

DIE LIAS-BECKENENTWICKLUNG DER UNKENER SYNKLINALE (NÖRDLICHE KALKALPEN, SALZBURG) UNTER BESONDERER BERÜCK- SICHTIGUNG DER SCHEIBELBERG FORMATION

Karl Krainer & Helfried Mostler

Mit 7 Abbildungen, 8 Fototafeln und 1 geol. Karte

Zusammenfassung:

Im Bereich der Unkener Synklinale (Nördliche Kalkalpen, Tirolikum) ist der Lias in einer außergewöhnlich geringmächtigen Beckenfazies entwickelt. Die nur rund 30 m mächtige Abfolge umfaßt Kendlbach Formation, Scheibelberg Formation, Saubach Formation mit eingeschalteten Bitumenmergeln und Adnet Schichten. Im Gegensatz zu benachbarten Jurabecken wurde jenes der Unkener Synklinale bereits in der Obertrias als Intraplattformbecken angelegt und nicht durch liassische Tektonik herausgeformt. Im Lias kam es lediglich zu einer weiteren Absenkung des Kössener Beckens um wenige 100 m, im gleichen Ausmaß wurde auch die südlich angrenzende Karbonatplattform der Steinplatte abgesenkt. Aus dem Kössener Becken hat sich dadurch ein etwas tieferes Lias-Becken entwickelt, aus der Karbonatplattform eine Tiefschwelle mit stark kondensierten liassischen Rotkalken.

Das Unkener Becken war im Lias aufgrund der geringen Subsidenzrate auch durch extrem geringe Sedimentationsraten gekennzeichnet, Debrite und Breccien fehlen.

Eingehend untersucht wurde die Scheibelberg Formation, für die ein neues Typusprofil vorgeschlagen wird. Die Scheibelberg Formation setzt sich aus grauen, dünn gebankten hornsteinführenden Knollenkalken zusammen, die reichlich Radiolarien und Kieselspicula enthalten. Aus dem unlöslichen Rückstand konnte eine hochdiverse Holothurienfauna gewonnen werden, die viele Arten enthält, von denen bislang angenommen wurde, daß sie bereits in der Obertrias ausgestorben sind. Diese wanderten jedoch aus einem bislang unbekanntem Rückzugsgebiet im Laufe des Sinemur und Pliensbach in das Unkener Becken ein, wo sie analoge Lebensbedingungen wie in der norischen Hallstätter Fazies vorfanden. Es dominieren Formen des tieferen Wassers, v. a. Vertreter der Gattungen *Praeeuphronides*, *Tetravirga*, *Biacumina*, *Uniramosa* und *Kristanella*. Insgesamt konnten aus der Scheibelberg Formation 6 Familien mit 23 Gattungen und 56 Arten, darunter eine neue Gattung und 15 neue Arten, nachgewiesen werden.

Abstract:

In the Unken Syncline of the Northern Calcareous Alps in western Salzburg (Austria) an exceptional thin basin facies (Unken basin) developed during the Liassic. The only 30 m thick basin succession is composed of Kendlbach Fm., Scheibelberg Fm., Saubach Fm. with intercalated oil shales (Bitumenmergel) and Adnet Formation.

In contrast to nearby Jurassic basins the Unken basin developed already during Late Triassic as an intraplatform basin, and was not formed by tectonics during the Liassic.

Subsidence of the Kössen basin continued to water depths of a few hundred meters during the Liassic. The adjacent carbonate platform of the Steinplatte in the south of the Unken basin subsided for the same extent.

From the Kössen basin a somewhat deeper basin, the Unken basin, evolved, and from the carbonate platform a seamount (Tiefschwelle) developed, on which condensed red limestones were deposited during the Liassic. Due to low rates of subsidence the Unken basin was characterized by extremely low rates of sedimentation. Breccias and other coarse-grained submarine mass flows are lacking.

For the Scheibelberg Formation a new type section is proposed. The Scheibelberg Formation consists of thin bedded, grey nodular cherty limestones which contain abundant radiolarians and siliceous spicules. From the insoluble residue a holothurian fauna of high diversity has been obtained, containing many species which have been believed to be extinct since the Upper Triassic. But these species immigrated from an unknown refuge during the Sinemurian and Pliensbachian into the Unken basin, where they found the same life conditions as in the Norian Hallstatt facies. Holothurian species of deeper water conditions predominate, especially those of the genera *Praeeuphronides*, *Tetravirga*, *Biacumina*, *Uniramosa* and *Kristanella*. The holothurian fauna consists of 6 families with 23 genera and 56 species, including 1 new genus and 15 new species, all described in the present paper.

1. Einleitung und Problemstellung

Im Lias wurden in den Nördlichen Kalkalpen eine Reihe von Sedimentationsbecken herausgeformt. Die meisten dieser Becken entstanden durch synsedimentäre Tektonik als Pull-Apart-Becken (ACHTNICH, 1982; SCHÄFFER & STEIGER, 1986; WÄCHTER, 1987; CHANNELL, et al., 1992; BRAUN et al., 1994; KRÄINER et al., 1994; BÖHM et al., 1995), die sich nach CHANNELL, et al. (1992) hauptsächlich entlang E–W-gerichteter sinistraler Strike-Slip-Faults entwickelt haben. Die Entstehung dieser Becken weist auf eine ungefähr E–W-gerichtete Zone mit sinistralen Transstensionsbewegungen und wird in Zusammenhang mit der Öffnung des zentralen Nordatlantik gesehen (WEISSERT & BERNOULLI, 1985; SAVOSTIN et al., 1986; LEMOINE & TRÜMPY, 1987; TRÜMPY, 1988; u.a.).

Neben diesen durch intraliasische Tektonik entstandenen Becken existierte auch noch ein zweiter Typus von Becken. Dieser zweite Typus wurde bereits in der Obertrias angelegt (Kössener Becken) und hat sich im Lias durch eine leichte Vertiefung weiterentwickelt, zeigt jedoch keinerlei Anzeichen für synsedimentäre Tektonik. Die Sedimentabfolgen dieser beiden Beckentypen zeigen deutliche Unterschiede, insbesondere in den Mächtigkeiten.

Die Sedimentationsprozesse in den relativ kleinräumigen Jurabecken im Westabschnitt der Nördlichen Kalkalpen waren durchwegs sehr komplex und von verschiedensten Parametern wie synsedimentäre Tektonik, Subsidenzrate, Wassertiefe, Bioproduktion, Neigung des Abhanges usw. gesteuert. Die einzelnen Beckenfüllungen sind durch starke lokale Faziesunterschiede charakterisiert, hervorgerufen durch den raschen Fazieswechsel (proximaler Abhang – distaler Abhang – Becken). Diese starke Faziesdifferenzierung führte letztlich dazu, daß im Lias gleichzeitig je nach Ablagerungsraum ganz unterschiedliche Sedimente abgelagert wurden: im Bereich der Tiefschwellen Adneter Cephalopodenkalk und Enzesfelder Kalk, im Bereich des oberen Abhanges Hierlatzkalk, im Hangbereich Weißbach Schichten, Kendlbachschichten, Adneter Schichten, im Übergangsbereich Hang – Becken Scheibelbergkalk und schließlich im Beckenbereich Kirchsteinkalk und Fleckenmergel (Allgäu Formation).

Zwischen diesen Faziestypen bestehen vielfach fließende laterale und vertikale Faziesübergänge, sodaß es oft schwierig ist, die einzelnen Formationen klar gegeneinander abzugrenzen. Dazu kommt noch, daß diese nach wie vor nicht exakt definiert sind bzw.

die Definitionen teilweise nicht den Richtlinien der Stratigraphischen Kommission entsprechen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, anhand eines gut aufgeschlossenen Profils die Lias-Sedimentabfolge des Unkeners Beckens zu beschreiben, das sich bereits in der Obertrias herausgeformt und im Lias weiter vertieft hat. Insbesondere die Scheibelberg Formation soll faziell und mikrofaunistisch dargestellt und gegenüber den unter- und überlagernden Formationen, insbesondere Kendlbach Formation, Saubachschichten und Adneter Formation, klar abgegrenzt werden.

2. Geologischer Rahmen

Das untersuchte Profil liegt am Ausgang des Karnergrabens westlich von Unken (Salzburg), innerhalb der Unkeners Synklinale, die der tektonischen Einheit der tirolischen Stauffen-Höllengebirgsdecke angehört. Die Lage des Profils ist aus Abb. 1 ersichtlich.

Im Bereich der Unkeners Synklinale bilden Kössener Schichten die Unterlage der Jura-Abfolge, auf der südlich angrenzenden Steinplatte liegt dagegen der Jura auf Oberrhätalk (siehe geol. Karte).

Jura- und Unterkreidesedimente bilden den Kern dieser E–W- steichenden, nach Osten bis Südosten unter die juvavischen Decken abtauchenden Synklinale. Die Jurasedimente der Unkeners Synklinale wurden in einem Becken (Unkeners Becken) abgelagert, das durch eine Hochzone vom südöstlich gelegenen Weißbach-Diesbach-Becken getrennt war. Im Süden (Steinplatte) war das Becken von einer Tiefschwelle begrenzt. Beide Becken zeigen auch eine völlig unterschiedliche fazielle Entwicklung (vgl. KRÄINER et al., 1994). Im Vergleich zur bis zu gut 1000 m mächtigen Sedimentabfolge im Weißbach-Diesbach-Becken erreicht der gesamte Jura in der Unkeners Synklinale im Bereich des Karnergrabens nicht einmal 100 m.

Die Jura-Beckenabfolge des Karnergrabens liegt auf Kössener Schichten, die zuletzt von KUSS (1983) auch im Bereich der Unkeners Synklinale sedimentologisch untersucht wurden. Über den Kössener Schichten folgen wenige Meter mächtige Kendlbachschichten, die von kieseligen Knollenkalken der Scheibelberg Formation mit einer Mächtigkeit von rund 15 m überlagert werden. Darüber ist eine mergelige Kalkfazies (Saubach Formation) entwickelt, in die bis zu 5 m mächtige schwarze Bitumenmergel („Lias-Epsilon-Schiefer“, EBLI, 1989) eingeschaltet sind. Die mergelige Kalkfazies der Saubach Formation wird mit einer

scharfen Grenze von ziegelroten, ammonitenführenden Kalkmergeln (Adneter Formation) des Toarc überlagert (siehe Profil, Abb. 2). Darauf folgen rund 4 m mächtige, dünnbankige Knollenkalke mit lokal eingeschalteten Debiten unterschiedlicher Mächtigkeit („Schwarzbergklamm-breccie“), überlagert von Radiolariten der Ruhpoldinger Formation, die im Karnergraben eine Mächtigkeit von ca. 40 m erreichen.

Im folgenden werden die Scheibelberg Formation, die darunterliegende Kendlbach Formation und die darüberliegende Saubach Formation im Detail beschrieben sowie deren Ablagerungsbedingungen, Mikrofauna und stratigraphische Stellung diskutiert.

3. Kendlbachschichten (Kendlbach Formation)

PLÖCHINGER (1982) faßte die Preplanorbis Beds und den grauen Liasbasiskalk als „Kendlbachschichten“ zusammen. GOLEBIOWSKI (1990) hat schließlich den Begriff Kendlbach Formation geprägt und diese in das Tiefengraben Member (= untere Kendlbachschichten bzw. Preplanorbis Beds) und Breitenberg Member (= obere Kendlbachschichten oder grauer Liasbasiskalk) untergliedert.

Die Kendlbachschichten stehen am Ausgang des Karnergrabens mit einer Mächtigkeit von gut 3 m an, wobei jedoch der Übergang in die liegenden Kössener Schichten nicht aufgeschlossen ist (Profil, Abb. 2).

Die Kendlbachschichten lassen sich auch im untersuchten Profil lithologisch in das Tiefengraben Member und in das Breitenberg Member untergliedern.

Das Tiefengraben Member bestehen aus dm-gebankten, fossilführenden, bräunlich anwitternden Kalken und zwischengeschalteten, schwarzgrauen, teilweise sandigen fossilfreien Mergeln (Abb. 3). Auf den Bankungsflächen der Kalkbänke sind z.T. reichlich Makrofossilien (Brachiopoden und Ostreiden) enthalten.

Die Mergellagen werden im unteren Teil bis zu mehrere dm mächtig, nach oben nimmt die Mächtigkeit rasch ab (Abb. 3).

Das Breitenberg Member ist im Profil Karnergraben 1 m mächtig und besteht aus eben gebankten Kalken ohne Mergelzwischenlagen.

3.1 Mikrofazies

Die Sedimente der Kendlbach Formation setzen sich aus folgenden Mikrofaziestypen zusammen:

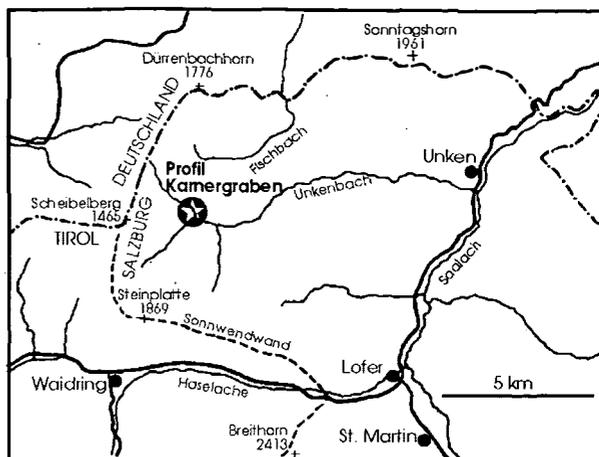


Abb. 1: Übersichtskarte mit Lage des untersuchten Profils im Karnergraben.

- a) Echinodermen-Packstones,
- b) Echinodermen-Peloid-Packstones sowie
- c) Echinodermen-Foraminiferen-Wackestones/Packstones

a) Echinodermen-Packstone (Taf. 1, Fig. 6): Dieser Mikrofaziestyp ist ungeschichtet bis undeutlich geschichtet, leicht bioturbat, schlecht bis sehr schlecht sortiert. Schalenreste sind mitunter eingeregelt. Die Grundmasse besteht aus Mikrit und sparitischem Zement.

An Bioklasten dominieren bis zu 5 mm große Echinodermenreste, untergeordnet sind verschiedene, teilweise angebohrte Schalenreste (v.a. von Brachiopoden; bis 1 cm groß), teilweise doppelklappig erhaltene Ostracoden, Spicula (z.T. häufig) und Foraminiferen enthalten. Selten sind Gastropoden und Serpuliden.

An Lithoklasten finden sich kleine dunkle mikritische Komponenten (Peloide), in denen selten kleine Foraminiferen und Glaukonit enthalten sind. Mikrit haftet z.T. auch an den Foraminiferen, einzelne Foraminiferen sind zerbrochen. Offensichtlich stammen die Foraminiferen aus demselben Ablagerungsraum wie die Peloide („Foraminiferenschlammfazies“). Es ist auch auffallend, daß die Foraminiferen – es handelt sich um sessile Formen – nie auf anderen Komponenten, insbesondere Bioklasten, aufsitzen.

Feinkörniges siliziklastisches Material in Siltkorngröße ist locker eingestreut, der Anteil nimmt zum Hangenden hin kontinuierlich ab. Hauptsächlich handelt es sich um detritischen Quarz. Auch etwas Glaukonit ist vorhanden, und zwar in der Matrix, in Peloiden, in Wühlgefügen und als ?Komponente. Außerdem werden Schalenreste teilweise von

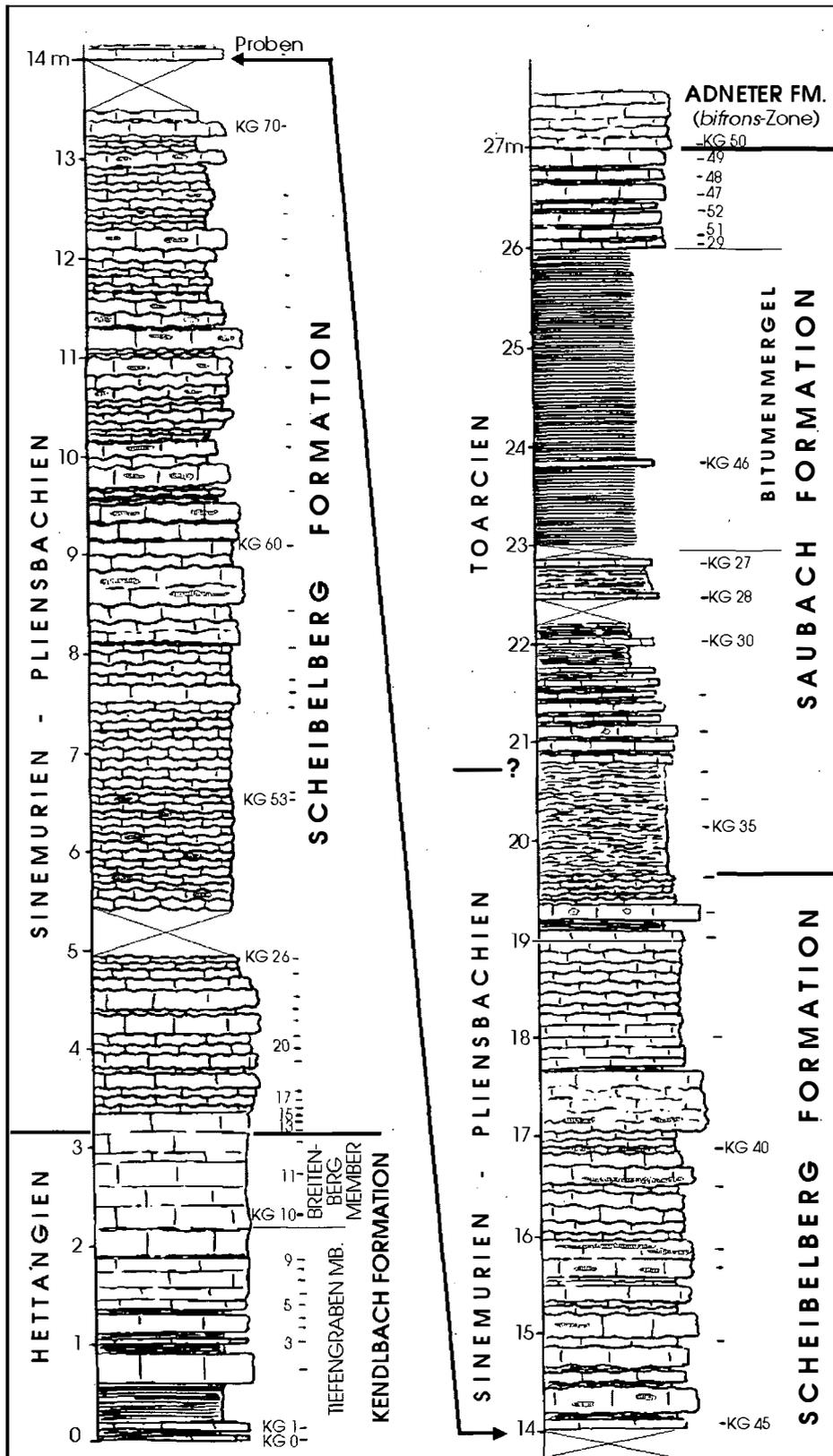


Abb. 2: Detailprofil durch die Lias-Abfolge der Unkener Synklinale am Ausgang des Kameergrabens. Die Lage des Profils ist aus Abb. 1 ersichtlich.

Glaukonit ersetzt. Einzelne Foraminiferen-Steinkerne und Kieselspicula sind z.T. völlig in Glaukonit umgesetzt.

Echinodermenreste zeigen mitunter syntaxiale Anwachssäume. Häufig werden Schalenreste, seltener auch Echinodermenreste von Mikroquarz verdrängt. Spicula sind vielfach kalzifiziert und mit einem Saum aus radialaxialem Kalzit umgeben.

Das Gestein ist leicht sammelkristallisiert und mikrotylolithisch überprägt, insbesondere um Echinodermenreste sind häufig Drucksuturen in Form von Mikrotylolithen zu erkennen, die auf beginnende Drucklösung hinweisen.

b) Echinodermen-Peloid-Packstones unterscheiden sich von den echinodermenreichen Packstones nur durch ihren höheren Anteil an dunklen, mikritischen Komponenten (Peloiden) (Taf. 1, Fig. 2, 7).

c) In Echinodermen-Foraminiferen-Wackestones/Packstones sind Kleinforaminiferen ein sehr häufiger biogener Bestandteil, wobei es sich fast ausschließlich um die Art *Planinvolutina carinata* handelt. Auch Spicula und Peloiden sind teilweise etwas häufiger (Taf. 1, Fig. 1, 3, 4 und 5).

Die gröberen (grobarenitischen) Bänke enthalten generell reichlich dicht gepackte Echinodermenreste (Echinodermen-Packstones), während die feinkörnigeren Bänke (feinarenitisch) neben Echinodermenresten überwiegend aus Foraminiferen, Spicula und Peloiden zusammengesetzt sind.

