwiegend oxidierenden Milieu unter trockenen, heißen klimatischen Bedingungen.

Die weißen, vererzten Quarzite sind als Ablagerungen des Übergangsbereiches vom terrestrisch-fluviatilen zum marinen Milieu (Deltasedimente, channel fill sandstones) aufzufassen.

Innerhalb der weißen Quarzite findet sich an mehreren Stellen eine disseminierte Fahlerzvererzung ("vererzte Quarzite").

Die Paragenese besteht zum überwiegenden Teil aus Fahlerz, selten treten Kupferkies und Pyrit auf. Oxydationsprodukte der Primärerze, vor allem Malachit und Azurit, sind häufig. Das Erz kommt in Form kleiner Tröpfchen und Körnchen feinverteilt im Porenraum der Quarzite vor.

Eine syndiagenetische bis epigenetische Ausfällung aus zirkulierenden, relativ tieftemperierten hydrothermalen Sulfosalzlösungen (salinare "Brines") mit einer Zusammensetzung, die chemisch etwa jener des Fahlerzes entspricht, wird in Erwägung gezogen. Das Fahlerz

stammt wahrscheinlich aus dem variszischen Untergrund. Ein Zusammenhang mit der im Alpenen Verrucano auftretenden Gangvererzung wird diskutiert.

Allgemein zeigen die Permoskythsedimente des Stanzertales, die als Molassebildungen aufzufassen sind, übereinstimmende paläogeographische und paläoklimatologische Bildungsbedingungen mit den übrigen permoskythischen Rotsedimenten Mitteleuropas.

Es handelt sich hauptsächlich um intramontane Beckenfüllungen des im Zuge der auslaufenden variszischen Orogenese herausgebildeten Reliefs.

Die liegenden Anteile des Permoskyths im Stanzertal in Verbindung mit den subsequenten sauren Vulkaniten der saalischen Phase werden als Hauptmolasse betrachtet.

Kontinuierliche Korngrößenabnahme vom Liegenden zum Hangenden ist mit einer Einebnung des Reliefs und mit einer allmählichen Verlagerung der Sedimentationsareale in den extraorogenen Bereich zu erklären.

In dieses Stadium, das als Spätmolasse betrachtet wird, fällt ein Großteil des Alpenen Verrucano.

Die Hangende Quarzitisserie, bereits unter tafelhähnlichen Ablagerungsbedingungen zur Sedimentation gelangt, wird als eokratonische Molassoidformation (Tafelentwicklungsetappe) aufgefaßt.

Über der hangenden Quarzitisserie folgen die Reichenhaller Rauhacken. Die Grenze ist durchwegs tektonisch überprägt, nur an einer Stelle ist auch ein sedimentärer Übergang von den Hangendquarziten in die Rauhacken zu beobachten. Die ursprünglich durch Brecciiierung aus Evaporiten hervorgegangenen Rauhacken sind tektonisch sehr stark überprägt, eingeschuppt finden sich Komponenten aus den liegenden und hangenden Gesteinsserien.

Zuletzt wird die Permoskythabfolge des Stanzertales mit anderen oberostalpinen Permoskythprofilen verglichen.

## GEOLOGISCH-TEKTONISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DEN SÜDÖSTLICHEN LECHTALER ALPEN (NÖRDLICHE KALKALPEN, TIROL)

Peter Niederbacher  
Dissertation (Innsbruck, 1981)

Im Arbeitsgebiet (südöstliche Lechtaler Alpen, Tirol) war die Inntaldecke (Oberostalpin) das Ziel der Untersuchungen.

Sie zeigt im Nordteil (Hauptkörper der Inntaldecke) einen weitgespannten WSW-ENE-streichenden Großfaltenbau. Von Norden nach Süden sind es die Muttekopfgo-sau - Sinnesbrunnmulde, der Gurgltalsattel und die Tschirgantnordmulde. Die Tschirgantstörung, eine südvergente Aufschiebung, markiert den zerscherten First des Tschirgantsattels, dessen Existenz nun bis zum Südfuß des Lagers gesichert erscheint. Daher läßt sich die Deutung dieser tektonischen Trennfläche als Deckengrenze im Sinne TOLLMANNs (1976) nicht aufrechterhalten.

Für den Bereich südlich der Tschirgantstörung bis zum Kalkalpensüdrand wird ein ursprünglich primärer Zusammenhang angenommen. Die gesamte Nord-Südfolge bleibt die gleiche wie bei der heutigen tektonischen Anordnung.

Die parautochthone Entstehung der Larsennscholle und deren möglicher Zusammenhang mit der Tschirgant-Nordmulde werden diskutiert.

Mit Hilfe der geologischen Karte und einer Vielzahl von tektonischen Daten konnte die hypothetische Unterkante des Hauptkörpers der Inntaldecke ermittelt werden. Die Konstruktion gibt die Größenordnung der Tiefenlage und großräumige Trends wieder.

Die Untersuchung der Partnachschichten zeigt die große Bedeutung syndesimentärer Aufarbeitung in Form von endostratischen Breccien. Im Profil Imsterberg konnten Anzeichen für Tiefwasserstromatolithen gefunden werden.

Durch die Einlagerung von Gosasedimenten war es möglich, vor-, intra- und nachgosauische tektonische Bewegungen zu gliedern.

## ZUR SEDIMENTOLOGIE UND VERERZUNG DES PERMOSKYTH IM RAUM ARLBERG UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES ALPINEN VERRUCANO

Volkmar Stingl  
Dissertation (Innsbruck, 1981)

Die klastische Abfolge an der Basis der Nördlichen Kalkalpen im Stanzertal konnte in drei Serien aufgegliedert werden, von denen die zwei tieferen als Alpiner Verrucano zusammengefaßt werden. Über den Silbernen Phylliten, die als metamorphe Unterlage der Klastika ausgewiesen werden konnten, liegen nur örtlich stark untergrundbezogene Breccien (Liegende Serie oder Basisbreccie). Auf Grund ihres Komponentenbestandes und des Gefüges müssen sie als lokaler Hangschutt des variszischmetamorphem Untergrundes angesehen werden.

Der Großteil des Alpinen Verrucano wird von der Hangenden Serie eingenommen, die sich aus einer Abfolge von Konglomeraten, Sandsteinen und Tonschiefern zusammensetzt. Das Geröllspektrum unterscheidet sich deutlich von dem der Basisbreccie, vor allem durch die Aufarbeitung von permischen sauren Effusiva. Primäre

Äußerungen des Vulkanismus findet man nur mehr an zwei Stellen im Stanzertal. Die Ablagerungen der hangenden Serie zeigen im unteren Teil mächtigere Konglomeratsequenzen mit fanglomeratartigem Charakter, die als Wadisedimente gedeutet werden. Nach oben nimmt der Anteil an Feinklastika zu, auch Rinnensedimente sind zu beobachten. Aus Lithologie und Sedimentgefüge ist eine Bildung als Bergfuß-Schwemmfächer gesichert. Diese führen durch die Auffüllung des Sedimentationsareals zu vorwiegend fluviatilen Ablagerungsbedingungen.

Die Sedimente des Alpinen Verrucano wurden starken diagenetischen Veränderungen unterworfen und liegen heute als anchimetamorphes Gestein vor. Auffallendste Erscheinung der Diagenese ist der vollkommene Abbau von Feldspäten und der extrem hohe Matrixanteil sowie großteils die Rotfärbung.

Die Genese der gangförmigen Vererzung in der Hangenden Serie, die hauptsächlich Fahlerz (Tetraedrit) führt, konnte nicht sicher geklärt werden. Es werden jedoch verschiedene Möglichkeiten diskutiert und frühere Deutungen kritisch betrachtet. Am ehesten wird eine hydrothermale Zufuhr in Betracht gezogen.

Die über dem Alpenen Verrucano folgende oberperimische bis skythische Quarzserie beinhaltet im wesentlichen rote, gut geschichtete, kompakte Quarzsandsteine, für die eine terrestrisch-fluviatile Entstehung angenommen werden kann. Ihnen sind im Hangenden linsig weiße bis grünliche Quarzite eingeschaltet, die schon marinen Ein-

fluß zeigen und als Deltasedimente interpretiert werden. Sie führen eine disseminierte Fahlerzvererzung, für die detritärer Ursprung am wahrscheinlichsten ist.

Den Beginn der Karbonatsedimentation zeigen gelbe oberskythische Rauhwacken der Reichenhaller Schichten an. Auf Grund der erarbeiteten Lithostratigraphie wurde ein Faltenbau des Permoskyth nachgewiesen, der deutlich die Einengung von S her zeigt. E-W-Bewegungen führten zur Bildung kleiner Schuppenzonen. Die Bedeutung der Stanzertal-Linie als Fortsetzung der Klostertal-Störung nach E wird unterstrichen.

## TONMINERALOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DEN FLYSCHSERIEN DES NÖRDLICHEN APENNINS

Ingrid Fleischmann

Dissertation (Innsbruck, 1982)

Im nördlichen Apennin wurden in der Umgebung von Berteto (Parma) die mehr oder weniger zeitgleichen Flyschserien (Oberkreide bis Eozän) der Caio-, Cassio- und Dosso-Einheiten, sowie deren Basisserien sedimentpetrographisch untersucht.

Zu diesem Zweck wurden aus den verschiedenen Serien Profile aufgenommen. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag in einem Vergleich der tonmineralogischen Zusammensetzung der Pelite. Dabei ergaben sich vor allem bei den "Mixed-layer"-Mineralen deutliche Unterschiede.

Die zur Trendanalyse notwendige Vielzahl von Daten wurde mit dem VIDEOPLAN verarbeitet, wobei ein

neues Auswerteverfahren für Röntgendiffraktogramme erstellt wurde.

Innerhalb der Flyschsequenzen wurden Kriterien zur Unterscheidung von turbiditischen und nichtturbiditischen Peliten erarbeitet.

Diagenese- und Verwitterungseinflüsse bei der Bildung von Tonmineralen, im speziellen von Mixed-layer-Mineralen, werden diskutiert und Rückschlüsse auf das ehemalige Liefergebiet gezogen.

