

## BEITRÄGE ZUR STRATIGRAPHIE UND MIKROPALAONTOLOGIE DER MITTELTRIAS DER INNSBRUCKER NORDKETTE (NÖRDLICHE KALKALPEN, AUSTRIA)

Petra Nittel

Mit 18 Abbildungen und 12 Tafeln

With 18 figures and 12 plates

Institut für Geologie und Paläontologie Innsbruck, Innrain 52, 6020 Innsbruck; e-mail: petra.nittel@uibk.ac.at

### Zusammenfassung

Nördlich von Innsbruck im Gebiet der Nordkette (Karwendelgebirge, Nördliche Kalkalpen NKA) wurde eine vielfältige Schichtfolge erfasst, die zeitlich in die Mitteltrias bis frühe Obertrias (Cordevolium) zu stellen ist. Die mitteltriassischen Steinalm-, Reifling- und Wettersteinkalk-Formationen werden in dieser Arbeit in Bezug auf deren Stratigraphie und Mikropaläontologie näher beschrieben.

Die Karbonate der Steinalm-Formation wurden bei günstigen Lebensbedingungen in überwiegend flachem Wasser abgelagert und bilden die erste triassische Karbonatplattform der NKA. Sie weisen kleinräumig stark schwankende Mächtigkeiten auf, hervorgerufen durch unterschiedliche Sedimentationsraten und -bedingungen. Der Mikrofossilgehalt ist geprägt durch eine Vielzahl an Dasycladaceen, Foraminiferen und Brachiopoden.

Eine Transgression führte zum Ertrinken der Plattform und leitete damit die Ablagerung der Reifling-Formation als mit der frühen Wettersteinkalk-Formation verzahnende Beckenfazies ein. Die zum Wetterstein-Riff distalen Knollenkalke des Knollenkalk-Members und die proximalen Bankkalke der „Seegrube-Einheit“ zeigen in ihrem Mikrofossilgehalt neben häufig auftretenden Radiolarien und Filamenten nur wenige Foraminiferen. Ein weiteres Charakteristikum stellen die umgelagerten Tuffe von drei „pietra verde“-Horizonten dar.

Die Karbonatplattform der Wettersteinkalk-Formation zeigt eine deutliche Abgrenzung von Vorriff, Riff und Lagune. Durch eine steigende regressive Tendenz wird das Riff schließlich von der Lagune überlagert. Der Mikrofossilgehalt variiert stark je nach Ablagerungsraum. Das Riff ist charakterisiert durch das Vorkommen von Sphinctozoen (*Solenolmia manon*, *Vesicocaulis carinthiacus*, *Colospongia catenulata*), inkrustierenden Organismen (*Tubiphytes*, *Ladinella porata*) und Mikroproblematika (*Tubiphytes*, *Baccanella floriformis*, *Ladinella porata*). Foraminiferen sind in der gesamten Wettersteinkalk-Formation zu finden, treten aber vermehrt in der Lagune auf. Dasycladaceen kommen ausschließlich in der Lagune vor und geben Aufschlüsse über das Alter und die Entfernung zum Riff. In der Lagunenfazies der Wettersteinkalk-Formation konnten zwei neue Arten bestimmt werden, die Foraminifere *Austrocolomia carinata* und die Dasycladacee *Probolocuspis aculeata*.

### Abstract

North of Innsbruck, in the area of Nordkette (Karwendel range, Northern Calcareous Alps, NCA) a variegated Middle to lower Upper Triassic (Cordevolian) succession of shallow-water carbonates is preserved, and includes the Steinalm-, Reifling- and Wettersteinkalk-Formations, respectively.

The Steinalm-Formation accumulated under favourable ecological conditions, from prevalently shallow waters, and comprises the first Triassic carbonate platform of the NCA. The thickness is laterally variable, because of different rates of sedimentation. The bioclast spectrum is characterized by abundant dasycladaceans, foraminifera and brachiopods.

Following a rise of sea-level, the Reifling-Formation accumulated as the basinal equivalent to and that interfingered with the Wettersteinkalk-Formation.

In the Reifling Formation, the nodular limestones of the Knollenkalk-Member and the bedded limestones of the "Seegrube-unit" are relatively poor in foraminifera and radiolaria, whereas "filament" shells are common. In addition, three thin intervals of "pietra verde" interpreted as volcanic tuffitic deposits are present.

The succession of the Wettersteinkalk-Formation shows a differentiation into reef slope, reef, backreef and lagoon. Because of platform progradation, the slope to reef facies belt is overlain by limestones that accumulated from backreef to lagoonal environments. The reef limestones are characterized by sphinctozoans (*Solenolmia manon*, *Vesicocaulis carinthiacus*, *Colospongia catenulata*), encrusting organisms (*Tubiphytes*, *Ladinella porata*) and microproblematica (*Tubiphytes*, *Baccanella floriformis*, *Ladinella porata*). Whereas benthic foraminifera are most common within the lagoonal succession, dasycladaceans are present only in the lagoonal limestones, and can be used as biostratigraphic index fossils and as proxy indicators for the distance to the reef belt.

Two new species are described from lagoonal limestones of the Wettersteinkalk-formation, the foraminifer *Austrocolomia carinata* and the dasycladacean *Probolocuspis aculeata*.

## Abridged Version

This paper is based on part of the author's M. S. thesis, dealing with stratigraphical, structural and micropaleontological aspects of the Steinalm-Reifling- and Wettersteinkalk Formations. With respect to the Middle to Upper Triassic stratigraphy and micropaleontology of the investigated area, most papers are from Ampferer & Hammer (1899), Ampferer (1903, 1911), Sarnthein (1968), Ott (1967, 1972), Kubanek (1969), Mostler (1972), Bechstädt & Mostler (1974, 1976), Frisch (1975), Resch (1977, 1979), Donofrio et al (1979), Heissel (1978, 1989), Brandner & Resch (1981), Eisbacher & Brandner (1995), Ruffer (1995), Brandner & Poleschinski (1996), und Ruffer & Zamparelli (1997).

The investigated area is located on the southern slope of the Nordkette range north of Innsbruck. There, within the Upper Austroalpine (Tirolitic) Inntal nappe, Middle Triassic formations that consist mainly of limestones of neritic environment are well-exposed.

## Steinalm-Formation

The base of the Steinalm platform is characterized by a thick carbonate bed above an interval of ocre-coloured, thin-bedded nodular limestones. Up-section, within the Steinalmkalk, a former shallow-water-area in the west was separated by a swell from a shelf sector that gently dipped towards the east. Farther east, within the Steinalmkalk, biostromal accumulations composed of abundant dasycladacean fragments, and calcareous sponges,

corals, hydrozoans, bryozoans, molluscs and crinoids are common. For the western, shallow-water area abundant dolostones and stromatolithically laminated limestones indicate sedimentation in a protected, normal-saline to hypersaline area with tidal flats. In the investigated area, dark grey to black coloured neritic limestones with brachiopods and crinoid fragments are most common. This indicates deeper water and a flat slope submerging towards the west-southwest. The top of the Steinalm Formation is represented by an interval of glauconite-bearing encrinite which heralds incipient drowning of the platform.

## Microfacies

Facies type 1 is characterized by Anisian dasycladacean fragments (*Physoporella-Oligoporella*) in pack-wackestones, *Stromatactis*, and by the Pelsonian to Illyrian foraminifer *Meandrospira dinarica*. Facies type 2 is dominated by fragments of crinoids and echinids, within mud-packstones and oncoid-packstones. The presence of *Ophtalmidium abriolense* indicates "deeper" neritic habitats. Facies type 3 is characterized by pack-grainstones and oncoid grainstones. Anisian brachiopods such as *Tetractinella trigonella* and *Decurtella decurtata* are common. Facies type 4 is dominated by peloidal wacke-grainstones with fragments of crinoids, gastropods and foraminifera (e. g. *Turriplomina mesotriassica*) again indicating "deeper" neritic habitats. Facies type 5 is confined to a thin interval marking the boundary between the Steinalm Formation and the overlying Reifling Formation; this facies is characterized by glauconite, "filament" shells, and few radiolarians.

## Reifling-Formation

Above the encrinite interval atop the Steinalm Formation, the lower part of the Reifling Formation consists of nodular lime mudstones to radiolarian-"filament" wackestones. Three horizons of Pietra Verde tuffs can be intercalated in both members. Within the Reifling Formation, the lower stratigraphic unit ("Knollenkalk Member") consists of nodular limestones with chert nodules. The upper, as yet informal stratigraphic unit ("Seegrube unit") of the Reifling Formation consists of well-bedded radiolarian-"filament" limestones. Up-section within the unit, bedding becomes thicker, and event beds rich in bioclasts derived from reefal to peri-reefal settings are present. Closely east of the working area, ammonites near the base of the Seegrube unit indicate a late Illyrian age (Avisianus Zone).

### Microfacies

The Reifling Formation was subdivided into three facies types, which are (1) Pakstones mainly of "filament" shells, (2) bioturbated radiolarian-"filament" lime mudstones to packstones, and (3) bioturbated bioclastic packstones devoid of radiolarians. In each of these facies foraminifera such as *Turriglomina mesotriassica*, *Ophthalmidium abriolense* and *Ophthalmidium ubeyliense* suggest, deeper subtidal open-marine conditions. In calciclastic event beds of the Seegrube unit, *Tubiphytes* is common.

## Wettersteinkalk Formation

In the considered area, the Wettersteinkalk could be subdivided into a forereef, reef, and backreef (lagoonal) belt.

In its basal part, the interval corresponding to the forereef facies belt is dominated by dark-coloured limestones with small-sized fragments of reef builders. Higher up, light-grey coloured calcirudites consisting of bioclasts ranging in size from about 2 mm to 3 dm are present.

The central reef is dominated by encrusters and frame builders such as *Tubiphytes*, sphinctozoans and microproblematica such as *Ladinella porata*; corals are subordinate in abundance. In addition, cavities up to a few meters in width filled by interlaminated microdolomite and radial calcite are common.

The lagoonal succession is characterized by well-bedded, light-grey coloured limestones. Within this succession, vertically repetitive intervals rich in

tepee structures, sheet cracks, pisolite layers, loferites and stromatolithically laminated limestones record episodic establishment of tidal flats in a hot, arid to semi-arid environment. The limestones corresponding to shallow subtidal, lagoonal deposition are rich in dasycladaceans such as *Teutloporella herculea*, *Teutloporella nodosa*, *Poikiloporella duplicata*, *Clypeina besici*, among others.

### Microfacies

(1) Within distal calciturbidites, skeletal grains and microproblematica such as *Baccanella floriformis*, *Tubiphytes obscurus* and *Ladinella porata* are common. Typical foraminifera include *Palaeolituonella meridionalis*, *Planivolva carinata*, *Turriglomina mesotriassica* and *Ophthalmidium tricki*; the latter two foraminifera, together with radiolarians and "filament" shells suggest deeper, open-marine conditions.

(2) Grainstones of proximal calciturbidites are characterized by sphinctozoans (*Solenolmia manon*, *Solenolmia manon minor*, *Colospongia catenulata*), and a few fragments of corals and crinoids. (3) Forereef breccias are characterized by fragments of both calciturbidites and reef fossils such as *Folicatena cautica*, *Vesicocaulus carinthiacus*, *Colospongia catenulata* and *Solenolmia manon manon*. Typical foraminifera include *Palaeolituonella meridionalis*, *Fronicularia* sp., *Aulotortus friedli* and *Astrorhizacea*. The central part of the reef belt is represented by two facies types. (4) Bind-bafflestones mainly of encrusting *Tubiphytes* and porostromate algae, and of abundant fragments of bryozoans and corals. (5) Baffle-boundstones with corals, solenoporaceans and encrusters such as *Tubiphytes obscurus*, *Ladinella porata* and sphinctozoans.

From the wide range of different lagoonal facies types (see Sarnthein 1965), only a few could be identified within the working area. Facies type C1 is represented by dasycladacean rud-grainstones rich in fragments of *Teutloporella herculea*, *Diplopora annulata*, *Teutloporella nodosa*, *Clypeina besici* and *Aciculella bacillum*. Additionally, porostromate algae (e.g. *Cayeuxia*, *Ortonella*) are present. Typical foraminifera include *Lamelliconus* sp., *Glomospirella*, *Aulotortus tenuis*, *Aulotortus sinuosus*, *Glomospira* sp., *Trochammina* sp. and *Aulotortus friedli*. This facies accumulated on and between bioclastic sand bodies situated in the backreef belt. Facies type C2 is dominated by peloidal-bioclastic grainstones with

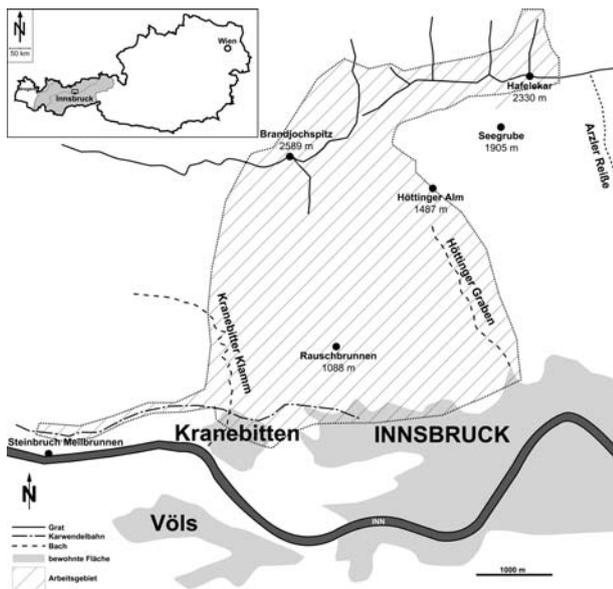


Abb. 1: Lage des Arbeitsgebietes.

Fig. 1: Locality of area of investigation.

dasycladaceans (*Clypeina besici*, *Poikiloporella duplicata*, *Physoporella jomdaensis* and *Teutloporella herculea*) and foraminifera (*Gaudryina* sp., *Glomospirella* sp., *Trochammina* sp., *Aulotortus friedli* and *Agathammina austroalpina*). The dasycladaceans *Clypeina besici*, *Poikiloporella duplicata*, *Physoporella jomdaensis* indicate a Cordevolian age (Jul1/I).

Whereas very shallow subtidal deposition is indicated by peloidal grapestones, stromatolitic bindstones and loferites indicate inter- to supratidal conditions. Within these facies, fragments of porostromatolite algae are fairly common. The foraminifer *Turriglomina mesotriassica*, characteristic for these limestones, may have thrived in shallow depressions within the lagoon.

## 1. Einleitung

Trotz zahlreicher Untersuchungen triassischer Sedimente und speziell der Karbonatplattformen gibt es nur wenig neuere Literatur, die sich mit der Stratigraphie und Mikropaläontologie der Mitteltrias der NKA beschäftigt.

Eine erste umfassende Kartierung im Karwendelgebirge erfolgte bereits von Ampferer & Hammer

(1899), und Ampferer (1903). Von Ampferer wurde zum ersten Mal der Deckenbau angesprochen, in dem er 1911 bereits Inntaldecke und Lechtaldecke beschrieb. Weitere Bearbeitungen im Karwendelgebirge erfolgten unter anderem von Ott (1967, 1972), Sarnthein (1968), Kubanek (1969), Mostler (1972), Bechstädt & Mostler (1974, 1976), Frisch (1975), Resch (1977, 1979), Donofrio et al (1979), Heissel (1978, 1989), Brandner & Resch (1981), Eisbacher & Brandner (1995), Brandner & Poleschinski (1996), Ruffer (1995) und Ruffer & Zamparelli (1997).

Die vorliegende Arbeit stellt einen Teil der Ergebnisse der Diplomarbeit der Autorin vor. Zielsetzungen der Diplomarbeit waren eine Untersuchung des unmittelbar nördlich von Innsbruck gelegenen Teils des Karwendelgebirges nach modernen stratigraphischen, strukturgeologischen und mikropaläontologischen Methoden sowie eine Einteilung in lithostratigraphische Formationen. In der Lagunenfazies der Wettersteinkalk-Formation konnten zwei neue Arten bestimmt werden, die Foraminifere *Austrocolomia carinata* und die Dasycladacee *Probolocuspis aculeata*.

## Methoden

Kartiert wurde im Zeitraum von 2000–2004 im Maßstab 1:10000 und 1:5000. Als Kartengrundlage dienten die vergrößerten ÖK-Karten (Blatt 118-Raum Innsbruck und Blatt 117, 1:25000) und die Alpenvereinskarte Karwendelgebirge (Westliches Blatt 1:25000). Lokalitätsnamen beziehen sich auf ÖK und Alpenvereinskarte.