3.2 Faziesinterpretation

Die Sedimente der Kendlbach Formation zeigen in ihrer faziellen Entwicklung noch starke Anklänge an die Kössener Schichten. Die Beckenfazies der Kössener Schichten findet in den Kendlbachschichten ihre Fortsetzung, das Intraplattformbecken senkt sich im Lias weiter ab. Die Kendlbach Formation setzt sich einerseits aus feinkörnigen, siliziklastisch dominierten Sedimenten zusammen, die im tieferen Teil der Abfolge vorherrschen und faziell den Mergeln und sandigen Mergeln der Kössener Schichten entsprechen. Im höheren Teil dominieren Kalke, die reich an Echinodermenresten, stellenweise auch an Foraminiferen sind. Diese Kalke werden als submarine Schüttungen gedeutet, die auf einem distalen

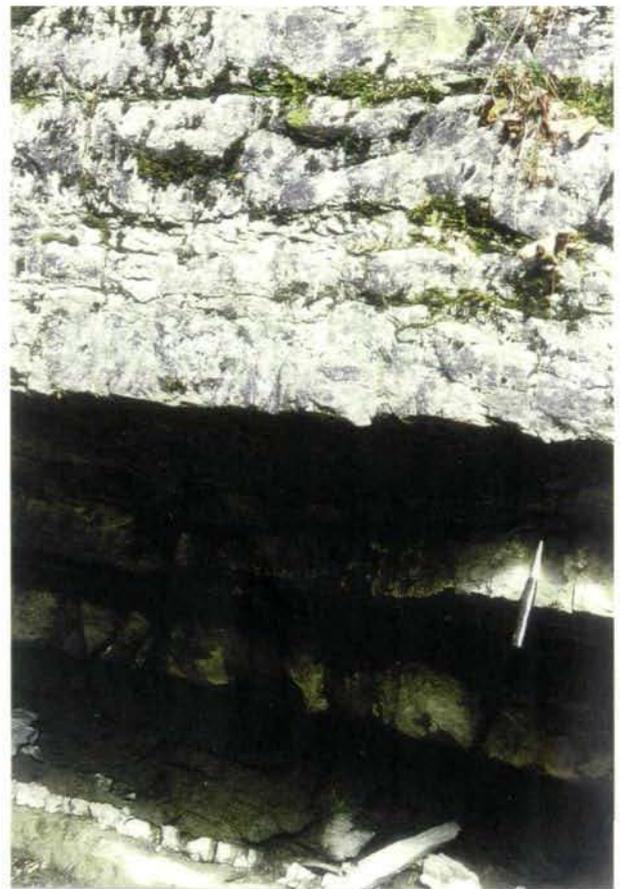


Abb. 3: Aufschlußphoto der Kendlbach Formation am Ausgang des Kamergrabens mit dem Tiefengraben Member. Im unteren Teil sind dickere Mergellagen zwischengeschaltet (untere Bildhälfte). Höhe des Aufschlusses ca. 2 m.

Abhang zur Ablagerung gelangten. Sowohl die Echinodermenreste als auch die sessilen Foraminiferen sind allochthon. Dies erklärt auch, warum nie Komponenten vorgefunden werden, die von diesen sessilen Foraminiferen inkrustiert sind. Allerdings sind sie hin und wieder in mikritischen Komponenten (Peloiden) enthalten. Offensichtlich stammen Peloiden und sessile Foraminiferen aus demselben Ablagerungsraum („Foraminiferenschlammfazies“). Auch die Kalke enthalten siliziklastisches Material, der siliziklastische Einfluß nimmt erst innerhalb des Breitenberg Members allmählich ab. Sowohl das siliziklastische Material als auch die Bioklaste (v.a. Echinodermenreste) stammen vermutlich aus demselben Liefergebiet, von dem auch das Kössener Becken gespeist wurde. Die über dem Oberrhätalk im unteren Lias entstandene Tiefschwelle kommt als Liefergebiet nicht in Frage.

4. Scheibelbergkalk (Scheibelberg Formation)

4.1 Allgemeine Bemerkungen

Für die über dem „Liasbasiskalk“ (=Kendlbach Formation) entwickelten Liashomsteinknollenkalke hat GARRISON (1964) den Begriff Scheibelbergkalk geprägt. Die Typuslokalität liegt auf der Westseite des Scheibelberges, nur ca. 3km westlich des Kamergrabens (siehe auch HORNSTEINER, 1991).

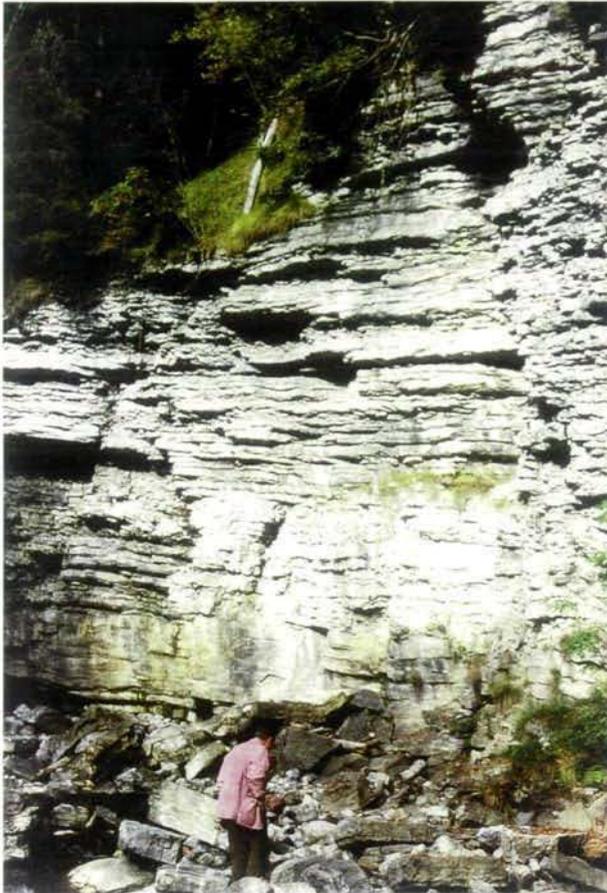


Abb. 4: Aufschlußphoto der Kendlbach Formation (undeutlich gebankte Kalke an der Basis) und der darüberliegenden, gut gebankten Knollenkalke der Scheibelberg Formation am Ausgang des Kamergrabens (Typusprofil).

Die Scheibelberg Formation ist im Kamergraben knapp 16 m mächtig (Profil, Abb. 2 und Abb. 4). Die Untergrenze ist scharf ausgeprägt und durch einen markanten Wechsel von bräunlichen, eben gebankten Kalken der Kendlbach Formation zu dünn gebankten grauen Knollenkalke der Scheibelberg Formation charakterisiert. Die Basis bildet eine knapp 30 cm

dicke, gelbbraune Kalkbank, die makroskopisch dem Enzesfelder Kalk ähnlich ist. Darüber folgen graue Knollenkalke. Die einzelnen Knollenkalkbänke sind an der Basis 5–20 cm dick und häufig durch dünne, tonige Lagen getrennt. Der unterste Abschnitt (1 m) enthält keine Kieselsäure, darüber führen die Knollenkalke auch Homstein in Form von dunklen, mehrere cm großen Knollen und dünnen Lagen. Im mittleren und höheren Abschnitt handelt es sich durchwegs um graue, gut gebankte Knollenkalke mit dünnen tonigen Zwischenlagen. Die Bänke sind meist 10–20 cm dick. Vereinzelt sind auch dickere Bänke, die eine undeutliche interne Bankung aufweisen, eingeschaltet.

Auch die Obergrenze ist recht scharf ausgebildet. Über den kieseligen Knollenkalke folgen zunächst eben gebankte und leicht knollige, grünlichgraue mergelige Kalke der Saubach Formation.

4.2 Basale Kalkbank der Scheibelberg Formation

Im untersuchten Profil ist über der Kendlbach Formation eine 30 cm dicke, undeutlich in 3 Bänke gegliederte gelbbraune Kalkbank entwickelt, die im Gelände aufgrund der Färbung und der glatten Bankflächen dem Enzesfelder-Kalk sehr ähnlich ist.

Der Begriff Enzesfelder Kalk geht auf STUR (1851) zurück und wird in der Originalarbeit als „Enzersfelder Schichten“ bezeichnet. Er verstand darunter „gelbe, mit Homsteinen wechsellagernde Kalksteinschichten“. TOLLMANN (1976) definiert den Enzesfelder Kalk als „honiggelbe, gut gebankte, selten gelbliche Homsteinknollen führende oder auch rote, gelblichknollige, oft an Ammoniten, Bivalven und Mikrofauna außerordentlich reiche Kalke“ (siehe auch KRISTAN-TOLLMANN & COLWELL, 1992). Charakteristisch ist auch die geringe Mächtigkeit von oft nur wenigen Dezimetern.

Mikrofaziell besteht die basale Kalkbank der Scheibelberg Formation aus einer honigbraunen Lage eines ungeschichteten, bioturbaten bioklastischen Wackestone/Packstone mit überwiegend Echinodermenresten und Kieselspicula sowie Ostracoden, Schalenresten, Foraminiferen (hpts. Kalkschaler, vereinzelt *Involutina*), Gastropoden sowie Radiolarien (Taf. 1, Fig. 8). Auch einzelne Peloiden und etwas Glaukonit sind enthalten. Die Matrix besteht aus einem grauen Mikrit. Darüber folgt ein ungeschichteter, bioklastischer Wackestone mit zahlreichen Schalenresten von Ostracoden, Brachiopoden, Muscheln, Gastropoden, Echinodermenresten sowie Kieselspicula, Foraminiferen (selten *Involutina*) und Radiolarien. Das Gestein

ist teilweise verkieselt und enthält kleine Kieselkonkretionen. Zu oberst ist ein undeutlich geschichteter bioklastischer Packstone entwickelt, bestehend aus zahlreichen Schalen- und Echinodermenresten, Spicula, Radiolarien und einzelnen Foraminiferen. Längliche Bioklaste sind teilweise eingeregelt. Radiolarien sind vielfach noch in Kieselsäureerhaltung, allerdings zu Mikroquarz sammelkristallisiert, wobei die Schalenstruktur noch deutlich erkennbar ist. Teilweise sind Radiolarien und Kieselspicula bereits kalzifiziert. Das Gestein ist lagenweise verkieselt. Die Matrix besteht aus Siltit und Mikrit.

Vergleichende Untersuchungen am Enzesfelder Kalk der Typuslokalität haben jedoch gezeigt, daß dieser aus einem deutlich anderen Mikrofaziestyp aufgebaut ist (vgl. auch TOLLMANN, 1976; KRISTAN-TOLLMANN & COLWELL, 1992): An der Typuslokalität besteht der Enzesfelder Kalk aus einem bioturbaten bioklastischen Wackestone mit reichlich Echinodermen, Schalenresten und Foraminiferen, insbesondere Involutinen. Radiolarien und Kieselspicula fehlen dagegen vollkommen. Auch Subsolutionserscheinungen und Hartgrundbildungen sind an der Typuslokalität ein charakteristisches Merkmal (vgl. auch BÖHM, 1992). Bereits STUR (1851) weist darauf hin, daß an der Typuslokalität bei Enzesfeld die „gelben Enzersfelder Schichten“ von „rothen Schichten“ (= Adneter Schichten) überlagert werden. Auch im bekannten Profil am Fonsjoch westlich vom Achensee, wo typischer, stark kondensierter Enzesfelder Kalk entwickelt ist, folgen darüber Adneter Schichten. Daraus ist zu schließen, daß die kondensierten Abfolgen des Enzesfelder Kalkes und der darüberfolgenden Adneter Schichten jeweils auf Tiefschwellenpositionen beschränkt sind, während in den tieferen Bereichen – distale Abhang- und Beckenfazies – Enzesfelder Kalk fehlt und die Kendlbachschichten direkt vom Scheibelbergkalk überlagert werden.

Der Enzesfelder Kalk wurde zuletzt von BLAU & GRÜN (1994) im Kendlbachprofil der Osterhorngruppe genauer untersucht. Allerdings entsprechen die von BLAU & GRÜN (1994) dem Enzesfelder Kalk zugeordneten Kalkbänke (Faziesbereich IV, Abb. 2) mikrofaziell keinesfalls dem Enzesfelder Kalk. Diese bestehen aus rötlichen Mudstones und Wackestones mit reichlich Kieselspicula und sind bereits den Adneter Schichten (Knollenkalk-Fazies) zuzuordnen. Eine mikrofazielle Ähnlichkeit mit dem Enzesfelder Kalk zeigen dagegen die Kalke ihrer Fazies III, die BLAU & GRÜN (1994) allerdings noch zum Breitenberg Member stellen. Diese Kalkbänke zeigen nicht die für den

Enzesfelder Kalk typischen Kondensationserscheinungen.

Auch im Karnergraben weist die am Top der Kendlbachschichten entwickelte Kalkbank makroskopisch gewisse Ähnlichkeiten mit dem Enzesfelder Kalk auf, mikrofaziell sind jedoch, wie zuvor beschrieben, deutliche Unterschiede feststellbar; aber es fehlen auch alle Anzeichen für Kondensation.

Nach unserer Auffassung fehlt im Bereich der Unkenener Synklinale der für die Schwellenfazies typische Enzesfelder Kalk aus faziellen Gründen. Die dem Enzesfelder Kalk ähnliche Bank wird von uns der Scheibelberg Formation zugerechnet und auch mikrofaunistisch im Detail erfaßt, um die Unterschiede zum Enzesfelder Kalk darzustellen.

4.3 Gesamt-Mikrofauna (unlöslicher Rückstand) der basalen Kalkbank

Die basale Kalkbank der Scheibelberg Formation unterscheidet sich von den Kalken der Kendlbach Formation auch durch eine reiche Mikrofauna. Die Mikrofauna der darüberfolgenden Knollenkalke unterscheidet sich dagegen nur durch eine größere Individuenhäufigkeit und Artenvielfalt.

Foraminiferen

Agglutinierte Foraminiferen auf Schalenbruchstücken aufsitzend; aber auch nicht sessile, agglutinierende Foraminiferen sind präsent. Untergeordnet sind Steinkerne von kalkschaligen Foraminiferen in Glaukonit-Erhaltung nachweisbar.

Radiolarien

Steinkerne von Spumellarien (sehr schlecht erhalten; nichteinmal auf die Gattung bestimmbar).

Poriferen (Kiesel-Spicula)

Vereinzelte pyritisierte Fragmente von dictyiden Hexactinelliden und glatte Hexactine. Häufiger sind Skleren von Demospongien; hier sind es fast ausschließlich Dichotriaene, und die meist in Glaukonit-Erhaltung. Nur einmal wurde ein Aster nachgewiesen. Die Präsenz der Kalkschwämme am Aufbau der basalen Kalkbank ist durch einfache triactine Skleren (nur 1 Typus) belegbar.

Ostracoden

Wenige Steinkerne; selten einzelne, stark von Säure ankorrodierte Schalen.

Echinodermaten

Mit Ausnahme der Asteriden sind alle Großgruppen vorhanden.

a) Crinoiden:

Wenige, relativ kleine Stielglieder; wesentlich mehr Brachialia; relativ häufig Cirrhalia.

b) Echiniden:

Von der Corona Ambulakral- und Interambulakralplatten; vom Kauapparat (Laterne des Aristoteles) konnten isolierte Rotula, Kompass- und Halbpiramiden und sehr selten Zähne nachgewiesen werden. Auffallend ist das starke Vorherrschen der Halbpiramiden (pro Laterne 10 Halbpiramiden). Eine Auszählung ergab 220 Halbpiramiden, 16 Rotula und 8 Kompass-Elemente sowie 2 Zähne. Damit soll aufgezeigt werden, daß durch Strömungen die kleinen Skelettelemente verfrachtet wurden (Frachtsonderung), zumal die 220 Halbpiramiden auf 22 Kauapparate zurückgehen, die Anzahl der Rotula nur auf 3 und die Zähne nur auf einen Kauapparat zurückzuführen sind.

Sehr häufig bis massenhaft sind Echinidenstacheln, wobei solche von Cidariden vorherrschen. Die Pedicellarien sind auffallend und relativ stark divers vertreten. Weiters wurden isolierte Fußscheibenplättchen, die von Ambulakralfüßchen stammen, nachgewiesen.

c) Ophiuren:

Sehr viele Lateralschilder, die vom proximalen Bereich bis in den distalen Bereich vertreten sind, wobei naturgemäß solche im distalen Bereich vorherrschen. Selten dagegen sind Armwirbel und diese stammen fast ausschließlich aus dem distalen Bereich. Eine Auszählung der Lateralia und Armwirbel ergab folgendes: 368 Lateralia; 15 Armwirbel, davon war nur ein Armwirbel aus dem proximalen Bereich. Da auf einen Armwirbel zwei Lateralia kommen (ein Armwirbel wird von zwei Lateralia eingeschlossen), müßten 184 Armwirbel vorgelegen haben. Auch daraus geht eindeutig hervor, daß die Lateralschilderanhäufung auf Frachtsonderung bzw. auf Bodenströmungen zurückgeht.

Relativ häufig sind Ventralplatten, seltener Dorsalia. Stark divers sind die vielen Stacheln, sowohl von der Scheibe, als auch von den Armen stammend. Darunter finden sich auch Armstacheln von *Ophioliassica ingridae* MOSTLER & KRÄINER und *Ophiocapillus verticiformis* n. gen. n. sp.

d) Holothurien:

Neben verschiedenen Kalkringelementen fällt eine überreiche Skleritenvergesellschaftung an, die eine rege Besiedelung des Ablagerungsraumes durch Holothurien dokumentiert. Die Bioturbation in der basalen Kalkbank geht im wesentlichen auf die Wühl- und Freßtätigkeit der Holothurien zurück, was zu einer Entschichtung der Sedimente führte. Ein hoher Anteil an Sediment passierte den Darmtrakt der Holothurien; es werden auf diese Weise bis zu 20 kg Sediment pro Tag und Holothurie umgesetzt.

Folgende Familien und Gattungen sind in der basalen Kalkbank der Scheibelberg Formation (Probe KG 13) vertreten:

Fam. **Stichopitidae** FRIZZELL & EXLINE, 1956

Gen. *Rhabdotites* DEFLANDRE-RIGAUD, 1952

Rhabdotites inclinatus MOSTLER

Gen. *Uncinulina* TERQUEM, 1862

Uncinulina parvispinosa MOSTLER

Gen. *Punctatites* MOSTLER, 1968

Punctatites extensus (MOSTLER)

Gen. *Praeeuphronides* MOSTLER, 1967

Praeeuphronides latus MOSTLER

Praeeuphronides multiperforatus MOSTLER

Praeeuphronides simplex MOSTLER

Gen. *Tetravirga* FRIZZELL & EXLINE, 1956

Tetravirga gracilis MOSTLER

Gen. *Uncinulinoides* MOSTLER, 1972

Uncinulinoides regularis MOSTLER

Fam. **Achistridae** FRIZZELL & EXLINE, 1956

Gen. *Achistrum* ETHERIDGE, 1881

Achistrum bartensteini FRIZZELL & EXLINE

Achistrum longirostrum MOSTLER

Fam. **Semperitidae** MOSTLER, 1970

Gen. *Biacumina* MOSTLER, 1970

Biacumina inconstans MOSTLER

Biacumina rariperforata KOZUR & MOCK

Fam. **Priscopeditidae** FRIZZELL & EXLINE, 1956; emend. KOZUR & MOSTLER, 1996

Gen. *Centropedatus* MOSTLER, 1996

Centropedatus scheibelbergensis n. sp.

Centropedatus callosus n. sp.

Centropedatus undulatus n. sp.

Fam. **Theeliidae** FRIZZELL & EXLINE, 1956

Gen. **Theelia** SCHLUMBERGER

Theelia immisorbicula MOSTLER

Theelia stellifera ZANKL

Theelia variabilis ZANKL

Alleine in der Probe KG 13 sind es bei den Holothurienskleriten 5 Familien mit 11 Gattungen und 18 Arten (3 neue Arten). Alle Gattungen haben die Trias-Jura-Grenze überschritten. Zum Großteil sind es noch die gleichen Arten, die sich aus der Trias in den basalen Jura herübergerettet haben. Es sind dies Arten der Gattungen *Rhabdotites*, *Uncinulina*, *Punctatites*, *Prae-euphronides*, *Uncinolinoides*, *Tetravirga*, *Biacumina*, und *Theelia*. Das Skleritenspektrum wird sehr stark von obertriassische Formen dominiert. Die aus dem germanischen Unterlias bekannten Holothuriensklerite, wie Vertreter der Gattungen *Binoculites*, *Cucumari-tes*, *Stichopitites*, fehlen ebenso wie Formen der Familie Calclaminidae, z.B. die Gattungen *Calclamna*, *Calclamella* und *Mortensenites*. Weiters fehlen auch einige Formen der Familie Priscopodidae, wie *Stauromcumites* und eine Reihe von Arten der Gattung *Theelia*. Wie noch im taxonomischen Teil auszuführen ist, fällt die Fauna der basalen Kalkbank gegenüber jener der Knollenkalke nur als gattungs- und artenärmer heraus; sie spiegelt ein hochtriassisches Faunenspektrum wider. Faunenelemente aus dem germanischen Jura sind nicht nachweisbar.