Die lithologischen und tonmineralogischen Beziehungen zwischen den drei Flyscheinheiten können als Argument für das paläogeographische Modell von ELTER et al. (1966) gelten, wonach diese Serien in der Reihenfolge Caio- Cassio- und Dosso von W nach E abgelagert wurden.

# MINERALNEUBILDUNGEN UND STOFFTRANSPORT IN DER "MAGNERFLANKENSTÖRUNG", ZENTRALGNEIS DES TAUERNFENSTERS, ZILLERTAL, ÖSTERREICH

Sven Jacobs

Dissertation (Innsbruck, 1982)

## 1. Tektonik

Der Baustil am Nordrand des westlichen Tauernfensters ist von steil NW fallenden s-Flächen und flach SW abtauchenden B-Achsen geprägt.

Die vorliegende Kartierung ergab, daß die NW-Flanke des Kleinen Magners, die Zillergründl und Hundskohlgrund trennt, jedoch eine großräumige Flexur bildet, deren unterer Teil (unter 1900 HM) steil nach Süden, also in den Berg, einfällt. Die erste Anlage einer s-parallelen, stark tektonisierten Gesteinszone, die die Magnerflanke quert, erfolgte spätalpidisch, sicherlich entlang den Inhomogenitäten im Gesteinsverband.

Diese Schwachstelle wurde in späterer Zeit von einer zweiten Störung überlagert. Sie folgt im oberen, steil nordfallenden und somit hangparallelen Teil der vorgezeichneten Schwächezone, verläßt diese aber etwa in der Höhe der B-Achse der Flexur auf ca. 1900 HM und verläuft weiter subparallel zum sehr steilen Abfall des Kleinen Magners zum Bärenbad. Meßwerte der Hauptbewegungsbahnen im untersten Teil, knapp über dem Talboden des Zillergründls, indizieren eine listrische Fläche (Karten 1 und 2). Versetzungen entlang der Störung, besonders im unteren Teil, deuten auf eine talabwärts gerichtete Relativbewegung der talseitigen Scholle hin. Dazu im Widerspruch scheinen Strömungen auf dem teilweise sehr schön aufgeschlossenen bergseitigen Harnisch zu stehen - sie sind fast horizontal. Der Autor konnte aber beim Zerlegen der feinstlamierten tonigen Zerreibsel im Kern häufig senkrechte "Mikro"harnische freilegen, die trotz ihres plastischen Verhaltens die vertikale Bewegungskomponente konserviert haben.

Vermutlich die erste Bewegungsphase brachte die Ausbildung von Harnischkrusten, die dünne, pseudotachylitische oder zumindest durch Hitzeeinwirkung versinterte, Scherlagen zeigen. Solche Schmelzmylonite entstehen durch sehr schnelle Aufheizung und ebenso rasche Abkühlung aus der Reibungswärme kurzzeitiger Bewegung. Ihre Bildung ist schwer im Zuge einer Metamorphose denkbar (pers. Mitt. H. MOSTLER, 1982). Diese und folgende Teilbewegungen brachten auch ein Spektrum von Kataklasiten verschiedener Korngröße hervor. Die "Öffnung" der Störung ermöglichte in der Folge den Zutritt von Lösungen, die einerseits die bergseitigen Kernpartien karbonatisch zementierten und andererseits niedrigtemperierte Lösungsumsetzungen einleiteten. Mit Ka-

thodoluminiszenzuntersuchungen konnte der Autor zwei klar unterscheidbare Generationen von Karbonaten nachweisen. Der Unterschied im Chemismus der Lösungen läßt auf einen deutlichen zeitlichen Abstand zwischen der Zementation der ersten Breccien und der erneut zerbrochenen Breccien, also auch einer ersten und zweiten grossen Bewegungsphase, schließen.

Die Summe dieser Beobachtungen ergibt nach Meinung des Autors gute Argumente für die Annahme, daß die Ausbildung der überlagernden Störung als relativ jung anzusehen ist. Gegen ein höheres - etwa spätalpidisches - Alter, das W. NOWY in einigen Diskussionen mit dem Verfasser vertreten hat, spricht auch, daß die Ausbildung einer listrischen Bewegungsbahn bei vorsichtig gerechneten 10 km Überlagerung und gleichzeitiger Kompressionstektonik zur Erreichung der Druck/Temperaturverhältnisse der Grünschieferfazies, sehr schwer zu erklären ist. Betrachtet man hingegen das heutige Talprofil, kann man sie als Bewegungsfläche einer großen Felsgleitung ansehen. Das legt ihr Alter als inter- oder postglazial fest.

Geht man von dieser Annahme aus, läßt sich auch die Zufuhr von Lösungen zur Zementation und Mineralumbildung unkompliziert erklären. Das Karbonat kann dann aus dem Leaching der randlichen Moränenwälle oder auch erster Bodenbildungen bezogen werden (pers. Mitt. R. BRANDNER, 1982). Es ist wahrscheinlich, daß die Moräne auch aufgearbeitete Schachbrettalbit-Karbonat-Biotitgneise (beschrieben von M. RAITH, 1971) enthält. Einige Serienglieder bestehen bis zu einem Drittel aus Karbonat (pers. Mitt. G. MORTEANI, 1982). Verfolgt man die Idee weiter, könnte man den unterschiedlichen Chemismus der Wässer, den man aus den Kathodoluminiszenzerggebnissen postulieren muß, durch starke, interglaziale Klimaschwankungen erklären. In diesem Zusammenhang könnte natürlich eine KL-Untersuchung der von M. RAITH (1971) beschriebenen brecciierten, stark karbonatisierten Schachbrettalbit-Augengneise dieses Modell bestätigen oder auch in Frage stellen.

Ein weiterer Hinweis dafür, daß es sich im bearbeiteten Fall um eine Hangtektonik handelt, ist die in Kapitel III/3 'Der Kern der Störung' beschriebene unterschiedliche Ausbildung der Scherfläche im "oberen" und "unteren" Teil der Störung. E. CLAR und P. WEISS (1965) weisen darauf hin, daß viele Talzuschübe in ihrem unteren Bereich keine zusammenhängenden Gleitflächen erkennen

lassen. Das ist sehr gut mit der Aufgliederung in mehrere gleichwertige, subparallele Bewegungsbahnen im untersten Teil im Gegensatz zum breiten Kern des oberen Abschnittes im vorliegenden Fall korrelierbar.

Begünstigt wird derartige Neotektonik durch glazial stark übersteilte Flanken, große Erosionsleistungen am Böschungsfuß und noch anhaltende Hebungsvorgänge (G. SPAUN, 1979; E. SENFTL und Ch. EXNER, 1973).

Nach Meinung des Verfassers stellt die bearbeitete Störungszone also die listrische Bewegungsbahn einer inter- bis postglazialen Felsgleitung der Magnerflanke dar. Die Bewegung erfolgte im wesentlichen in zwei Phasen. Der Ausstrich des unteren Teils in Höhe des Talbodens des Zillergründls und die relativ geringen Verschiebungsbeiträge der talseitigen Scholle gegenüber der Bergseite deuten daraufhin, daß die bewegte Masse zumindest im Zillergründl bereits auf ein Widerlager gestoßen ist, das die Gleitung zum Stillstand brachte.

## 2. Mineralumwandlungen

Zahlreiche Autoren haben Umwandlungsabfolgen erarbeitet, die die fortschreitende Überführung von Ausgangsmineralen über verschiedene Tonmineralphasen und amorphe Substanzen zu einem dominierenden Endprodukt (zumeist Kaolinit/Gibbsit) zeigen (z.B. M. FIELDS und L.D. SWINDALE und W. von SCHELLMANN, 1964, D.C. CRAIG und F.C. LOUGHNAN, 1969, zusammengestellt in F.C. LOUGHNAN, 1969; R.J. GILKES und A. SUDDIPRAKARN, 1979; A. MEUNIER und B. VELDE, 1982).

In dem kurz vor Abschluß der vorliegenden Arbeit erschienenen Geol.Surv.Prof.Paper 1246 "Chemical Weathering of Basalts and Andesites: Evidence from Weathering Rinds" verwendet der Autor St. COLMAN ebenfalls die Methode der Umrechnung des Gesteinschemismus in Barth'sche Standardzellen zur Beschreibung der Stoffbilanz bei retrograden Mineralumwandlungen.

Diese Abfolgen entstammen Untersuchungen über Verwitterungsprofile in verschiedenen basischen bis sauren Gesteinen oder Verwitterungskrusten an diesen Gesteinen in Böden, denen gemeinsam ist, daß sie gegen eine Seite (Oberfläche bzw. Boden) "offen" sind. Daraus lassen sich auch leicht Umwandlungsabfolgen festlegen, sie liegen nämlich auf einer "Zeitachse".

Schwieriger wird es, wenn man darangeht, nebeneinander bestehende Umwandlungsstadien einer "geschlossenen" Störung zeitlich hintereinander zu reihen, wie dies z.B. G. RIEDMÜLLER (1978, Abb.14) für vier Abfolgen im Tauernfenster getan hat. Der Verfasser der vorliegenden Arbeit nimmt davon abweichend aus folgenden Überlegungen die erarbeitete Zonierung im Illit-Kaolinit-

Smektit-dominierenden Bereich (Tab. 2) als jeweils milieuspezifisches Endprodukt an.

Untersuchungen an Deformationszonen (C. MITRA, 1978) zeigen im Mikro- und Makrobereich eine starke Abnahme der Korngrößen zu den Scherflächen. Dabei ist eine mechanische Zerkleinerung bis in den  $\mu$ -Bereich möglich (C. MITRA, 1982, in Penrose-Conference-Report). Man kann daher theoretisch alle Partien verschiedener Korngrößen (analog Klassen A - D, Tab. 1) als gleichzeitig entstanden ansehen (bzw. jeweils Bereiche zwischen zwei eindeutigen Bewegungsbahnen mit abnehmender Korngröße zur Bewegungsbahn), was schon à priori nur bestimmte Reaktionsmilieus in jeder Klasse zuläßt. [D. CARROL (1970) betont den Effekt der Korngröße bei Verwitterungsprozessen und zitiert L.D. BAKER (Soil Physics 3<sup>rd</sup> Ed., WILEY and Sons, N.Y., 1956), der Reaktionsoberflächen verschiedener Korngrößen bei gleichem Volumen berechnet hat. Bricht man einen Würfel mit 1 cm<sup>2</sup> Oberfläche (3.5 mm Kantenlänge) in fortschreitend kleinere Kuben, so hat die Feinsandfraktion (0.25–0.125 mm) 314 cm<sup>2</sup> und der Bereich kolloidalen Tons ( $\cdot 50\mu$ ) annähernd 63 m<sup>2</sup> Oberfläche.]