Im Gelände wurden ~ 190 Proben gesammelt, davon 41 Proben aus den Profilen. Die daraus resultierenden 211 Karbonatschliffe wurden mit einem Durchlichtmikroskop der Marke Wild (M5-47895) untersucht. Zusätzlich wurden einige der Proben (Reifling- und Steinalm-Formation) mit Essigsäure angesetzt um Conodonten und Foraminiferen aus den Säurerückständen zu gewinnen.

Die Differenzierung der Faziestypen erfolgte hauptsächlich aus eigenen Daten und in Anlehnung an Brandner & Resch (1981), Ruffer & Zamparelli (1997) und Wilson (1975). Die Faziestypen C1–C3 der Wettersteinkalk-Formation beziehen sich ausschließlich auf die im Zuge der Diplomarbeit gemachten Dünnschliffe. Auf weitere, in der Wettersteinkalk-Formation vorkommende Faziestypen wird hier nicht eingegangen.

## 2. Geographisch-geologische Übersicht

Das Arbeitsgebiet befindet sich direkt nördlich von Innsbruck an den Hängen der Nordkette. Der Gebirgszug der Nordkette gehört geographisch gesehen zum Karwendelgebirge, welches die größte Gebirgsgruppe der Nördlichen Kalkalpen darstellt. Die Inntalkette (auch Nordkette wegen ihrer Lage nördlich von Innsbruck) ist die kürzeste von vier Hauptketten des Karwendelgebirges und bildet dessen Südrand. Sie stellt auch die Südgrenze der NKA dar und ist im Süden zum Innsbrucker Quarzphyllit der Grauwackenzone, der die ursprüngliche geologische Unterlage bildete, durch das jungtertiäre, sinistrale Inntalscherungssystem begrenzt. Die im Rahmen der Diplomarbeit untersuchte Abfolge ist Teil des permomesozoischen Sedimentstapels der oberostalpinen Inntaldecke (Tirolikum), mit Ausbildung der Mittel-Trias, insbesondere den Reichenhaller Schichten, der Virgloria-Fm., Steinalm-Fm., Reifling-Fm. und der Wettersteinkalk-Fm.

## 3. Stratigraphie und Mikropaläontologie

### 3.1. Steinalm-Formation

#### 3.1.1. Lithologie

Die basale Grenze des Steinalmkalkes lässt sich über einer 3-4 m mächtigen, ockerfarbenen Wurstelkalkabfolge der Virgloria-Formation (Markerhorizont), bzw. mit dem ersten Einsetzen einer ca. 1-2 m mächtigen Kalkbank der Steinalm-Formation ziehen.

Die darüber folgenden Gesteine der Steinalm-Formation weichen von ihrer herkömmlichen lithologischen Beschreibung in der Literatur ab (unter anderem Tollmann, 1976) und zeigen sich weitaus vielfältiger. Neben den typischen hell- bis mittelgrauen, z.T. dolomitischen, dasycladaceen-führenden Kalken treten im Arbeitsgebiet überwiegend dunkle Gesteinstypen mit unterschiedlichem Fossilgehalt auf.

Die Entstehung dieser Fazies hängt primär mit der Geometrie des Sedimen-

tationsraumes, bzw. mit der Ablagerungstiefe zusammen. Es handelt sich im Westen um einen Flachwasserbereich, der, vermutlich durch eine kleine Hochzone getrennt, entlang einer flachen Rampe in eine Depression im Osten übergeht (Abb. 3).

Aus dem Gebiet Reutte und Mieminger Gebirge ist dieser Faziesübergang bekannt (Mostler, 1972). Algenreiche Flachstwassergebiete (Mieminger Gebirge) wechseln lateral mit Ablagerungsbereichen mit einer Wassertiefe bis zu etwa 80 m (Reutte) (Mostler, 1972). Diese unterschiedlichen fazialen Bereiche spiegeln sich auch in den stark schwankenden Mächtigkeiten der einzelnen Profile wider (Abb. 4).

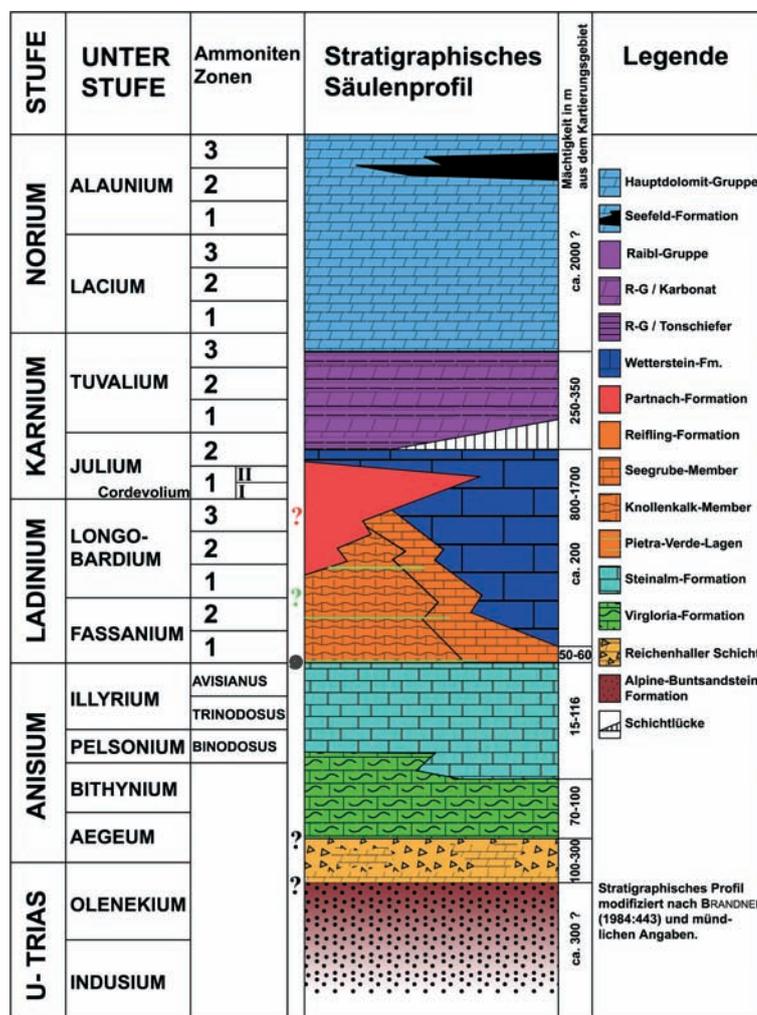


Abb. 2: Stratigraphisches Säulenprofil. Lithostratigraphische Übersicht der mitteltriassischen Formationen. aus Nitte 2004

Fig. 2: Stratigraphic column. Lithostratigraphical overview of the middle Triassic formations.

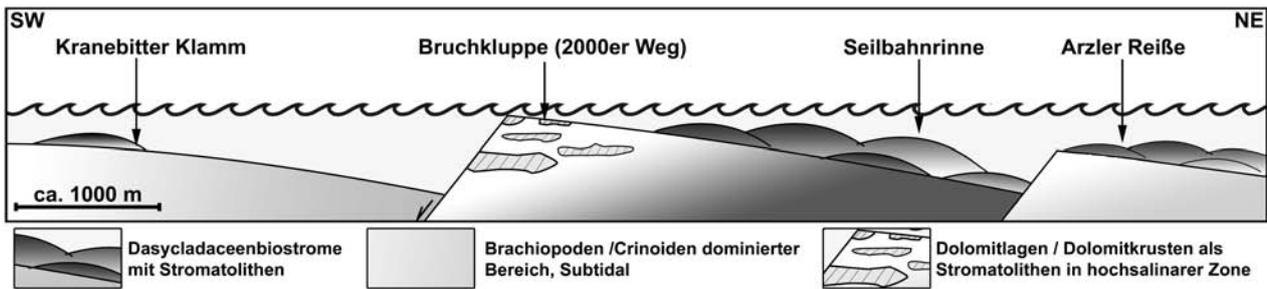


Abb.3 : Schematische, geomorphologische Darstellung des Ablagerungsraumes der Steinalm-Formation vor der Ablagerung des ersten Encrinithorizontes.

Fig. 3: Schematical, geomorphological display of the deposition area of the Steinalm formation.

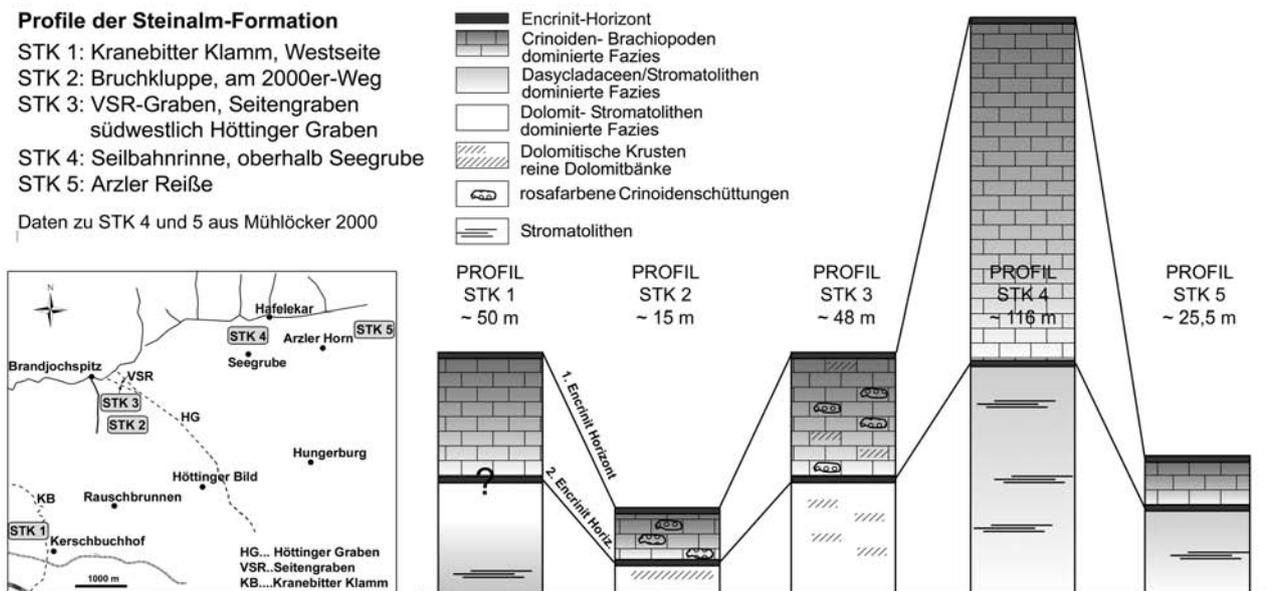


Abb. 4: Profile STK1-5, Steinalm-Formation. Lage der Profile STK1-5. Der Korrelationshorizont an der Basis der Profile ist mit der Überlagerung der Virgloria-Formation definiert.

Fig. 4: Section STK1-5, Steinalm-formation. Location of section STK1-5. Correlation-horizon at the base is defined by the overlap of the Virgloria-formation.

So kann man die Gesteine der Steinalm-Formation in eine von Stromatolithen dominierte Flachwasserfazies, eine Fazies aus Dasycladaceen-biostromen und in eine Brachiopoden- Crinoiden-dominierte neritische Fazies unterteilen, wie es auch schon von Sarnthein (1965) erwähnt wird.

Durch eine rasche Zunahme der Wassertiefe kommt es in allen Faziesbereichen zur Ablagerung

des ersten Encrinithorizontes. Darüber folgen im Gebiet Arzl bis Zirl nur noch Crinoiden-Brachiopoden- dominierte Ablagerungen. Diese Entwicklung hält solange an, bis durch einen erneuten Meeresspiegelanstieg die Steinalm-Plattform endgültig ertrinkt und mit einem zweiten Encrinithorizont die Reiflinger Knollenkalke bzw. Bankkalke einleitet.

## Dolomite/Flachwasserbereich

Die Flachwassergebiete sind vor allem durch das Auftreten von Dolomitbänken die teilweise Stromatolithen führen gekennzeichnet. Die Dolomit-reichen Partien treten im Arbeitsgebiet vor allem in Form von eingeschalteten Dolomitbänken und dolomitischen Kalken mit dolomitischen Krusten und auswitternden Dolomitknollen auf, wie sie auch schon von Frisch (1975) und Sarnthein (1965) beschrieben wurden. Die dolomitischen, teilweise sekundär auftretenden Krusten, Knollen und „Knauern“ zeigen meist eine mausgraue bis leicht rosarote Verwitterungsfarbe. Sie sind im Arbeitsgebiet stets unterhalb des ersten Encrinithorizontes zu finden. Dies zeichnet sich auch in den Profilen von Frisch (1975), aufgenommen in der Lechtaldecke und Inntaldecke westlich von Innsbruck (zwischen Ehrwald und Garmisch, zwischen Scharnitz und Mittenwald, und Reutte) ab. Stromatolithen mit deutlichen LF-Strukturen waren im Arbeitsgebiet nur in der Kranebitter Klamm an der Basis der Steinalm-Formation aufgeschlossen. Dominierend sind aber Stromatolithen in Form von käsigen, kavernösen, dolomitischen Krusten. Auch Sarnthein (1965) interpretiert diese Formen, nach der Arbeit von Logan et al. (1964), als Stromatolithenrasen, die in einem sehr geschützten, hochsalinen Ablagerungsraum, mit periodischer Trockenlegung und Bewässerung durch Gezeitenfluten gewachsen sind. Die durch das Milieu bedingte verringerte Sedimentation erklärt auch die geringe Mächtigkeit in diesem Abschnitt (Minimum mit ca. 5m, siehe Abb.4, Profil STK 2)

## Dasycladaceen-Biostrome

Die Dasycladaceen-Biostrome treten nur im östlich ans Untersuchungsgebiet angrenzenden Gebiet auf, wo sie im Profil Seilbahnrinne (Mühlöcker, 2000) mit einer Mächtigkeit von 45 m ihr Maximum (im Bezug auf das Gebiet Zirl bis Arzl) erreicht haben. Bereits in der östlicher gelegenen „Arzler Reiß“ beträgt ihre Mächtigkeit nur noch ca. 17 m. Im Arbeitsgebiet westlich davon sind nur noch aufgearbeitete und eingeschwemmte Reste dieser Biostrome in Form von Dasycladaceenbruchstücken zu finden. Es handelt sich bei den Biostromen um wechselnde Faunengemeinschaften von kalkabscheidenden Grünalgen, Schwämmen, Korallen,

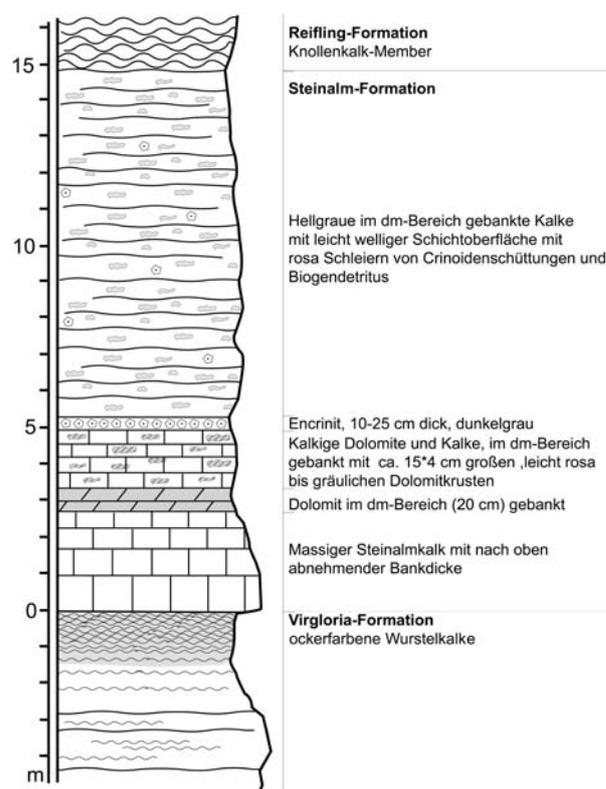


Abb. 5: Profil STK2, Steinalm-Formation, in der Bruchkluppe am 2000er Weg (südöstlich des Höttinger Grabens).

Fig. 5: Section STK2, Steinalm-formation, at Bruchkluppe on "2000er Way" (southeast of Höttinger Graben).