Mikroproblematika

Konisch zulaufende, glatte, meist geradlinig gestaltete Röhren mit endständiger Blasenbildung, deren Ende zu einer Spitze ausgezogen ist. Es handelt sich um *Venerella stillata* KOZUR & MOSTLER, die bereits im Obenor sehr häufig auftritt.

Abschließend sei noch eine statistische Erfassung der Skelettelemente der basalen Kalkbank der Scheibelberg Formation aufgelistet. Vorweg soll festgehalten werden, daß die Echinodermaten mit insgesamt 69% bei weitem vorherrschen.

1. Echinidenskelettelemente	30,0%
2. Foraminiferen (aggl. und Kalkschaler)	20,0%
3. Crinoiden-Skelettelemente	16,0%
4. Ophiuren-Skelettelemente	15,0%
5. Holothuriensklerite	8,0%
6. Mikroproblematika	5,0%
7. Poriferen (Kieselspicula)	4,0%
8. Kalkschwämme	1,0%
9. Radiolarien	0,5%
10. Fischreste	0,5%

4.4 Mikrofazies der Knollenkalke

Die untersten 3 Bänke bestehen – ebenso wie die darunterliegende basale Kalkbank – aus bioklastischen Wackestones reich an Echinodermen. Die ersten Bänke unterscheiden sich mikrofaziell nicht von der basalen Kalkbank. Darüber läßt der Echinodermengehalt rasch nach und es dominieren bioklastische Wackestones/Packstones mit reichlich Kieselspicula und Radiolarien. Untergeordnet finden sich auch bioklastische Wackestones reich an Kieselspicula und Schalenresten. Nur vereinzelt sind echinodermenreiche Mikrofaziestypen eingeschaltet.

Bioklastischer Wackestone/Packstone, reich an Kieselspicula und Radiolarien (Taf. 2, Fig. 1, 2)

Diese Fazies erweist sich im Dünnschliff als ungeschichtet, selten undeutlich geschichtet und ist häufig bioturbat. An Bioklasten überwiegen Radiolarien und Spicula, untergeordnet finden sich auch Ostracoden (z.T. zweiklappig), größere Schalenreste, Echinodermenreste, Foraminiferen (auch *Involutina*), Gastropoden und Echinidenstacheln. Die Matrix ist mikritisch, selten pelmikritisch, in Packstones vereinzelt auch mikrosparitisch. Sporadisch tritt etwas Glaukonit auf. Selten sind größere Bohrgänge erkennbar, die mit siltitischer Matrix und kleinen Bioklasten gefüllt sind. Radiolarien und Kieselspicula sind partiell noch in Kieselsäureerhaltung, teilweise aber bereits kalzifiziert. Echinodermenreste sind z.T. verkieselt. Bioklaste, v.a. größere Schalenreste sind häufig sammelkristallisiert. Lokal ist authigene Pyritbildung zu beobachten. Charakteristisch ist eine selektive Verkieselung in Form von bis zu mehrere cm großen Kieselknauern.

Bioklastischer Wackestone, reich an Echinodermenresten

Dieser Mikrofaziestyp ist ungeschichtet, bioturbat, feinkörnig und enthält neben reichlich Echinodermenresten auch Schalenreste (v.a. von Ostracoden), Kieselspicula, Foraminiferen (Kalkschaler, selten *Involutina*), Gastropoden und Echinidenstacheln. Auch Pe-loide sind enthalten. Lagenweise sind bis zu 4 mm große Intraklaste eingestreut. Die Matrix besteht aus einem grauen Mikrit, fleckenweise tritt auch Sparit auf; Glaukonit ist selten. Bioklaste, v.a. Schalenreste,

sind stark sammelkristallisiert, einzelne Echinodermerreste sind angebohrt.

Bioklastische Wackestones, reich an Kieselspicula und Schalenresten (Taf. 2, Fig. 3, 4)

Auch dieser Typus ist ungeschichtet und bioturbat, z. t. dicht gepackt (Packstone). Dominierende Bioklaste sind Spicula und Schalenreste, v. a. von Ostracoden. Nebenbei sind auch Echinodermerreste, Foraminiferen (u. a. *Involutina*), Echinidenstacheln, Gastropoden und Radiolarien enthalten. Ostracoden sind vereinzelt doppelklappig erhalten und zeigen Geopetalgefüge. Größere Schalenreste sind mitunter angebohrt. Pelolide sind ebenfalls zu beobachten. Die Matrix ist mikritisch und enthält vereinzelt Glaukonit. Dieser Mikrofaziestyp ist teilweise verkieselt.

4.5 Faziesinterpretation

Lediglich im basalsten Abschnitt der Scheibelberg Formation treten noch echinodermerreiche Schüttungen eines distalen Abhanges auf, ansonsten sind die Knollenkalke der Scheibelberg Formation weitgehend aus hemipelagischen bis pelagischen, autochthonen Sedimenten aufgebaut, die von der distalen Hangfazies zur Beckenfazies überleiten. Die Absenkung des Beckens hat sich kontinuierlich fortgesetzt.

Die Knollenkalke enthalten eine pelagische autochthone Fauna, insbesondere Radiolarien, Kieselchwämme und Holothurien. Flachwasserformen fehlen völlig. Die Poriferen setzen sich zu 80% aus hexactinelliden Formen zusammen, was ebenso wie die Holothurienfauna für Tiefwasserbedingungen spricht. Das Fehlen psychosphärischer Ostracoden deutet darauf hin, daß Wassertiefen von 500 m nicht erreicht wurden. Die Sedimente der Scheibelberg Formation wurden im Sinemur-Pliensbach abgelagert, also in einem Zeitraum von ungefähr 15 Ma. Bei einer Mächtigkeit von ca. 15 m entspricht dies einer sehr geringen Sedimentationsrate von ca. 1mm/1000a. Anzeichen für Kondensation wie Subsolutionserscheinungen und Hartgründe fehlen vollkommen. Geringe Sedimentationsraten, starke Bioturbation, insbesondere durch Holothurien und dadurch bedingte selektive Lithifizierung bzw. Diagenese werden als Ursache für die knollige Ausbildung angenommen.

Zusammenfassend lassen sich die Hornsteinknollenkalke der Scheibelberg Formation als pelagische

Kalke abgelagert in Wassertiefen von mehreren 100 Metern im Übergangsbereich distaler Abhang – Becken interpretieren.

4.6 Kurzdefinition der Scheibelberg Formation

Name: Scheibelberg Formation

Derivatio nominis: Benannt nach dem Scheibelberg (1465 m) westlich von Unken und nördlich der Steinplatte, von wo GARRISON (1964) erstmals den „Scheibelbergkalk“ (Liashornsteinknollenkalk) beschrieben hat. Dem Scheibelbergkalk kommt innerhalb der lithostratigraphischen Hierarchie der Rang einer Formation zu.

Kurzbeschreibung: Bis 45m mächtige Abfolge aus hemipelagischen bis pelagischen mikritischen Kalken in Form von grauen, meist dünngebankten kieselligen Knollenkalken, die mikrofazial aus bioklastischen Wackestones reich an Schwammnadeln und Radiolarien zusammengesetzt sind. Im Typusprofil im Karnergraben ist die Scheibelberg Formation 16 m mächtig, wird von der Kendlbach Formation unterlagert und von der Saubach Formation überlagert.

Typusprofil: Profil am Ausgang des Karnergrabens im Bereich der Unkenener Synklinale westlich von Unken (Salzburg).

Referenzprofil: Westseite des Scheibelberg westlich von Unken.

Typusgebiet: Unkenener Synklinale (Staufen-Höllengebirgsdecke, Tirolikum) westlich von Unken (Salzburg-Bayern).

Verbreitung: Unkenener Synklinale, Osterhorngruppe und westliche Lechtaler Alpen (TOLLMANN, 1976; BÖHM, 1992).

Chronostratigraphische Stellung: Sinemur-Pliensbach (Lias); nach BÖHM (1992) ?Oberes Hettang – Unteres Toarc.

5. Saubach Formation

Mit relativ scharfer Grenze wird die Scheibelberg Formation von eben gebankten und leicht knolligen, grünlichgrauen, selten auch leicht rötlichen mergeligen Kalken und Mergeln überlagert (Abb. 5). Diese Abfolge kann der Saubach Formation zugeordnet werden. Eingeschaltet in die Saubach Formation sind bis zu 5 m mächtige Bitumenmergel (Profil, Abb. 2).



Abb. 5: Grünlichgraue Mergel und mergelige Kalkbänke der Saubach Formation im Profil Karnergraben.

Rote, im wesentlichen liassische Mergel, die gelegentlich mit roten Adneter Knollenkalken vergesellschaftet sind, hat TOLLMANN (1976) als Adneter Mergelserie bezeichnet. Diese Adneter Mergel entsprechen den Saubachschichten, die PLÖCHINGER (1975) erstmals im Juraprofil im Saubachgraben an der Zwölferhorn-Westflanke der nördlichen Osterhorngruppe beschrieben hat (PLÖCHINGER, 1982; vgl. auch BÖHM, 1992).

Diese Mergelfazies, die im Saubachgraben im höheren Teil auch eine 0,5 m mächtige schwarze Mergelschiefer-Lage enthält (PLÖCHINGER, 1975), entspricht sowohl in ihrer stratigraphischen Stellung als auch in ihrer faziellen Entwicklung recht gut der mergeligen Kalkfazies, die im Profil Karnergraben im Liegenden und Hangenden der Bitumenmergel entwickelt ist. Daher schlagen wir für diese mergelige Kalkfazies den Begriff Saubach Formation vor.

5.1 Mergelige Kalke und Mergel im Liegenden der Bitumenmergel

Über der Scheibelberg Formation folgen zunächst eben gebankte und leicht knollige, grünlichgraue, mergelige Kalke. In den mergeligen Kalken finden sich vereinzelt Echinodermenreste und Belemniten. Darü-

ber folgen rötliche, häufig grünlichgraue, teilweise knollig entwickelte Mergel, die stellenweise kleine Brachiopoden enthalten. Eingeschaltet sind 5–10 cm dicke, mergelige Kalkbänke mit einzelnen Crinoidenresten. Den Abschluß bildet ein dunkler, grünlichgrauer, flaseriger mergeliger Kalk mit Ammoniten. Über dieser ca. 4 m mächtigen Abfolge liegen mit scharfer Grenze die Bitumenmergel.

Die mergeligen Kalkbänke bestehen aus folgenden Mikrofaziestypen:

- Filament-Packstones
- Bioklastische Wackestones reich an Filamenten
- Bioklastische Wackestones mit Echinodermenresten
- Bioklastische Mudstones - Wackestones.

Filament-Packstone (Taf. 2, Fig. 6)

Dieser Faziestyp ist kennzeichnend für die Saubachschichten. Er ist undeutlich geschichtet, teilweise gut ausgewaschen und besteht aus dicht gepackten, dünnen Schalen (Filamenten) von *Posidonia* bzw. *Bositra*, die eine wirre Anordnung zeigen und häufig subparallel zueinandereingeregelt sind. Die Matrix ist mikritisch, gut ausgewaschene Bereiche sind sparitisch zementiert. Andere Bioklasten in Form von Echinoder-

menresten, Ostracoden und Foraminiferen sind nur ganz vereinzelt anzutreffen. Selten sind auch bis zu 5 mm große Intraklasten enthalten.

Bioklastischer Wackestone,
reich an Filamenten (Taf. 2, Fig. 7)

Dieser Typus besteht aus einer mikritischen Matrix mit reichlich dünnen Schalenresten (Filamenten) locker eingestreut. Die Schalenreste sind teils eingeregelt, teils in wirrer Lagerung und stellenweise auch dicht gepackt (Übergänge zu Packstones). Weiters sind Echinodermenreste, Ostracoden (z.T. zweiklappig und mit Geopetalgefüge), Foraminiferen, Radiolarien und Spiculae vertreten. Fleckenweise ist authigener Pyrit zu beobachten.

Bioklastischer Wackestone mit
Echinodermenresten (Taf. 2, Fig. 5)

In einer mikritischen und feinbioklastischen, ungeschichteten, teils bioturbaten Matrix sind bis zu mehrere mm große Bioklasten locker eingestreut. Echinodermenreste, die häufig angebohrt sind, überwiegen bei weitem. Angebohrte Echinodermen sind mit Mikrit ausgefüllt. Untergeordnet sind auch größere Schalenreste, Ostracoden, Foraminiferen, Kieselspicula und ?Radiolarien enthalten.

Selten ist dieser Faziestyp auch knollig ausgebildet, wobei die einzelnen „Knollen“ durch Mikrostylolithen voneinander abgegrenzt sind. Die Knollen bestehen aus bioklastischen Wackestones. Im zentralen Bereich der Knollen sind häufig Ansammlungen von kleinen Ammoniten zu erkennen (Taf. 2, Fig. 8). Untergeordnet sind auch Spicula, Radiolarien und Ostracoden sowie mit Sparit erfüllte Hohlräume, teilweise mit Geopetalgefüge, enthalten. Die Knollen sind in einem bioklastischen Wackestone mit reichlich Echinodermen eingebettet.

Bioklastischer Mudstone - Wackestone

In einer ungeschichteten, bioturbaten, mikritischen Matrix sind nur wenige und relativ kleine Bioklasten enthalten: Echinodermenreste, Schalenreste (v.a. Ostracoden, häufig zweiklappig), Foraminiferen, Gastropoden, Echinidenstacheln, ?Kieselspicula und ?Radiolarien.

5.2 Saubachschichten im Hangenden der Bitumenmergel

Die Saubachschichten im Hangenden der Bitumenmergel bestehen aus einer 1 m mächtigen Abfolge aus grauen und grünlichgrauen, 10–20 cm dicken mergeligen Kalkbänken und zwischengeschalteten grünlichen, selten schwarzen Mergeln.

Die mergeligen Kalkbänke sind mikrofazial ganz ähnlich zusammengesetzt wie im Liegenden der Bitumenmergel und bestehen aus bioklastischen Wackestones, bioklastischen Wackestones reich an Filamenten, und Filament-Packstones. Bioklastische Wackestones sind ungeschichtet, feinkörnig, bioturbat, bestehen aus mikritischer, feinbioklastischer Matrix mit locker gepackten Bioklasten. Bei den Bioklasten dominieren dünne, zerbrochene Schalenreste (Filamente), Ostracoden und Echinodermenreste, selten sind auch Foraminiferen und Radiolarien enthalten. Das Gestein ist leicht sammelkristallisiert.

Diese grünlichgraue Mergelkalkfazies wird von knapp 4 m mächtigen, roten Mergeln und gebankten mergeligen Kalken überlagert, die reichlich Ammoniten enthalten, u.a. auch *Collina cf. gemma*, eine Leitform für die oberste *bifrons*-Zone des Toarc (EBLI, 1989).

Diese Abfolge wurde von uns nicht näher untersucht. Die basale mergelige Rotkalkbank setzt sich aus einem ungeschichteten, bioturbaten bioklastischen Wackestone/Packstone zusammen, der reichlich Filamenten enthält. Die Matrix besteht aus einem rötlichgrauen, feinbioklastischen Mikrit. Neben den zahlreichen Filamenten sind auch Ostracoden, Echinodermenreste, Foraminiferen, stellenweise auch zahlreiche kleine Ammoniten vorhanden. EBLI (1989) bezeichnet diese roten, mergeligen Kalke als Klauskalk. In dieser Arbeit werden diese jedoch der Adneter Formation zugeordnet, da der Klauskalk nicht mergelig ausgebildet ist und erst im Dogger auftritt (vgl. BÖHM, 1992).

5.3 Faziesinterpretation

Die Biogenreste der Saubach Formation, insbesondere Radiolarien, Kieselspicula und Posidonien, weisen auf Ablagerung in größerer Wassertiefe hin. Vermutlich war der Ablagerungsraum noch etwas tiefer als zur Zeit der Sedimentation der Scheibelberg Formation. Neben autochthonem Sediment wurde auch Material aus flacheren Bereichen geschüttet,

insbesondere Echinodermenreste. Die Sedimentationsrate dürfte im Vergleich zur Scheibelberg Formation nicht wesentlich höher gewesen sein. Die Sedimentation dieser hemipelagischen Mergel und mergeligen Kalke wurde durch die Ablagerung von Bitumenmergeln als Folge eines anoxischen Events unterbrochen.

6. Bitumenmergel

Eingeschaltet in die Saubach Formation sind Bitumenmergel, die im Karnergraben nach EBLI (1989) eine Mächtigkeit von bis zu 5 m erreichen. EBLI (1989) und EBLI et al. (1991) bezeichnen die Bitumenmergel im Bereich der Unkener Mulde als „Lias-Epsilon-Schiefer“.

Bitumenmergel und Bitumenschiefer sind im Westabschnitt der Nördlichen Kalkalpen ein charakteristisches Schichtglied vieler jurassischer Beckenabfolgen und als Folge eines anoxischen Events im Toarc entstanden. Für diese bituminösen Sedimentgesteine sind verschiedene Begriffe wie Lias-Bositraschiefer, Lias-Posidonieschiefer, Lias-Epsilon-Schiefer, Bächentaler Schiefer, Unkener Schiefer und Sachranger Schichten in Verwendung. Um dieser Begriffsvielfalt Einhalt zu gebieten, hat TOLLMANN (1976) für diese Sedimentgesteine den Begriff Sachranger Schiefer vorgeschlagen.

Im Profil Karnergraben sind die schwarzen Bitumenmergel feinblättrig und teilweise stärker deformiert. Mikrofazies und Fossilgehalt wurden bereits von EBLI et al. (1991) dargestellt. Im unteren Teil ist eine 5–10 cm dicke Kalkbank eingeschaltet (Profil, Abb. 2). Dabei handelt es sich um einen feinkörnigen Debrit aus mäßig dicht gepackten, karbonatischen Intraklasten von meist 0,5–1 cm, selten über 1 cm Größe.

Die Intraklaste sind hauptsächlich aus grauem Mikrit-Pelmikrit mit selten kleinen, meist nicht mehr identifizierbaren Fossilresten (u.a. Radiolarien und Kieselspicula) zusammengesetzt. Ein über 1 cm großer Intraklast besteht aus einem bräunlich-grauen Wackestone mit zahlreichen, noch sehr gut erhaltenen Radiolarien und einigen Spicula in einer mikritischen bis pelmikritischen Matrix.

Die Intraklaste sind in einer leicht bräunlichen, mikritischen Matrix eingebettet, die auch einige Bioklaste (Radiolarien, Kieselspicula und Echinodermenreste) enthält.

7. Gesamtmikrofauna (unlöslicher Rückstand) der Scheibelberg Formation

7.1 Statistisch erfaßte Mikrofauna

Vorweg die Auszählung einer Probe (KG 66):

1. Poriferen (Kieselspicula)	30,0 %
2. Ophiurenenskelettelemente	19,0 %
3. Crinoidenskelettelemente	16,0 %
4. Echinidenskelettelemente	14,0 %
5. Foraminiferen (aggl. und Kalkschaler)	9,0 %
6. Holothuriensklerite	5,0 %
7. Kalkschwammspicula	3,0 %
8. Radiolarien	2,0 %
9. Kleingastropoden	1,0 %
10. Mikroproblematika	0,5 %
11. Ostracoden	0,5 %
Echinodermaten insgesamt	54%

7.2 Beschreibung der Gesamtmikrofauna (unlöslicher Rückstand)

Foraminiferen

Die agglutinierten Foraminiferen herrschen vor (vor allem *Ammodiscus*); die auf Schalenbruchstücken aufsiedelnden Formen sind nur in jenen Proben häufig, die einen etwas höheren Tongehalt aufweisen. Die Steinkerne der Kalkschaler sind größtenteils glaukonitisiert; es sind aber auch aus Matrix bestehende Steinkerne erhalten.

Radiolarien

Leider sind die meisten Radiolarien sehr schlecht erhalten; nur vereinzelt treten bestimmbarere Formen auf. Es sind dies Vertreter der Parasaturnalidae (*Mesosaturnalis artus* DONOFRIO & MOSTLER), sowie Bruchstücke von *Canoptum*, *Bagotium* und *Crucella*. *Mesosaturnalis artus* ist eine Form, die im Obenor auftritt und die Trias-Jura-Grenze überschreitet; wie weit diese Art stratigraphisch hinaufreicht, ist bisher unbekannt. *Mesosaturnalis artus* wurde von ISHIDA 1983 in die *Parahsuum-simplum*-Ass.-Zone gestellt.

Poriferen (Kieselspicula)

Hexactinellida: Dictyide und Lyssakide Schwammbruchstücke, meist pyritisiert; glatte Hexactine und Pentactine.

Demospongien: Die Lithistida treten sehr stark zurück. Nur vereinzelt wurden Desmen gefunden. Häufiger sind jedoch Dichotriane, die stark - was ihre Form betrifft - variieren; zum Teil handelt es sich um Didichotriane. Auffallend ist das Fehlen von

Phyllostriaenen. Generell ist feststellbar, daß die Kieselchwammfauna sehr monoton und wenig divers ausgebildet ist, z.B. im Vergleich zu den reichen Kieselchwammfaunen im Kirchstein-Kalk.