So verlagern sich die Umwandlungen von den Gesteinsgerölloberflächen der größeren Klastika zu den Korngrenzen und Oberflächen einzelner Mineralkörner und weiter in den Gitterbereich bereits mechanisch auf die Tonfraktion gebrochener Primärminerale (zeitlich und örtlich nebeneinander), hauptsächlich bedingt durch die von vorneherein bessere bzw. schlechtere Permeabilität bei ähnlichem Lösungsangebot.

Das bedeutet weiter, daß die verschiedenen Milieus relativ unbeeinflusst nebeneinander die jeweils bevorzugte Mineralassoziation (zumeist mit einem dominierenden Mineral) bilden, um das für das jeweilige System adäquate Gleichgewicht zu erreichen.

Zu Übergängen z.B. von "leachendem" zu akkumulierendem Milieu kommt es unter der Voraussetzung gleichbleibender Bedingungen (gleichbleibendes Lösungsangebot und keine weitere mechanische Zerkleinerung) erst bei fortgeschrittener "Vertonung" unter sukzessivem Abbau der Ausgangsminerale. Diese Übergänge und damit verbundene Tonmineraltransformationen erfolgen in feinklastischen Lagen sehr rasch, in grobklastischen aber nur in geologischen Zeiträumen, sodaß der Verfasser folgendes Schema für den zeitlichen Ablauf vorschlägt:

Die erste Bewegungsphase in überwiegend horizontaler Richtung brachte durch große Reibungswärme im noch starren Gesteinsverband dünne Lagen pseudotachylitischer oder zumindest durch Hitzeeinwirkung versinterter Mylonite an der Ur-Bewegungsfläche (heutiger bergseitiger Harnisch) hervor. Gleichzeitig bildete sich eine  $\pm$

plastische Kernpartie hauptsächlich talseitiger Aufarbeitungsprodukte, in der alle Korngrößen vertreten waren. Der Ausgangsmineralbestand Quarz + Plagioklas + K-Feldspat + Muskovit + Biotit wurde bereits mechanisch in einen Übergangsbestand

- 1) Qz + Plag (+Ep) + KF + Ser / Ill + Biot -Gerölle
- 2) Qz + Plag + Ep + KF + Ser / Ill (+Biot) -Körner
- 3) Qz - Plag - Ep - KF - Ser / Ill - Biot - Einzelmineralkörner

geändert.

Die tektonische Öffnung der Störung ermöglichte den Zutritt und die Zirkulation von Lösungen, die einerseits gröbere Klastika karbonatisch zementierten und andererseits sehr rasch Korngrößen- / porenvolumenabhängige Reaktionsmilieus aufbauten. An dieser Zonierung hat auch wahrscheinlich die zweite sicher nachgewiesene - vertikale - dynamische Phase nichts geändert. Sie spielte sich zum überwiegenden Teil in der bergseitigen Lage toniger Zerreibsel ab, die in diesem Fall als 'Schmiermittel' wirkten. Sie arbeitete aber auch verfestigte Breccien und Harnischkrusten auf, die anschließend ein zweites Mal zementiert wurden; quer oder diagonal verlaufende Scherbahnen, die eine starke kerninterne Tektonik abbilden, dürften ebenfalls im Zuge dieser zweiten Bewegung entstanden sein.

Die Entwicklung des Übergangs-Mineralbestandes zu den heute entwickelten Paragenesen geht aus den zusammenfassenden Tabellen 2 und 3 hervor und kann grobschematisch folgendermaßen festgelegt werden:

1) Grobklastische Lagen:

Reaktionsort: Gerölloberflächen  
 Art der Reaktion: schwache Hydrolyse, Polymerisation aus amorphen Monomeren und Einbau von K+  
 Produkt: (mit mechanisch zerkleinerten Glimmern) **ILLIT**

2) Sandfraktion:

Reaktionsort: Kornoberflächen und -grenzen  
 Art der Reaktion: starke Hydrolyse, rasches Leaching metallischer Kationen  
 Produkt: Bevorzugt **KAOLINIT**

3) Tonfraktion:

Reaktionsort: Korngrenzen, Kristallgitter  
 Art der Reaktion: Anfängliche Hydrolyse - wird von Kationenaustauschreaktionen abgelöst, Tonmineraltransformationen  
 Produkt: Rascher Übergang von Illit/Kaolinitphasen zu **SMEKTITEN** aus Biotiten ohne amorphe Zwischenstufe über Chlorit - **ML - SMEKTIT**

## STRATIGRAPHISCHE UND SEDIMENTPETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DER RANDFAZIES DER TRIAS LUXEMBURGS

Jean Frank Wagner

Dissertation (Innsbruck, 1982)

Sedimentpetrographische Untersuchungen an mehreren Randfaziesprofilen führten teilweise zu neuen Erkenntnissen über die Entwicklung des triassischen Sedimentationsraumes.

So weicht zum einen das Vorkommen von mittlerem Buntsandstein in diesem Gebiet von den Vorstellungen LUCIUS ab, zum anderen liegen die Beckenbegrenzungen des oberen Buntsandsteins, des oberen Muschelkalkes und des unteren Keupers weiter westlich (mindestens bis zur belgisch-luxemburgischen Landesgrenze) als von LUCIUS (1941) angenommen.

Im Buntsandstein sowie im unteren und mittleren Muschelkalk kommt es nach Nordwesten hin zu starken

Mächtigkeitsreduzierungen, wobei sich im äußersten Westen der untere Muschelkalk nicht mehr genau abgrenzen läßt.

Die beiden von LUCIUS in den Pseudomorphosenkeuper eingestuft "kalkigen Konglomerate" wurden in den mittleren Muschelkalk (Dolomitischer Konglomerathorizont) bzw. in den Pseudomorphosenkeuper (Konglomeratischer Dolomothorizont) gestellt, da oberer Muschelkalk und unterer Keuper zwischen diesen beiden Horizonten nachgewiesen werden konnten. Die Ausbildung des Steinmergelkeupers weicht durch sandige Konglomerateinlagerungen ebenfalls von derjenigen der Normalfazies ab.

Tonmineralogische Untersuchungen zeigen, daß in diesem Gebiet die Sedimentschüttungen während der ganzen Trias vom ardenischen Festland erfolgten, indessen die tonmineralogische Zusammensetzung der Normalfa-

zies für den östlichen Raum Luxemburgs Schüttungen aus anderen Richtungen vermuten läßt (Buntsandstein (Süden), Muschelkalk (E bzw. NE), Keuper (Norden)).

## **DAS POSTVARISZIKUM DES LATSCHENKOGELS/ALPBACH UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER BASALBRECCIE HINSICHTLICH IHRER VERWENDBARKEIT ALS DEKORATIONSGESTEIN(NÖRDLICHE GRAUWACKENZEONE, TIROL)**

Elisabeth Zierler-Bertha  
Dissertation (Innsbruck, 1982)

Bei der Kartierung der Basalbreccie konnte diese in drei Typen untergliedert werden: in die dolomitisch verkittete "Gelbe" Dolomitbreccie, die nach der Färbung ihres tonigen Bindemittels sogenannte "Rote" Dolomitbreccie und in das "Bunte Kalkkonglomerat".

Was die Eignung der Breccie als Dekorationsgestein betrifft, ist allgemein zu sagen, daß dieses Gestein nach den Untersuchungen der vorliegenden Arbeit sehr gut für eine Verwendung geeignet ist. Ihr Farbenspiel prädestiniert sie geradezu für diesen Zweck; die Festigkeitseigenschaften sind, wenn sie sich von Breccientyp zu Breccientyp etwas unterscheiden, durchwegs als gut zu bezeichnen. In Zusammenhang damit steht auch eine relativ hohe Verwitterungsbeständigkeit. Durch das Fehlen schädlicher Beimengungen sind auch nirgendwo häßliche Verfärbungen des Gesteins zu beobachten. Die gewinnbaren Rohblöcke erreichen stets die erforderlichen Abmessungen. Lagerungsplätze und Zufahrtsstraßen stellen ebenfalls kein Problem dar.

Die Aufnahmen der permischen Tonschiefer und Sandsteine sollten eine stratigraphische Gliederung der

feinklastischen Hangendabfolge erbringen. Dies konnte wegen der teilweise schlechten Aufschlußverhältnisse nur mit Hilfe von Vergleichsprofilen aus der Umgebung erreicht werden.

Neben den spätvariszischen Sedimenten wurde auch der kaledonische Untergrund behandelt. Auch fand sich neben Unteren Wildschönauer Schiefen der stratigraphisch auf diese folgende Porphyroid.

Der ebenfalls im Arbeitsgebiet angetroffene vererzte Serizitquarzitschiefer weist in seinem Hangenden häufig eine Durchmischungszone mit Dolomitkomponenten aus der ihm stratigraphisch auflagernden Basalbreccie auf. Er konnte zeitlich nicht eingestuft werden.

Im Schwazer Dolomit stieß man auf Verkarstungserscheinungen in Form eines hellen, oft feingebänderten, geschieferten, oder eines rötlichen, eher massigen Quarzites. Letzterer dringt oft taschenförmig in den Schwazer Dolomit ein.

Verkarstungserscheinungen wurden auch in der Breccie angetroffen, wobei postsaalische Grobschüttungen das Relief der Basalbreccie ausgleichen.

# ZUR GEOLOGIE DER FLYSCHBASISSERIEN IM RAUM BERCETO-BORGIO VAL DI TARO (PARMENSER APENNIN) MIT INGENIEURGEOLOGISCHER ANALYSE VON HANGSTABILITÄTSPROBLEMEN

Norbert Heim

Dissertation (Innsbruck, 1983)

Im Nordapennin wurden im Raum Berceto - Borgo Val di Taro (Parmenser Apennin) die Basisserien der Flyschkomplexe des Monte Caio und Monte Cassio untersucht. Dabei wurde das Hauptaugenmerk auf die Petrologie der beteiligten Pelite gelegt, um durch Änderungen im Tonmineralegehalt Aussagen über sedimentologische, bzw. paläogeographische Entwicklungen dieser Gesteine treffen zu können.