Hydrozoen, Bryozoen, Mollusken und Crinoiden, die alle ein gut durchlüftetes und durchlichtetes Wasser benötigen (Sarnthein, 1966).

In den dasycladaceenreichen Gesteinen (Abb. 4, Profil STK 4) sind des öfteren Stromatolithen eingeschaltet, die im Arbeitsgebiet aber nur spärlich vertreten sind. Die Stromatolithen weisen auf eine intertidale Ablagerung hin.

## Fazies mit Crinoiden und Brachiopoden

Im Arbeitsgebiet westlich des Höttinger Grabens sind bereits unterhalb des ersten Encrinithorizontes Crinoiden-Brachiopoden-dominierte Faziestypen zu finden, die auf etwas tieferes Wasser, also einen leichten Abhang Richtung Westen bzw. Südwesten hinweisen. Vor allem im oberen Bereich der Steinalm-Formation (oberhalb des ersten Encrinithorizontes) treten diese Lithotypen über den gesamten Faziesraum verbreitet auf. Auch hier zei-

gen sie wieder mit 70 m die größte Mächtigkeit im Profil Seilbahnrinne (Abb. 4, Profil STK 4). Im Profil Arzler Reiß im Osten (Abb. 4, Profil STK 5) beträgt ihre Mächtigkeit nur noch 8m. Auch nach Westen zeigt sich eine kontinuierliche Abnahme der Mächtigkeit, die ihr Minimum im Profil STK 2 (Abb. 4) mit ca. 5–7 m erreicht. Weiter nach Westen, in Richtung Kranebitter Klamm scheint die Mächtigkeit wieder anzusteigen (genaue Angaben sind aufgrund der unsicheren Lage des ersten Encrinithorizontes im Profil Kranebitter Klamm nicht möglich). Auch das Aussehen der Gesteine ändert sich Richtung Westen. Die im Bereich der Profile STK 2–3 so typischen dm-gebankten Kalke mit den rosafarbenen Crinoidenschüttungen an den Schichtoberflächen fehlen im Westen, im Gebiet der Kranebitter Klamm völlig, wobei sich aber der Fossilinhalt nicht ändert. Die Mächtigkeitsunterschiede sind vermutlich auch durch den Ausfall der Kalkalgen-Karbonatproduktion bedingt.

Am Top der Steinalm-Formation, in den höchsten Teilen der Brachiopoden-Crinoiden dominierten Kalke, vollzieht sich innerhalb der letzten Bank ein markanter Fazieswechsel, wie er schon von Bechstäd & Mostler (1974) beschrieben wurde. Charakteristisch ist das vermehrte Auftreten von Glaukonit und Filamenten gegenüber den zuvor massenhaft vorhandenen Crinoiden des Encrinithorizontes. Glaukonit tritt in Form von einzelnen Körnern und Foraminiferen-Steinkernen im Säurerückstand, im Dünnschliff in Form von gerundeten Komponenten, und als authigene Bildung fein verteilt in der schlammigen Matrix auf (Tafel I, Fig. 2), was auf eine marine Ablagerung in eher geringer Wassertiefe bei stark verminderter Sedimentationsrate schließen lässt (Amorosi 1993). Da Glaukonit sowohl am Top der Steinalm-Formation als auch an der Basis der Reifling-Formation auftritt, bildet dieser Transgressionshorizont die Basis der folgenden Reifling-Formation.

### 3.1.2. Lithotypen und Fossilführung

#### Faziestyp 1: Dasycladaceenkalke

Auch Tollmann (1976) erwähnt die für den Steinalmkalk typischen anisischen Dasycladaceen, die als Fragmente im Profil Kranebitter Klamm-West und oberhalb der Klamm, am Bockgufel auftreten. Es handelt sich dabei überwiegend um

*Physoporella-Oligoporella* Arten. Diese Dasycladaceen-Arten zeigen eine Verbreitung von Unteranis bis Ende Unterillyr, wobei die Untergrenze faziesbedingt und nicht altersbedingt ist (Tollmann, 1976).

Über 70% der Komponenten in den Pack-Wackestones werden aus Dasycladaceenschutt von *Physoporella dissita*, *Physoporella pauciforata pauciforata*, *Physoporella pauciforata sulcata*, *Physoporella minutula*, *Oligoporella* sp., *Aciculella bacillum* und *Favoporella annulata* gebildet. Weiters treten neben kurzen Filamenten vereinzelt dickschalige Ostracoden, sowie vereinzelt Foraminiferen wie *Fronicularia woodwardi*, *Glomospirella* sp. und *Meandrospira dinarica*, selten Gastropoden, Schwammspiculae und Muschelbruchstücke auf. Charakteristisch sind auch die mit Blockzement verfüllten stromatactoiden Hohlräume.

#### Faziestyp 2: Crinoiden-Echiniden dominierte Kalke

Zur Ablagerung reiner „Encrinite“ und von Crinoiden-dominierten Faziestypen kommt es vor allem bei Transgression rasch absinkender Schelfzonen. Frisch (1975) deutet die Anhäufung von Crinoidendetritus am Top der Steinalm-Formation (mittlere Gesteinsserie) als möglichen Spülsaum.

#### 2a: Crinoiden-dominierte Mud-bis Packstones

Vorwiegend handelt es sich um bioklastische Wacke-bis Packstones, die teilweise bioturbat sein können. Der Großteil der Komponenten wird von Crinoiden wie *Encrinus liliformis* neben Echinidenstacheln, Ophiurenwirbeln und anderem Echinodermendetritus gebildet. Die teilweise auftretenden Anbohrungen der Crinoidenstielglieder deuten auf ein längeres Freiliegen an der Sedimentoberfläche hin. Seltener treten Ostracoden, Gastropoden, Brachiopoden wie *Decurtella decurtata* und *Tetractinella trigonella*, Schalenreste, Foraminiferen und vereinzelt Filamente auf. Häufige Foraminiferen sind Lageniden, *Fronicularia* sp., *Glomospirella* sp., *Austrocolomia* sp., *Trochammina* sp., *Gaudryina* sp. und *Ophthalmidium abriolense*, die auf tieferes Wasser hinweist.

#### 2b: Crinoiden-dominierte Onkoid-Packstones

Der Kern der Onkoide wird fast ausschließlich von Crinoiden und Echinidenresten, darunter überwiegend Echinidenstacheln und Ophiurenreste

gebildet. Die größten der Crinoidenfragmente, *Encrinurus liliformis*, sind nicht immer onkoidisch umkrustet und zeigen häufig eine randliche Anlösung. Vereinzelt treten als Kern auch Spirorbis, Ostracoden, Brachiopoden wie *Coenotyrus* sp. und Foraminiferen wie *Austrocolomia* sp., *Dentalina* sp., *Meandrospira dinarica* und *Fronicularia* sp. auf. Die Matrix ist ausgewaschen, was auf Ablagerung in einem mäßig hochenergetischen Bereich hindeutet.

### Faziestyp 3: gemischt bioklastische Fazies

#### 3a: Bioklastische Pack-bis Grainstones

In den teilweise ausgewaschenen Packstones findet man als Hauptkomponenten Brachiopoden, wie *Decurtella decurtata* und *Tetractinella trigonella*, die hierin häufiger auftreten als in den anderen brachiopodenführenden Faziestypen (2a, 2b). Ebenso kommen Gastropoden, Spirorbiden und Ostracoden häufiger vor. Auch ein vermehrtes Auftreten von Foraminiferen ist festzustellen: *Ophthalmidium abriolense*, *Ophthalmidium ubeyliense*, *Turriglomina mesotriassica*, die alle für tieferes Wasser sprechen, *Fronicularia* sp. und *Tolypamina* sp.. Seltener findet man *Tubiphytes* sp., Filamente und Dasycladaceenfragmente. Crinoiden, wie *Encrinurus liliformis* und Echinidenreste treten an Häufigkeit stark zurück, Onkoide und Ooide treten nur sehr vereinzelt auf.

Charakteristisch sind auch die mit spätdiagenetischen Blockzementen verfüllten stromatactoiden Hohlräume.

#### 3b: Bioklastisch dominierte Onkoid-Pack-bis Grainstones

Fast alle Komponenten der Pack- bis Grainstones sind onkoidisch umkrustet. Als Kerne dienen Brachiopoden, Spirorbiden, Crinoiden, Echinidenstacheln, Gastropoden, Ostracoden und selten Bryozoen in wechselnder Häufigkeit. Generell gilt, dass keine der Gattungen eine vorherrschende Rolle spielt. Auch Foraminiferen sind relativ stark vertreten, mit: *Fronicularia* sp., *Meandrospira dinarica*, als Leitfossil fürs Untere Anis und die Steinalm-Formation, weiters *Meandrospiranella* sp., *Gaudryina* sp., *Ophthalmidium abriolense*, *Dentalina* sp., *Tolypamina* sp., Duostominidae und Lageniden. Vereinzelt sind auch Ooide zu finden. Die Matrix ist

häufig dolomitisiert, während die Intrapartikel-poren in den ausgewaschenen Bereichen durch spätdiagenetischen Blockzement charakterisiert sind, der gegenüber frühen, isopachen, radiaxialen Zementen dominiert.

### Faziestyp 4: Pelsparite

In den von Peloiden dominierten Wacke-bis Grainstones treten vereinzelt Crinoiden, Gastropoden, Dasycladaceenfragmente, Ostracoden, Ooide und folgende Foraminiferen auf: *Pilamina semiplana*, *Glomospirella* sp., *Glomospira* sp., *Turriglomina mesotriassica*, die ein Hinweis für tieferes Wasser ist, und *Scherochorella* sp.. Die Pelsparite zeigen keine Gradierung oder Sortierung und sind meist stark umkristallisiert und dolomitisiert. Vereinzelt tritt Glaukonit auf.

Dieser eher selten als Einschaltung in den Karbonaten der Steinalm-Formation auftretende Faziestyp spricht für offenere marine Bedingungen. (Rüffer & Zamparelli, 1997).

### Faziestyp 5: Filament-Peloidpackstones

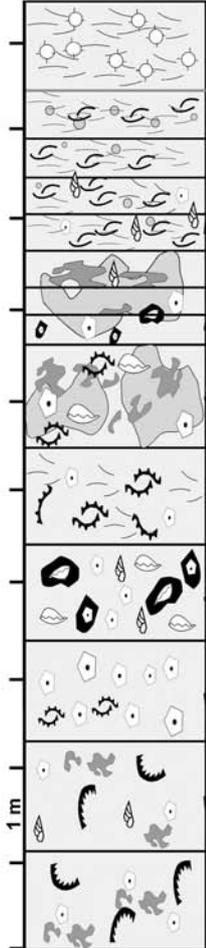
Dieser Faziestyp ist durch das vorherrschende Auftreten von Schalenbruchstücken, Peloiden und untergeordnet Radiolarien und Filamenten charakterisiert. Vereinzelt kommen Crinoiden, *Girvanella* sp., Ostracoden und die Foraminiferen *Turriglomina mesotriassica* und *Dentalina* sp. vor. Dieser Faziestyp findet sich im Grenzbereich Steinalm-Formation/Reifling-Formation und weist fast immer Glaukonit auf.

#### 3.1.3. Ablagerungsraum

Der Steinalmkalk stellt insgesamt die erste Karbonatplattform der Trias der NKA dar. Die gesamte Fauna weist auf Lebensbedingungen in einem sauerstoffreichen, warmen, gut durchlüfteten Wasser hin. Die rasche Zunahme der Bankmächtigkeit bis hin zur Massigkeit über den Wurstelkalken der Virgloria-Formation dürfte die Folge einer zunehmenden Absenkungsgeschwindigkeit des Meeresbodens sein, verbunden mit einer erhöhten Sedimentbildung und Anlieferung (Frisch, 1975).

Im flachen Rampenbereich sind stellenweise auch „Shallowing upward“-Sequenzen zu finden (Nittel, 2004).

Profil Steinalkalk  
Kranebitter Klamm-W



- Radiolarien
- Filamente
- Brachiopodenschalen allgemein
- Brachiopodenschalen berippt
- Brachiopoden
- Crinoiden
- Gastropoden
- Dasycladaceenfragmente
- Onkoide
- Bioturbation
- Mikrit
- Sparit
- Grenze Reifling Fm.

		<p>PM8/A: Packstone aus Bivalven- und Brachiopodenschalen, mit Kleingastropoden und Dentalina</p> <p>PM7/B: Packstone aus Bivalven- und Brachiopodenschalen, mit Nodosaria ? und Glaukonit Faziestyp 4</p>
		<p>PM7/A: Bioturbater, teilweise ausgewaschener Packstone, mit wenig Crinoiden und Gastropoden</p> <p>PM7/B: Packstone mit Ooiden Faziestyp 3b</p>
		<p>PM6/A: Bioturbater, teilweise ausgewaschener Packstone, mit Crinoiden und Brachiopoden</p> <p>PM6/B: Packstone mit umkrusteter Tetractinella trigonella Faziestyp 3b</p>
		<p>PM5/A: Wacke- Packstone mit Hohlräumen, Filamenten und anderen biogenen Resten</p> <p>PM5/B: Packstone mit Lageniden und Crinoiden Armglied Faziestyp 3a</p>
		<p>PM4/A: Packstone mit Onkoiden, Tetractinella trigonella in Onkoid</p> <p>PM4/B: Packstone mit onkoidisch umkrusteten Echinidenresten und Gastropoden Faziestyp 3b</p>
		<p>PM3/A: Wacke- Packstone mit Brachiopoden, Lageniden und großen Crinoiden</p> <p>PM3/B: Wacke- Packstone mit Encrinus Liliformis, Armglieder, Brachiopodenschalen Faziestyp 2a</p>
		<p>PM2/A: Bioturbater Wacke- Packstone mit Fragmenten von Physoporella sp., Crinoiden und Gastropoden</p> <p>PM2/B: Bioturbater Mud-Packstone Faziestyp 1</p>

## VSR-Graben-Profil

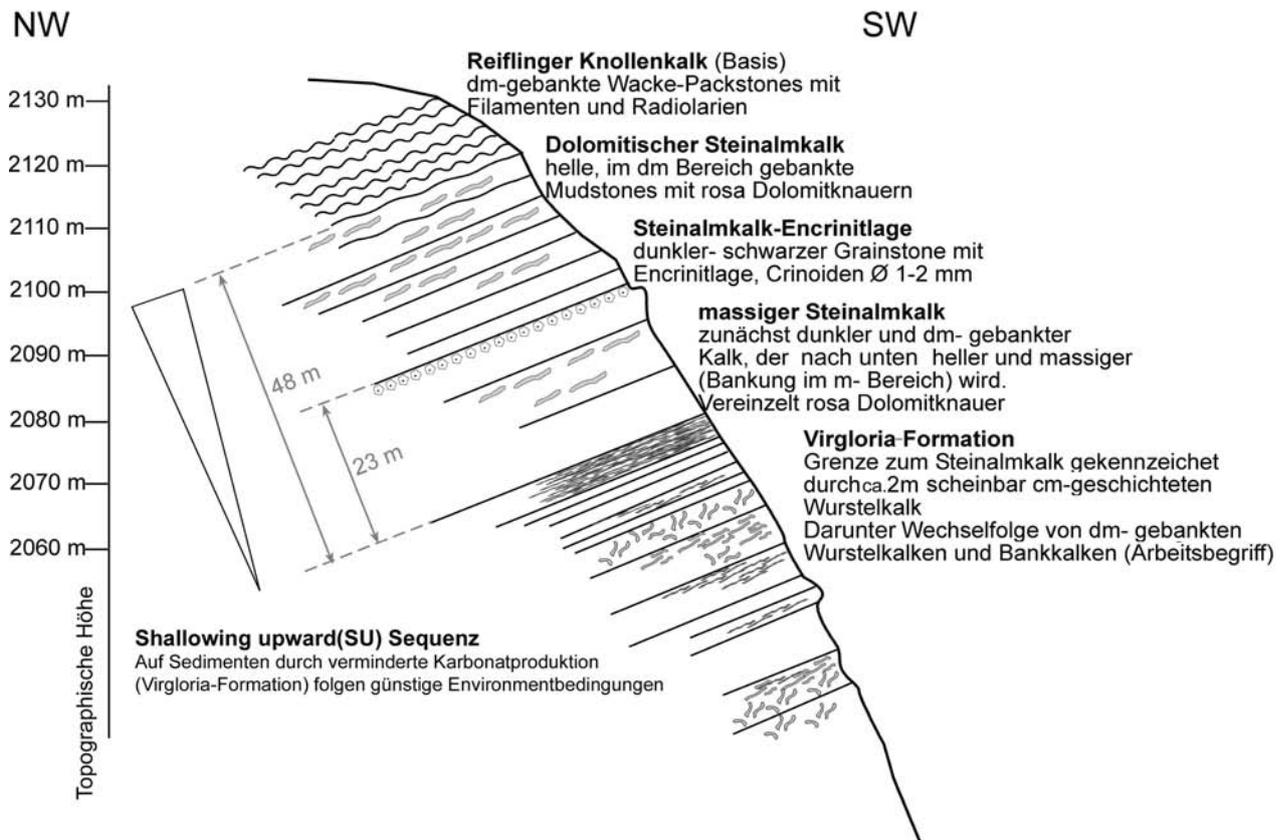


Abb. 7: Profil durch den VSR-Graben, westlich des Höttinger Grabens mit „Shallowing Upward“ Sequenz.