Kleingastropoden

Sporadisch treten im unlöslichen Rückstand immer wieder Steinkerne von trochispiralen Kleingastropoden auf; selten sind auch pyritisierte Schalen von Kleingastropoden erhalten.

Ostracoden

Obwohl in manchen Proben häufiger Ostracoden auftreten (es sind vorherrschend Steinkerne), sind wenige Klappen erhalten, die eine generische Zuordnung ermöglichen. Die meisten Schalen sind stark korrodiert.

Echinodermaten

Alle Echinodermaten, die im Mesozoikum auftreten können, mit Ausnahme von Asteriden, sind präsent.

a) Crinoiden:

Fast ausschließlich pentagonal ausgebildete kurze Stielglieder. Selten sind Brachialia erhalten. Generell wenig Crinoidenskelettelemente nachweisbar.

b) Echiniden:

Coronalplatten sind sehr häufig; vorherrschend sind es Ambulakralplatten. Interambulakralia sind selten. Analog zu den Echinidenfaunen der basalen Kalkbank sind die Skelettelemente des Kauapparates sehr ungleichmäßig verteilt. Halbpymiden fallen massenhaft an. Eine Auswertung ergab 945 Halbpymiden, 42 Rotula, 15 Kompasselemente. Zähne fehlen. Es sind also mindestens 472 Kauapparate zerfallen. Von der Anzahl der Rotula her gesehen wären es nur 8 Kauapparate. Damit kann aufgezeigt werden, daß die Seeigel nicht an Ort und Stelle zerfallen sind, sondern ihre Skelettelemente wurden nach dem Zerfall verfrachtet, bzw. waren sie einer Frachtsonderung ausgesetzt. Sehr häufig treten Pedicellarienklappen auf. Insgesamt lassen sich 10 Typen auseinanderhalten. Es sind 3 verschiedene tridentate Klappen, 4 ophicephale, 2 rostrate Pedicellarien und 1 Typus von globiferen Pedicellarien. Skelettelemente der Saugscheibe am Ende der Ambulakralfüße ausgebildet, treten nicht selten auf (allerdings sind es nur 2 Typen) auf. Sie werden allgemein auch Rosettenplatten genannt.

c) Ophiuren:

Die Diversität dieser Gruppe nimmt gegenüber jener der basalen Kalkbank zu. Formenreich ist die Ausbildung der Stachelemente. Neben den häufig auftretenden Parasolstacheln unterschiedlichster Bauart sind verschiedene Gitter-, Primär-, Nadel-, Dornen-, Fahnen- und Federstacheln nachweisbar. Armstachel von *Ophioliassica ingridae* sind spärlich auftretend, häufiger dagegen die Schopfstacheln von *Ophiocapillus verticiformis* n.gen.n.sp.. Weiters ist der Reichtum an vielfältig entwickelten Haken aus dem Armbereich auffallend; es sind sowohl Haken mit Sockel, als auch solche mit Basaltrichter präsent. Die vielen Lateralia, vor allem jene aus dem proximalen Armbereich wurden in dieser Studie nicht näher erfaßt, obwohl sie taxonomisch auswertbar sind. Häufig treten auch Larvalskelette von Ophiuren auf. Es sind dies die sogenannten Ophiopluteen mit in unserem Fall meist gekrümmtem Lateralstab, einem kurzen oder überhaupt fehlenden Kopfstab und dementsprechend kleinen Fenstern bzw. unterentwickeltem Endstab. Die Querstäbe sind nicht ornamentiert, sondern glatt und einfach ausgebildet. Relativ häufig sind Ventralplatten, Dorsalia selten. Vereinzelt sind auch Mundeckstücke nachweisbar. Es fehlen aber Radialscheiben und Dorsalspangen.

d) Holothurienfauna:

Fam. **Stichopitidae** FRIZZELL & EXLINE 1956

Gen. *Rhabdotites* DEFLANDRE-RIGAUD
Rhabdotites inclinatus MOSTLER
Rhabdotites mortenseni DEFLANDRE-RIGAUD

Gen. *Uncinulina* TERQUEM
Uncinulina acanthica MOSTLER
Uncinulina levis MOSTLER
Uncinulina parvispinosa MOSTLER

Gen. *Uncinulinoides* MOSTLER
Uncinulinoides alternata MOSTLER
Uncinulinoides regularis MOSTLER

Gen. *Punctatites* MOSTLER
Punctatites aequiperforatus MOSTLER & RAHIMI
Punctatites angulatus n. sp.
Punctatites extensus (MOSTLER)
Punctatites incurvatus n.sp.
Punctatites polymorphus n.sp.
Punctatites tetrabrachiatus n. sp.

Punctatites triplex MOSTLER
Gen. *Praeephronides* MOSTLER
Praeephronides crassirimosus
Praeephronides cf. *latus* MOSTLER
Praeephronides multiperforatus MOSTLER
Praeephronides simplex MOSTLER

Gen. *Syneuphronides* MOSTLER
Syneuphronides jurassicus MOSTLER

Gen. *Tetravirga* FRIZZELL & EXLINE
Tetravirga gracilis MOSTLER
Tetravirga liassica MOSTLER

Gen. *Stichopitella* MOSTLER
Stichopitella sp.

Gen. *Thenuisites* MOSTLER
Thenuisites multipartitus MOSTLER
Thenuisites trisulcus MOSTLER

Fam. **Achistridae** FRIZZELL & EXLINE 1956

Gen. *Achistrum* ETHERIDGE
Achistrum bartenseini FRIZZELL & EXLINE
Achistrum issleri (CRONEIS)
Achistrum longirostrum MOSTLER

Fam. **Semperitidae** MOSTLER 1970

Gen. *Semperites* MOSTLER
Semperites subtilis MOSTLER

Gen. *Biacumina* MOSTLER
Biacumina aequibrachiata n. sp.
Biacumina inconstans MOSTLER
Biacumina latiareata n. sp.
Biacumina nasiformis n. sp.
Biacumina rara MOSTLER
Biacumina rariperforata KOZUR & MOCK

Gen. *Uniramosa* KOZUR & MOCK
Uniramosa bystrickyi KOZUR & MOCK

Fam. **Etheridgellidae** FRIZZELL & EXLINE

Gen. *Frizzellus* HAMPTON
Frizzellus irregularis HAMPTON

Gen. *Hamptonites* MOSTLER
Hamptonites ovalis MOSTLER

Fam. **Calclamnidae** FRIZZELL & EXLINE

Gen. *Calclamna* FRIZZELL & EXLINE
Calclamna sp.

Gen. *Eocaudina* MARTIN, emend. FRIZZELL & EXLINE
Eocaudina subrotunda n. sp.

Fam. **Priscopematidae** FRIZZELL & EXLINE 1956;
emend. KOZUR & MOSTLER 1996

Gen. *Staurocumites* DEFLANDRE-RIGAUD
Staurocumites cf. *horridus* MOSTLER
Gen. *Centropedatus* MOSTLER
Centropedatus callosus n. sp.
Centropedatus inaequiperforatus n. sp.
Centropedatus scheibelbergensis n. sp.
Centropedatus undulatus n. sp.
Centropedatus unkenensis n. sp.

Gen. *Praethyonidium* MOSTLER
Praethyonidium acutum (MOSTLER)

Gen. *Kristanella* n. gen.
Kristanella latidentata n. gen. n. sp.
Kristanella liassica n. gen. n. sp.

Fam. **Theeliidae** FRIZZELL & EXLINE 1956

Gen. *Theelia* SCHLUMBERGER
Theelia cf. *florida* (TERQUEM & BERTHELIN)
Theelia immissorbicula MOSTLER
Theelia liassica MOSTLER
Theelia loferensis MOSTLER
Theelia multiundulata MOSTLER
Theelia stellifera ZANKL
Theelia variabilis ZANKL

Gen. *Neomicroantyx* MOSTLER
Neomicroantyx ingridae MOSTLER

Insgesamt sind es 7 Familien, 23 Gattungen und 56 Arten; neu aufgestellt wurden 1 Gattung und 15 Arten. Im Lias kommen nur 3 Gattungen neu hinzu (*Kristanella* n. gen., *Syneuphronides* MOSTLER und *Neomicro-*

antyx MOSTLER). Von den 56 nachgewiesenen Arten treten 18 erstmals im Lias auf. 20 Gattungen überschreiten die Trias-Jura-Grenze.

8. Systematische Beschreibung der neuen Arten

Kl. *Holothuriodea* BLAINVILLE

Bemerkungen: *Locus typicus* ist immer der Kamergraben bei Unken; *Stratum typicum* bedeutet immer die Scheibelberg-Formation. Bei den neuen Arten wird jeweils nur eine ausführliche Diagnose vermittelt.

Gattung: *Punctatites* MOSTLER 1968 emend. KOZUR & MOCK 1972

Typusart: *Punctatites longirameus* Mostler 1968

Punctatites angulatus n.sp.
(Taf. 3, Fig. 2)

Derivatio nominis: Nach der eckigen Außenbegrenzung der Arme benannt.

Holotypus: Taf. 3, Fig. 2

Diagnose: *Punctatites* mit einer stark geknickten (winkeligen) Außenfläche über jedem der beiden Schlitze.

Bemerkungen: Alle anderen *Punctatites*-Arten zeigen eine runde Außenbegrenzung der Arme; diese neue Art ist auf das Sinemur und Pliensbach beschränkt.

Punctatites incurvatus n.sp.
(Taf. 4, Fig. 12)

Derivatio nominis: Die starke Abbiegung eines Armes (*incurvatus*) war namensgebend.

Holotypus: Taf. 4, Fig. 12

Diagnose: *Punctatites* mit 3 Schlitzen, die je ein Feinporfeld hintereinander folgend umgrenzen, ausgestattet. Der Grenzbereich zwischen dem zweiten und dritten Porenfeld zeigt eine rechtwinkelige Abbiegung.

Bemerkungen: Einzige *Punctatites*-Art mit drei hintereinandergereihten, fein perforierten, in Schlitzen eingelassenen Porenfeldern; diese neue Art ist auf das Sinemur beschränkt.

Punctatites polymorphus n.sp.
(Taf. 3, Fig. 7–12; Taf. 4, Fig. 7 und 10)

Derivatio nominis: Nach der Vielgestaltigkeit der Sklerite benannt.

Holotypus: Taf. 3, Fig. 11

Diagnose: *Punctatites* mit 3–6 sich nach außen stark aufspaltenden Armen, wodurch im Extremfall 9 Arme mit je einem feinperforierten in Schlitzen eingelassenen Feld ausgestattet ist. Diese neue Art läßt sich deutlich von allen anderen *Punctatites*-Arten durch ihre stark von der Aufspaltung der Arme bestimmten Konfiguration abtrennen. *Punctatites polymorphus* ist im Sinemur und insbesondere im Pliensbach verbreitet.

Punctatites tetrabrachiatus n.sp.
(Taf. 3, Fig. 4–6; Taf. 4, Fig. 7 und 10)

Derivatio nominis: Nach den stets 4 ausgebildeten Armen benannt.

Holotypus: Taf. 3, Fig. 5

Diagnose: *Punctatites* mit 4 Armen, wovon 2 der Arme, die sich gegenüberstehen, wesentlich kürzer sind als die anderen.

Bemerkungen: Diese *Punctatites*-Art ist leicht von den anderen Arten dieser Gattung aufgrund der Vierarmigkeit abgrenzbar; diese Art ist bisher nur aus dem Sinemur und Pliensbach bekannt.

Fam. Semperitidae MOSTLER 1970
Biacumina MOSTLER 1970

Typusart: *Biacumina inconstans* MOSTLER 1970

Biacumina aequibrachiata n.sp.
(Taf. 6, Fig. 12)

Derivatio nominis: Nach der gleichen Länge und Breite der 3 Arme benannt.

Holotypus: Taf. 6, Fig. 12

Diagnose: Eine Art der Gattung *Biacumina*, welche die Fortsätze, die vom mittleren Teil im Mündungsbereich der 2 Arme ausgehen, so stark ausgeweitet hat, daß ein eigener Arm daraus entsteht. Es handelt sich hierbei um eine Extremform dieser Gattung.

Bemerkungen: Diese Art kommt relativ selten vor und ist bisher nur aus dem Pliensbach bekannt.

Biacumina latiareata n.sp.
(Taf. 4, Fig. 11)

Derivatio nominis: Nach dem breiten Mittelfeld benannt.

Holotypus: Taf. 4, Fig. 11

Diagnose: *Biacumina* mit der Verschmelzung der beiden Arme zu einem breiten Mittelfeld, das drei bis vier Porenreihen aufweist.

Bemerkungen: Die stark dreieckig gestaltete Form mit einem breiten Mittelfeld läßt sich gut von den übrigen *Biacumina*-Arten abtrennen. Bisher ist diese neue Art nur aus dem Pliensbach bekannt.

Biacumina nasiformis n.sp.
(Taf. 4, Fig. 9)

Derivatio nominis: Nach dem langen nasenförmigen Fortsatz benannt.

Holotypus: Taf. 4, Fig. 9

Diagnose: Die zwei Arme, die nach hinten gebogen sind, sind relativ kurz. Das Mittelfeld ist schmal und aus diesem ragt ein sehr langer nasenförmiger Sporn nach außen.

Bemerkungen: Diese Art ist besonders durch die nach hinten gebogenen relativ kurzen Arme und durch den in der Länge die Arme übertreffenden Sporn nach vorne deutlich von den übrigen *Biacumina*-Arten abtrennbar. Die Art kommt im Sinemur und Pliensbach vor.

Fam. Calclamnidae FRIZZELL & EXLINE 1955
Gen. *Eocaudina* MARTIN 1952

Typusart: *Eocaudina septaforiminalis* MARTIN 1952

Eocaudina subrotunda n.sp.
(Taf. 7, Fig. 4, 5, ?10)

Derivatio nominis: Aufgrund der subrunden Ausbildung der Sklerite benannt.

Holotypus: Taf. 7, Fig. 10

Diagnose: Sklerite der Gattung *Eocaudina* mit vier größeren kreuzförmig angeordneten Poren im Zentrum und vielen kleinen Poren auf der breiten subrunden Porenplatte. Die subrunde Umgrenzung ist eher durch die Kleinheit der Porenden in Form von zackiger Ausbildung vorliegend.

Bemerkungen: Diese neue Art ähnelt der *Eocaudina cassianensis* FRIZZELL & EXLINE, jedoch besteht ein

Unterschied im abrupten Wechsel der Porengröße. Die vier Zentralporen sind am größten, während sich noch dazwischen weitere vier bzw. sechs etwas kleinere Poren einschalten, danach nur kleinere auftreten. D.h. es ist nicht der allmähliche Übergang von groben Poren zu feinen wie bei *E. cassianensis* beobachtbar. Die neue Art wurde bisher nur im Sinemur und Pliensbach festgestellt.

Fam. Priscopetidae FRIZZELL & EXLINE
Gen. *Priscopedatus* SCHLUMBERGER
emend. FRIZZELL & EXLINE;
emend. KOZUR & MOSTLER 1996

Typusart: *Priscopedatus pyramidalis* SCHLUMBERGER

Gen. *Centripedatus*

Typusart: *Centripedatus triassicus* MOSTLER

Centripedatus callosus n.sp.
(Taf. 6, Fig. 1, 4 und 9)

Derivatio nominis: Nach den sehr dicken Skleriten und dem übermäßig stark angeschwollenen zentral aufragenden Element benannt.

Holotypus: Taf. 6, Fig. 4

Diagnose: Sklerite mit einer sehr massiven aufgeblähten Grundplatte, die aus vier kreuzförmig angeordneten großen Poren besteht und wenigen kleineren runden bis subrunden Poren. Neben der massiven Grundplatte ist besonders das zentrale Element das sogenannte Stühlchen sehr stark angeschwollen, sodaß es die ganze Breite zwischen den kreuzförmig angeordneten Poren einnimmt, z.T. diese sogar etwas überlappt. Das Ende dieses Stühlchens ist eher rund und plump ausgebildet.

Bemerkungen: Diese Sklerite stechen durch ihre massive Grundplatte und das vertikale Element besonders hervor und sind mit keiner anderen Art dieser Gattung zu verwechseln. Die Verbreitung dieser Formen beschränkt sich im wesentlichen auf das Pliensbach.

Centripedatus inaequiperforatus n.sp.
(Taf. 5, Fig. 9)

Derivatio nominis: Nach den unregelmäßigen Begrenzungen der Poren benannt, die von subrund über

oval, langoval und polygonal nahezu alle Porenformen aufweisen.

Holotypus: Taf. 5, Fig. 9

Diagnose: Unregelmäßig begrenzte Grundplatte mit vier langovalen distal eher spitz endenden Poren, an die weitere subrunde bis langovale Poren schließen. Die Außenbereiche sind durch polygonale recht unterschiedliche Porengrößen charakterisiert.

Bemerkungen: Diese Art ist durch das Außenfeld, das einmal unregelmäßig begrenzt ist und zum anderen durch die unterschiedlich gestalteten Poren, die aber alle eckig begrenzt sind, charakterisiert und deutlich von den anderen *Centripedatus*-Arten abgrenzbar. Verbreitung ausschließlich Pliensbach.

Centripedatus scheibelbergensis
(Taf. 7, Fig. 2)

Derivatio nominis: Nach der Typlokalität Scheibelberg benannt.

Holotypus: Taf. 7, Fig. 2

Diagnose: Große subrunde Porenplatte, die aus 5-6 Porenreihen im distalen Bereich besteht, die alle gleich groß sind und in der Mitte vier kreuzförmig angeordnete wesentlich größere Poren aufweist. Diese schließen eine schmale zentrale Spitze ein.

Bemerkungen: Die neue Art ist vor allem durch die breite Porenplatte mit den 5-6 gleichmäßigen Porenreihen charakterisiert, die abrupt von den 4 Zentralporen, die wesentlich größer sind und sich deutlich abheben, getrennt ist. Eine radiale Anordnung der Poren ist nicht gegeben und dadurch unterscheidet sich diese Art deutlich von *Cetripedatus foliosus* (MOSTLER). Diese Art ist bisher nur aus dem Sinemur und Pliensbach nachgewiesen.

Centripedatus undulatus n.sp.
(Taf. 7, Fig. 7-9, 12?)

Derivatio nominis: Nach der welligen unregelmäßigen Außenbegrenzung benannt.

Holotypus: Taf. 7, Fig. 8

Diagnose: Sehr große Basisplatte mit runden bis ovalen Poren; die vier Zentralporen fallen kaum auf, weil sie in der Größe den Nachbarporen entsprechen. Manche Poren sind sogar größer als diese. Auffallend ist die externe Position der Zentralporen. Die stark undulierte Außenbegrenzung mit z.T. tie-

fen Einbuchtungen ist sehr charakteristisch für diese Art.

Bemerkungen: Die externe Position der Zentralporen, die gleiche Größe der Zentralporen, teilweise sogar etwas kleineren Zentralporen als die umgebenden und die stark undulierte Außenbegrenzung lassen diese Art recht gut von ähnlichen Arten, wie z.B. *Priscopetadus aspergillum* SCHLUMBERGER mit analoger Grundplatte, allerdings mit dem Unterschied, daß der zentrale Stiel vierfüßig entwickelt ist, unterscheiden; diese neue Art tritt ausschließlich im Pliensbach auf.

Centripedatus unkenensis n.sp.
(Taf. 6, Fig. 2 und 8)

Derivatio nominis: Nach der benachbarten Ortschaft Unken benannt.

Holotypus: Taf. 6, Fig. 8

Diagnose: Kleine, subquadratische Grundplatte, die sehr massiv ausgebildet ist, vier weit auseinanderstehende Zentralporen aufweist und mit einer kräftigen Spitze in der Mitte, die den gesamten Raum zwischen diesen vier Poren einnimmt und 4-5 kleinere Poren am Rand der Sklerite entwickelt hat.

Bemerkungen: Sie ähnelt *Präthyonidium acutum* (MOSTLER), welche aufgrund des seitlich komprimierten Zentralementes (Spitze) und deren Ausbildung in einer Richtung zu einer anderen Gattung gestellt werden mußte; diese Formen treten sowohl im Sinemur als auch im Pliensbach auf.

Kristanella n.gen.

Typusart: *Kristanella liassica* n.gen.n.sp.

Derivatio nominis: Benannt zu Ehren von Frau Univ.-Doz. Dr. Edith Kristan-Tollmann, die sich sehr um die Mikropaläontologie des Mesozoikums verdient gemacht hat.

Kristanella liassica n.gen.n.sp.
(Taf. 5, Fig. 1-3 und 5)

Derivatio nominis: Nach dem Auftreten ausschließlich im Lias benannt.

Holotypus: Taf. 5, Fig. 2

Diagnose: Sklerite mit einer großen Porenplatte. Charakteristisch sind die vier sehr großen Zentralporen, in deren Zentrum eine schmale Spitze aufragt und an diese unregelmäßig oft wurzelartige Anhänge ent-

wickelt sind, die aus wesentlich kleineren Poren bestehen.