Es wurde versucht, mit Hilfe des paläogeographischen Modells nach ELTER & RAGGI (1965) und MONTEFORTI (1976) die Genese und zeitliche Entwicklung der verschiedenen Serien zu deuten, bzw. die durch verschiedene Schüttungsrichtungen (Corso - Sardisches Massiv,

Südalpin und eventuell Briançonnais) hervorgerufenen Faziesdifferenzierungen zu erklären. Außerdem wird eine Interpretation der Stellung der Ophiolithmassen im Untersuchungsgebiet angeboten.

Als zweiter Aufgabenbereich fand eine ingenieurgeologische Untersuchung in diesem Raum statt, wobei an Hand einer als repräsentativ herausgegriffenen Rotationsrutschung einige Aspekte dieser Bewegungsform durchleuchtet wurden. Sowohl Untersuchungen im Gelände (Vermessung, Rammsondierung, Handbohrungen) als auch labortechnische Analysen sollen Aufschluß über die Rutschungsanfälligkeit der Gesteine im Kartierungsgebiet geben.

## GEOLOGIE DES KOHLEBECKENS VON WIESENAU, LAVANTTAL, KÄRNTEN

Martin Vinzenz

Dissertation (Innsbruck, 1983)

Durch die von der Graz-Köflacher Eisenbahn- und Bergbau-Gesellschaft (GKB) in den Jahren 1979/80 im Wiesener Becken niedergebrachten Bohrungen und deren geologische Aufnahme wurden viele neue Daten über dieses bis dahin nur unzulänglich bekannte Becken gewonnen.

Es zählt, wie die Kohlenlager im Mur- und Mürztal, zu den inneralpinen tertiären Einbruchsbecken. Sowohl seine Anlage als auch spätere Deformation weisen auf eine bedeutende tektonische Aktivität entlang der Lavanttaler Störungszone.

Das Becken selbst besitzt charakteristische Merkmale, die es von den übrigen österreichischen Kohlevorkommen gleichen Alters unterscheidet. Besonders auffällig ist die intensive tektonische Beanspruchung, welche das Becken in mehrere Schollen gliedert. Die Beckenfüllung besteht vorwiegend aus Sanden und Silten, die einen geringen Verfestigungsgrad aufweisen.

Hervorzuheben ist vor allem die Vielzahl der eingeschalteten Flöze, die jedoch lateral und vertikal sehr stark

variieren. Dieser Umstand erschwerte eine Flözkorrelation erheblich. Deshalb kann bis jetzt eine endgültige Flözgleichstellung über das gesamte Becken nicht erfolgen, sondern bleibt lediglich auf Teilbereiche beschränkt.

Der Reifegrad der Kohle entspricht einer Mattbraunkohle nahe dem Übergang zur Glanzbraunkohle. Ihre brennstoffchemischen Eigenschaften liegen bei 20–30% Wasser, meist über 10% Asche und einem unteren Heizwert ( $H_u$ ) von 10.000–17.000 kJ/kg. Der Schwefelgehalt ist unbedeutend. Die Kohle besitzt ein durchschnittliches Reflexionsvermögen ( $R_{mo}$ ) von 0.32–0.36%.

Art und Mengenverhältnis der Mazerale weisen auf einen Moortyp, in dem vor allem Angiospermen vorherrschen. Bezeichnend ist auch die Xylitarmut der untersuchten Kohlen im Vergleich zu anderen gleichaltrigen Kohlen. Hinsichtlich des Alters ergaben sich keine neuen Anhaltspunkte, weshalb weiterhin ein karpatisches Alter angenommen wird.

## FORAMINIFEREN-FÜHRUNG UND STRATIGRAPHIE DER UNTERKREIDE IN DER KARWENDEL- UND GÜTENBERGMULDE

Tayebeh Mohtat

Dissertation (Innsbruck, 1984)

Aufgabe der Verfasserin bei der vorliegenden Arbeit war der Versuch einer biostratigraphischen Gliederung des Neokom der Karwendelmulde und Gutenbergmulde auf mikropaläontologischer Grundlage.

Eine zweite Aufgabe war eine genaue geologische Kartierung des Hinterrißgebietes im Maßstab 1:10 000.

Im Pletzachgraben ergaben die mikropaläontologisch untersuchten Proben ein Alter von mittlerem Valendis bis oberem Barreme, auf der Feilalpe ließ sich das Alter als unteres Valendis bis oberes Barreme feststellen.

Das Apt tritt mikropaläontologisch klar in den Gebieten von Rißbach, Eiskönigbach und Mantschenbach auf. Der Nachweis von Apt für das Arbeitsgebiet ist neu.

Es liegt also in der Neokommulde eine kontinuierliche Schichtfolge ohne merkliche Diskordanz vom Valendis bis zum Apt vor.

Vereinzelte besteht sogar Verdacht auf Alb.

Es wurde eine allgemeine, rein petrographische Beschreibung der Schichtglieder von Nor bis Neokom des Untersuchungsgebietes gegeben. Erwähnenswert wären hier stichprobenartige Untersuchungen (Dünnschliff) in mikropaläontologischer Hinsicht, besonders aus Rhät und Tithon.

An Foraminiferen kommen Vertreter der Familie Nodosariidae mit den Gattungen *Nodosaria*, *Dentalina*, *Fronicularia*, *Lenticulina*, *Astacolus* vor. Die Gattung *Epistomina* der Ceratobuliminaea ist auch ziemlich reichlich vertreten. Die Sandschaler sind besonders mit der Gattung *Haplophragmium* sp., vermutlich mit einer neuen Art, nachweisbar.

## DIE GEOLOGIE DES SANDLINGGEBIETES (ALTAUSSEE, STEIRISCHES SALZKAMMERGUT) MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER REZENTEN TEKTONIK

Walter Friedel

Dissertation (Innsbruck, 1985)

Im ersten Teil dieser Arbeit werden die Ergebnisse der neueren Forschungen in der Stratigraphie der Hallstätter Zone durch die Gruppe KRYSTYN-SCHÄFER-SCHLAGER im Kartierungsgebiet bestätigt. Die stratigraphische Beschreibung wird innerhalb der einzelnen Schichtglieder regional anhand von Musterprofilen durchgeführt. Zur Abrundung der allgemeinen geologischen Situation werden die paläogeographischen Verhältnisse kurz zitiert.

Der zweite Hauptteil befaßt sich mit der Tektonik des Untersuchungsgebietes. Nach einer zusammenfassenden Beschreibung der Ursachen, die in Wechselwirkung zueinander für den heutigen Zustand des Gebirges verantwortlich sind, wird der rezente Deformationszustand durch eine Gefügaufnahme dokumentiert und analysiert. An ausgewählten Punkten wurde versucht, die für die heu-

tigen Massenbewegungen verantwortlichen Ursachen zu beschreiben und darzustellen.

Großer Wert wurde auf die chronologischen Abläufe gelegt und Vergleiche mit alten Arbeiten und Abbildungen gezogen. Das Ergebnis dieser Analyse zeigt, daß die halokinetischen Vorgänge rezent anhalten, sowie daß bergbauliche Eingriffe ohne Instandhaltung alter Wassergewältigungsanlagen beschleunigende Auswirkungen auf Hangstabilitäten haben. Die Beschreibung der einzelnen Punkte wurde durch Messungen von Absolutwerten (Konvergenzmessungen), die im Rahmen des IGP von der Geologischen Bundesanstalt durchgeführt wurden, ergänzt. Das Ergebnis dieser Messungen zeigt Bewegungsweiten bis 90 mm/anno. Die größten Konvergenzänderungen wurden im Bereich des Sandlingplateaus festgestellt.

# DER PERMISCHE VULKANISMUS UND SEINE VERERZUNGEN IM FERSENTAL BEI TRIENT

Ernst Gschnitzer

Dissertation (Innsbruck, 1985)

Es wurde der südöstliche Teil der Bozener Quarzporphyrplatte geologisch und petrographisch untersucht. Diese keilt im Fersental gegen das variszische Grundgebirge hin aus. Das Grundgebirge ist zum Teil überdeckt von erosionsdiskordanten Aufarbeitungsprodukten; ihre Sedimentation dauerte während der Förderung der Vulkanite an.

Die Vulkanite lassen sich in 2 Großeinheiten untergliedern. Die liegende vulkanische Abfolge besteht zum Großteil aus Andesiten explosiver und effusiver Förderung. Spät- und postvulkanische Äußerungen kommen in dieser Abfolge sehr häufig vor. Gefördert wurden die Andesite über Stratovulkane, wovon einer im östlichen Tal-schluß nachgewiesen werden konnte.

Die hangende Vulkanitabfolge setzt sich ausschließlich aus rhyodazitischen Ignimbriten zusammen, korrelierbar mit den "B-Porphyrn" der übrigen Quarzporphyrplatte. Basische Vulkanittypen im Liegenden oder Rhyolithe im Hangenden fehlen vollkommen.

Vom Chemismus her handelt es sich bei den Vulkaniten des Fersentales um eine orogene Magmensippe, genauer um kalireiche Andesite, Dazite und Rhyodazite. Vom Liegenden zum Hangenden ist eine kontinuierliche Entwicklung zu immer saureren Magmen hin nachweisbar.

Die Propylitisierungen verursachen bedeutende Stoffmobilisierungen: vor allem kommt es zu einer Zufuhr

von  $\text{SiO}_2$  und  $\text{K}_2\text{O}$  und einer Abfuhr der übrigen Hauptelemente.

Vererzungen treten in der liegenden Vulkanitabfolge, im südalpinen Grundgebirge und in den permokarbenen Konglomeraten in ähnlicher Paragenese auf. Die Platznahme erfolgte bevorzugt im Kontaktbereich zu den Vulkaniten. Eine Bindung an tektonische Strukturen und/oder Propylitisierungszonen ist stets nachweisbar.