Fig. 7: Section of "VSR-Graben", west of "Höttinger Graben" with shallowing upward sequence.

### 3.2. Reifling-Formation

#### 3.2.1. Lithologie

Die Reiflinger Kalke im Typusprofil Großreifling umfassen Illyr (Trinodous-Zone) bis Cordevol (Tollmann, 1976).

Die Reifling-Formation setzt mit dem ersten Auftreten von filament- und radiolarienführenden Knollenkalken über den obersten Encriniten bzw. dem Crinoidenhorizont der Steinalm-Formation ein.

Abb. 6: Profil STK1, Steinalm-Formation. Dargestellt sind die obersten 11 Profilmeter bis zur Grenze Reifling-Formation aus dem Profil STK1 (Kranebitter Klamm-West) mit Abbildungen zu den Faziestypen.

Fig. 6: Section STK1, Steinalm-formation. The first 11 profile meters are plotted with pictures of the facies types.

Im allgemeinen kann man die Gesteine der Reifling-Formation in ein Knollenkalk-Member und in ein Bankkalk-Member, welches der Seegrube-Einheit entspricht, unterteilen, die miteinander verzahnen und sich gegenseitig vollständig vertreten können (Mühlöcker 2000). Weiters ist die Reifling-Formation durch centimeter-dezimeter mächtigen Einschaltungen von grünen bis grün-rot-gelblichen Tuffen und Tuffiten, den sogenannten "pietra verde" Lagen, die in drei Horizonte unterteilt werden können, charakterisiert. Eine Besonderheit stellt ein lokal auftretender Ammonitenhorizont, der meist mit unterlagernden, auffallend großen Exemplaren von *Encrinus liliformis*, vergesellschaftet ist, dar.

#### 3.2.1.1. Knollenkalk-Member

Die durchschnittlich 10-30 cm dicken Bänke der Knollenkalke zeigen meist eine mittel- bis braun-

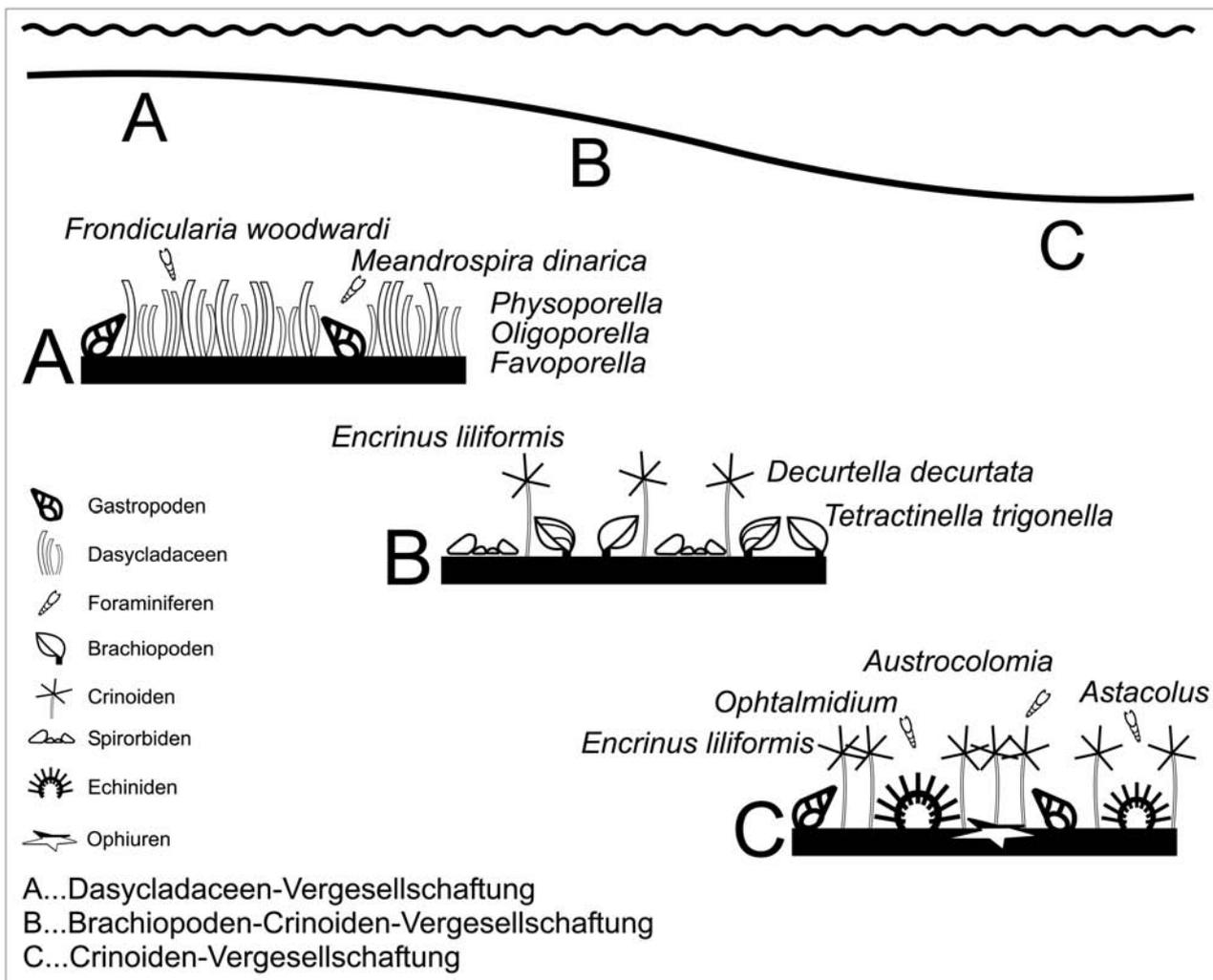


Abb. 8: Schematisches Ablagerungsmodell der Steinalm-Formation mit den wichtigsten Fossilvergesellschaftungen. (Alle dargestellten Foraminiferen sind benthische Formen).

Fig. 8: Schematical deposition modell of Steinalm-formation with the most important fossile associations. Abb. 8: Schematisches Ablagerungsmodell der Steinalm-Formation mit den wichtigsten Fossilvergesellschaftungen. (Alle dargestellten Foraminiferen sind benthische Formen).

graue Farbe, können aber vereinzelt auch grünlich bis rötlich (siehe „Schusterbergkalk“) sein. Sie weisen wellige bis knollige, höckerige Schichtoberflächen und Unterseiten auf, die meist von gelblichen, rötlichen oder vereinzelt grünlichen Tonbelägen überzogen sind. Teilweise kann man eine Fortsetzung der Knollen auch innerhalb der einzelnen Bänke beobachten. Typisch für die Knollenkalke ist ein wechselnder Hornsteingehalt, der in Form von Knauern, die sich aber auch zu ganzen Bändern verbinden können, auftritt.

### Knollenkalkbildung

Zur Knollenkalkbildung der Reiflinger Kalke gibt es unterschiedliche Theorien. In Anlehnung an Hollmann (1962, 1964) sieht Sarnthein (1965, 1966) die Knollenkalkbildung in engem Zusammenhang mit Subsolution und Omission, die durch die CO<sub>2</sub>-Zufuhr des „pietra verde Vulkanismus“ begünstigt wird. Kubanek (1968/69) weist darauf hin, daß die Gesteine als „Flaser- Knollenkalke“ (nach Definition Gründel & Rössner 1963) anzusprechen sind und

nicht als Subsolutionsgefüge. Weiters führt er einige Hinweise an, die eindeutig die Drucklösung und Flaserung zeigen (Kubanek, 1969). Auch in den Dünnschliffen aus dem Untersuchungsgebiet konnte die Autorin eine Begrenzung der einzelnen Knollen durch Stylolithen und eine zur Flaserung parallele Einregelung der Fossilien feststellen, was Kubaneks Theorien unterstützt.

Weiters führt Kubanek (1969) für die Entstehung der Flaser-Knollenkalke Sedimentinhomogenitäten an, unter anderem bedingt durch Durchwühlung (unterschiedliche Porenzementation). Wühlgefüge treten in den Knollen-kalken in Form von unscharf begrenzten Nestern und fleckenartigen Unterschieden in Biogenzusammensetzung und Packungsdichte auf, was ein Hinweis für Bioturbation in noch weichem Sediment ist. Da die Bioturbation auch in nicht-knolligen Bereichen, ohne Drucklösungsstrukturen auftritt kann sie nur eine untergeordnete Rolle bei der Entstehung der Knollengefüge spielen (Bechstädt & Mostler 1974).

### Hornsteinentstehung

Miller (1962) sieht die Herkunft der Kieselsäure als fraglich, haltet aber eine Anlieferung durch den Vulkanismus als wahrscheinlich. Dieser Meinung schließen sich auch Sarnthein (1965), Frisch (1968), Kobel (1969) und Kubanek (1969) an. Mostler (1976) hingegen sieht eine Verbindung zu den radiolarienreichen Filamentmikriten, an die die Hornsteinknauern gebunden sind. Auch im untersuchten Gebiet sind fast alle, der teilweise stark angehäuften Radiolarien vollständig in Calcit umgewandelt. Dies führt zu einem relativ großen Kieselsäureangebot, das durchaus zur Bildung der Hornsteinknauern ausgereicht haben könnte.

#### 3.2.1.2. Seegrube-Einheit (= Reiflinger Bankkalke)

Der Begriff „Seegrube-Einheit“ wurde eingeführt (erstmalig in Mühlöcker 2000) um Verwechslungen mit den Reiflinger Bankkalken des Typusprofils in Großreifling zu vermeiden. Fälschlicherweise wurde letzterer Begriff auf die gebankte Abfolge der Reifling-Formation mit Riffdetritusschüttungen übertragen. Der untere Bereich der Seegrube-Einheit ist - mikrofazial gesehen - mit Filament-Radiolarien-Mikriten dem Knollenkalk-Member noch sehr ähnlich. Nach oben immer häufiger ein-

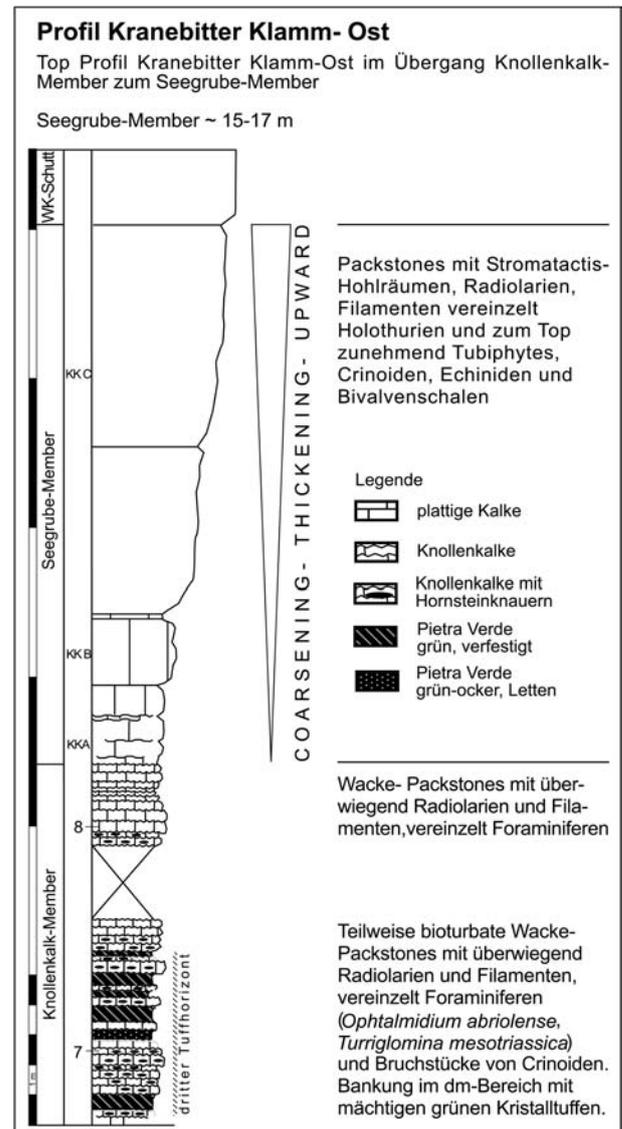


Abb. 9: Top Profil Kranebitter Klamm Ost im Übergang Knollenkalk- Seegrube-Einheit.

Fig. 9: Top section "Kranebitter Klamm East" in the passage Knollenkalk- Seegrube unit.

setzende Calciturbidite verzahnen mit der Hintergrundsedimentation. Der Übergangsbereich vom ersten Auftreten der Rifforganismen und dem letzten Auftreten von Filamenten beträgt im Profil Seegrube 35 m (Mühlöcker, 2000) und kann laut Meischner (1964) bis zu 100 m mächtig werden.

Die Bankkalke der Seegrube-Einheit zeigen gegenüber dem Knollenkalk-Member nur noch eine leicht wellige Schichtoberseite bzw. vollkommen planare Flächen aufgrund der Sedimentation des Riffdetritus als Calciturbidite. Ihre Bankmächtigkeit

reicht von 10–50 cm, wobei die mächtigeren Bänke mit einer durchschnittlichen Dicke von 30–50 cm überwiegen. Im Profil Kranebitter Klamm und Karwendelbahn erreicht die Mächtigkeit der einzelnen Bänke ihr Maximum mit ca. 7 m. Die maximale Mächtigkeit erreicht das Seegrube-Einheit mit 80 m in der Seilbahnrinne, wobei das erste Einsetzen von größerem Riffdetritus nach 35 m erfolgt (Mühlöcker, 2000). Nach Westen hin nimmt die Mächtigkeit ab bis zum Profil Karwendelbahn, wo die im m-Bereich gebankte Seegrube-Einheit nur noch eine Mächtigkeit von ca. 15 m hat.

Aufgrund der Ammonitenfunde im Seegrube-Einheit im Gebiet östlich des Höttinger Grabens konnte ein Einsetzen der Sedimentation im Oberillyr (Avisianuszone) festgestellt werden.

Die zunehmende Bankmächtigkeit und die zunehmende Größe der Komponenten zum Top des Members bzw. der Reifling-Formation hin spricht für eine „coarsening upward“(CU)- bzw. eine „thickening upward“-Abfolge (Abb. 7). Die Wassertiefe nimmt hierbei nach oben hin ab, da das Riff ins Becken progradiert.

### Zum Ammonitenhorizont

Der Ammonitenhorizont, der teilweise die Basis der Reifling-Formation bildet, tritt nur lokal und vermehrt östlich des Höttinger Grabens auf. Im Arbeitsgebiet weisen nur überlieferte Funde auf das Vorhandensein des Ammoniten-Horizontes hin: im ehemaligen Steinbruch beim Kerschbuchhof, die Ammonitenbank beim Eingang zur Kranebitter Klamm (mündliche Mitteilung Brandner 2004), und ein großer Block aus der Brandjochrinne, in dem R. Oberhauser *Paraceratites trinodosus* und *Flexoptychites flexuosus* gefunden hat (mündlicher Mitteilung Mostler). Detaillierte Angaben dazu siehe Mühlöcker, 2000.