Bemerkungen: Ähnliche Formen dieser Bauart sind weder aus der Trias noch aus dem Jura bekannt.

Kristanella latidentata n.gen.n.sp.
(Taf. 5, Fig. 6)

Derivatio nominis: Nach den weit ausstrahlenden Auswüchsen bzw. Armen benannt.

Holotypus: Taf. 5, Fig. 6

Diagnose: Um die zentrale Spitze sind vier kleine Poren gruppiert. Es handelt sich um die Zentralporen. An diese anschließend ist noch ein weiteres Porenfeld mit kleinen Poren, dem große langovale Poren folgen, angegliedert. Von den größeren Poren gehen z.T. wurzelartig Äste ab, die kleine Poren führen aber keine Schlitz aufweisen.

Bemerkungen: Diese neue Art unterscheidet sich von *Kristanella liassica* n.gen.n.sp. vor allem durch die vier kleinen Zentralporen, einer stärkeren Spitze (Säulchen) und durch die vielen langen wurzelartigen Fortsätze; Auftreten nur im Pliensbach.

Klasse: Ophiuroidea GREY 1840

Ordnung: Ophiurida MÜLLER & TOSCHEL 1840,
emend. SPENCER 1941

Unterordnung: Miophiurina SPENCER 1951

Oberfamilie: Ophiuridae MÜLLER & TOSCHEL 1840

Genus: Ophiocapillus n.gen.

Diagnose: Kleine schlanke relativ hohe Stachel; der Kopf (distaler Abschnitt) ist besenartig ausgebildet.

Ophiocapillus verticiformis n.gen.n.sp.
(Taf. 8, Fig. 1, 8)

Diagnose: Da die neue Art bisher monospezifisch ist, entspricht ihr die Gattungsdiagnose.

Holotypus: Taf. 8, Fig. 1

Bisheriges Auftreten: Oberes Hettang ?Sinemur bis Pliensbach.

Bemerkungen: Das auf Taf. 8, Fig. 13 angeführte auffallend entwickelte Lateralschild mit den stachelarti-

gen Fortsätzen (leider ist der distale Bereich nicht überliefert) dürfte zu dieser Art zu zählen sein.

Mikroproblematika

Die Zugehörigkeit zu den Echinodermaten ist sehr wahrscheinlich. Obwohl dieses relativ häufig vorkommenden Mikroproblematikum an Echiniden erinnert, ist es jedoch im Inneren hohl und außen perforiert; dürfte dennoch nicht zu den Echiniden gehören. Da es sich um Einzelkristalle handelt, sind Echinodermaten kaum ausschließbar. Diese Form soll, da sie häufig auftritt, dennoch mit der binären Nomenklatur belegt werden.

Genus: *Corneotuba* n.gen.

Derivatio nominis: Zusammengesetzt aus corneus = Horn und tuba = Röhre; d.h. horntragende Röhre.

Diagnose: Hohlstachel mit perforierter Stachelwand und drei sehr schmalen spitzen Stachelfortsätzen. Die Perforation ist unregelmäßig; die Gestalt der meisten Exemplare ist vor dem Stachelansatz durch eine Einschnürung gekennzeichnet. Die Einschnürung ist aber nicht unbedingt als Gattungsmerkmal anwendbar.

Corneotuba perforata n.gen.n.sp.
(Taf. 8, Fig. 7, 9 und 11)

Diagnose: Diese entspricht, weil bisher monospezifisch, der Diagnose der Gattung.

Bemerkungen: Formen dieser Gattung treten sehr häufig im Sinemur und weniger häufig im Pliensbach auf.

9. Bemerkungen zur Verbreitung der Mikrofaunen im nordalpinen Lias

9.1 Verbreitung von Radiolarien, Kieselchwämmen, Crinoiden und Holothurien

Die in Abb. 6 dargestellte Faziesverteilung für den Lias mit kondensierten Adneter Cephalopodenkalken der Tiefschwelle bis zur Allgäu Formation im Beckenbereich ist insofern hypothetisch, als bislang keine Lias-Beckenentwicklung bekannt ist, in der alle ange-

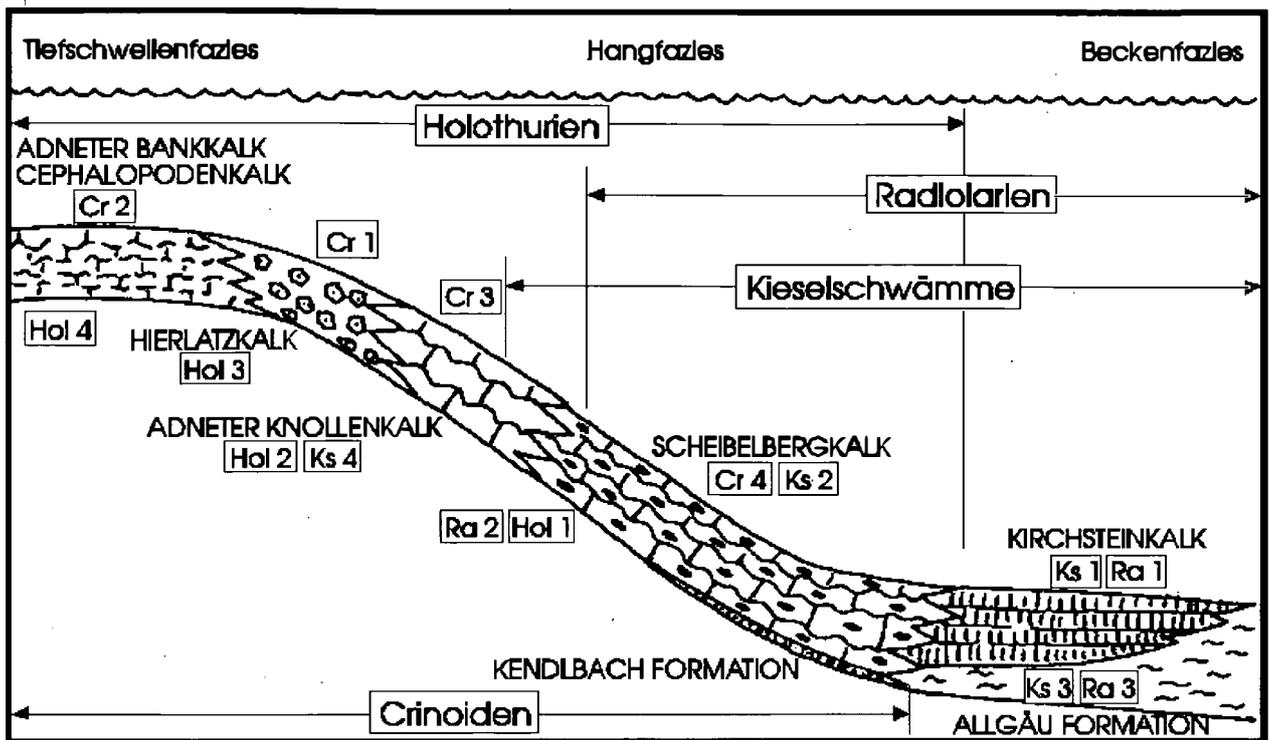


Abb. 6: Verbreitung der Crinoiden, Holothurien, Radiolarien und Kieselschwämme in der Tiefschwellen-, Hang- und Beckenfazies des Lias. Nähere Erklärungen im Text.

fürten Sedimentabfolgen abgelagert wurden. So fehlt beispielsweise eine Verzahnung von Kirchsteinkalk mit der Scheibelberg Formation, während hingegen die Zuordnung der anderen Formationen zu den entsprechenden Faziesbereichen gut abgesichert ist.

Alle hier angeführten Schichtfolgen wurden jede für sich isoliert mikrofaunistisch bearbeitet und die Ergebnisse in das Fazieschema von der Tiefschwellenfazies ausgehend über die Hangfazies bis zur Beckenfazies übertragen.

Radiolarien sind auf die unterste (distale) Hangfazies und insbesondere auf die Beckenfazies beschränkt. Ihre maximale Verbreitung liegt innerhalb des Kirchsteinkalkes (Ra 1) mit der reichsten bisher aus dem Lias bekannten Fauna (über 200 Arten). Eine deutlich geringere Faunendiversität ist in der Scheibelberg Formation zu verzeichnen (Ra 2), während die Radiolarienfauna der Allgäuschichten (Ra 3) individuenreich, aber artenarm ist.

Die Kieselschwämme, deren Skelettelemente (Mega- und Mikrosklern) in den Mikrofaunen der Hangfazies relativ häufig auftreten und ihr Maximum der Entwicklung im Kirchsteinkalk entfalten (Ks 1), sind in der Scheibelberg Formation sehr häufig (Ks 2). Dies erkennt man aus den Dünnschliffen; im unlösli-

chen Rückstand sind die Skleren infolge ihrer Umwandlung zu Calcit äußerst selten (in wenigen Fällen als pyritisierte Skleren überliefert). Ihr Verbreitungsgebiet ist ausgedehnter als das der Radiolarien. Obwohl örtlich in den Allgäuschichten Spiculite entwickelt sind, ist deren Formenspektrum eintönig. Es herrschen fast ausschließlich monaxone Skleren vor; sie wurden aus dem tieferen Hangbereich eingeschwemmt und dabei mehrmals umgelagert.

Völlig konträr zu der zuvor besprochenen Faunenverteilung ist jene der Echinodermaten, die mit Hilfe isolierter Skelettelemente rekonstruiert werden kann. Alle Echinodermaten sind vertreten (Crinoiden, Asteriden, Echiniden und Holothurien). Die Asteriden sind sehr selten; die Ophiuren sind mit Ausnahme der Beckenfazies in allen Bereichen durch wenig diverse Skelettelemente vertreten. Die Echiniden sind zwar durch ihr gesamtes Skelettelement-Spektrum präsent, jedoch herrschen Seeigelstachel vor, die wenigen Arten zuordenbar sind.

Interessant für unsere Betrachtungen sind die Crinoiden, deren Verbreitungsgebiet von der Tiefschwellenfazies über die gesamte Hangfazies reicht. Das Maximum ihrer Verbreitung liegt im Hierlatzkalk (Cr 1), während im Adneter Cephalopodenkalk

der Crinoidenreichtum schon deutlich zurückgeht (Cr 2). Noch geringer ist der Anteil an Crinoiden im Adneter Knollenkalk (Cr 3). Nur noch wenige Crinoiden treten in den Kalken der Scheibelberg Formation auf (Cr 4).

Das Verbreitungsgebiet der Holothurien, die durch ihre Sklerite in den Mikrofaunen erfaßt werden können, zeigt eine ähnliche Verteilung wie jene der Crinoiden. Ihren Schwerpunkt der Verbreitung und ihre größte Faunendiversität haben sie im Scheibelbergkalk (Hol 1). Ein starker Rückgang der Holothuriensklerite ist bereits in den angrenzenden Adneter Knollenkalken zu beobachten. Ein relativ artenarmes Formenspektrum ist aus der kondensierten Tiefschwellenfazies der Hierlatzkalke (Hol 3) und Adneter Cephalopodenkalke (Hol 4) überliefert.

9.2 Zur Entwicklung der Holothurien im Lias

Von den 23 aus dem Zeitraum Oberes Hettang bis Toarc nachgewiesenen Gattungen sind 20 in der Obertrias vertreten bzw. haben sich bis in den Unterjura herübergerettet, und nur drei Gattungen setzen im Lias neu ein. Es sind dies die Gattungen *Syneuphronides*, *Neomicroantyx* und *Kristanella* n. gen. Die 58 aus dem Scheibelbergkalk von uns bekanntgemachten Arten setzen sich aus 36 obertriassischen Arten und 22 Arten, die sich im Laufe des Unterjura neu entwickelt haben, zusammen.

Daraus ergibt sich für die Holothurienfauna der distalen Hang- und Beckenfazies der Scheibelberg Formation eine Vorherrschaft obertriadischer Gattungen (20:3) und im Artenspektrum auch ein deutliches Überwiegen obertriadischer Formen (36) gegenüber 22 Arten, die sich erst im Laufe des unteren Jura entwickelten.

Am stärksten haben sich im unteren Jura Arten der Gattungen *Punctatites*, *Biacumina*, *Centripedatus* und *Theelia* weiterentwickelt. Überraschend für uns war der sehr hohe Anteil obertriadischer Faunenelemente, zumal die artenreichsten Holothurienfaunen, von MOSTLER (1967 - 1972, 1977, 1978) beschrieben, aus dem Sevat der Hallstätter Kalke stammen und mit dem Wechsel zu den rhätischen Zlambach Schichten drastisch reduziert wurden. Dies wurde dahingehend interpretiert, daß ein Großteil der Holothurien-Arten im oberen Sevat ausgestorben seien, weil selbst in der rhätischen Hallstätter Fazies (Zlambach Schichten) mehr als zwei Drittel des Artenspektrums

gegenüber den sevatischen Hallstätter Kalken ausfiel. Noch artenärmer ist das Spektrum der Kössener Schichten.

In den tiefliassischen Adneter Kalken konnten wir nur wenige obertriadische Formen nachweisen; in der Tiefschwellenposition haben sich mehrere obertriassische Theelien-Arten über die Trias-Jura-Grenze gerettet, aber auch eine Reihe neuer (insgesamt 6) Theelien entstanden.

Das Artenspektrum aus dem Rhät der Zlambach Schichten bzw. aus den oberrhätischen Riffkalken hat z.T. den Übergang in den Jura ohne wesentliche Einbußen geschafft, was sich auch in der Holothurienfauna der Adneter Formation widerspiegelt und dahingehend interpretiert wurde, daß nur ein relativ geringer Teil gegenüber den sevatischen Formen im Jura weiterlebte. Das trifft auch für die Adneter Fazies vom Hettang bis in das untere Toarc zu.

Die Scheibelberg Formation, die im basalen Sine-mur einsetzt und bis in das hohe Pliensbach reicht, zeigt im Gegensatz zu den kondensierten Adneter Kalken, gemeint sind hier die Cephalopoden-Kalke und nicht die Adneter Knollenkalke, vom älteren zum jüngeren ein immer stärkeres Einwandern von obertriassischen Arten. Gut zwei Drittel der Arten, die in den grauen Hallstätter Kalken auftreten, konnten in der Scheibelberg Formation nachgewiesen werden.

Mit dem Hinzutreten von 15 neuen Arten stehen die Scheibelbergkalke den Hallstätter Kalken des Sevat kaum nach. Daraus läßt sich ableiten, daß z.B. die Holothurien der grauen Hallstätter Kalke von Hernstein im oberen Sevat in eine Beckenposition bzw. in eine distale Hangfazies abgewandert sind, die wir nicht kennen. Sie müßte etwa der Fazies der Scheibelberg Formation entsprechen. Die Holothurien müssen sich in ein ökologisches Refugium zurückgezogen und dort die Trias-Jura-Grenzbereich überdauert haben, um mit Erreichen entsprechender Wassertiefen in das Scheibelberg-Becken bzw. in die distale Hangfazies dieser einzuwandern.

Nur so läßt sich dieses starke Dominieren obertriassischer Holothurienformen in der Scheibelberg Formation erklären. Die Wiederbesiedlung vollzog sich langsam, muß aber auf ökologische Barrieren gestoßen sein, denn sonst müßte dieses obertriassische Faunengepräge auch in anderen Faziesbereichen des Lias nachweisbar sein. Die bisherigen Untersuchungen im Lias (MOSTLER et al. 1989, KRAINER et al. 1994) haben jedenfalls gezeigt, daß keine andere zeitgleiche Fazies ein nur annähernd ähnliches obertriassisches Faunenspektrum aufweist.

10. Diskussion

Die Lias-Beckenfazies der Unkener Synklinale ist insofern von Interesse, als dieses Sedimentationsbecken bereits in der Obertrias angelegt und nicht durch liassische Tektonik herausgeformt wurde, wie dies bei vielen anderen Jurabecken der Nördlichen Kalkalpen der Fall ist. Die Beckenfazies der Obertrias wird durch die Kössener Schichten repräsentiert, die in flachen Intraplattform-Becken mit Wassertiefen von rund 50 m abgelagert wurden (MOSTLER, 1978). Im Bereich Steinplatte sind die Kössener Schichten aus einer monotonen Kalk-Mergel Wechsellagerung mit hochdiversen Spurenfossilien aufgebaut (Fazies Einheit III), die nach KUSS (1983) auf größere Ablagerungstiefen (50 - 100 m) hinweisen. Dieses Kössener Becken wurde im Süden von einer Karbonatplattform begrenzt, die aus Oberrhätalk aufgebaut wird („Steinplatte Riff“; PILLER, 1981; STANTON & FLÜGEL, 1989, 1995).

Im Lias wurden beide Faziesbereiche – Kössener Becken und Karbonatplattform – im gleichen Ausmaß abgesenkt. Dadurch hat sich das Kössener Becken um einige 100 m vertieft und aus der Karbonatplattform hat sich durch die Absenkung eine Tiefschwelle entwickelt.

Die Kendlbach Formation an der Basis der Lias-Abfolge zeigt noch starke fazielle Anklänge an die Kössener Schichten, wurde daher ursprünglich auch noch zu den Kössener Schichten gerechnet. Die darüberfolgenden kieseligen Knollenkalke der Scheibelberg Formation, abgelagert im Übergangsbereich distaler Hang - Becken, wurden bereits in Wassertiefen von einigen 100 m sedimentiert. Die im Beckenbereich darüberfolgende Saubach- und Adneter Formation zeigen eine weitere Vertiefung des Beckens an.

Im Bereich der Tiefschwelle (Steinplatte) gelangten über den obertriassischen Plattformkarbonaten im Lias stark kondensierte Rotkalk (Enzesfelder Kalk, Cephalopodenkalk, Adneter Kalk) zur Ablagerung (EBLI, 1989; HORNSTEINER, 1991).

Die Hangfazies wird im oberen Bereich von Hierlatzkalk repräsentiert, im unteren Bereich von Adneter Kalk, der beckenwärts in Scheibelbergkalk übergeht (siehe Abb. 7). Eine solche Verzahnung hat HORNSTEINER (1991) vom Nordabhang der Schwarzberghöhe beschrieben, ist auch aus anderen Gebieten bekannt, beispielsweise nordöstlich vom Achensee (SAUSGRUBER, 1994).

Im Unkener Becken weist die Sedimentabfolge des Lias eine extrem geringe Mächtigkeit auf, im Profil

Karnergraben beispielsweise nur knapp 30 m. Dies ergibt für den Lias, der nach HARLAND et al. (1990) den Zeitraum von 178 - 208 Ma, also immerhin 30 Ma umfaßt, eine durchschnittliche Sedimentationsrate von lediglich 1 mm/1000a. Diese Sedimentationsrate ist für pelagische Kalke außergewöhnlich gering (vgl. JENKYN, 1986; SCHOLLE et al., 1983) Dabei muß erwähnt werden, daß im Beckenprofil im Lias keine Schichtlücken bekannt sind und auch Anzeichen für Kondensation, Subsolution und Hartgrundbildung fehlen bzw. auf die Adneter Schichten beschränkt sind.

HEBBELN et al. (1996) beschreiben ähnlich geringe Sedimentmächtigkeiten aus dem Lias vom Südrand der Lechtal Decke in den Chiemgauer Alpen, wo beispielsweise in der Oberwössener Mulde der gesamte Lias in Form von 10–20 m mächtigen Adneter Knollenkalke und Fleckenmergeln entwickelt ist. Dies zeigt, daß im Lias größere, aus obertriassischen Plattformkarbonaten und Intraplattformbecken bestehende Krustensegmente en block langsam abgesunken sind. Dadurch konnte sich ohne liassische Tektonik, lediglich durch anhaltende Subsidenz, aus den Kössener Schichten im Lias ein eigener Beckentyp mit sehr geringen Sedimentationsraten entwickeln.

Dies steht in krassem Gegensatz zu jenen Jurabecken, die durch jurassische Tektonik als Pull-Apart-Becken entstanden sind und durch hohe Subsidenzraten mit entsprechend mächtigen Sedimentabfolgen charakterisiert sind, wobei die Beckensedimente mit Hangsedimenten verzahnen, die zu einem beträchtlichen Teil aus Debriten, lokal auch aus Megabreccien aufgebaut sind (z.B. ACHTNICH, 1982; BLAU & SCHMIDT, 1988; BÖHM et al., 1995; KRAINER et al., 1994; SPIELER, 1994).

Ein weiteres Charakteristikum für das Unkener Becken ist das weitgehende Fehlen von Debriten im Lias. Lediglich innerhalb der Bitumenmergel ist eine dünne Debritlege entwickelt. Damit fehlen auch Anzeichen für synsedimentäre Tektonik im Lias, erst im Dogger treten verbreitet Debrite und Breccien auf („Schwarzbergklammbreccie“), was auf verstärkte tektonische Aktivität hinweist.