Charakteristisch für diese hauptsächlich aus Sulfiden bestehenden Vererzungen sind telescoping, ein komplizierter Bau und die durchschnittlich schwache Anreicherung. Diese Eigenschaften lassen Vergleiche mit Vererzungen vom Typ "stockwork" zu. Eine genetische Beziehung zu den Vererzungen von Nogaré ist wahrscheinlich. Für die Entstehung der bearbeiteten Lagerstätten und der oben genannten, die in die Zeit der Vulkanitförderung fällt, wird eine Stoffmobilisierung aus Vererzungen des südalpinen Grundgebirges angenommen. Belegbar hierfür ist deren gleichzeitige Bildung mit den Vulkaniten.

Die Tektonik äußert sich in einer regional begrenzten Bruchtektonik, die sich an variszischen Systemen orientiert. Für das Vorhandensein einer Fersentalstörung mit großen Sprunghöhen (wie bisher angenommen) fanden sich keine Belege; vielmehr erbrachte die Kartierung, daß es sich hierbei um ein bereits präpermisch angelegtes, starkes Relief handelt.

## ZUR GEOLOGIE DES BEREICHES NÖRDLICH VON LAVIS (PROVINZ TRIENT, N-ITALIEN) UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER PERMOSKYTHISCHEN SEDIMENTE UND DER "ON-LAP"-SEDIMENTATION AM MT. ROSA

Karl Hartleitner

Diplomarbeit (Innsbruck, 1985)

Der Bozener Quarzporphyr und die permoskythischen Sedimente werden in ihrer stratigraphischen Reihenfolge zuerst allgemein und dann anhand eigener Profilaufnahmen und Dünnschliffuntersuchungen besprochen. Besondere Berücksichtigung findet die "on-lap"-Sedimentation am Mt. Rosa.

Das Auftreten von nicht umgelagerten Kalkalgen, wie *Permocalculus plumosus* (ELLIOT) in den basalen Teilen des Tesero-Oolith-Horizontes belegt ein permisches Alter zumindest der liegenden Anteile des Tesero-Oolith-Horizontes.

Es konnte nachgewiesen werden, daß das strukturelle Hochgebiet des Mt. Rosa keinen tektonischen Horst

darstellt, sondern vielmehr auf ein Relief des Bozener Quarzporphyrs zurückzuführen ist. Durch fortschreitende Mächtigkeitsabnahme der Grödener und der Bellerophon-Schichten, d.h. durch primär bedingtes fazielles Auskeilen, konnte ein solches spätpermisches Relief nachgewiesen werden. Für eine skythische Reliefverjüngung fehlen jegliche Anhaltspunkte. Endgültig transgressiv überlagert wird der Mt. Rosa durch das Campil-Member der Werfener Schichten. Der Transgressionskontakt ist auf Grund des Geländebefundes und des Vorkommens von Foraminiferen (*Cornuspira mahajeri* BRÖNNIMANN, ZANINETTI & BOZORGNIA) in das Seis-Member bzw. in den Gastropodenoolith-Horizont zu stellen.

Der von BRUSCA et al. (1972) untersuchte vererzte Horizont Maso Clinga/Maso Furli ist nicht in die Bellerophon-Schichten, sondern in das Niveau des Seis-Members bzw. des Gastropodenoolith-Horizontes zu stellen.

Über eine südliche Fortsetzung der Trudener Linie kann keine Aussage gemacht werden.

Eskommen NNE-SSW und NNW-SSE streichende, steil nach Osten einfallende und somit antithetische Störungen vor, die jedoch nur Verwerfungsbeträge im Zehnermeterbereich aufweisen.

## BEITRAG ZUR GEOLOGIE DES GEBIETES ZWISCHEN DORFERTAL (KALS) UND FELBERTAUERTAL/OSTTIROL, SÜDLICH DES GRANATSPITZKERNS

Josef Hofer

Dissertation (Innsbruck, 1985)

Im Arbeitsgebiet zwischen Dorfertal (Kals) und Felbertauerntal/Osttirol, im Bereich des südlichen Granatspitzkerns wurde eine generelle Gliederung der geologischen Einheiten, sowie eine geochemische Untersuchung der mesozoischen Grüngesteine vorgenommen.

Aus geologischer Sicht konnten dabei folgende Einheiten unterschieden werden:

1. Der Zentralgneis des Granatspitzkerns (der sich generell vom Zentralgneis des Venedigermassivs unterscheidet) und seine Hülle, die im Arbeitsgebiet lediglich durch den Basisamphibolit repräsentiert wird.

2. Die Gesteine der Riffeldecke mit Para- und Orthogneisen und diversen Schiefen; sie sind dem Altkristallin zuzuordnen.

3. Die Gesteine der Brennkogeldecke, welche im Bereich des Muntanitz anstehen. Diese wurden zwar bisher z.T. ins Mesozoikum gestellt aber den "Riffeldecken" (nach H.P. CORNELIUS & E. CLAR, 1939) zugeordnet.

4. Die Gesteine der Glocknerdecke, mit ihren grossen Massen an Kalkglimmerschiefern und Prasiniten, an deren Basis auch diverse Tiefengesteine aufgeschürft sind.

Geochemisch wurden im Rahmendieser Arbeit Prasinite der Glocknerdecke, Metagabbros von der Basis der Glocknerdecke sowie Metabasite aus dem Hangenden der Brennkogeldecke untersucht, die womöglich der Eklogitzone angehören. Es zeigt sich dabei, daß die Prasinite und Metagabbros der Glocknerdecke eine MORB-Charakteristik aufweisen, während die Metabasite der Brennkogeldecke hingegen eine "within plate"-Entstehung vermuten lassen.

Bezüglich der Metamorphose konnte überblicksmäßig festgestellt werden, daß in den "tiefen", altkristallinen Einheiten die 500 °C eindeutig überschritten wurde. In den mesozoischen Einheiten wurde die 500°C-Grenze hingegen höchstens erreicht.

# **KLASTISCH-TERRESTRISCHES PERMOSKYTH AM SÜDRAND DER NÖRDLICHEN KALKALPEN - EINE FAZIESANALYSE**

Gerhard Poscher  
Diplomarbeit (Innsbruck, 1985)

Im Zuge einer Detailkartierung im Raum Fieberbrunn-Leogang wurde anhand von 5 Profilen eine Faziesanalyse der terrestrischen Klastika des Permoskyths vorgenommen.

Die klastische Entwicklung des Perms stellt im Arbeitsgebiet die Ablagerungen eines mehrfach belebten alluvialen Schuttfächers, beginnend mit einer grobklastischen, proximalen Entwicklung - der Basisbreccie - bis hin zu lakustrinen, playaähnlichen Sedimenten eines distalen Fächerenvironments, dar.

Der untere Alpine Buntsandstein A leitet mit scharfem faziellen Schnitt aus dem permischen Sandstein zum fluviatil zyklischen Unteren Alpinen Buntsandstein B über. Der Untere Alpine Buntsandstein C präsentiert bereits klastisches, randmarines Environment. Lithofazielle und sedimentpetrographische Parameter zeigen, daß mit dem Einsetzen des Unteren Alpinen Buntsandsteins die nachhaltigste Änderung des sedimentären Environments innerhalb der permoskythischen Sedimente erfolgt.

Das gesamte Spektrum der permischen Sedimente geht über den Raum eines distalen Schuttfächers nicht hinaus. Im Gegensatz dazu stehen die Sedimente des Unteren Alpinen Buntsandsteins A und B, die in einem distal verflochtenen Flußsystem auf einer alluvialen Ebene gebildet worden sind.

Klimatisch zeichnet sich im Oberperm eine Entwicklung hin zu abnehmender Aridität ab. Der Trend zu niederschlagsreichereim Klima, der mit zum Aufbau des fluviatilen Systems des Unteren Alpinen Buntsandsteins geführt hat, setzt sich erwiesenermaßen ins Hangende fort.

Sedimentpetrographisch vollzieht sich dieser fazielle Schnitt in einer deutlichen Zunahme der kompositionellen als auch der textuellen Reife des Unteren Alpinen Buntsandsteins.

Auf die Korrelierbarkeit dieser lithofaziellen Schnitte mit der skythischen Abfolge der Südalpen wird hingewiesen.

## **ZUR SEDIMENTOLOGIE UND FAZIES DES PERMOSKYTHS ZWISCHEN ST. JOHANN IN TIROL UND FIEBERBRUNN**

Manfred Riml  
Diplomarbeit (Innsbruck, 1985)

Im Zuge der Kartierungsarbeit im Raum St.Johann i.T. - Fieberbrunn wurde anhand von zwei Profilen (Mühlbachgraben) eine Faziesanalyse der klastischen Sedimente des Permoskyths vorgenommen.

Die klastische Entwicklung des Perms stellt im Arbeitsgebiet Ablagerungen im distalen Bereich eines alluvialen Schuttfächers dar. Diese Mühlbachtonschiefer sind Sedimente einer Überschwemmungsebene (sheet flow- und playa-Sedimente), welche dem Schuttfächer vorgelagert ist.

Mit dem Einsetzen des Alpinen Buntsandsteins ist eine Änderung des Sedimentationscharakters verbunden. Es kommt zum Aufbau eines fluviatilen Systems. Die Abschnitte A und B des Alpinen Buntsandsteins stellen Bildungen eines distal verflochtenen Flußsystems einer allu-

vialen Ebene dar. Im Hangenden geht dieses alluviale Flußsystem in eine fluviatile Küstenebene mit mariner Beeinflussung über (=Abschnitt C). Nach einer regressiven Phase (=Oberer Alpiner Buntsandstein) mit fluviatilen Sedimenten kommt es durch eine fortschreitende Transgression zur Entwicklung eines marinen Ablagerungsraumes.

Die Wattsedimente der Werfener Schichten stellen Bildungen dieses Ablagerungsraumes dar. Innerhalb der Werfener Schichten kommt es zu mehrfacher Rückkehr zum supratidalen Ablagerungsraum. Im obersten Teil sind die Werfener Schichten in Karbonatfazies entwickelt; diese terrigen beeinflussten Karbonate (Dolomite und Dolomitmergel) sind bereits Sedimente des subtidalen Ablagerungsraumes.