### „Schusterbergkalk“

Die sogenannten Schusterbergkalke, Rotkalke in der Reifling-Formation, sind im Arbeitsgebiet nur spärlich aufgeschlossen. Im Gebiet östlich des Höttinger Grabens bis zur Arzler Reißer treten sie vermehrt auf. Mühlöcker (2000) beschreibt einerseits eine direkte Überlagerung des Steinalmkalkes, andererseits eine Überlagerung des Ammonitenhorizontes, der gegen Osten teilweise die Basis der Reiflinger Knollenkalke bildet. Lithologisch gesehen handelt es

sich dabei um rötlich gefärbte Knollenkalke, die von dunkelroten Mergelschlieren über- und durchzogen sind und die teilweise eine Anhäufung an Radiolarien aufweisen. Ansonsten entsprechen die Schusterbergkalke in der Fossilführung dem herkömmlichen Knollenkalk-Member. In der Arzler Reißer erreichen sie eine max. Mächtigkeit von 4 m (Mühlöcker, 2000). Die Rotfärbung die durch das enthaltene Fe<sup>3+</sup> hervorgerufen wird, dürfte auf eine verminderte Sedimentationsrate hindeuten. Zur Bildung von marinen Rotsedimenten ist ein geringer Gehalt an organischer Substanz im Sediment und das Fehlen von sulfatreduzierenden Bakterien nötig, damit das vorhandene Fe<sup>3+</sup> nicht reduziert und als Pyrit gebunden werden kann. Deshalb werden von verschiedenen Autoren eine geringe Sedimentationsrate und O<sub>2</sub>-haltiges Wasser am Meeresboden gefordert (Hinze & Meischner, 1968).

### Pietra-Verde-Lagen

Die pietra verde lässt sich von ihrer Verteilung her grob in drei Horizonte einteilen. Der erste befindet sich ca. 1m über der Grenze zum Steinalmkalk und ist nur sehr geringmächtig (1–2 cm). Der zweite Horizont an der Basis des oberen Drittels der Formation besteht aus mehreren dünnen Lagen, die aus grünlichem bis ockerfarbenem Letten bestehen. Der dritte Horizont, im oberen Drittel der Formation besteht ebenfalls aus mehreren Lagen, wobei einzelne eine Mächtigkeit bis zu 50 cm zeigen können wie im Profil Kranebitter Klamm und im Profil Karwendelbahn.

Ehemals als vulkanoklastische Sand- Silt und Tonsteine abgelagert, treten die Pietra Verde Lagen heute als Tuffite und Kristalltuffe, auf. Sie sind Produkte eines sauren, rhyolithischen bis rhyodacitischen Vulkanismus. Aufgrund ihres Zirkongehaltes konnten diese Lagen, die ebenfalls in den Buchensteiner Schichten im Südalpin auftreten, datiert werden. Brack et.al (1996) konnte mit U/Pb Messungen an Einzelzirkonen die absolute Sedimentationsraten bzw. Progradationsrate des Schlernriffwachstums errechnen:

- Tc-Tuffit (drei Tufflagen im untersten Bereich der Knollenkalke)  
(Basis Scedensis Zone):  $241,2^{+0,8}/_{-0,6}$  Ma
- Basis mittleres Tuffitintervall (Basis Gredleri Zone):  $238,8^{+0,5}/_{-0,2}$  Ma
- Oberes Tuffitniveau (Basis Archelaus Zone):  $238,0^{+0,4}/_{-0,7}$  Ma

Diese drei Alter wurden durch die Datierung der in der Archelaus Zone folgenden Predazzo Granit-Intrusion mit einem Alter von  $237.3^{+0.4}_{-1.0}$  Ma zusätzlich korreliert (Brack et al., 1997)

Aufgrund ihrer Untersuchungen kommen Bechstädt & Mostler (1974) zum Schluß, dass die intermediären bis basischen Tuffe in den Südalpen, Gailtaler Alpen und in den Nördlichen Kalkalpen zeitgleich abgelagert wurden und zeitgleich im Illyr einsetzen, aber der mit der ladinischen Grabenbruchtektonik auftretende Vulkanismus wesentlich schwächer als jener in den Südtiroler Dolomiten ist (Brandner & Poleschinski, 1986). Der Nachweis für die Zeitgleichheit der Reiflinger Knollenkalke (NKA) und den dazu äquivalenten Buchensteiner Knollenkalken (Südalpen) erfolgte erst 1998 durch Gallet et al., mittels Paläomagnetismus.

### 3.2.2. Lithotypen und Fossilführung

#### A. Filament/Schill Packstones

Dieser an der Grenze zur Steinalm-Formation auftretende Faziestyp ist durch das Vorkommen von kurzen Filamenten in großer Dichte charakterisiert. Neben vereinzelt auftretenden Bivalvenschalen, Brachiopodenschalen und dickschaligen Ostracoden tritt hier der erste Glaukonit der Reifling-Formation auf. Weiters sind vereinzelt Foraminiferen wie *Pseudonodosaria* sp. und Echinidenreste und erste Radiolarien vertreten.

#### B. Bioturbate Mud- Packstones, Grainstones mit Radiolarien und Filamenten

Hauptkomponenten sind Radiolarien, Filamente, Brachiopodenschalen und dickschalige Ostracoden, mit einem maximalen Durchmesser von 1 mm. Sie kommen in unterschiedlicher Häufigkeit vor. Unter den eher spärlich auftretenden Foraminiferen sind *Turriglomina mesotriassica* und *Ophtalmidium abriolense* die häufigsten, seltener sind *Earlandia* sp., *Ichtyolaria* sp. und *Ophtalmidium ubeyliense*, die fast alle für tieferes Wasser sprechen.

Vereinzelt sind Intraklasten und Resedimente zu finden. Die knolligen Gefüge, die sich auch innerhalb der Dünnschliffe abbilden, zeigen zwischen den einzelnen Knollen Anlagerungen und Anhäufungen von Schill bzw. Filamenten, die meist auch eingeregelt sind.

Ein weiteres Charakteristikum ist die Schirmporosität, die in diesem Fall immer eine aufrechte Lagerung anzeigt, ebenso wie die geopetal verfüllten Radiolarien.

#### C. Bioturbate Wacke-bis Packstones (ohne Radiolarien)

Neben den dominierenden Filamenten kommen Echinidenstacheln, Pelloide, Ostracoden und vereinzelt *Tubiphytes* vor. Letzteres kann als erster Hinweis für die Nähe zum Riff gesehen werden. Häufige Foraminiferen sind *Ophtalmidium abriolense*, *Turriglomina mesotriassica*, *Nodosaria* sp. und selten *Turriglomina magna*.

Zusätzlich zu den fossilen Komponenten sind vereinzelt stromatactoiden Hohlräume zu finden.

#### Fossilführung

Neben den typischen pelagischen Organismen wie Radiolarien und Filamenten findet man auch noch Foraminiferen, Conodonten, Holothuriensklerite und bereichsweise Crinoiden.

In der Reifling-Formation treten Echinidenreste und Crinoiden gegenüber der Steinalm-Formation stark zurück. Sie kommen nur noch vereinzelt im Bereich über der Steinalmkalkgrenze und in den obersten Knollenkalken an der Grenze zur Seegrube-Einheit und zum Wettersteinkalk vor. Bei letzteren Vorkommen könnte sich um erste allodapische Schüttungen handeln, die Henrich (1983) mit besonders hohen Gehalten an Echinodermschutt beschreibt. In den oberen Bereichen des Knollenkalk-Members treten auch häufiger wellige Filamente von Daonellen auf. Unter den nach oben hin zunehmenden Rifforganismen der Seegrube-Einheit tritt im Arbeitsgebiet überwiegend *Tubiphytes* auf. Die in der Reifling-Formation häufig vorkommende Foraminifere *Turriglomina mesotriassica* und das Vorkommen von Radiolarien weisen auf offen-marine (pelagische) Ablagerungsbedingungen hin.

#### 3.2.3. Ablagerungsraum

Die meisten Autoren sehen die Bildungsbedingungen für die Reifling-Formation als hemipelagisch-epibathyal bis subeuxinisch (Tollmann, 1976). Die Sedimente der Seegrube-Einheit hingegen zei-

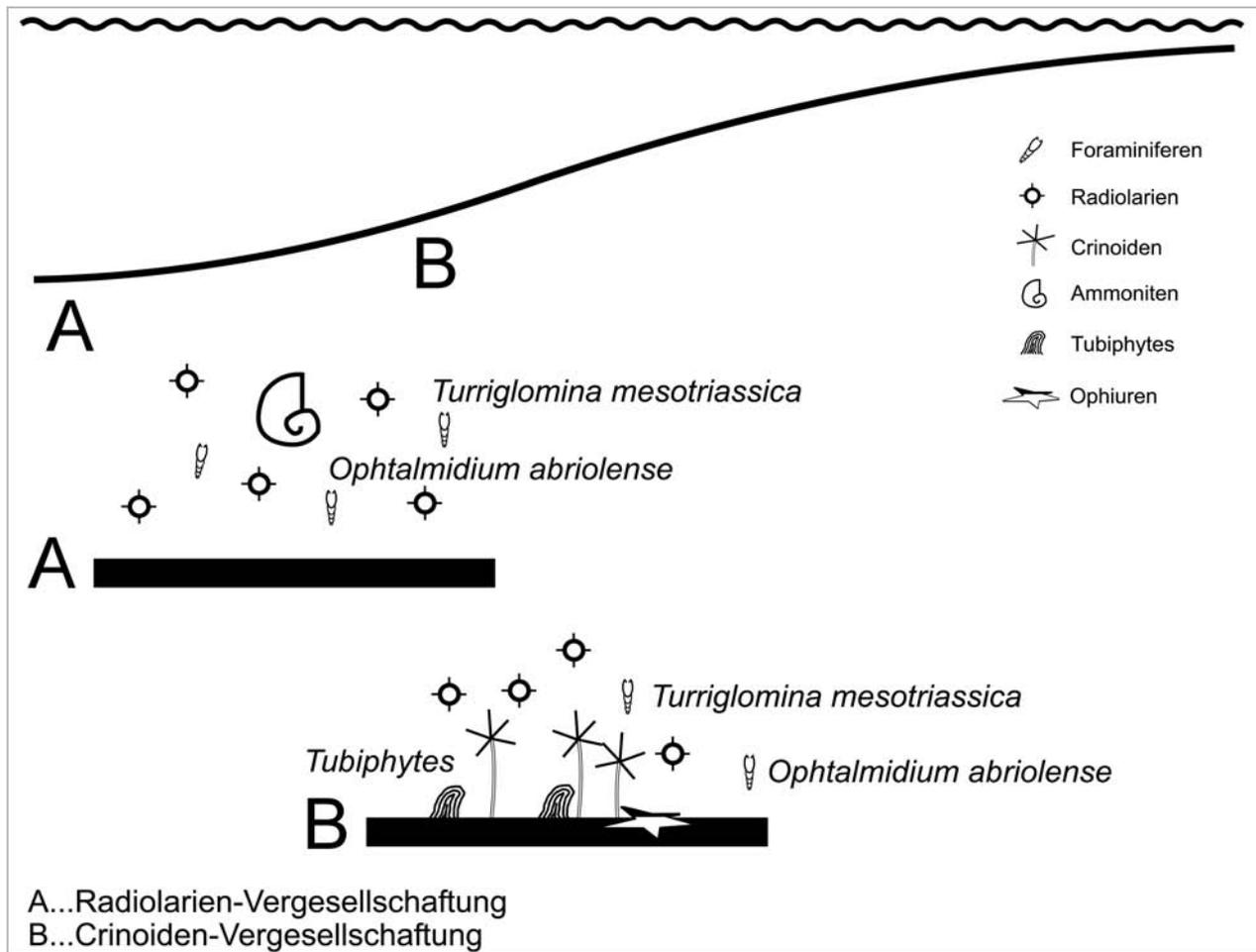


Abb. 10: Schematisches Ablagerungsmodell der Reifling-Formation mit den wichtigsten Fossilvergesellschaftungen. (Die Foraminifere *Turriglomina mesotriassica* ist nach Rettori, 1995, eine planktische Form, *Ophthalmidium abriolense* eine benthische Form).

Fig. 10: Schematical deposition modell of Reifling-formation with the most important fossile associations.

gen bereits einen Übergangsbereich zwischen dem Becken und dem Riffhang. Dies deutet sich durch gemeinsames Vorkommen von Filamenten, Radiolarien und Riffdetritus, der zum Top hin zunimmt, an.

Die Daten zur Wassertiefe sind in der Literatur sehr verschieden und lassen keine eindeutigen Angaben zu. Bechstädt & Brandner (1970) geben aufgrund von Glomospiren Funden einen ruhigen, schlammigen, etwa 30 m tiefen Sedimentationsraum an, während Bechstädt & Mostler (1974) aufgrund des massenhaften Auftretens von psychrosphärischen Ostracoden, eine Wassertiefe von 500 m und eine Ablagerung der Sedimente in einem riffnahen Becken annehmen. Die lithologisch ähnlich ausgebildeten Buchensteiner Knollenkalke in den Südalpen erreichen eine Wassertiefe von 800 m

(Bosellini & Ferri 1980). Auch das Vorkommen von Radiolarien und Filamenten weist lediglich auf offen marine Bedingungen hin. Die Foraminiferen *Ophthalmidium abriolense* und *Turriglomina mesotriassica* geben zwar Hinweise auf tieferes Wasser, nicht aber über die genaue Wassertiefe.

### 3.3. Wettersteinkalk-Formation

#### 3.3.1. Lithologie

Die Untergrenze der Wettersteinkalk-Formation wäre mit dem letzten Auftreten der Knollenkalke bzw. der Bankkalke der Seegrube-Einheit und dem ersten durchgehendem Einsetzen von riffschutführenden Kalken zu ziehen. Aufgrund der

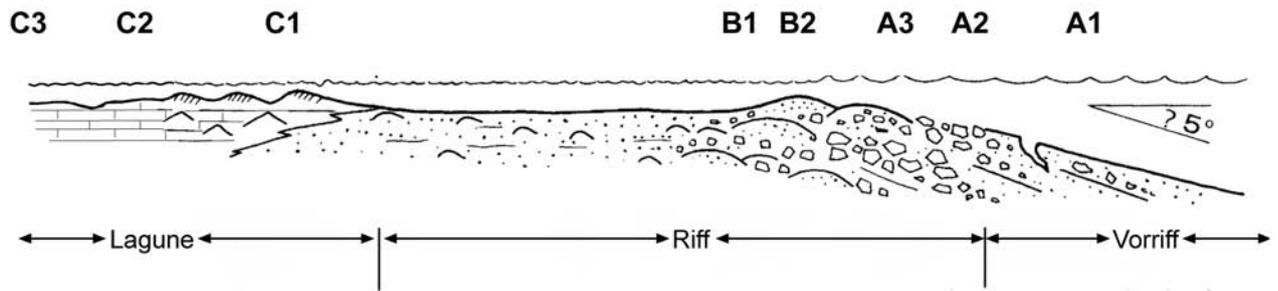


Abb. 11: Schematisches Profil durch den Hafelekar Riffkomplex und die Verteilung der Faziestypen, modifiziert nach Brandner & Resch (1981).

Fig. 11: Schematical section through the „Hafelekar“ reef complex and the distribution of the facies types, modified after Brandner & Resch (1981).

Verzahnung von Hintergrundsedimentation (Filamente und Radiolarien) und Calciturbiditen (siehe Kapitel Seegrube-Einheit) ist die Grenze lokal nicht scharf ausgebildet und eine genaue Definition einer solchen ist noch in Diskussion. Die Autorin schließt sich der Meinung von Sarnthein (1966) an und verwendet den Begriff Wettersteinkalk-Formation erst ab einem vollständigen Fehlen von Radiolarien und Filamenten.

Im Arbeitsgebiet wurde eine horizontale Gliederung entsprechend einer Faziesgliederung vorgenommen und die Wettersteinkalk-Formation in Vorriffbereich, Riff und Lagune unterteilt.

### Vorriff/Slope

Einige Meter über der Reifling-Formation, meist ohne scharfen stratigraphischen Kontakt, setzen zunächst dunkelgraue bis fast schwarze, massige Kalke ein, die beim Anschlagen mit auffallend planaren Flächen brechen. Schon mit dem freien Auge lassen sich Rifforganismen wie Sphinctozoen oder vereinzelt Korallen erkennen. Es handelt sich bei den über den dunkelgrauen basalen Kalken folgenden Gesteinen, um zumeist gut ausgewaschene Riffschuttbreccien, deren Komponenten (Riffkalke, isolierte Organismen und vereinzelt Lagunenkalke), meist durch dicke Calcitsäume zementiert sind. Vereinzelt sind auch kleinere Hohlräume mit radialen Zementen zu finden.