Im unlöslichen Rückstand der Scheibelberg Kalke wird die Mikrofauna von Echinodermaten-Skelettelementen beherrscht, obwohl in den Dünnschliffen die Dominanz von Kieselschwamm-Skelettelementen über die gesamte Scheibelberg Formation feststellbar ist. Infolge einer nahezu lückenlosen Umsetzung der ursprünglich aus Kieselsäure zusammenge-

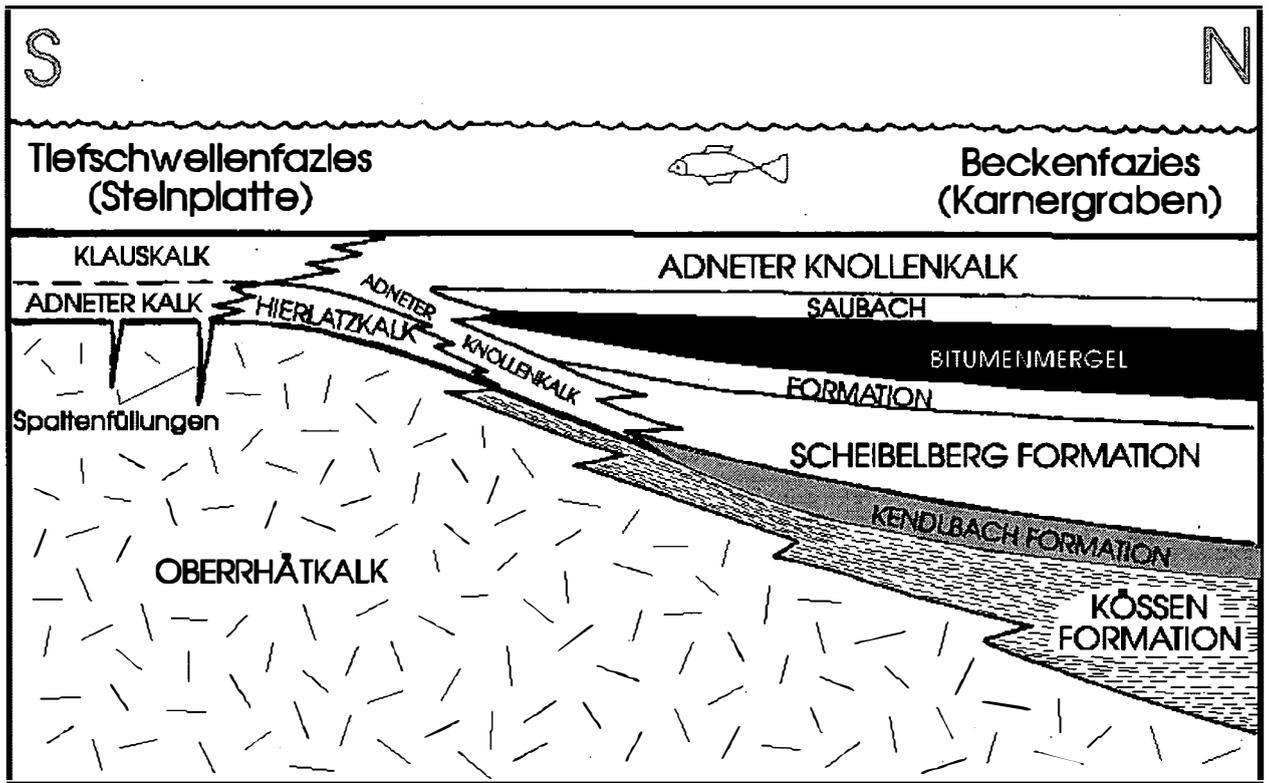


Abb. 7: Schematische Darstellung der Faziesverteilung im Lias im Bereich der Unkener Synklinale (Beckenfazies) und Steinplatte (Tiefschwellenfazies). Erläuterungen im Text.

setzten Skleren in Calcit (auch die vielen Radiolarien sind calcitisiert) sind nur die wenigen, frühdiagenetisch in Pyrit umgesetzten Schwammskelettelemente erhalten.

Neben den vielen, zum Teil stark diversen Skelettanhängen von Ophiuren und Echiniden sind die sowohl individuen- als auch artenreichen Holothuri-faunen besonders hervorzuheben. Von der Artenfülle und von der Individuendichte entsprechen diese Faunen jenen der oberrhätischen Hallstätter Kalke. Der Faunenreichtum in den Hallstätter Kalken geht zum Großteil auf Kondensation zurück, in der Scheibelberg Formation dagegen konnten wir keine wie immer geartete Kondensation nachweisen.

Überraschend ist der hohe Anteil von Gattungen, die bereits im Oberrhät des Hallstätter Faziesraumes auftreten und sich in den liassischen Scheibelberg Kalken wiederfinden. Von den insgesamt in der Zeitspanne Sinemur-Pliensbach auftretenden 23 Gattungen haben 20 die Trias-Jura-Grenze überschritten und nur 3 Gattungen entwickelten sich im Laufe des Lias. Der Zuwachs der Arten im Lias innerhalb der Schei-

belberg Formation ist mit 23 neu entstandenen Arten höher als der Gattungszuwachs (15 neue Arten werden in dieser Studie beschrieben). 36 Arten haben die Trias-Jura-Grenze unbemerkt überschritten, d.h. in einem uns unbekanntem Refugium überdauert und sind im Laufe des oberen Hettang, Sinemur bis Pliensbach in den Faziesbereich der Scheibelberg Formation eingewandert.

Aus dieser Sicht ist die so oft zitierte „Faunenkrise“ an der Trias-Jura-Wende durch fazielle Umstellungen bedingt. Bisher wurde angenommen, daß die meisten Holothurien an der Wende Oberrhät-Unterrhät ausgestorben sind.

Dank

Die Geländearbeiten wurden dankenswerterweise von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Kommission für die paläontologische und stratigraphische Erforschung Österreichs) finanziell unterstützt.

Literatur

- ACHTNICH, T. (1982): Die Jurabreccien der Eisenspitze. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **12**, 41–70, Innsbruck.
- BLAU, J. & GRÜN, B. (1994): Mikrofazies und Foraminiferenfaunen im unteren Lias (Kendlbachschichten, Enzesfelder Kalk) der Osterhorngruppe (Salzburg, Österreich). – Giessener Geologische Schriften, **51** (Festschrift Blind), 63–83, Gießen.
- BLAU, J. & SCHMIDT, T. (1988): Tektonisch kontrollierte Sedimentation im Unterlias der Lienzer Dolomiten (Österreich, Osttirol, Kärnten). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **34/35**, 185–207, Wien.
- BÖHM, F. (1992): Mikrofazies und Ablagerungsmilieu des Lias und Dogger der Nordöstlichen Kalkalpen. – Erlanger geol. Abh., **121**, 57–217, Erlangen.
- BÖHM, F., DOMMERS, J.-L. & MEISTER, C. (1995): Breccias of the Adnet Formation: indicators of a Mid-Liassic tectonic event in the Northern Calcareous Alps (Salzburg/Austria). – Geol. Rundsch., **84**, 272–286, Stuttgart.
- BRAUN, R., KELLERBAUER, S. & ZANKL, H. (1994): Die Entwicklung des Berchtesgadener Beckens – Spiegelbild der jurassischen orogenen Prozesse (Abstract). – Nachr. Dtsch. Geol. Ges., **52**, 66–67.
- CHANNELL, J.E.T., BRANDNER, R., SPIELER, A. & STONER, J.S. (1992): Paleomagnetism and paleogeography of the Northern Calcareous Alps (Austria). – Tectonics, **11**, 792–810.
- EBLI, O. (1989): Foraminiferen und Coccolithen aus den Lias-Epsilon-Schiefern der Unken Mulde (Tirolikum, Nördliche Kalkalpen). – Mitt. Bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol., **29**, 61–83, München.
- EBLI, O., DRAXLER, I., KLEIN, P., KODINA, L.A., LOBITZER, H. & SCHWAIGHOFER, B. (1991): Fazies, Paläontologie und organische Geochemie der Sachranger Schiefer (Unterocaricum) im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen zwischen Isar und Saalach. – Jb. Geol. B.-A., **134**, 5–14, Wien.
- GARRISON, R.E. (1964): Jurassic and early Cretaceous sedimentation in the Unken valley area, Austria. – Unpubl. Ph.D.diss., Geol. Dept. Univ. Princeton, 193 p.
- GOLEBIOWSKI, R. (1990): Facial and faunistic changes from Triassic to Jurassic in the Northern Calcareous Alps (Austria). – Cah. Univ. Cath. Lyon, Ser. Sci. **3**, 175–184, Lyon.
- HARLAND, W.B., ARMSTRONG, R.L., COX, A.V., CRAIG, L.E., SMITH, A.G. & SMITH, D.G. (1990): A geologic time scale 1989. – Cambridge University Press, Cambridge, 263 p.
- HEBBELN, D., HENRICH, R., LACKSCHEWITZ, K.S. & RÜHLAND, G. (1996): Tektonische Struktur und fazielle Gliederung der Lechtaldecke am NW-Rand des Tirolischen Bogens in den Chiemgauer Alpen. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **39/40**, 221–235, Wien.
- HORNSTEINER, G. (1991): Die jurassische Entwicklung auf der Waidringer Steinplatte unter besonderer Berücksichtigung der Scheibelberg Schichten an der Typlokalität. – Unveröff. Diplomarbeit Geol. Inst. Univ. Innsbruck, 210 S.
- JENKYN, H.C. (1986): Pelagic Environments (2nd Ed.). – In: READING, H.G. (ed): Sedimentary Environments and Facies, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 615 p.
- KUSS, J. (1983): Faziesentwicklung in proximalen Intraplattform-Becken: Sedimentation, Palökologie und Geochemie der Kössener Schichten (Ober-Trias, Nördliche Kalkalpen). – Facies **9**, 61–172, Erlangen.
- KRAINER, K., MOSTLER, H. & HADITSCH, J.G. (1994): Jurassische Beckenbildung in den Nördlichen Kalkalpen bei Lofer (Salzburg) unter besonderer Berücksichtigung der Manganerz-Genese. – Abh. Geol. B.-A., **50** (Festschrift E. Flügel), 257–293, Wien.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & COLWELL, J. (1992): Alpiner Enzesfelder Kalk (Unter-Lias) vom Exmouth-Plateau nordwestlich von Australien. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **84**, 301–308, Wien.
- LEMOINE, M. & TRÜMPY, R. (1987): Pre-oceanic rifting in the Alps. – Tectonophysics, **133**, 305–320.
- MOSTLER, H. (1967): Conodonten und Holothuriensklerite aus norischen Hallstätter Kalken von Hernstein (NÖ). – Verh. Geol. B.-A., **Jg. 1967**, 177–188, Wien.
- MOSTLER, H. (1968): Neue Holothuriensklerite aus norischen Hallstätter Kalken. – Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, **56** (Festschrift Steinböck), 427–461, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1969): Entwicklungsreihen triassischer Holothuriensklerite. – Veröff. Univ. Innsbruck, **18**, 5–53, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1970): Über einige Holothuriensklerite aus der süd- und nordalpinen Trias. – Festband Geol. Inst. 300-Jahr-Feier Univ. Innsbruck, 339–360, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1971): Holothuriensklerite aus anisichen, karnischen und norischen Hallstätterkalken. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **1**, 1–30, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1972): Neue Holothuriensklerite aus der Trias der Nördlichen Kalkalpen. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **2**, 1–32, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1977): Zur Palökologie triadischer Holothuriensklerite (Echinodermata). – Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, **64**, 13–40, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1978): Ein Beitrag zur Mikrofauna der Pötschenkalke an der Typlokalität unter besonderer Berücksichtigung der Poriferenspiculae. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **7**, 1–28, Innsbruck.

- MOSTLER, H., KRÄINER, K. & STINGL, V. (1989): Überlegungen zur jurassischen Beckenentwicklung in den Nördlichen Kalkalpen. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **16**, 81–83 (Sediment '89, Abstract), Innsbruck.
- PILLER, W.E. (1981): The Steinplatte Reef Complex, part of an Upper Triassic carbonate platform near Salzburg (Austria). – In: TOOMEY, D. (ed.): *European Fossil Reef Models*, Soc. Econ. Paleontol. Mineral., Spec. Publ. **30**, 261–290.
- PLÖCHINGER, B. (1975): Das Juraprofil an der Zwölferhorn-Westflanke (Nördliche Osterhorngruppe, Salzburg). – *Verh. Geol. B.-A.*, **Jg. 1975**, H. 2–3, 27–33, Wien.
- PLÖCHINGER, B. (1982): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich, 1:50.000, Blatt 95, St. Wolfgang im Salzkammergut. – *Geol. B.-A.*, 1–74, Wien.
- SAUSGRUBER, T. (1994): Bericht 1993 über geologische Aufnahmen in den Nördlichen Kalkalpen auf Blatt 88 Achenkirch. – *Jb. Geol. B.-A.*, **137**, H. 3, 469–474, Wien.
- SAVOSTIN, L.A., SIBUET, J.C., ZONENSHAIN, L.P., LE PICHON, X. & ROULET, M.J. (1986): Kinematic evolution of the Tethys Belt from the Atlantic to the Pamir since Triassic. – *Tectonophysics*, **123**, 1–35.
- SCHÄFFER, G. & STEIGER, T. (1986): Der Jura zwischen Salzburg und Bad Aussee. Exk.führer Jahrestagung Subkomm. Jura-Stratigr., München, 1–67.
- SCHOLLE, P.A., ARTHUR, M.A. & EKDALE, A.A. (1983): Pelagic Environment. – In: SCHOLLE, P.A., BEBOUT, D.G. & MOORE, C.H. (eds.): *Carbonate Depositional Environments*, AAPG Memoir **33**, 619–691.
- SPIELER, A. (1994): Bericht 1993 über geologische Aufnahmen in den Nördlichen Kalkalpen auf Blatt 88 Achenkirch. – *Jb. Geol. B.-A.*, **137**, H. 3, 474–475, Wien.
- STANTON, R.J. & FLÜGEL, E. (1989): Problems with reef models. The Late Triassic Steinplatte „reef“ (Northern Alps, Salzburg/Tyrol, Austria). – *Facies*, **20**, 1–138, Erlangen.
- STANTON, R.J. & FLÜGEL, E. (1995): An accretionary distally steepened ramp at an intrashelf basin margin: an alternative explanation for the Upper Triassic Steinplatte „reef“ (Northern Calcareous Alps, Austria). – *Sedimentary Geology* **95**, 269–286, Amsterdam.
- STUR, D. (1851): Die liassischen Kalksteingebilde von Hirtenberg und Enzersfeld. – *Jb. Geol. R.-A.*, **2**, H. 3, 19–27, Wien.
- TOLLMANN, A. (1976): Analyse des klassischen Nordalpinen Mesozoikums. Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen. – Franz Deuticke, Wien, 580 S.
- TRÜMPY, R. (1988): A possible Jurassic-Cretaceous transform system in the Alps and Carpathians. – In: CLARK, S.P., BURCHFIELD, B.C. & SUPPE, J. (eds.): *Processes in continental lithospheric deformation*. *Geol. Soc. Am., Spec. Paper* **218**, 93–109.
- WÄCHTER, J. (1987): Jurassische Massflow- und Internbreccien und ihr sedimentär-tektonisches Umfeld im mittleren Abschnitt der Nördlichen Kalkalpen. – *Bochumer geol. u. geotechn. Arb.*, **27**, 1–239, Bochum.
- WEISSERT, H.J. & BERNOULLI, D. (1985): A transform margin in the Mesozoic Tethys: Evidence from the Swiss Alps. – *Geol. Rundschau*, **74**, 665–679, Stuttgart.

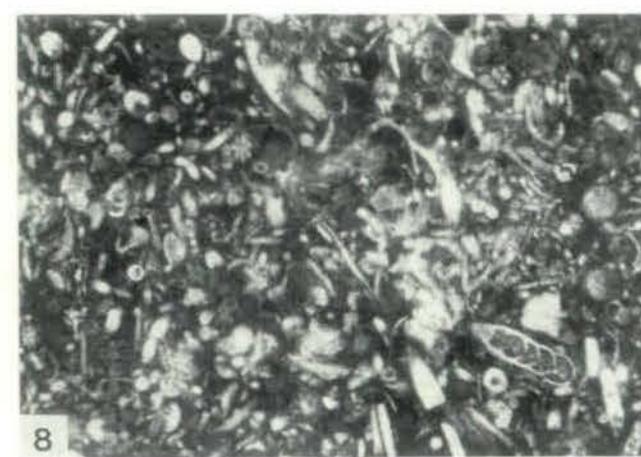
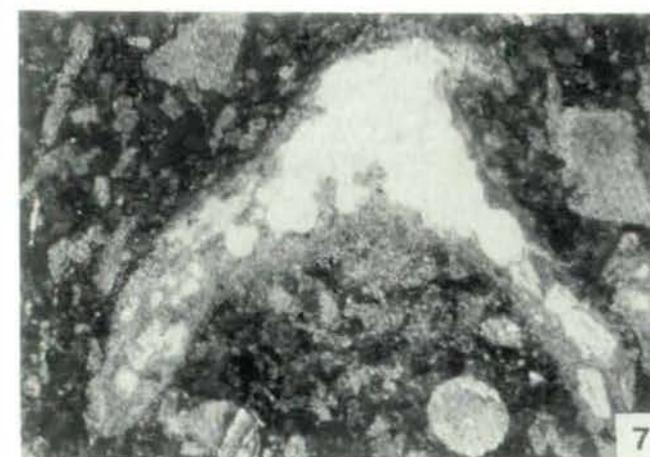
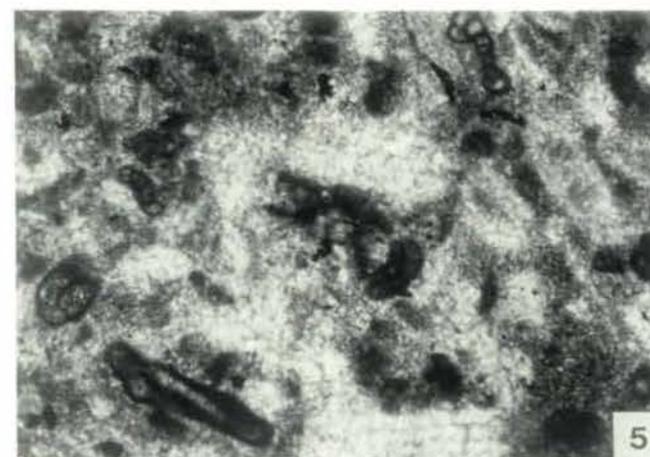
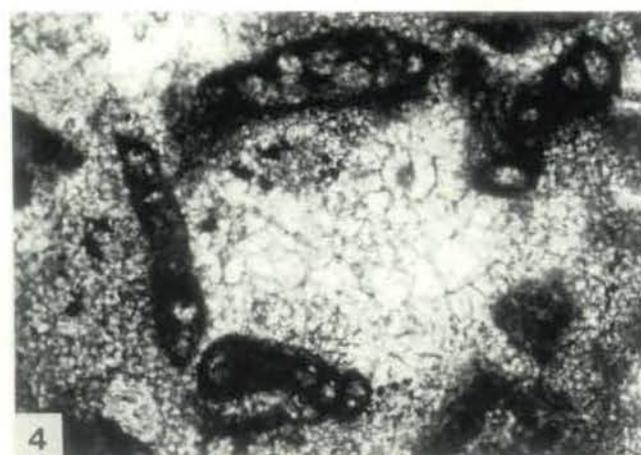
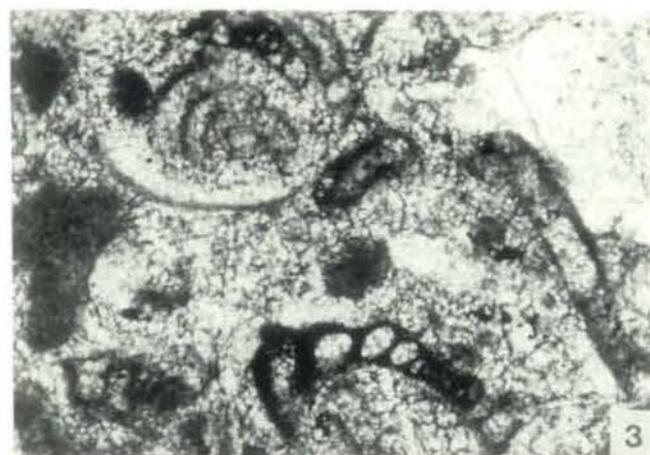
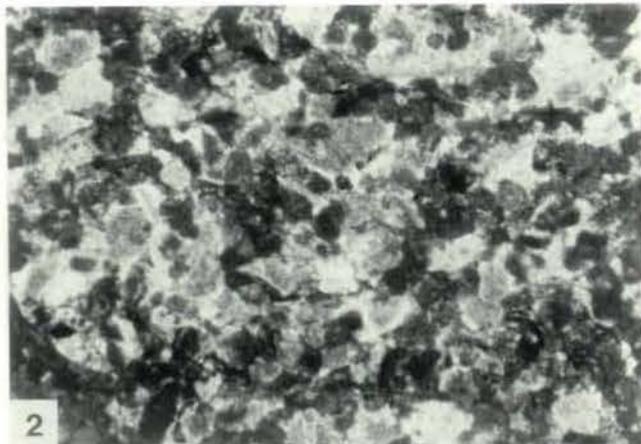
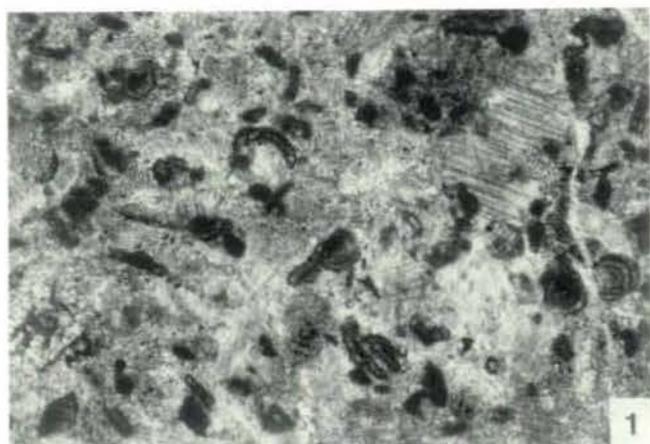
Anschrift der Verfasser:

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

Tafel 1

Mikroskopische Dünnschliffaufnahmen von Mikrofaziestypen der Kendlbach Formation und der basalen Kalkbank der Scheibelberg Formation im Profil Kamergraben (Unkener Synklinale).