## **GEOLOGICAL STUDY OF BASE MINERALS IN THE SOUTHEASTERN "SIERRA DE ROCAMONTES", ZACATECAS STATE, MEXICO**

Mario Carranza Alvarado  
Dissertation (Innsbruck, 1987)

The Salvador area lies in the southeastern region of the Sierra de Rocamontes in the Zacatecas state, Mexico. Here are limestones of Cretaceous age, which were deformed by compression forces related to Laramide orogeny, being formed anticlines and synclines chains and modified later by Tertiary intrusive bodies. During the emplacement of these intrusives and/or little later occurred the mineralization in the faults mainly by copper and zinc minerals forming veins that were altered, -making concentrations of secondary minerals by oxidation processes.

The purpose of this study is to provide information to CIA. MINERA AUTLAN S.A. On the possibilities to find

an economic association of cobalt and other base minerals in this area, the veins have been investigated in three mines and numerous small workings, amplifying the field work to other areas.

The cobalt mineralization was detected in the deeper part of the oxidation zone of the veins, as a product of alteration of fahlore. No mineral of cobalt was found. The origin and distribution of the mineralization is explained on the tectonical, mineralogical and geochemical bases.

The conclusion is that the area is not recommendable for cobalt exploration.

## **BEITRÄGE ZUR FORAMINIFEREN-FÜHRUNG DER UNTERKREIDE ZWISCHEN THIERSEE UND LOFER**

Parwin Mohtat  
Dissertation (Innsbruck, 1987)

Die wichtigsten geologisch-paläontologischen und tektonischen Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Der tektonische Bau des Dissertationsgebietes ist relativ einfach. Die Schichten fallen generell mittelsteil nach Norden bis Nordosten ein. Eine Reihe von N-S-gerichteten Brüchen bewirken im Raum von Schwendt eine grabenartige Einsenkung, in der sich die Jura- und Kreideablagerungen erhalten konnten. Im Rahmen der Kartierungsaufnahmen wurde hier auch eine lithostratigraphische Charakterisierung der Schichtglieder vorgenommen. Es handelt sich hier um Ablagerungen von Trias bis Alttertiär. Bei den jurassischen Ablagerungen im Raum Schwendt konnte erstmalig durch massenhaftes Vorkommen von Protoglobigerinen Dogger mit aufgearbeiteten Adneter Kalken nachgewiesen werden.

Da die Hauptaufgabe der Verfasserin vor allem in mikropaläontologischen Untersuchungen der Neokommergel bestand, wurden sowohl die Schrambachschichten als auch die weiter östlich befindlichen Roßfeldschichten untersucht. Die Schrambachschichten liegen als mergel-

reiche Kalke und Mergel vor, aus denen sich im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen allmählich durch Einsetzen des terrigenen Materials die Roßfeldschichten als Tiefseerinnenablagerungen an einem tektonisch aktiven Beckenabhang entwickeln. Die aus diesen Schichten gewonnenen Foraminiferenfaunen wurden genauestens untersucht. Der Faunenvergleich zwischen diesen beiden Ablagerungen zeigte, daß mit dem Einsetzen des klastischen Materials auch die Sandschaler-Assoziationen häufiger anzutreffen sind. Weitere Untersuchungen haben ergeben, daß sowohl im Raum Schwendt als auch im Raum des Gebietes nordwestlich Loferer Alm die Unterkreideablagerungen nur ein Alter von Berriasien bis Hauterive erreichen. An Foraminiferen können hier nur benthonische Formen erwähnt werden. Die planktonischen Formen fehlen hier völlig, weil sich diese in der Unterkreide wahrscheinlich vorübergehend aus den flacheren Meeresteilen (Schelf) in die offene See zurückziehen, wie vor allem die Untersuchungen der Schrambachschichten vermuten lassen.

# SEDIMENTOLOGISCH-FAZIELLE UND GEOCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN AM PERMOSKYTHISCHEN SALINAR DER NÖRDLICHEN KALKALPEN

Christoph Spötl  
Diplomarbeit (Innsbruck, 1987)

Die sedimentologisch-fazielle Untersuchung von Evaporitsystemen im allgemeinen und dem Alpenen Haselgebirge im besonderen erfordert im Vergleich zu anderen Sedimentgesteinen eine stark differenzierte Arbeitsmethodik. Bedingt durch die penetrative halokinetische (seit Oberanis), gleittektonische (Malm), deckentektonische und schwach metamorphe (alpidische) Prägung dieses permoskythischen Salinars sind primär-sedimentäre Abfolgen nur in sehr beschränktem Ausmaß erhalten geblieben.

Lediglich ein kleiner Teil der nicht- und semisalinen Lithologien bewahrte nach heutigem Kenntnisstand in Form von allseits tektonisch begrenzten Schollenkörpern innerhalb der Haselgebirgs-Matrix seine ursprüngliche sedimentäre Fazies, während das eigentliche Steinsalz (mit Relikten einer K-Mg-Fazies) in sehr hohem Ausmaß fluidaltektonischem strain ausgesetzt war und ist.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde versucht, an Hand von Detailprofilen in ausgesuchten Einlagerungen und Schollen der Salzberge Hall in Tirol, Dürnberg/Hallein und Hallstatt erste Anhaltspunkte für eine fazielle Interpretation zu erhalten. Auf Grund des Fehlens einer modernen Neubearbeitung der Mikroflora nach den Pionierarbeiten von KLAUS/Wien stand als einzige verlässliche Datierungsmethode die S-Isotopenanalyse zur Verfügung, die allerdings z.Z. nur eine Diskriminierung von Oberperm- und Oberskythwerten erlaubt.

Die detaillierten Untersuchungen der bisher kaum bekannten Dolomitanhydrite im stillgelegten Salzbergbau

von Hall i.T. ergaben interessante Neuerkenntnisse über die evaporitische Fazies des Reichenhaller Niveaus im Karwendel.

Eine offensichtlich faziell wie zeitlich parallelisierbare Entwicklung wurde auch im Hallstätter Salzberg aufgefunden und könnte die salinare Rekurrenzphase im höheren Skyth darstellen.

Oberpermische feinklastisch-evaporitische Serien wurden in analoger Ausbildung im Halleiner und Hallstätter Salzberg gefunden (bisher vielfach den Werfener Schichten zugeordnet). Nach Meinung des Verfassers handelt es sich dabei um die bislang kaum bekannte klastische Randfazies des oberpermischen Grabenbruchsystems der Nördlichen Kalkalpen. Ausschnitte der initialen Salinarsedimentation im Zentrum des aborted-rifting-Systems dürften die wiederholt beobachteten dunklen, laminierten Ton/Siltsteine repräsentieren, die in charakteristische noduläre und gebänderte Anhydritfaziestypen überleiten. Der ursprüngliche Kontakt zur hangenden Halit sedimentation konnte bisher nirgends mehr festgestellt werden.

In Zukunft wird es vorrangig sein, auch die Salzbergbaue Bad Ischl, Altaussee und Berchtesgaden, sowie die wenig untersuchten Gips/Anhydritlagerstätten in eine sedimentologisch-fazielle Analyse miteinzubeziehen, um bei fortgeschrittenem Wissensstand auch fundamentale Fragen, etwa die Genese der eigenartigen Haselgebirgs-Struktur betreffend, neu aufrollen zu können.

## EBENSEE - GEOGENES NATURRAUMPOTENTIAL EINER MARKTGEMEINDE

Martin Olböter  
Diplomarbeit (Innsbruck, 1988)

Die Talflanken um Ebensee werden von obertriadischen und jurassischen Karbonaten aufgebaut. Die regionale Tektonik wird im wesentlichen durch die Trauntal-Blattverschiebung sowie die Großfalte am Erlakogel bestimmt.

An quartären Sedimenten findet man Eisrandbildungen, Moränenreste, Schwemmkegel und subrezente Flußbettverlagerungen der Traun.

Die Talfüllung wird durch eine homogene mächtige Deltaschüttung der Traun gebildet, welche von einem Grundwasserkörper angefüllt ist. Sein hydraulisches Verhalten ist stark beeinflusst von dem Grundwasserstrom, welcher aus dem Frauenweißenbachtal hinzutritt. Genutzt wird er derzeit zur Trinkwasserversorgung, zur Niedertemperatur-Wärmeerzeugung und für den Kühlwasserbedarf der Saline in Steinkogel.

Gefahren durch Verschmutzung des Grundwasserkörpers sind in der Hauptsache durch den Abraum der Solvay-Werke zu erwarten.

Der Baugrund ist im jüngsten Deltabereich sowie in alten Flußrinnen sehr problematisch. Am älteren Talboden findet man in der Regel einen tragfähigen Baugrund vor. Die Massenbewegung am Wimmersberg ist auf tektonische Vorgänge zurückzuführen. Die Kluftsysteme im Bereich der Massenbewegung weisen genau jene Streichrichtungen auf, welche im Zuge von größeren Blattverschiebungen entstehen.

Steinschlag ist entlang der Wimmersberg-Talseite zu erwarten, Schuttgänge vor allem in den Gräben des vorderen Rindbachtals auf der linken Talseite.

Baurohstofflich nutzbare Gesteine sind vor allem der Plattenkalk zur Zementherstellung, Branntkalkproduktion, Sodaherstellung, für die Futtermittelindustrie und Glasindustrie und die quartären Schotter des Frauenweißenbach-Schwemmkegels zur Beschotterung und als Betonzuschlag. In geringem Maße kann der Hauptdolomit zur Erzeugung von Splitt dienen. Der Fleckenkalk und der Hierlatzkalk sind als Gestein nutzbar, ein Abbau im Arbeitsgebiet ist allerdings nicht lohnend.

## **SPÄTDIAGENETISCHE VERDRÄNGUNG VON KALKSTEIN UND BILDUNG EINES Pb/Zn-VERERZTEN SATTELDOLOMIT-/CALCITSPAT-GANGSYSTEMS IM WANNIGSTOCK (WESTLICHE MIEMINGER BERGE) IN DEN NÖRDLICHEN KALKALPEN, TIROL**

Diethard Sanders

Diplomarbeit (Innsbruck, 1988)

Die Tektonik der Inntal-Einheit, welche im Arbeitsgebiet von den Schichtgliedern des "Alpinen Muschelkalkes", des Wettersteinkalkes, der Nordalpinen Raibler Formation und des Hauptdolomits aufgebaut ist, ist gekennzeichnet durch Aufschiebungen und gleichzeitige rechtshändige Blattverschiebungen, sodaß die entstehenden horizontalen Versetzungen noch im Zuge der Hauptüberschiebung ausgeglichen wurden und auf die Inntal-Einheit beschränkt bleiben. Die nordöstliche Konvergenz des Ausstriches der Aufschiebungsflächen mit der Hauptüberschiebung wird modellhaft mit einem Zuschnitt der Inntal-Einheit schräg zur Kompressionsrichtung erklärt.