Die Riffschuttkalke werden nach oben hin heller und weisen teilweise gröbere Riffschuttbreccien auf. Die durchschnittliche Komponentengröße schwankt von ca. 2 cm bis zu mehreren dm. Neben

den immer häufiger werdenden Crinoiden, teilweise mit Durchmessern bis zu 1,5 cm, die meist in der Nähe zum eigentlichen Riff zu finden sind, nehmen auch die Hohlraumgefüge an Häufigkeit und Größe zu. Nach Sarnthein (1965) beträgt die Mächtigkeit des Riffschutts im Profil Seegrube 65-75 m.

### Das Riff

Der zentrale Riffbereich kann interpretiert werden als ein Gebiet mit randlich ausgesetzten hochenergetischen Zonen, die eine diversifizierte Fauna beinhalten, und geschützten Bereichen im Riff sowie entlang der „reef-flat“ (Brandner & Resch, 1981).

Das primäre Riff, bzw. Riffgerüst setzt sich aus gerüstbildenden Organismen zusammen wie Korallen, Kalkschwämme, Rotalgen und *Tubiphytes* und vereinzelt Codiaceen. Im Gegensatz zu früheren Ansichten spielen Korallen sehr wohl eine vorherrschende Rolle (Brandner & Resch, 1981). Unter den inkrustierenden Organismen befinden sich *Tubiphytes*, Kalkschwämme und untergeordnet verschiedene Bryozoen, Problematica wie *Ladinella porata* und Stromatolithischen. Die primäre Funktion von *Tubiphytes* liegt in seiner Kapazität als Gerüstbildner in ruhigen Wasserzonen und ebenso als inkrustierender und bindender Organismus in stark bewegtem Wasser. E.Ott (1972) weist unter anderem auf *Tubiphytes obscurus* als einen der wichtigsten Gerüstbildner und Gerüstbinder hin. Weiters unterstreicht er das Auftreten mehrerer Arten von Sphinctozoen (gegliederte Kalkschwämme). Zwischen den Organismen finden sich

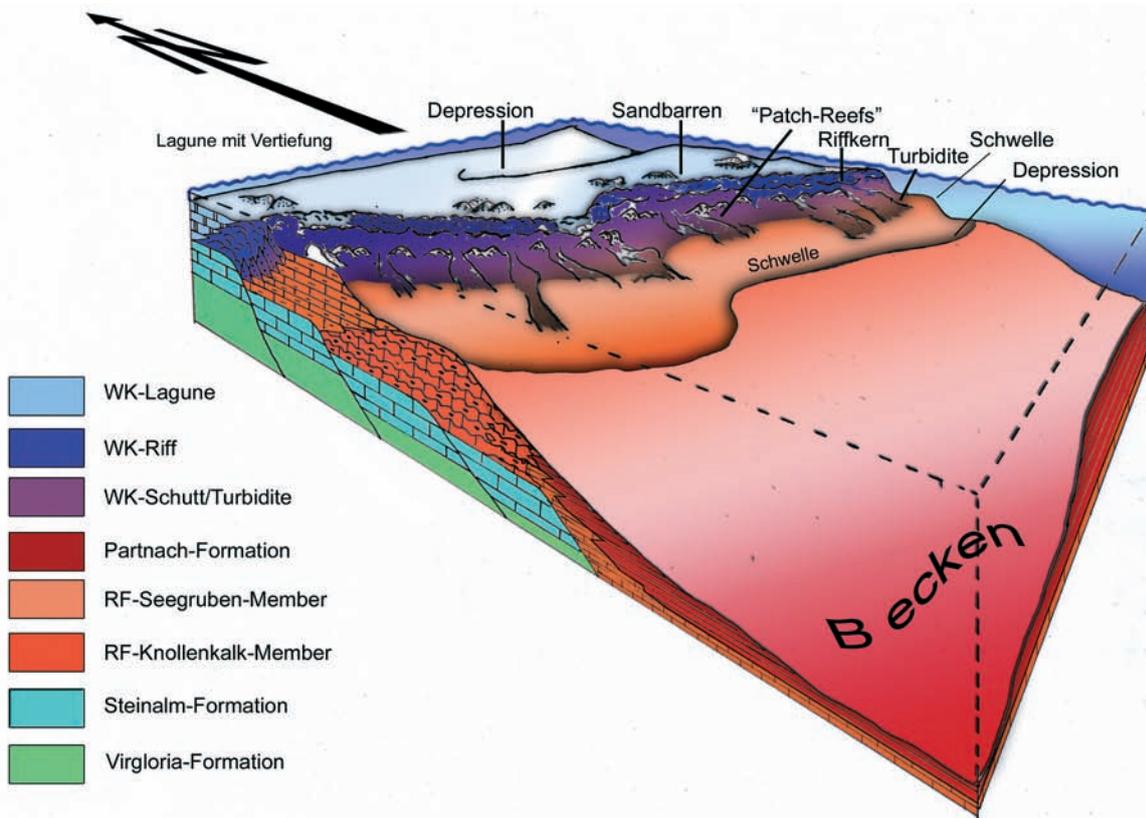


Abb. 12: Paläogeographisches, 3-dimensionales, schematisches Modell zur Lage der Faziesbereiche der Wettersteinkalk-Formation, Reifling-Formation, Partnach-Formation, aus Nittel 2004.

Fig. 12: Paleogeographical, three-dimensional, schematical modell for the locality of the facies rooms of the Wettersteinkalk-, Reifling- and Partnach formation, from Nittel 2004.

Detritus und Resedimente, die wiederum durch schuttbindende Organismen wie mikrobielle Krusten und Porostromata verkrustet und gefestigt werden. Ebenfalls charakteristisch für den Riffkern ist das Auftreten der sogenannten „Großoolithe“. Die bis zu m-großen „Großoolithe“, die aus einer Wechselfolge von Calcit und Dolomit bestehen, stellen eine Besonderheit im Riff dar, können aber bereits in kleinerer Ausführung in den Riffschuttbreccien des Vorriffs auftreten. Der Wechsel zwischen Calcit und Dolomit lässt auf einen wechselhaften Chemismus der Porenwässer schließen. Eine Ursache für das Eindringen der zum Teil hypersalinen Porenwässer aus der Lagune mit einem relativ hohen Mg/Ca-Verhältnis in die tieferen abgestorbenen Riff- bzw. Riffschuttbereiche, ist ein im Cordevol (Jul1/I) verstärktes Vorwachsen der Riffe gegen das Becken hin, verursacht durch einen relative Meeresspiegelabsenkung bzw. Subsidenzstop. (Brandner, 1978).

## Die Lagune

Die bei Brandner & Resch (1981) ebenso wie bei Sarnthein (1965) erwähnten „skeletal sand shoals mit Tepeestrukturen“ (entspricht der „Unteren Schollenserie“ von Sarnthein) bilden die Hauptbarriere zwischen dem Riff und der Lagune. Auch im Arbeitsgebiet waren diese vereinzelt aufgeschlossen und charakterisiert durch „sheet cracks“ mit radiaxialen Zement, Tepee Strukturen, invers gradierte Pisolithe mit vertikalen Trockenrissen und kreuzgeschichtete Grainstones, die auf kleine Sanddünen weisen, die zeitweilig ohne Wasserbedeckung waren. Dripstonezemente (=Hängezement, Tafel I, Fig. 7, 8; Tafel V, Fig.7) geben hier den eindeutigen Hinweis.

Dort, wo die „skeletal sand shoals“ fehlen, bildet ein ca. 2–4 m mächtiger, braun verwitternder Horizont, der aber immer noch Riffkomponenten

wie Korallen und Sphinctozoen enthält, die Grenze zwischen Lagune und Riff. Direkt darüber folgen die ersten, im dm- Bereich gebankten, teilweise bituminösen Dasycladaceen- Grainstones mit auffallend großen Dasycladaceen, meist *Teutloporella herculea*, die E. Ott (1967) in Riffnähe stellt. Vereinzelt treten auch innerhalb der Dasycladaceenkalke sheet cracks mit Tepee Strukturen auf. Zum Hangenden hin werden auch Stromatolithlagen häufiger, die, ebenso wie die Dasycladaceenkalke, eine braungraue Farbe aufweisen und gut gebankt sind. Die darüber folgenden Bänke werden mächtiger und teilweise fossilärmer. Die gesamte Lagune ist vor allem durch deutliche im dm-m Bereich auftretende Schichtung charakterisiert.

Abb.12

### 3.3.2. Lithotypen und Fossilführung

#### A: Riffschutt, Turbidite

Turbidite haben ihren Ursprung an den Plattformrändern und in den höheren Bereichen des Hanges, zusätzliches Material kommt vom unteren Hang. Selten sind aufgearbeitete Becken- und Beckenrandsedimente, wie Radiolarien- und Filament-Mud bis Wackestones zu finden.

Hauptkomponenten sind Bruchstücke von inkrustierenden Organismen und frühdiagenetisch zementierten Lithoklasten.

#### A1: Distale Turbidite, Hohlräume, Radiolarienmikrite

Charakteristisch für diesen Faziestyp ist das Auftreten mikritischer Bereiche innerhalb biogener Grain- und Rudstones. In den Mud- bis Packstones der mikritischen Bereiche (möglicherweise ehemalige, durch Bioturbation gestörte Internsedimente) treten Radiolarien, Filamente, Ostracoden und Lageniden auf, was auf eine Ablagerung der Turbidite in Beckennähe schließen lässt. Auch *Turriplomina mesotriassica* und *Ophthalmidium tricki* weisen auf tieferes Wasser hin. Eine mikritische Matrix ist nur in distalen Turbiditen innerhalb der Reifling-Formation zu finden (Rüffer & Zamparelli, 1997).

Häufige Komponenten sind porostromate Calcimikroben vom Typ *Cayeuxia*, onkoidische Umkrustungen, Mikroproblematika wie *Tubiphytes*

*obscurus* und *Ladinella porata*. Seltener treten Bruchstücke von Korallen, Serpuliden, Brachiopoden, Gastropoden, Crinoiden, Echiniden und Foraminiferen, wie *Palaeolituonella meridionalis*, *Astrorhizacea*, *Turriplomina mesotriassica*, *Ophthalmidium tricki*, *Fronicularia* sp., *Endoteba elegans*, *Duostominidae*, cf. *Planiinvoluta carinata*, *Tolypamma* sp., *Endotebanella* sp. und *Endotriadella* sp. auf.

#### A2: Turbidite, Grainstones/Rudstones

Charakteristisch für diese Sedimente sind zerbrochene Biogene von Sphinctozoen, Mikroproblematika und inkrustierenden Organismen. Neben häufigen Biogenen wie *Tubiphytes obscurus*, Sphinctozoen, darunter *Solenolmia manon*, *Solenolmia manon minor*, *Colospongia catenulata*, Inozoa (?*Stolenella* sp.) und seltener Korallen, treten immer mehr onkoidische Krusten von *Tubiphytes* sp., *Girvanella* sp., *Ladinella porata*, *Baccanella floriformis* und inkrustierende Cyanobakterien auf, die als Sedimentbinder und Gerüstbildner fungieren. Seltener sind Crinoiden, Echinidenreste, Seeigeltacheln, Gastropoden, Serpuliden, Brachiopoden, Ostracoden und Foraminiferen wie *Siphonofera* sp., *Agglutisolena conica*, *Palaeolituonella* sp. und *Astrorhizacea*, zu finden.

In den Intrapartikelporen und gelegentlich auftretenden Hohlräumen folgen spät-diagenetische Blockzemente auf vereinzelt, fibrösen, radiaxialen Calcitsäumen, die ein weiterer Hinweis für einen proximalen Ablagerungsraum der Turbidite sind.

#### A3: Riffschutt/Riffschuttbreccien

Charakteristisch für diesen Faziestyp ist das Auftreten von schlecht sortierten angularen bis subangularen und subgerundeten Klasten aus lithifizierten Riffkarbonaten. Die scharf abgegrenzten Riff-klasten zeigen diverse Microfaziestypen: ungradierte und gradierte Pelsparite mit Aggregatkörnern, Rudstones mit Sphinctozoa, und Biosparite mit vereinzelt auftretenden Echinidenstacheln sowie einzelnen Biogenen, die mit mächtigen Zementsäumen umgeben und verbunden sind. An Biogenen kommen vor: Korallen, Sphinctozoa wie *Folicatena cautica*, *Vesicocaulus carinthiacus*, *Colospongia catenulata* und *Solenolmia manon manon*, *Tubiphytes* sp., Bivalvenschalen, Gastropoden, Serpuliden, Brachiopoden, *Girvanella*, Ostraco-

den und Foraminiferen wie cf. *Ammobaculites* sp., *Duostominidae*, *Palaeolituonella meridionalis*, *Frondicularia* sp., *Aulotortus friedli*, Astrorhizacea und *Frondicularia* sp.

## **B: Der Riffkern**

Brandner & Resch (1981) konnten am Hafelekarriff und Goethewegriff fünf Riff-Gemeinschaften unterscheiden. Eine Codiaceen-Algen-Gemeinschaft, eine *Tubiphytes*-Gemeinschaft, eine Calcispongien-Gemeinschaft, weiters die Thecosmilien-Calcispongien-Gemeinschaft und die einer Thanatozose ähnliche Gemeinschaft von Korallen-Echinodermen- und *Tubiphytes*.

Da im Arbeitsgebiet nicht alle Bereiche des Riffs zugänglich waren, konnten nur wenige Faziestypen unterschieden, und keine genaue Zuordnung zu den oben genannten Riff-Biozosen durchgeführt werden.

### **B1: Bindstones/Bafflestones, überwiegend Tubiphytes-Inkrustierungen**

Die Hauptriffbildner im Wettersteinkalk sind vom Ladin bis ins frühe Karn Organismen wie *Tubiphytes* und Sphinctozoen, die als Gerüstbildner und Sedimentfänger in höheren Bereichen des Hanges und Plattformrandes fungieren. Durch Aufarbeitung werden die Bind- Bafflestones unmittelbar als Rudstones abgelagert oder zu tieferen Bereichen des Hanges transportiert (A2). Häufig sind sie mit inkrustierenden Organismen vergesellschaftet, ebenso wie mit porostromaten Algen, seltener mit Korallen und Bryozoen. Foraminiferen sind generell selten im Riffkern vertreten (*Palaeolituonella* sp.). Frühdiagenetische fibröse Zemente („Zementriff nach Flügel“) sind vorherrschend und sind ein Teil des Riffgerüsts.

### **B2: Bafflestones, Boundstones, Korallenstöcke**

Auch in den von Ruffer & Zamparelli (1997) untersuchten Profilen im Lalider Tal und am Gatterköpfl waren die Korallen in den im Allgemeinen selten auftretenden korallenführenden Faziestypen schlecht erhalten. Zu den wenigen Ausnahmen zählen *Retiophyllia*, *Cassianastrea reussi* und *Volzeia badiotica*, die meist gemeinsam mit Sphinctozoen vorkommen.

Die Korallen sind meist von unterschiedlichen Organismen wie *Tubiphytes obscurus*, *Ladinella porata*, Sphinctozoen (*Solenolmia manon minor*), porostromaten Calcimikroben, Solenoporaceen und sessilen Foraminiferen inkrustiert. Seltener findet man Foraminiferen und andere kleinere Organismen innerhalb der Sedimentfänger und Gerüstbildner.

## **C: Backreef/Lagune**

Eine detaillierte Beschreibung der gesamten Lagune erfolgte durch Sarnthein (1965). Er beschreibt Faziestypen, wie „Kornaggregat-Klumpen-Fazies“, „Kotpillenschlamm-Fazies“ und „Biogenschlamm-Fazies“ mit Anhäufungen von Dasycladaceen, die auch im Arbeitsgebiet vertreten sind. Die von ihm erwähnten „Messerstich-Zyklen“ waren nicht aufgeschlossen, sie treten erst nördlich bzw. östlich des Arbeitsgebietes auf.

### **C1: Plattformrand mit Sandanhäufungen**

Die Sedimente des „Plattformrandes mit Sandanhäufungen“ werden nach Wilson (1975) oberhalb der Wellenbasis und innerhalb der durchlichteten Zone abgelagert. Sie sind stark von Gezeiten beeinflusst und charakterisiert durch das Auftreten von Sandshoals und Gezeitenbarren.

#### **C1.1: Rud- Grainstones, Backreef**

Die Rud und Grainstones der Backreef-Fazies sind einerseits durch eine starke Fragmentierung der Komponenten, gute Auswaschung und mehrphasige, teilweise bitumenhaltige Zementsäume, ähnlich wie bei Pisoiden, und andererseits durch das massenhafte Auftreten von *Teutlopora herculea* charakterisiert. Weitere häufig auftretende Komponenten sind porostromate Calcimikroben vom Typ *Cayeuxia* und *Ortonella*, seltener findet man *Diplopora annulata*, *Teutlopora nodosa*, *Clypeina besici*, *Aciculella bacillum*, Bryozoen, Gastropoden, Ostracoden, Echinidenreste Schalenreste und folgende Foraminiferen: *Lamelliconus* sp, *Glomospirella*, *Aulotortus tenuis*, *Aulotortus sinuosus*, *Glomospira* sp., *Trochammina* sp, *Aulotortus friedli*.