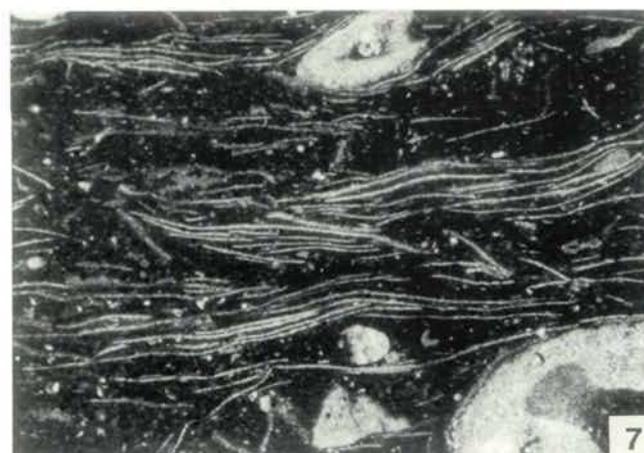
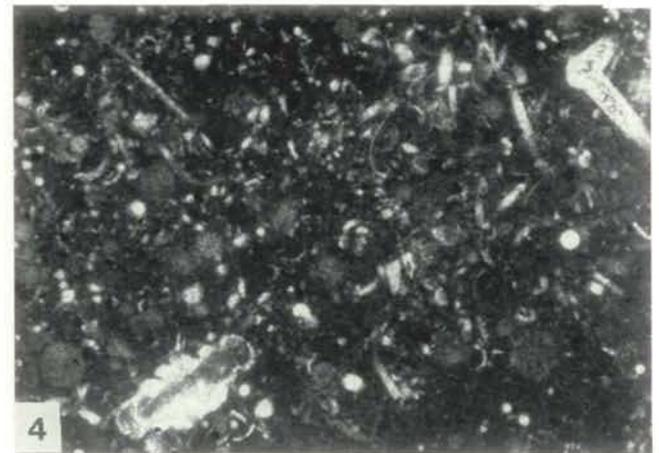
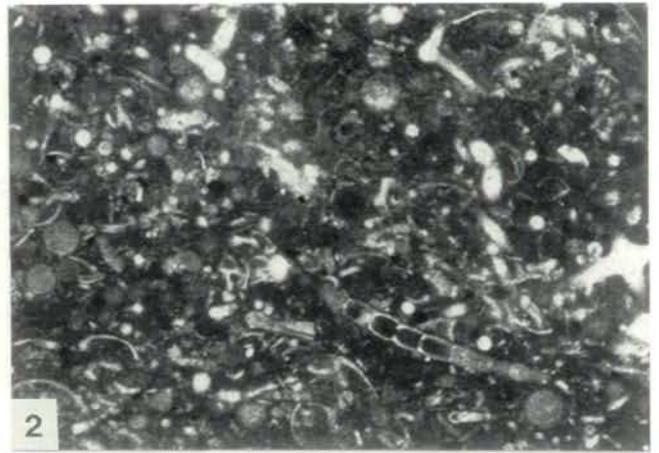
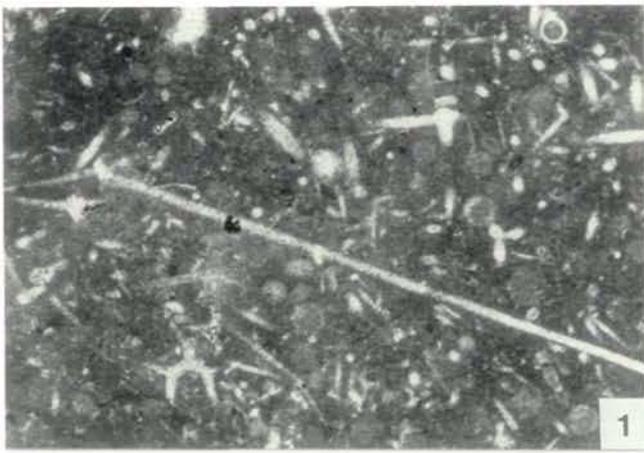
- Fig. 1: Echinodermen-Foraminiferen-Wackestone/Packstone mit zahlreichen Kleinforaminiferen (hpts. *Planinvolutina carinata*) aus dem Tiefengraben Member. Probe KG 2, Bildbreite 3,1 mm.
- Abb. 2: Echinodermen-Peloid-Packstone mit einzelnen Kleinforaminiferen aus dem basalen Anteil des Breitenberg Members. Probe KG 10, Bildbreite 3,5 mm.
- Fig. 3, 4: Detailausschnitt aus dem Echinodermen-Foraminiferen-Wackestone/Packstone mit zahlreichen Kleinforaminiferen (hpts. *Planinvolutina carinata*) aus dem Tiefengraben Member. Probe KG 2, Bildbreite jeweils 1,3 mm.
- Fig. 5: Echinodermen-Foraminiferen-Wackestone mit zahlreichen Kleinforaminiferen (hpts. *Planinvolutina carinata*) aus dem basalen Teil des Tiefengraben Members. Probe KG 1, Bildbreite 1,8 mm.
- Fig. 6: Echinodermen-Packstone, leicht stylolithisch überprägt, aus dem Tiefengraben Member. Einzelne Echinodermenreste sind teilweise von Mikroquarz verdrängt. Probe KG 7, Bildbreite 4,3 mm.
- Fig. 7: Echinodermen-Peloid-Packstone mit großem Echinodermenbruchstück, das bereits zum Großteil von Mikroquarz (hell) verdrängt ist. Tiefengraben Member, Probe KG 5, Bildbreite 3,9 mm.
- Fig. 8: Ungeschichteter bioturbater bioklastischer Wackestone, der neben Echinodermenresten, Spicula, dünnen Schalenresten und Foraminiferen auch einige Radiolarien (z.B. rechts im Bild) enthält. Basale Kalkbank der Scheibelberg Formation, Probe KG 13, Bildbreite 3,7 mm.



Tafel 2

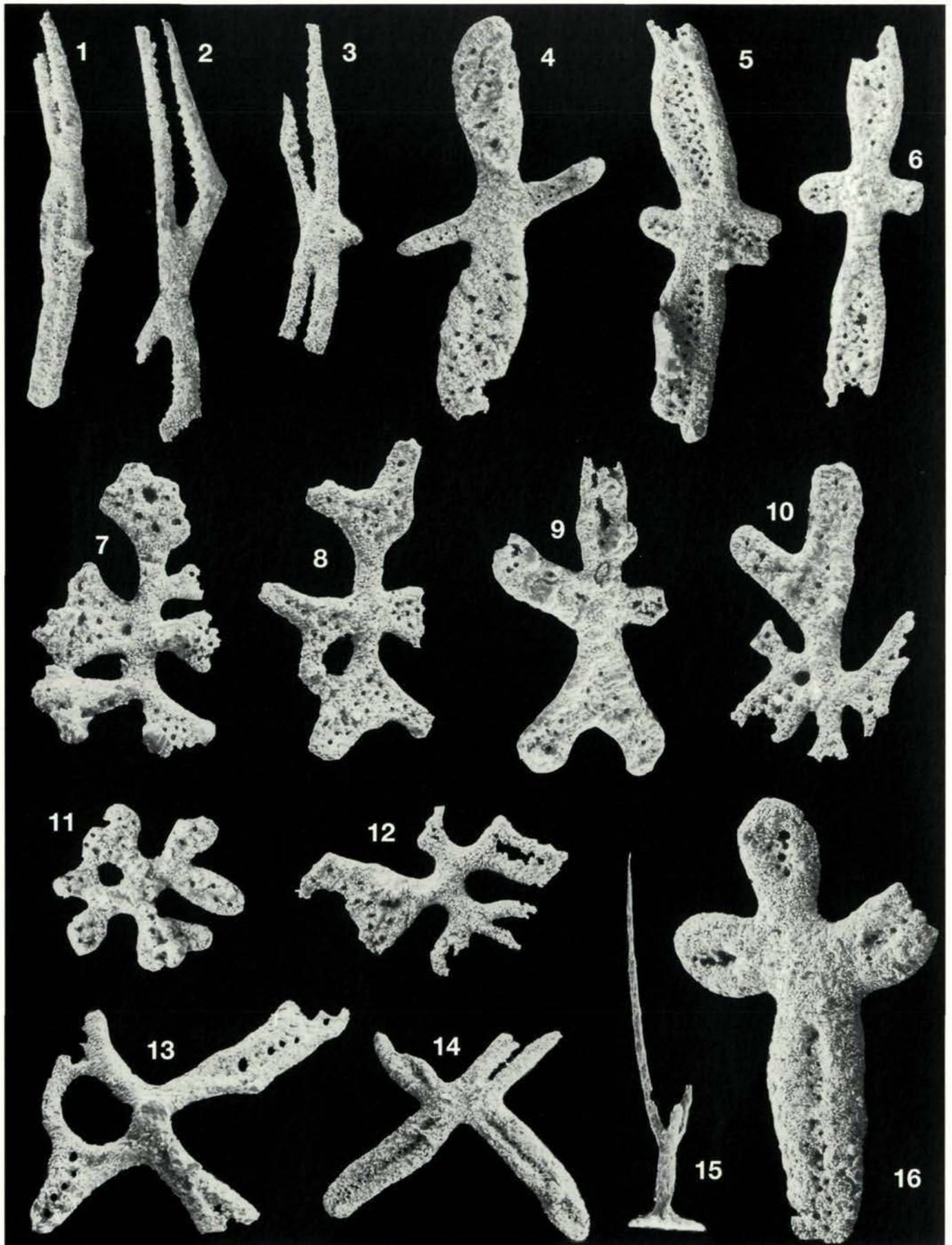
Mikroskopische Dünnschliffaufnahmen von Mikrofaziestypen aus der Scheibelberg Formation und Saubach Formation im Profil Kamergraben (Unkener Synklinale).

- Fig. 1: Bioklastischer Wackestone reich an Spicula und Radiolarien. Die Bioklaste sind in einer dunklen mikritischen Matrix eingebettet. Basale Scheibelberg Formation, Probe KG 24, Bildbreite 3,5 mm.
- Fig. 2: Ungeschichteter bioklastischer Wackestone reich an Radiolarien und Spicula. Auch Ostracodenschalen und Foraminiferen sind enthalten. Die Matrix besteht aus dunklem Mikrit. Mittlerer Abschnitt der Scheibelberg Formation, Probe KG 58, Bildbreite 3 mm.
- Fig. 3: Ungeschichteter bioklastischer Wackestone, der neben zahlreichen Spicula auch Ostracoden und Radiolarien (z.B. im Bild rechts unten) enthält. Die Matrix besteht aus dunklem Mikrit. Mittlerer Abschnitt der Scheibelberg Formation, Probe KG 63, Bildbreite 2,2 mm.
- Fig. 4: Ungeschichteter bioklastischer Wackestone reich an Radiolarien, untergeordnet sind auch Spicula, Ostracoden und Foraminiferen (Involutina, im Bild links unten) enthalten. Die Bioklaste befinden sich in einer dunklen mikritischen Matrix. Mittlerer Abschnitt der Scheibelberg Formation, Probe KG 62, Bildbreite 2,8 mm.
- Fig. 5: Bioklastischer Wackestone, aus mikritischer, feinbioklastischer Grundmasse und locker eingestreuten größeren Echinodermenresten und Schalenresten zusammengesetzt. Saubach Formation, Probe KG 32, Bildbreite 7 mm.
- Fig. 6: Filament-Packstone aus dünnen, eingeregelt Posidonien-Schalen, einzelnen Echinodermenresten und Ostracoden sowie mikritischer Matrix. Saubach Formation, Probe KG 27, Bildbreite 3,5 mm.
- Fig. 7: Bioklastischer Wackestone, bestehend aus mikritischer Matrix mit reichlich Filamenten sowie einzelnen Echinodermenresten und Ostracoden. Saubach Formation, Probe KG 30, Bildbreite 4,2 mm.
- Fig. 8: Ansammlung kleiner Ammoniten in pelmikritischer Matrix. Einzelne Schalen sind teils mit Mikrit, teils mit Sparit verfüllt und zeigen somit deutliche Geopetalgefüge. Ausschnitt aus einem bioklastischen Wackestone der knollig ausgebildeten Saubach Formation. Probe KG 36, Bildbreite 3,5 mm.



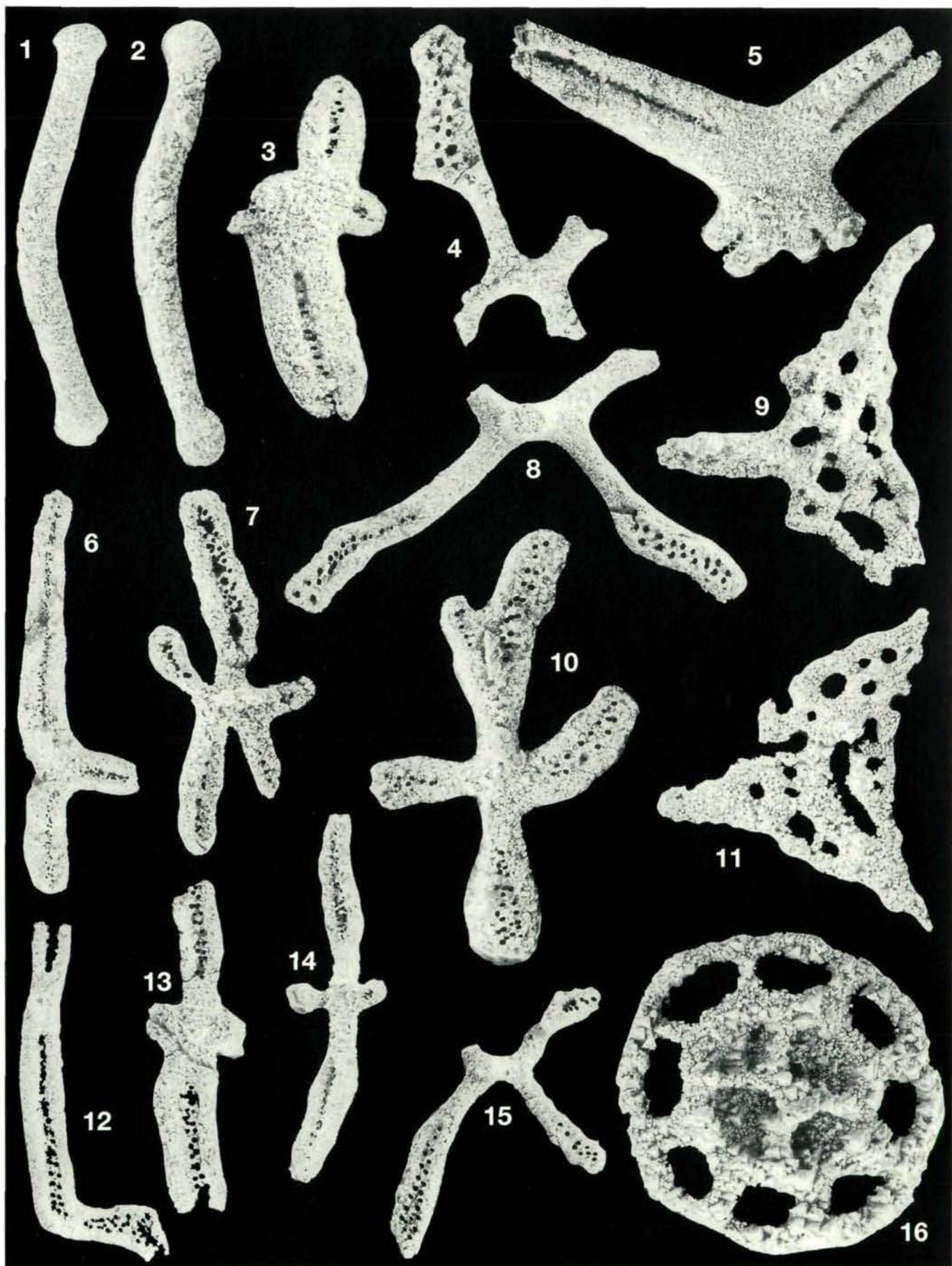
Tafel 3

- Fig. 1: *Punctatites extensus* (MOSTLER) (Vergr. 90x)
Fig. 2: *Punctatites angulatus* n.sp. (Vergr. 150x)
Fig. 3: *Punctatites triplex* MOSTLER (Vergr. 100x)
Fig. 4–6: *Punctatites tetrabrachiatus* n.sp. (Vergr. 200x)
Fig. 7–12: *Punctatites polymorphus* n.sp. (Vergr. alle 200x)
Fig. 13: *Praeephronides multiperforatus* MOSTLER (Vergr. 150x)
Fig. 14, 16: *Syneuphronides jurassicus* MOSTLER (Fig. 14 = 100x, Fig. 15 = 200x)
Fig. 15: *Tetravirga gracilis* MOSTLER (Vergr. 200x)



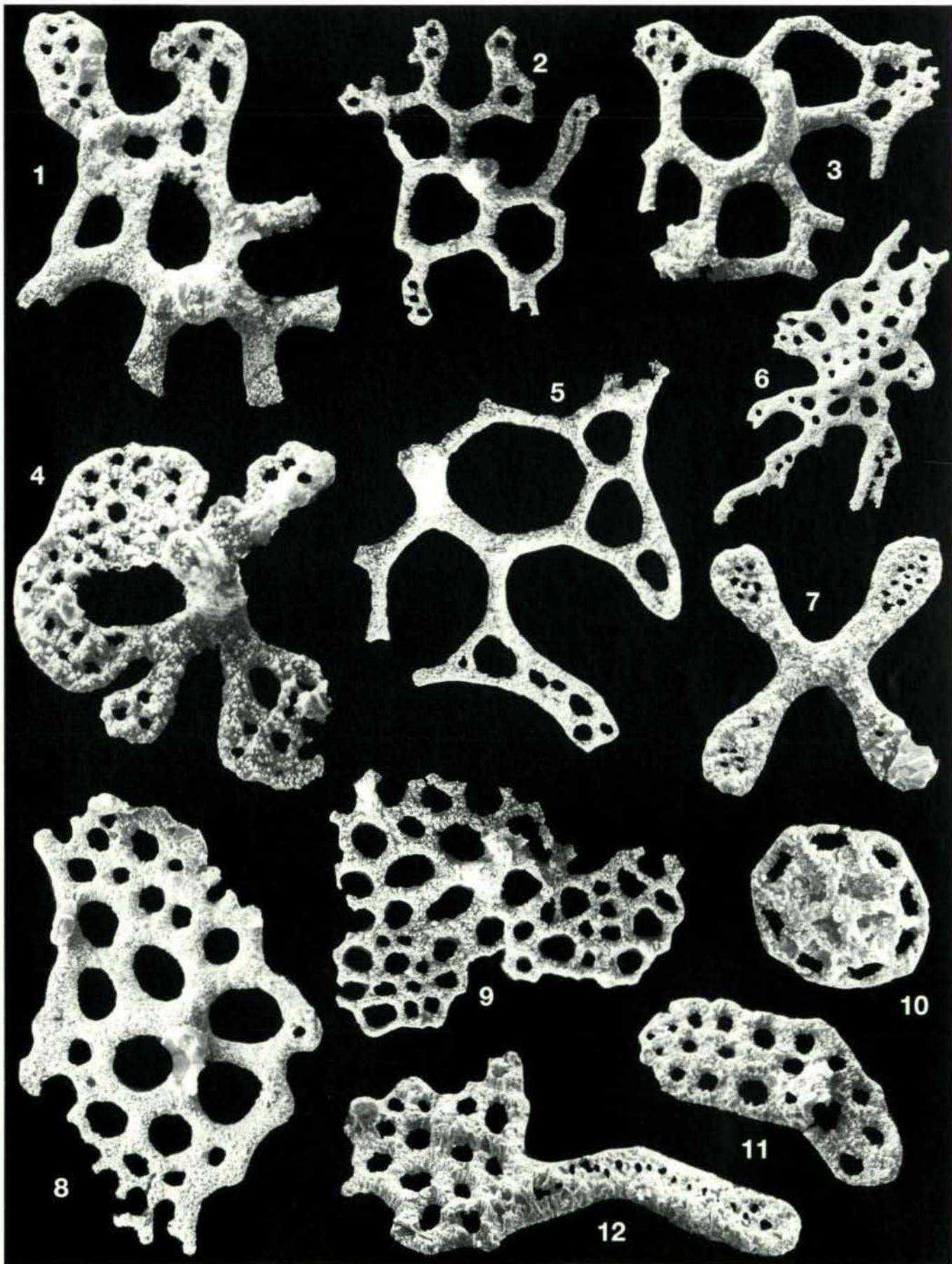
Tafel 4

- Fig. 1, 2: *Rhabdotites inclinatus* MOSTLER (Vergr. 150x)
Fig. 3, 5: *Syneuphronides jurassicus* MOSTLER (Vergr. 150x)
Fig. 4, 8: *Praeuphronides multiperforatus* MOSTLER (
Fig. 6: *Punctatites triplex* MOSTLER (Vergr. 100x)
Fig. 7, 10: *Punctatites polymorphus* n.sp. (Vergr. 200x)
Fig. 8: *Praeuphronides multiperforatus* MOSTLER (Vergr. 150x)
Fig. 9: *Biacumina nasiformis* n.sp. (Vergr. 200x)
Fig. 11: *Biacumina latiareata* n.sp. (Vergr. 200x)
Fig. 12: *Punctatites incurvatus* n.sp. (Vergr. 100x)
Fig. 13, 14: *Punctatites tetrabrachiatus* n.sp. (Vergr. 150x)
Fig. 15: *Praeuphronides multiperforatus* MOSTLER (Vergr. 100x)
Fig. 16: *Neomicroantyx ingridae* MOSTLER (Vergr. 300x)