Ein System von spätdiagenetisch verdrängtem Kalkstein und mit Zinkblende und Bleiglanz vererzte Satteldolomit/Calcitpatgänge wurden im "Alpinen Muschelkalk" (AMK) bis zum Top des Wettersteinkalkes verfolgt. Von den Gangmineralen Dolomit, Calcit, Quarz und Fluorit zeigen die ersteren drei eine ausgeprägte Tiefenzonierung hinsichtlich der Art des Auftretens und der Häufigkeit. Ausgedehnte Verdrängung von Kalk tritt vor allem in der Virgloria-Fm. des AMK auf als bevorzugt schichtungsparelle und untergeordnet auch podiforme, gefügeselektive, nonplanare Dolomitisation, schichtungsparelle bis podiforme, gefügeselektive Verquarzung und podiforme Fluoritisation. Die ausgedehnte schichtungsparelle Dolomitisation und die volumetrisch untergeordnete Verquarzung sind auf den AMK beschränkt.

Eine spätdiagenetische Entstehung des Dolomits ist angezeigt durch das subtidale Bildungsmilieu des AMK, die großen Kristalle, die scharfen Dolomit/Kalk-Grenzen sowie scharf abgegrenzte podiforme Körper von Dolomit, Quarz und Fluorit und hohe Fe-, Mn- und niedrige Sr-Gehalte. Satteldolomit tritt am häufigsten als Aderfüllung oder Brekzienzemente innerhalb der Dolomitisation auf, oder als nicht-selektive, massive Verdrängung von AMK. Im Wettersteinkalk sind nur die tiefsten Einheiten teilweise dolomitisiert, während der Hauptteil der Mineralisation als Füllung eines verzweigten Adersystems, in Gängen und Cavernen auftritt. Vom tiefsten Wettersteinkalk an setzt in vererzten Hohlräumen grober Calcitpat neben Satteldolomit ein, und wird zum Top Wettersteinkalk zunehmend häufiger gegen den Satteldolomit, welcher sich häufig als korrodierte Reste im Calcitpat findet. Kathodolumineszenz und Mikrosondenanalysen belegen weitere Korrosion des Satteldolomits, d.h. der Calcitpat ist teilweise ein Dedolomit. Im Satteldolomit wurde ein vertikaler Trend zu abnehmenden Fe, Mn-Gehalten und zunehmenden Sr-Gehalten beobachtet, sowie eine vertikale Konvergenz der Fe, Mn, Sr-Gehalte in Satteldolomit und Calcitpat.

Die oben angeführten Daten werden als Hinweise auf eine vertikale Veränderung der Lösung durch Mineralfällung und Mischung mit örtlichem Grundwasser als Hauptkontrollen über die Gangart/Erz-Fällung gesehen.

Nachträglich mineralisierte Scherungsbreccien, mineralisierte Translationsfrakturen und charakteristische Internbreccien, sowie die Einbeziehung der Drucklösungsercheinungen in den Gangmineralen und das intratriadische tektonische Regime im Bereich der Nördlichen Kalkalpen unterstützen das Konzept einer intratriadischen Platznahme der mineralisierenden Lösungen in die einbrechende und von Blattverschiebungen zerschnittene Wettersteinkalkplattform.

Die mineralisierenden Lösungen entstammen ursprünglich durch leaching und vorwiegend chloridische Komplexierung dem durch Störungen zerschnittenen kristal-

linen Untergrund sowie den auflagernden permoskythischen red-bed-Klastika und wurden durch Erdbebenruptur, welche gleichzeitig Aufstiegswege öffnete, in die Carbonatplattform eingebracht. Die episodische eindringenden temperierten, hochsalinaren, metallbeladenen Lösungen vermischten sich dabei mit kühlerem, niedriger salinem, CO<sub>2</sub>-gesättigtem lokalem Grundwasser. Dieser Mischungsmechanismus ist ein sehr effektiver Vorgang zur raschen Ausfällung von Gangart und Erz und erklärt sowohl die Tiefenzonierung und Spurenelementtrends der Gangminerale, als auch deren Gefügebeziehungen untereinander.

## UMWELTGEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM GEBIET DER MÜLLDEPONIE AHRENTAL (INNSBRUCK/TIROL) UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER SCHWERMETALLE

Petra Tschaufeser

Diplomarbeit (Innsbruck, 1988)

Südwestlich von Innsbruck im Gebiet der Mülldeponie Ahrental wurden umfangreiche geologische, geochemische und hydrochemische Untersuchungen durchgeführt.

Das Untersuchungsgebiet liegt am Westrand des altpaläozoischen Innsbrucker Quarzphyllits und läßt sich stratigraphisch in die Karbonat-Serizit-Phyllit-Serie einordnen. Diese Serie konnte aufgrund einer detaillierten geologischen und geochemischen Bearbeitung wiederum in Teilfaziesbereiche gegliedert werden.

Messungen am tektonisch stark beanspruchten und zerklüfteten Innsbrucker Quarzphyllit zeigen hauptsächlich steil einfallende (70-90°) Querklüfte, die sich in der Tiefe schließen oder durch Feinkornmaterial verfüllt werden.

Der Deponieuntergrund (Quartär) besteht zum größten Teil aus Lockergesteinen und organischem Material.

Die unterste Schicht jedoch besteht aus max. 7m mächtigem tonigem Material (Seetone) mit einem kf-Wert von 10-9, welcher als Abdichtungsmaterial sehr gut geeignet ist.

Über den Deponiebereich verteilt wurden an 9 verschiedenen Probennahmepunkten Wasserproben (Sickerwässer, oberflächlich abfließende Dränagenwässer, Grundwasser und von der Deponie unbelastete "Vergleichswässer") über einen Zeitraum von 1 1/2 Jahren monatlich entnommen. Erwartungsgemäß liegen die unbelasteten Vergleichswässer bei allen Elementen deutlich un-

ter dem Trinkwassergrenzwert. Die "Oberflächenwässer" zeigen eine Erhöhung der einzelnen Elementkonzentrationen gegenüber den unbelasteten Wässern. Die Sickerwässer hingegen sind stark an Schwermetallen bzw. Spurenelementen angereichert - ihre Konzentrationen überschreiten in vielen Fällen den Trinkwassergrenzwert um mehr als eine Zehnerpotenz.

Die Konzentrationen der einzelnen Wasserproben unterlagen im Zeitraum der Probennahme z.T. großen Schwankungen. Einzelne Maxima und Minima lassen sich nicht korrelativ über die verschiedenen Probenentnahmestellen verfolgen.

Eine Trendanalyse zeigt jedoch, daß innerhalb der statistischen Annäherung im Verlauf von 18 Monaten die oberflächlich abgeleiteten Deponiewässer eine Konzentrationszunahme, die Sickerwässer hingegen eine Konzentrationsabnahme der einzelnen Elemente zeigen. Die unbelasteten Vergleichswässer lassen einen gleichbleibenden Trend erkennen. Die Ursachen dafür dürften auf die Vorgänge im Deponiekörper selbst bzw. auf die "Entstehung" der einzelnen Wässer zurückzuführen sein.

Mit Hilfe der Anzahl von signifikanten Korrelationen der jeweiligen Probennahmepunkte konnten diese Wechselwirkungen und Zusammenhänge näher aufgezeigt werden.

Ergänzend zur Wasseranalytik wurden an denselben Probennahmepunkten Soft-Sedimente entnommen. Die Ergebnisse zeigen ein dynamisches Geschehen im Stoff-

kreislauf der verschiedenen Elemente - in der Aufnahme und Abgabe der Metalle. Im Sediment deponierte Schadstoffe werden durch verschiedene Prozesse wieder gelöst und erneut verfrachtet, d.h. die ursprüngliche Annahme, nur mit Hilfe von feinkörnigen Sedimenten die allgemeine Belastung mit Schadstoffen zu ermitteln, hat sich wesentlich erweitert.

Eluationsversuche mit H<sub>2</sub>O bidest., 0.1N HCl und HCl+HNO<sub>3</sub> an abgelagertem Müll zeigen beim Übergang

vom neutralen zum sauren Milieu folgendes Löslichkeitsverhalten: As < Cr < Pb < Cd < Ni < Cu < Zn.

Die Elementkonzentrationen der Bodenproben (aus dem rekultiviertem Teil der Deponie) liegen unter den vorgegeben Richtwerten, jedoch wird der natürliche Schwermetallgehalt bei einigen Elementen deutlich überschritten.

Die im Ahrental aufgebrauchten Klärschlämme liegen in ihren Metallkonzentrationen unter den vorgegebenen Grenz- und Richtwerten.

## ZUR GEOLOGIE DES BOZENER QUARZPORPHYRS UND DER GRÖDENER SCHICHTEN IM RAUM JENESIEN (BOZEN, SÜDTIROL)

Maria Gstrein

Diplomarbeit (Innsbruck, 1989)

Der **Bozener Quarzporphyr** konnte im Arbeitsgebiet aufgrund geeigneter Zwischenschaltungen (i.e. Tuffe, Vitrophyre, fluviatile oder lakustrine Sedimente) in mehrere Einheiten ("Abkühlungseinheiten" sensu R.L. SMITH, 1960) untergliedert werden. Bei der Unterteilung wurden neben makroskopischen Merkmalen auch mikroskopische (z.B. Art und Anzahl der Phänokristalle, ...) und chemische (Feldspatzusammensetzungen) Kriterien mitberücksichtigt; zwei Einheiten der Rhyodazit (B)-Gruppe sind im kartierten Gebiet aufgeschlossen. Die Rhyolith (C)-Gruppe läßt sich im bearbeiteten Raum dreigliedern.