Eine Ausnahme bilden stark zerklüftete, partiell ausgewaschene Pack-bis Wackestones, die charakterisiert sind durch häufig auftretende Dasycladaceen-Sporangien, die in den zementierten

Bereichen der Klüfte zu finden sind. Neben den Sporangien wie *Aciculella* sp., *Aciculella* cf. *sokaci*, *Aciculella sokaci*, sind unter den Dasycladaceen *Teutloporella nodosa*, *Teutloporella herculea* und *Teutloporella peniculiformis* vertreten. Seltener treten Ostracoden und Foraminiferen wie *Mesoendothyra isjumiana* und *Glomospira* sp. auf.

### C1.2: Grape- Lumpstones- Onkoide, Gezeitenbarren

Auffallend in diesem Faziestyp sind die meist schön gradierten Onkoide und Rindenkörner, die eine Coarsening-Upward-Abfolge zeigen. Meniskuszemente, Hängezemente, vadoser Silt und teilweise offene Porenräume deuten auf ein zeitweiliges Freiliegen an der Oberfläche und eine Ablagerung in der marin-vadosen-Zone hin. Biogene Komponenten treten neben den Onkoiden, Rindenkörnern und Aggregatkörnern eher geringfügig auf. Dazu zählen Fragmente von *Teutloporella* sp., porostromate Calcimikroben, Ostracoden und Foraminiferen wie *Gaudryina* sp., *Glomospirella*, *Duostominidae* und *Trochammina* sp.

### C1.3: Pisoidgrainstones

Dieser Faziestyp ist durch das häufige Auftreten von Pisoiden geprägt. Deren Kern wird meist von Lithoklasten oder Fragmenten von porostromaten Algen gebildet. Manchmal besitzen sie aber gar keinen Kern und bestehen nur aus engschichtigen Calcitlamellen. Das Auftreten von zerbrochenen Pisoiden spricht für randmarine Bereiche. Neben den Pisoiden sind Grapestones und Lithoklasten stark vertreten, dazu kommen einige Fragmente von Algen und Gastropoden. Foraminiferen sind nur vereinzelt zu finden. Aufgrund des guten Auswaschungsgrades kann man auf ein mäßig hochenergetisches Gebiet mit ständiger Auswaschung am Rand der Gezeitenbarren schließen. Die PISOIDE sind generell Anzeiger eines Auftauchhorizontes einer lagunären Verflachungssequenz. Dies wird auch durch Trockenrisse und Tepeestrukturen bestätigt (Tafel I, Fig. 7, 8).

### C2: innere Plattform

Die Sedimente der normalmarinen inneren Plattform wurden innerhalb der durchlichteten Zone und über der Wellenbasis abgelagert (Wilson 1975).

### C2.1: Biopelsparite

Grapestones und Lumpstones treten zurück, im Vordergrund stehen Peloide und Biogene, sowie fragmentierte Komponenten. Die Biogene werden hauptsächlich von Dasycladaceen wie *Clypeina besici*, *Poikiloporella duplicata*, *Physoporella jomdaensis* und *Teutloporella herculea* gebildet, die gemeinsam ein cordevolisches (Jul1/l) Alter angeben. Seltener sind *Aciculella* sp., Ostracoden, Gastropoden und Schalenreste zu finden. Foraminiferen sind relativ häufig, darunter befinden sich *Glomospira* sp., *Gaudryina* sp., *Glomospirella* sp., *Trochammina* sp., *Aulotortus friedli* und *Agathammina austroalpina*.

### C2.2: reine Grape- Lumpstones, Bindstones

Die Grape- und Lumpstones bilden vermutlich den häufigsten Faziestyp in der Lagune. Dieser steht für eine Ablagerung im Intertidal und flachem Subtidal, in Gebieten mit geringer Zementation, starker aber wechselnder Wasserbewegung (Illing, 1954). Diese Lithotypen sind durch das überwiegende Auftreten von Aggregatkörnern und LF-Gefügen (Loferite) charakterisiert. Seltener sind Peloide, Dasycladaceenfragmente, unter anderem von *Teutloporella nodosa*, Spirorbis, porostromate Calcimikroben vom Typ *Cayeuxia* sp., Gastropoden und Ostracoden zu finden.

Foraminiferen wie *Trochammina* sp. sind häufig vertreten, vereinzelt kommen *Glomospira* sp., *Endotabanella* sp., *Gaudryina* sp., *Endotriadella* wirzi, *Duostominacea*, *Pseudobolivina tornata*, *Glomospirella*, *Fronicularia woodwardi*, *Ammodiscus* sp. und *Aulotortus friedli* vor.

### C3: Innere Plattform mit eingeschränkter Wasserzirkulation

Abgelagert werden diese Sedimente ebenfalls innerhalb der durchlichteten Zone und über der Wellenbasis, aber nur mit geringer Verbindung zum offenen Ozean und damit verbundenen größeren Temperatur- und Salinitätsschwankungen.

### 3.1: Stromatolithen/Bindstones

Charakteristisch sind zusammenhängende Algenmatten einerseits von Stromatolithen mit den

	Dimensionen	Durchschnittswert
Länge	0,22 – 0,38 mm	0,31 mm
Max. Breite der obersten Kammer, inklusive Kiel	0,9 – 0,12 mm	0,11 mm
Anzahl der Kammern	5 – 7	6
Höhe der obersten Kammer	0,06 – 0,07 mm	0,063 mm

Tabelle 1

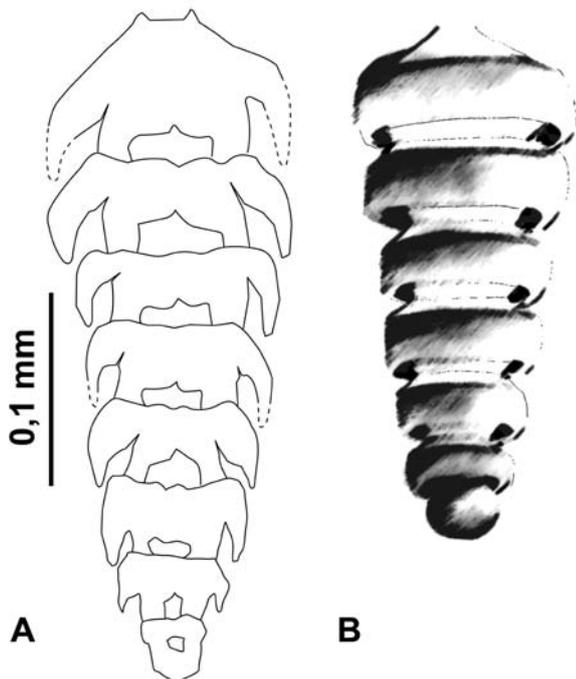


Abb. 13: *Austrocolomia carinata* nov. spec. A. Skizze zum Dünnschliff, B. mögliches dreidimensionales Aussehen, etwas verkürzt durch den Blickwinkel.

Fig. 13: *Austrocolomia carinata* nov. spec. A. Skizze zum Dünnschliff, B. mögliches dreidimensionales Aussehen, etwas verkürzt durch den Blickwinkel. Delineation to the thin section, B. possible three-dimensional appearance, shortened by perspective.

typischen LF- Gefügen, und andererseits von porostromaten Algen. Vereinzelt sind Bryozoen, Dasycladaceenfragmente, Bivalvenschalen, Cyanobakterien und selten Foraminiferen wie *Glomospirella* sp., *Fronicularia* sp., *Trochammina* sp. zu finden.

Seltener sind Grain-Bindstones, die als Hauptkomponenten porostromate Calcimikroben vom Typ

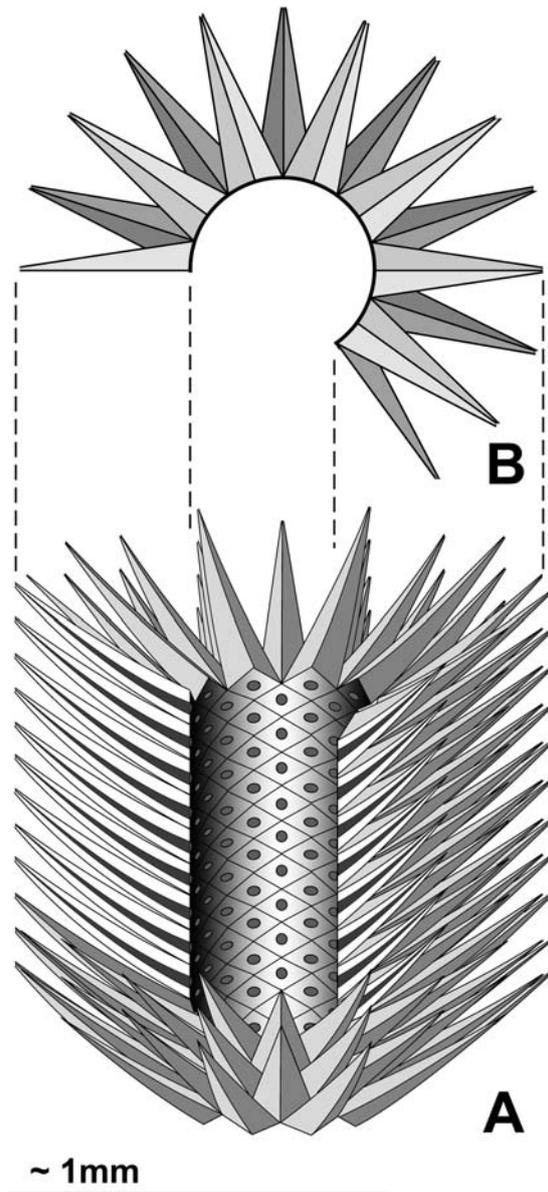


Abb. 14: *Probolocuspis aculeata* nov. spec. A. Rekonstruktion des möglichen dreidimensionalen Aussehens. B. Ansicht von oben, kein Querschnitt

Fig. 14: *Probolocuspis aculeata* nov. spec. A. Reconstruction of the possible three-dimensional appearance. B. View from top, no cross section.

	Dimensionen	Durchschnittswert
Außendurchmesser	1,26 – 5,1 mm	1,66 mm
Innendurchmesser	0,52 – 2,76 mm	0,54 mm
Wandstärke	0,38 – 1,66 mm	0,66 mm
Stachellänge	0,60 – 0,76 mm	0,21 mm
Stachelquerschnitt	0,20 – 0,26 mm	0,69 mm
Stachelkanaldurchmesser	0,036 – 0,10 mm	

Tabelle 2

*Cayeuxia*, und Tubiphytes führen. Foraminiferen wie *Turriglomina mesotriassica*, cf. *Austrocolomia carinata* nov. spec. sprechen für ein etwas tieferes Wasser und eine Ablagerung in Vertiefungen innerhalb der Lagune. Weitere Foraminiferen sind *Endotriadella wirzi*, ?*Auloconus permodisoides*, *Robuloides*, *Endoteba* sp., *Tolypammininae* und *Fronicularia* sp.

### Systematische Beschreibung

Ordnung: FORAMINIFERIDA  
 Familie : Nodosariidae Ehrenberg 1838  
 Gattung : *Austrocolomia* Oberhauser 1960

***Austrocolomia carinata* nov. spec.**  
 (Tafel VIII, Fig.3)

Namensgebung: nach dem rundum laufenden Kiel.  
 Locus typicus: Lokalität der Probe 228, am Weg vom Brandjochboden zum Brandjochspitz auf 2100 m.  
 Stratum typicum: Wettersteinkalk-Formation, Lagunenfazies  
 Material: Drei Individuen in drei Dünnschliffen der Probe 228

Diagnose: Eine sehr kleine Art der Gattung *Austrocolomia*, von gerader Gehäuseform, mit rundum laufendem Kiel. Proloculum aufgrund der starken Umkristallisation nicht sichtbar.

Beschreibung: (zwei Exemplare) kalkiges Gehäuse, bestehend aus einer geradlinigen Serie von 5-7 Kammern (siehe Tabelle 1). Jede Kammer trägt an ihrer breitesten Stelle (Ansatz im oberen Kammer -

teil) einen markanten, rundum laufenden Kiel, der fast die ganze Kammer wie ein Kragen umhüllt. Die Zweiwandigkeit ist aufgrund der starken Umkristallisation nur noch erahnbar.

Ordnung: DASYCLADALES  
 Familie : Acetabulariaceae ? Hauck, 1884  
 Unterfamilie: Clypeinae ? Elliott, 1968  
 Gattung : *Probolocuspis* Brönnimann, Zaninetti, Moshtaghian und Huber, 1974

***Probolocuspis aculeata* nov. spec.**  
 (Tafel XII, Fig.1-9)

1994 *Teutloporella herculea* - Piros et. al, Tafel 1, Fig. 1-2

Namensgebung: nach dem äußeren, mit „Stacheln“ versehenen Aussehen

Locus typicus: Am Weg vom Brandjochboden zum Brandjochspitz auf 2100 m (Probe 228 mit den meisten Exemplaren) und am Klettersteig von der Frau Hitt zum Brandjochspitz auf 2430-2450 m (Probe 327, 328)

Stratum typicum: Wettersteinkalk-Formation, Lagunenfazies, Ladin

Material: wenige Schrägschnitte in Dünnschliffen (228, 327, 328), ein Querschnitt und einige Fragmente von Längsschnitten und eine Vielzahl von einzelnen Stacheln in Quer- und Längsschnitten.

Diagnose: An einer geraden, zylindrischen Stammzelle sitzen dicht gedrängt, euspondyl arrangiert stachelförmige Äste von trichopohrem Typ, was für

<b>Merkmale</b>	<b><i>Teutloporella echinata</i></b>	<b><i>Probolocuspis aculeata</i> nov. spec.</b>
Anzahl der Äste / Umgang	25- 35 Äste	~ 20 Äste
Abzweigungswinkel der Äste	Zwischen horizontal und 60-70 °, stark divergierend	34-38°, parallel eingeregelt
Verhältnis Außen- /Innendurchmesser	Durchschnitt 4,6 : 1	Durchschnitt 2,5 : 1
Form der Äste	Stark verjüngende trichophore Äste, meist ohne Zentralkanal sichtbar	Breite, trichophore Äste mit deutlichem Zentralkanal
Standort	mitten zwischen Gerüstbildnern des Riffs (Tubiphytes, Sphinctozoen, Pharetronen, <i>Ladinella porata</i> )	Lagune der Wettersteinkalk- Formation

Tabelle 3

die Zuordnung zur Gattung *Probolocuspis*, nach der Diagnose von Senowbari 2003, entscheidend ist. Die Äste erster Ordnung verkalken frei und isoliert.

**Beschreibung:** Die in horizontalen Reihen angeordneten „Stachel“ oder Äste (10-20 pro Umgang), sind mit der jeweils folgenden Reihe um eine ? Stachellänge gegeneinander versetzt, was zu einem wabenähnlichen Muster führt. Die „Stachel“ weisen nahe der Stammzelle stets einen rautenförmigen Querschnitt auf (Höhe:Breite = 1:1,85) mit einem kreisrunden Zentralkanal. Sie sind leicht gekrümmt und wachsen einheitlich eingeregelt in einem Winkel von 34-38° nach oben.

**Dimensionen:** Durchmesser der Stachelquerschnitte beziehen sich auf die Längsachse der Raute. Die Stachellänge sowie die Wandstärke sind nicht eindeutig messbar, da die Stachel meist schräg geschnitten sind (siehe Tabelle 2).

**Observationen:** Die neue Spezies unterscheidet sich von *Probolocuspis esphakensis* zum Einen durch die parallele Anordnung der Stachel in gleich bleibenden Winkeln und zum Anderen durch die rautenförmigen Querschnitte der Stachel, *Probolocuspis esphakensis* weist kreisförmige Querschnitte auf. Eine Ähnlichkeit mit *Teutloporella echinata* Ott ist

nur durch die rautenförmigen Querschnitte der einzelnen „Stachel“ gegeben.