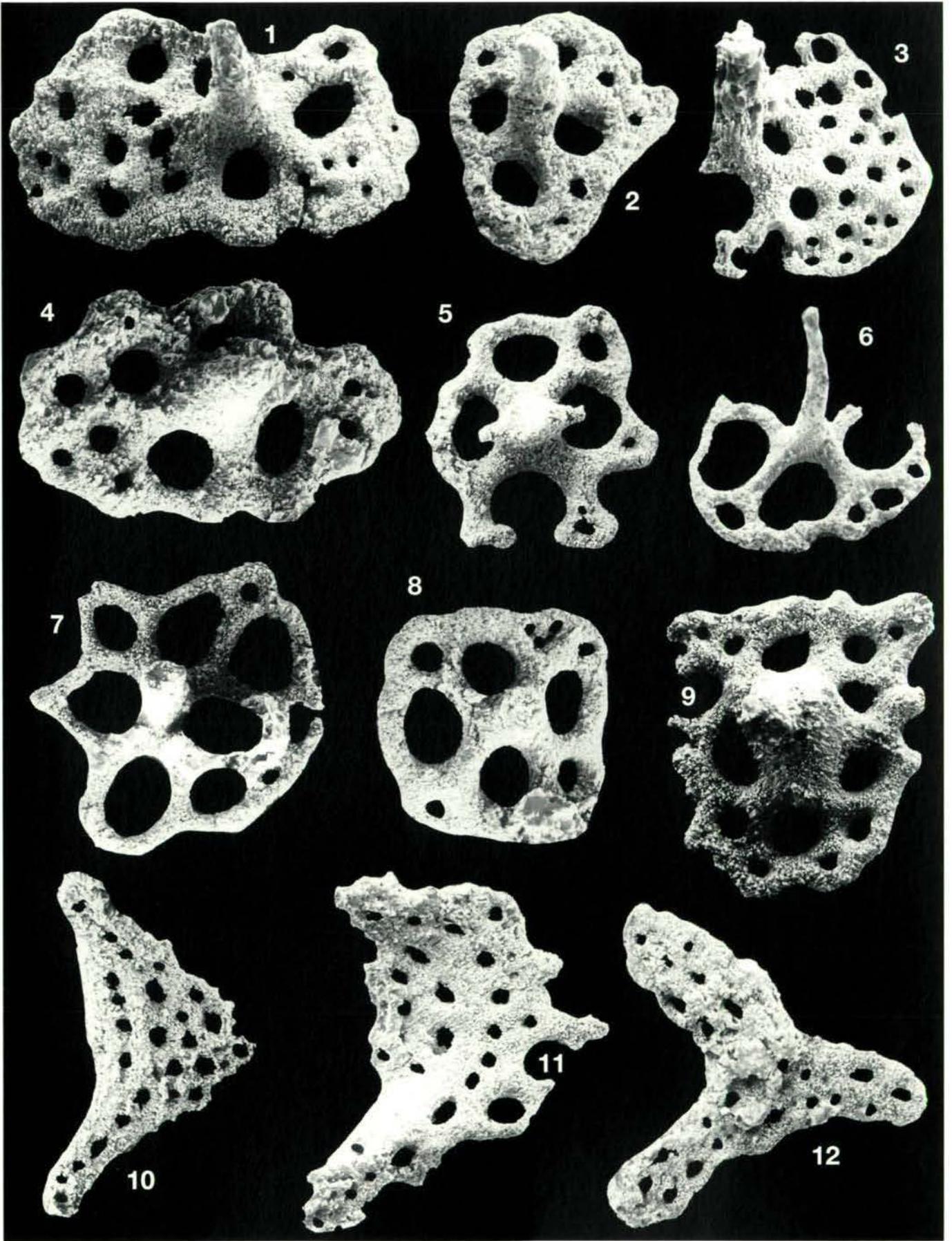
Tafel 5

- Fig. 1–3, 5: *Kristanella liassica* n.gen.n.sp. (Fig. 1, 3 und 5 = 200x, Fig. 2 = 150x)
Fig. 4: *Stichopitella* sp. (Vergr. 500x)
Fig. 6: *Kristanella latidentata* n.gen.n.sp. (Vergr. 100x)
Fig. 7: *Praeephronides simplex* MOSTLER (Vergr. 300x)
Fig. 8: *Centripedatus* sp. (Vergr. 200x)
Fig. 9: *Centripedatus inaequiperforatus* n.sp. (Vergr. 300x)
Fig. 10: *Neomicroantyx ingridae* MOSTLER
Fig. 11: *Calclamna* sp. (Vergr. 200x)
Fig. 12: *Uniramosa bystrickyi* KOZUR & MOCK (Vergr. 200x)



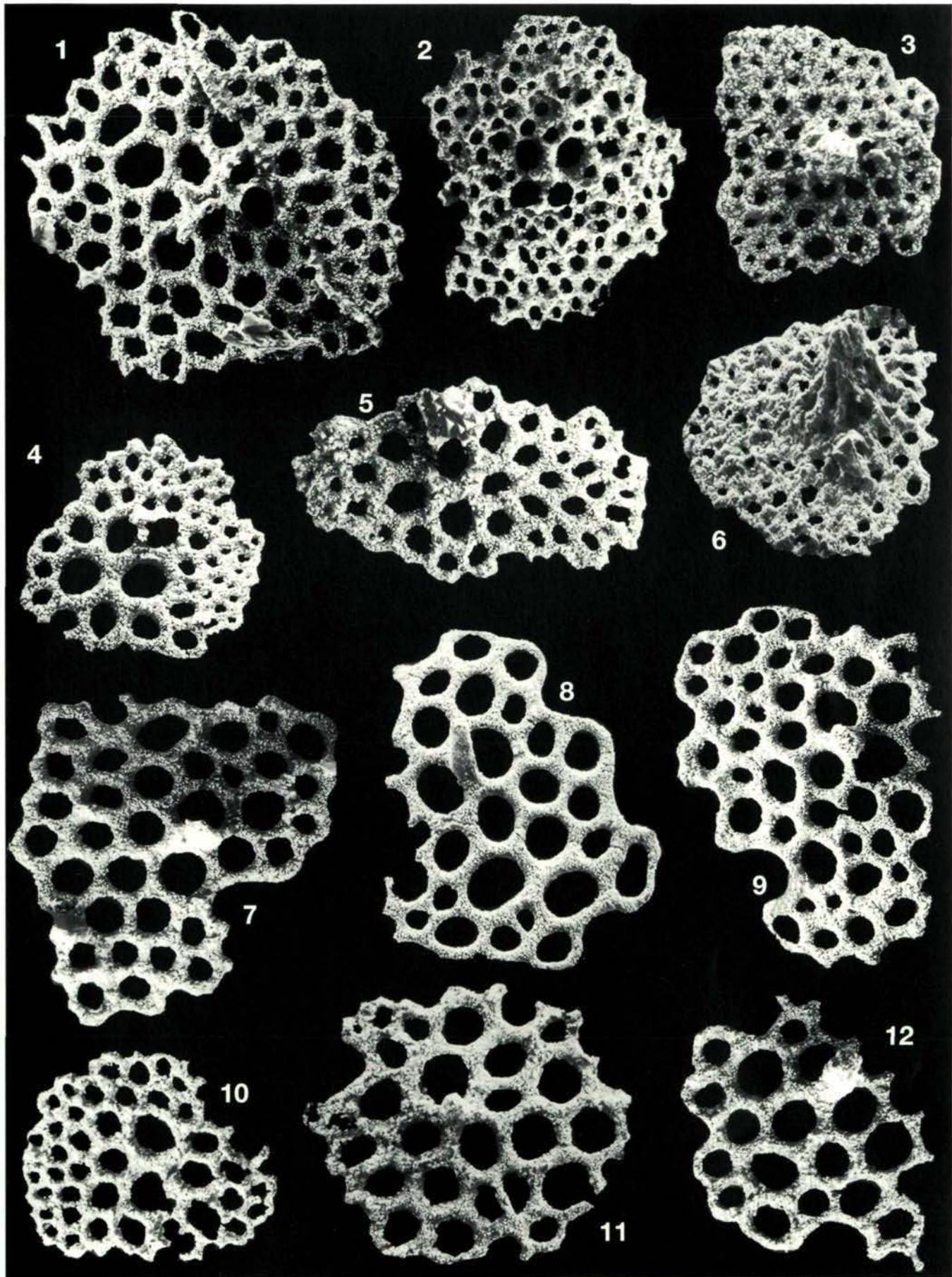
Tafel 6

- Fig. 1, 4, 9: *Centripedatus callosus* n.sp. (Vergr. alle 200x)
Fig. 3: *Centripedatus* sp. (Vergr. 200x)
Fig. 5: *Praethyonidium acutum* (MOSTLER) (Vergr. 200x)
Fig. 6, 7: *Centripedatus* cf. *apertus* (MOSTLER) (Vergr. 200x)
Fig. 8: *Centripedatus unkenensis* n.sp. (Vergr. 200x)
Fig. 10, 11: *Biacumina rara* MOSTLER (Vergr. 200x)
Fig. 12: *Biacumina aequibrachiata* n.sp. (Vergr. 185x)



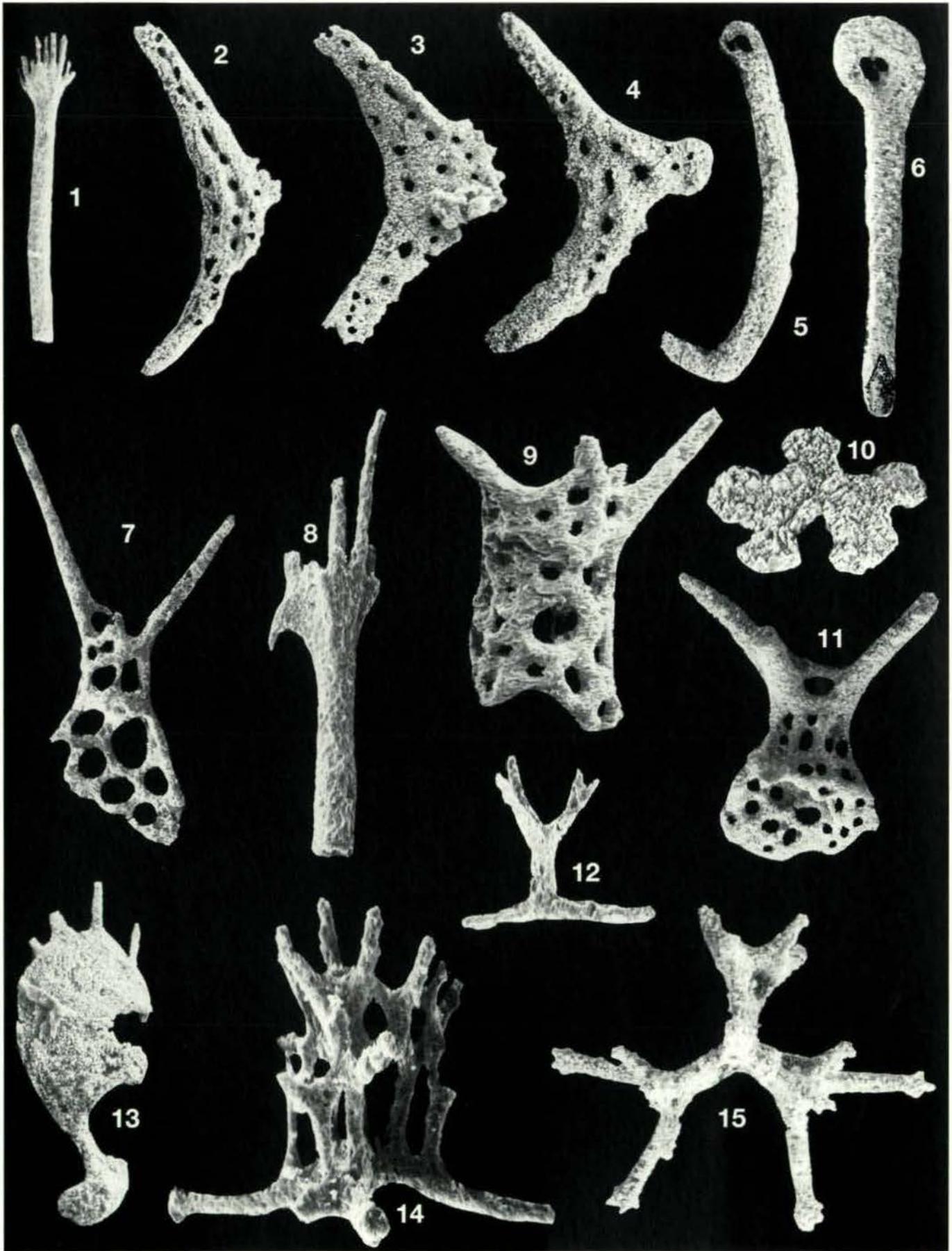
Tafel 7

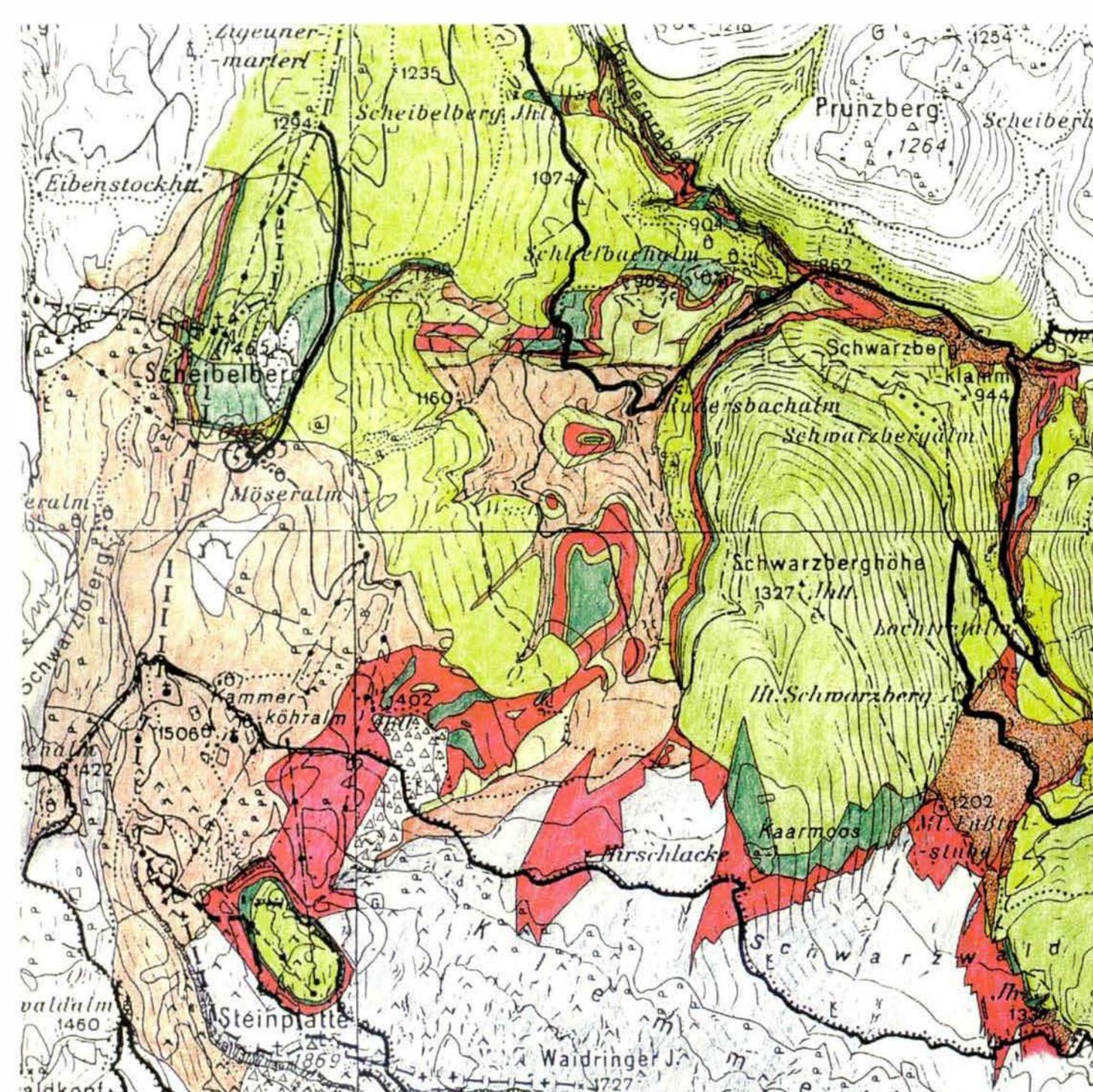
- Fig. 1: *Centripedatus* sp. (Vergr. 200x)
Fig. 2: *Centripedatus scheibelbergensis* n.sp. (Vergr. 200x)
Fig. 3, 6: Gen. indet.sp.indet. (Vergr. 200x)
Fig. 4: *Eocaudina subrotunda* n.sp. (Vergr. 200x)
Fig. 5, 10: *Eocaudina subrotunda* n.sp. (Vergr. 200x)
Fig. 7-9, 12?: *Centripedatus undulatus* n.sp. (Vergr. alle 150x)
Fig. 11: *Centripedatus* sp. (Vergr. 100x)



Tafel 8

- Fig. 1, 8: *Ophiocapillus verticiformis* n.gen.n.sp. (Vergr. 100x)
Fig. 2: *Uncinulinoides regularis* MOSTLER (Vergr. 150x)
Fig. 3: *Biacumina rara* MOSTLER (Vergr. 200x)
Fig. 4: *Biacumina* cf. *rara* MOSTLER (Vergr. 200x)
Fig. 5: *Achistrum* cf. *longirostrum* MOSTLER (Vergr. 100x)
Fig. 6: *Achistrum bartensteini* FRIZZELL & EXLINE (Vergr. 200x)
Fig. 7, 9, 11: *Pilumella secarata* n.gen.n.sp. (Fig. 7 und 11 = 100x; Fig. 9 = 200x)
Fig. 10: Gen.indet.sp.indet. (Vergr. 100x)
Fig. 12: *Thenusites trisulcus* MOSTLER (Vergr. 100x)
Fig. 13: neues Ophiuren-Lateralschild (Vergr. 120x)
Fig. 14, 15: *Thenusites multiperforatus* MOSTLER (Vergr. 300x)





Geologische Karte 1:25.000

(Bereich Steinplatte-Scheibelberg-Schwarzbergklamm, westlich von Unken)

G: HORNSTEINER, 1991

-  Quartär
-  Schrambach Fm.
-  Oberalmer Fm.
-  Schwarzbergklamm-Breccie
-  Ruhpoldinger Fm.
-  Allgäu Formation
-  Lias-Epsilon-Schiefer
-  Saubach Formation
-  Adneter-Klauskalk-Komplex
-  Scheibelberg Formation
-  Kendlbach Formation
-  Oberrhätkalk
-  Kössen Formation
-  Dachsteinkalk