Die Vorkommen des **Grödener Sandsteins** im Arbeitsgebiet wurden - unter besonderer Berücksichtigung der marin beeinflussten oberen Grödener Schichten - sedimentpetrographisch untersucht. Die Sedimentation des Grödener Sandsteins wurde durch bestehende Morphologie, synsedimentäre Tektonik und klimatische Gegebenheiten gesteuert. Die Sedimentationsformen reichen von fluviatilen - von verflochtenen in mäandrierende Flußsysteme übergehend - bis hin zu marinen Flachwasserablagerungen. Mit Hilfe verschiedenster Untersuchungsmethoden (Kathodolumineszenz, Mikrosondenanalysen, Schwermineralanalysen, ...) konnte ermittelt werden, daß das Detritusliefergebiet schon zu Beginn der Sedimentation der Grödener Schichten neben den permischen Vulkaniten auch vom präpermischen, metamorphen kristallinen

Basement repräsentiert wird. Die Bestimmung der Foraminiferen und Kalkalgen in den marinen Sedimenten der (oberen) Grödener Schichten erbrachte eindeutig noch permisches Alter.

Diese transgressive Sequenz der Grödener Schichten geht schließlich in die rein marinen Sedimente der **Werfen-Formation** über. Im bearbeiteten Gebiet sind allerdings nur die untersten beiden Einheiten (Tesero-Horizont und Mazzin-Member) aufgeschlossen; sie stellen jeweils Flachmeerablagerungen dar: die Transgressionsoolithe des Tesero-Horizonts gehen in die Sedimente eines flachen subtidalen Schelfs des Mazzin Members über. Aufgrund des Fehlens geeigneter Fossilführung konnte die genaue Position der Perm/Trias-Grenze im Arbeitsgebiet nicht eruiert werden; die marine Fazies der Grödener Schichten im Liegenden des Tesero-Horizonts besitzt, wie schon erwähnt, jedenfalls noch permisches Alter.

Der mitteltriadische Vulkanismus macht sich im Arbeitsgebiet in Form eines "**Augitporphyrlagerganges**" in den Bozener Vulkaniten bemerkbar.

Am Salten werden die Werfener Schichten von einer Grundmoräne der **Würni-Vergletscherung** überdeckt. Erdpyramiden, die im Zuge der Erosion der Grundmoräne gebildet wurden, gehören zu den bemerkenswertesten morphologischen Charakteristika im untersuchten Areal.

## **QUARTÄRE ABLAGERUNGEN IM UNTEREN SILLTAL S INNSBRUCK (TIROL) - VERSUCH EINER ZEITLICHEN EINORDNUNG ANHAND DER SEDIMENTOLOGIE**

Eva Kaspar

Diplomarbeit (Innsbruck, 1989)

In der vorliegenden Arbeit wurde das Gebiet des untersten Silltales S Innsbruck (Tirol) quartärgeologisch behandelt.

Anhand einer Kartierung wurden 15 stratigraphische Einheiten unterschieden, von denen 8 in der bisherigen Literatur noch nicht beschrieben worden waren.

Mit Hilfe von Profilen konnten die Sedimentationsbedingungen der einzelnen Formationen rekonstruiert werden.

In den quartären Sedimenten bildet sich ein einziges glaziales Ereignis, gefolgt von Eisabbau, fluviatiler Talverschüttung und anschließendem Einschneiden der Flüsse bis zum heutigen Niveau ab.

Weiters wurden eine geomorphologische Luftbildauswertung, Imbrikationsmessungen, Korngrößen- und

Schwermineralanalysen vorgenommen, die diese Ergebnisse unterstützen.

Damit komme ich - entgegen der "klassischen" Einordnung der Terrassensedimente im Inntalraum ins R/W-Interglazial - zu einer Einstufung ins frühe Würm-Spätglazial bis Holozän:

Die Akkumulationsphase umfaßt das frühe Würm-Spätglazial bis zum ausgehenden Steinach-Stadium, die Erosionsphase dauert von der Klimaverbesserung vor dem Gschnitz bis längstens zum Beginn des Holozäns. Ab da entspricht das geologische Geschehen weitgehend dem heutigen.

## **UNTERSUCHUNGEN AN DEN BASALEN KLASTISCHEN GESTEINEN DES BRENNERMESOZOIKUMS (STUBAIER ALPEN, TIROL)**

Peter Krois

Diplomarbeit (Innsbruck, 1989)

Im Bereich des Brennermesozoikums wurden an den basalen klastischen Gesteinen (Verrucano und Skythquarzite der älteren Literatur) an acht Profilen sedimentpetrographische und fazielle Untersuchungen durchgeführt.

Die mesozoischen, überwiegend karbonatischen Abfolgen, deren Alter wahrscheinlich vom Skyth bis ins Neokom reicht, wurden von einer alpidischen (oberkretazischen) Metamorphose erfaßt (450° bis 500°, 3,5 bis 4kb). Die Metamorphose führte in den maximal 15 m mächtigen, basalen klastischen Gesteinen zu einem teilweisen Verwischen primärer, sedimentärer Gefüge, zu teilweisen Quarzrekristallisationen, zu einer tektonischen Längung von Geröllen und zu Mineralneubildungen (Albit, Muskowit, Biotit, Chlorit). Damit sind sedimentologische Aussagen mit einem gewissen Unsicherheitsgrad behaftet.

Das variszisch metamorph gewordene Altkristallin lag im Oberperm bis Unterskyth als peneplain-artige Fläche mit geringen Reliefunterschieden vor. Durch die Einwirkung der Atmosphären kam es, wahrscheinlich ab

dem oberen Seis, spätestens aber ab dem Campill, zu einer Verwitterung der Kristalloberfläche. Diese Verwitterungszone hebt sich sowohl mineralogisch, als auch geochemisch deutlich vom eigentlichen Altkristallin ab, das zu alpidischer Zeit leicht retrograd überprägt wurde.

Auf dieser Verwitterungszone kam es zur Ablagerung erster klastischer Sedimente. Der Beginn der Sedimentation ist wahrscheinlich auf klimatische Ursachen zurückzuführen. Humide Bedingungen führten zu einer stärkeren Verwitterung, dadurch kam es zu einer größeren Materialbereitstellung, erhöhtes Wasserangebot verbesserte die Transportmöglichkeiten. Die Faziesvergesellschaftung der unteren Bereiche spricht für Ablagerungen eines alluvialen Schuttfächers und/oder eines Fan-Deltas in einem mikrotidalen Environment. Die geringe Mächtigkeit dieser Abfolgen (kleiner 10 Meter) und die faziell unterschiedliche Entwicklung der einzelnen Profile, sowie der rasche Fazieswechsel innerhalb der Profile lassen auf Fächer mit geringer Ausdehnung schließen, die lokal von kleinen Erhebungen geschüttet wurden. Auf mögliche ma-

rine Einflüsse könnten in zwei Profilen auftretende Karbonateinlagerungen hinweisen. Petrographisch spiegelt sich die Aufarbeitung des Verwitterungshorizontes wider. Es treten überwiegend Quarzkonglomerate und Quarzsande auf, nur sehr vereinzelt finden sich Feldspäte (überwiegend Kalifeldspat). Sicher marine Ablagerungen finden sich in den hangendsten Abschnitten der unteren Profilabschnitte. Hier treten Strandkonglomerate und als Strandseifen gedeutete Anreicherungen von Erzmineralien auf (Magnetite, die aus der Aufarbeitung der Verwitterungszone bezogen werden können).

Ein plötzlicher Sedimentationsumschwung weist auf eine Transgression (wahrscheinlich korrelierbar mit der Val-Badia-Transgression der Nord- und Südalpen) hin. In den meisten Profilen kommt es zu einer cm-geschichteten karbonatisch-siliziklastischen Wechsellagerung, wobei der karbonatische Einfluß nach oben hin deutlich zunimmt. Die Klastika sind teilweise lagenweise angereichert und könnten sturminduziert sein. In diesen siliziklastischen Lagen auftretende relativ frische Feldspäte (Kali-

feldspat und Plagioklas) weisen auf einen Input aus einem unverwitterten Hinterland hin. Vereinzelt treten Crinoiden auf, die auf ein wahrscheinlich oberskythisches Alter (Cencenighe) hinweisen. Diese Sedimente werden als Ablagerungen des Schelfbereichs interpretiert. Mit einer scharfen Grenze setzt darüber der sogenannte Basisdolomit ein, der nur noch leicht klastisch beeinflusst ist und in seinen liegendsten Bereichen bereits *Dadocrinus gracilis* (VON BUCH) führt, der allerdings keine genauere zeitliche Einstufung als Hydasp-Pelson erlaubt. Das Einsetzen des Basisdolomits ist auf eine neuerliche Transgression zurückzuführen. Daneben tritt auch lokal eine faziell etwas andersartige Entwicklung der karbonatisch-siliziklastischen Wechsellagerung auf, die wesentlich C<sub>org</sub>-reicher ist und nach oben hin von Tonschiefern abgeschlossen ist. Dies deutet auf lokale Stillwasserbereiche hin.

Zusammenfassend liegt hier eine transgressive Abfolge vor, die vom kontinentalen Bereich über ein randmarines Environment bis in den Schelfbereich führt.

## MASSENBEWEGUNGEN IM SÜDLICHEN SALZKAMMERGUT

Sebastian Reiß

Diplomarbeit (Innsbruck, 1989)

Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit ist eine Bestandsaufnahme der Massenbewegungen im Bereich von Sandling und Plassen im südlichen Salzkammergut. Dabei wird besonderer Wert auf die Analyse der Ursachen der Massenbewegungen gelegt. Deshalb gliedert sich die Arbeit in drei Teilbereiche.

Zuerst wird auf das großräumige geologische und tektonische Umfeld des Untersuchungsgebietes eingegangen. Hiefür wurden unter anderem Luftbilder, Satellitenbilddaten und Gefügemessungen herangezogen.

Zweitens erfolgt die detaillierte Aufnahme von einigen Massenbewegungen unter Berücksichtigung der auslösenden Ursachen.

Zuletzt werden die in bezug auf die Bewegungen besonders kritischen Schichtglieder einer genaueren sedimentologischen und tonmineralogischen Überprüfung unterzogen. Die Analysen zeigen in zwei Fällen einen nennenswerten Gehalt an quellfähigen Tonmineralen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse das Bild einer hauptsächlich von der Salztektonik bestimmten Massenbewegungstätigkeit.