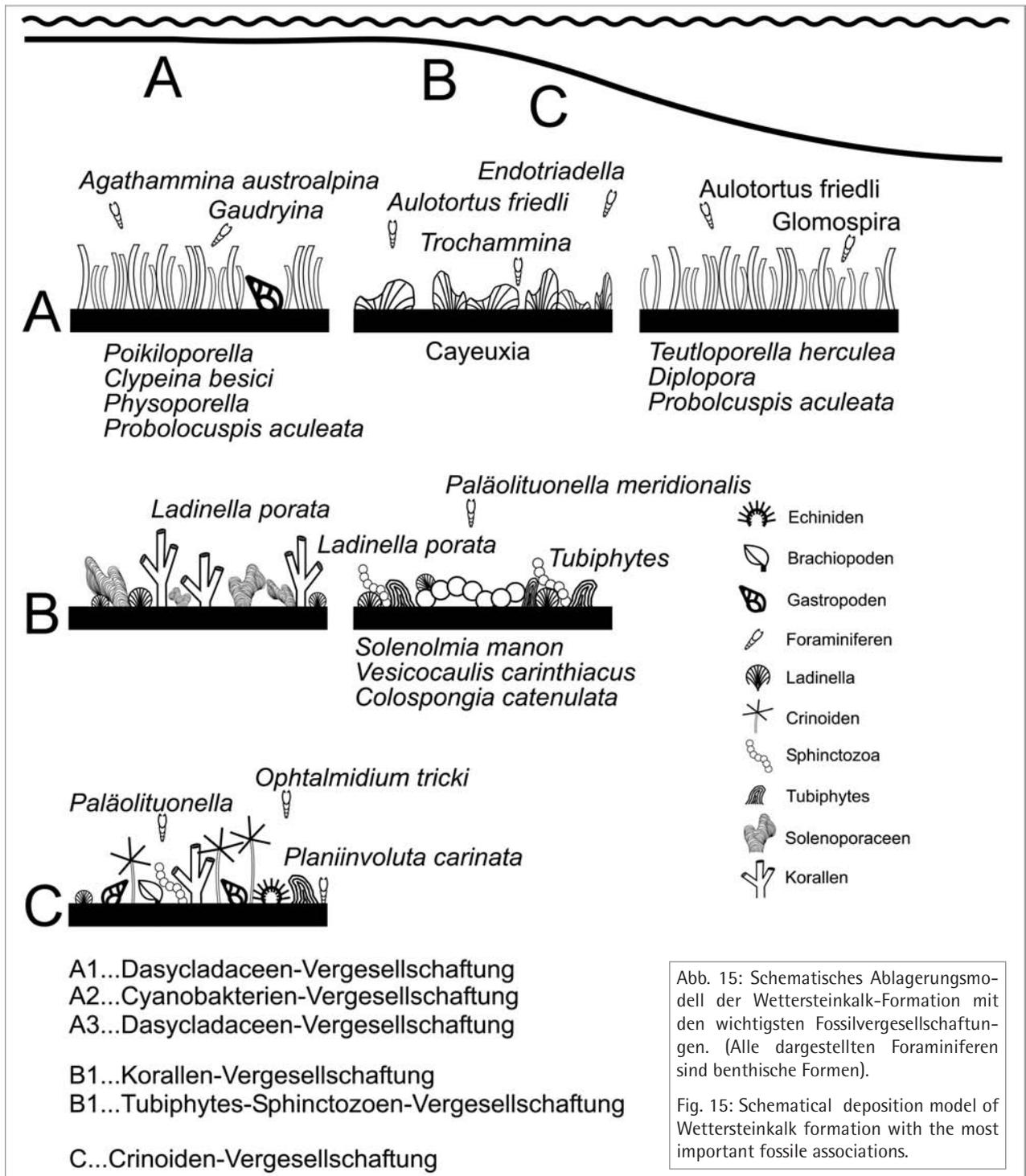
Weitere Unterschiede im Vergleich mit *Teutloporella echinata* (siehe Tabelle 3).

Begleitende Fauna sind porostromate Calcimikroben vom Typ *Cayeuxia*, häufig Tubiphytes, selten *Teutloporella herculea* und einige Foraminiferen.

### 3.3.3. Ablagerung

Laut Brandner & Resch (1981) und Bechstädt & Mostler (1974) handelt es sich bei den mitteltriadischen Riffen der Nordtiroler Fazies um Riffe mit einer steigenden regressiven Tendenz, das heißt, sie wandern beckenwärts und werden schließlich von der sich dahinter befindenden und ausdehnenden Lagune erstickt.

Abgesehen von lokalen Komplikationen - bedingt durch synsedimentäre Tektonik entlang der Plattformränder - zeigt das Riff infolge variierender Wasserbewegung und Nahrungszufuhr eine Differenzierung in Vorriff und zentralen Riffbereich. Die von Brandner & Resch (1981) beschriebenen linsenförmigen „Fleckenriffe“, die den unteren Bereich des Wettersteinkalkes im Hangbereich repräsentieren, sind im Arbeitsgebiet möglicherweise vorhanden, konnten aber wegen Unzugänglichkeit nicht kartiert werden.



## Danksagung

Die vorliegende Studie ist Teil meiner Diplomarbeit an der Universität Innsbruck unter Betreuung von Univ. Prof. Dr. R. Brandner, bei dem ich mich besonders bedanken möchte. Ebenso bei

Univ.-Doz. Dr. W. Resch für die Hilfestellung und stets anregenden Diskussionen in der Paläontologie. Weiters bedanken möchte ich mich bei Univ.-Prof. Mag. Dr. Diethard Sanders für die Durchsicht des Manuskripts und bei Felix Heller für die Anfertigung der Dünnschliffe.

Foraminiferen der Steinalm- Formation in systematischer Ordnung	ANIS			LADIN	KARN			
	Ageum Bithynium	Pelionium	Illyrium	Fassanum	Langobardium	Cordevolium = Jul 1/I	Jul	Tuvalium
Tolypammina sp.								
Glomospira sp.								
Glomospirella sp.								
Pilammina semiplana KOCHANSKY-DEVIDE' & PANTIC 1966		■						
Turriglomina mesotriassica (KOEHN-ZANINETTI 1968)		■	—					
Scherochorella sp.								
Trochammina almtalensis KOEHN-ZANINETTI 1968			—	—	—	—	—	—
Trochammina cf. jaunensis BRÖNNIMANN & PAGE 1966								
Gaudryina sp.								
Palaeolituonella sp.			—	—	—	—	—	—
Meandrospira dinarica KOCHANSKY-DEVIDE' & PANTIC 1966		■						
Meandrospira sp.								
Arenovidalina chialingchiangensis HO 1959		—	—	—	—			
Ophtalmidium ubeyliense DAGER 1978		—	—	—	—	—		
Ophtalmidium abriolense (LUPERTO 1965)		—	—	—	—			
Ophtalmidium tricki (LANGER 1968)		■	—	■				
Nodosaria sp.								
Dentalina sp.								
Pseudonodosaria sp.								
Astacolus sp.		—	—	—				
Frondicularia woodwardi HOWCHIN 1895								
Frondicularia sp.								
Frondicularia xiphoidea KRISTAN-TOLLMANN 1964						—	—	—
Austrocolomia sp.		—	—	—	—	—	—	—
Lagenina		—	—	—	—	—	—	—
Duostominidae		—	—	—	—	—	—	—
<b>Dasycladaceen</b>								
Physoporella dissita (GÜMBEL 1872)		—	—	—				
Physoporella pauciforata pauciforata BYSTRICKY' 1964		—	—	—				
Physoporella pauciforata cf. sulcata BYSTRICKY' 1962		—	—	—				
Physoporella minutula (GÜMBEL 1872)		—	—	—				
Physoporella sp.		—	—	—				
cf. Oligoporella pilosa PIA 1912		—	—	—				
Aciculella bacillum (PIA 1930)		■	—	—	—			
Favoporella annulata (SOKAC 1968)			—	—	—			
<b>Brachiopoden</b>								
Decurtella decurtata (GIRARD 1843)		—	—	—				
Tetractinella trigonella (SCHLOTHEIM 1820)		—	—	—				
Coenothyris sp.								

Abb. 16: Tabelle zur zeitlichen Verbreitung der Mikrofossilien der Steinalm-Formation. Chronostratigraphische Stufengliederung der Foraminiferen nach Loeblich & Tappan 1988, Rettori 1995, Salaj et. al. 1983. Chronostratigraphische Stufengliederung der Dasycladaceen nach Ott 1974. Chronostratigraphische Stufengliederung der Brachiopoden nach Siblik 1988.

Fig. 16: Timetable to the microfossils of the Steinalm -formation. Chronostratigraphical distribution of foraminiferas after Loeblich & Tappan 1988, Rettori 1995, Salaj et. al. 1983. Chronostratigraphical distribution of brachiopods after Siblik 1988.

Foraminiferen der Reifling- Formation in systematischer Ordnung	ANIS			LADIN		KARN		
	Aegeum Bithynium	Pelionium	Illyrium	Fassanum	Langobard.	Cordevolium = Jul 1/I	Julium	Tuvallium
Astrorhizacea								
Turriglomina magna (UROSEVIC 1977)		■	—	—	—			
Turriglomina mesotriassica (KOEHN-ZANINETTI 1968)		■	—	—	—			
Gaudryina sp.								
Ophthalmidium sp.								
Ophthalmidium abriolense (LUPERTO 1965)		—	—	—	—			
Ophthalmidium ubeyliense DAGER 1978		—	—	—	—	—	—	—
Ichtyolaria	■ ■ ■ ■	—	—	■				
Nodosaria sp.								
Earlandia sp.								
Earlandia gracilis (PANTIC 1972)			■ ■	—	—			
Fronicularia sp.								
Agathammina austroalpina (KRISTAN-TOLLMANN & TOLLMANN) 1964)								
<b>SONSTIGE FOSSILIEN</b>								
Tubiphytes gracilis (SENOWBARI-DARYAN & SCHÄFER 1983)			■ ■ ■ ■	—	—			
Tubiphytes sp.								
Encrinurus liliformis LAMARCK 1801								
Daonella sp.								

Foraminiferen der Wetterstein- Formation (Riff/Riffschutt) in systematischer Ordnung	ANIS			LADIN		KARN			NOR	RHÄT
	Aegeum Bithynium	Pelionium	Illyrium	Fassanum	Langobard.	Cordevol. = Jul 1/I	Julium	Tuvallium		
Astrorhizacea										
Tolypammina sp.										
Turriglomina mesotriassica (KOEHN-ZANINETTI 1968)		—	—							
Ammobaculites sp.										
Palaeolitounella meridionalis (LUPERTO 1965)		—	—	—	—			■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■		
Endoteba elegans SALAJ et. al 1983							—	—	—	—
Endotebanella sp.			—	—	—		—	—		
Endotriadella sp.			—	—	—		—	—	—	—
Ophthalmidium exiguum KOEHN-ZANINETTI 1968						—	—	—		
?Lamelliconus sp.	■ ■	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aulotortus friedli (KRISTAN -TOLLMANN 1962)								?	—	—
cf. Planivolva carinata LEISCHNER 1961										
Duostominidae										
<b>MICROPROBLEMATIKA</b>										
Tubiphytes obscurus MASLOV 1956										—
Tubiphytes sp.										—
Ladinella porata OTT 1966										—
Baccanella floriformis PANTIC 1971										—
<b>SPHINCTOZOA</b>										
Colospongia catenulata OTT 1967										—
Folicatena cautica OTT 1967										—
Solenolmia manon manon (MÜNSTER 1841)										—
Solenolmia manon minor (H.W.FLÜGEL 1987)										—
Vesicocaulis carinthiacus OTT 1968										—
Vesicocaulis alpinus OTT 1967										—

Abb.17: Tabelle zur zeitlichen Verbreitung der Mikrofossilien der Reifling-Formation und Wettersteinkalk-Formation (Riff/Riffschutt). Chronostratigraphische Stufengliederung der Foraminiferen nach Loeblich & Tappan 1988, Rettori 1995, Salaj et. al. 1983. Chronostratigraphische Stufengliederung der Sphinctozoen nach Senowbari-Daryan 1990.

Fig. 17: Timetable to the microfossils of the Reifling- and Wettersteinkalk-Formation (reef, foreereef). Chronostratigraphical distribution of foraminiferas after Loeblich & Tappan 1988, Rettori 1995, Salaj et. al. 1983. Chronostratigraphical distribution of sphinctozoans after Senowbari-Daryan 1990.

Foraminiferen der Wetterstein- Formation/Lagune in syste- matischer Ordnung	ANIS			LADIN	KARN		
	Aegeum Bithynium	Pelionium	Illyrium	Fassanum Langobard.	Cordevolium = Jul 1/I	Julium	Tuvalium
Astrorhizacea							
Ammodiscus sp.							
Tolypammininae							
Glomospira sp.							
Glomospirella sp.							
Glomospirella facilis HO 1959							
Turriglomina mesotriassica (KOEHN-ZANINETTI 1968)	■	■	■	■	■	■	■
cf. Mesoendothyra isjumiana DAIN 1956					■	■	■
Ammobaculites radstadtensis KRISTAN-TOLLMANN 1964							
Trochammina sp.							
Trochammina almtalensis KOEHN-ZANINETTI 1968							
Trochammina tabasensis BRÖNNIMANN et al 1974							? ■ ■ ■
Gaudryina sp.							
Valvulina sp.						■	■
Valvulina azzouzi SALAJ 1978			■	■	■	■	■
Agglutisolena cf. conica SENOWBARI-DARYAN 1984						■	■
Palaeolituonella sp.			■	■	■	■	■
Endoteba sp.					■	■	■
Endotriadella wirtzi (KOEHN-ZANINETTI 1969)					■	■	■
Agathammina austroalpina KRISTAN-TOLLMANN & TOLLMANN 1964							
Agathammina parafusiformis SALAJ 1983							? ■ ■ ■
cf. Robuloides sp.							
Fronicularia woodwardi HOWCHIN 1895							
Fronicularia sp.							
cf. Austrocolomia nov. spec.							
?Auloconus permodiscoides (OBERHAUSER 1964)							? ■ ■ ■
Aulotortus friedli (KRISTAN-TOLLMANN 1962)							
Aulotortus tenuis (KRISTAN 1957)							? ■ ■ ■
Aulotortus sinuosus WEYNSCHENK 1956			■	■	■	■	■
?Lamelliconus cordevolicus (OBERHAUSER 1964)							
?Lamelliconus sp.	■	■	■	■	■	■	■
Siphonofera sp.						■	■
Pseudobolivina tornata KRISTAN-TOLLMANN 1973						■	■
<b>Dasycladaceen</b>							
Teutloporella herculea (STOPPANI 1857)			■	■	■	■	■
Teutloporella peniculiformis OTT 1963							
Teutloporella nodosa (SCHAFHÄUTL 1863)			■	■	■	■	■
Diplopora annulata (SCHAFHÄUTL 1853)							
Poikiloporella duplicata (PIA 1920)							
Clypeina besici PANTIC' 1965							
Physoporella jomdaensis FLÜGEL & MU 1982							
Aciculella bacilium PIA 1930							
Aciculella cf. sokaci BYSTRICKY' 1975						■	■
Aciculella sokaci BYSTRICKY' 1975						■	■
cf. Aciculella spiculiformis BYSTRICKY' 1975						■	■
Griphoporella cf. curvata (GÜMBEL 1872)						■	■
Probolocuspis espahkensis BRÖNNIMANN et al 1974							■

Abb. 18: Tabelle zur zeitlichen Verbreitung der Mikrofossilien der Wettersteinkalk-Formation Lagunenfazies  
Chronostratigraphische Stufengliederung der Foraminiferen nach Loeblich & Tappan 1988, Rettori 1995, Salaj et. al. 1983. Chrono-  
stratigraphische Stufengliederung der Dasycladaceen nach Ott 1974.

Fig. 18: Timetable to the microfossils of the Wettersteinkalk-Formation (lagoon).  
Chronostratigraphical distribution of foraminiferas after Loeblich & Tappan 1988, Rettori 1995  
Salaj et. al. 1983. Chronostratigraphical distribution of dasycladaceans after Ott 1974.

## Literatur

- Amorosi, A. (1993): Use of glauconites for stratigraphic correlation: a review and case histories. - *Giorn. Geol.*, 55, 117-137, 14 Figs., 2 Tabs., Bologna
- Ampferer, O. & Hammer W. (1899): Geologische Beschreibung des südlichen Theiles des Karwendelgebirges. - *Jb. Geol. R.-A.*, 48, p. 289-374.
- Ampferer, O. & Hammer W. (1911): „Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. - *Jb. Geol. R.-A.*, Bd. 61, p. 531-710.
- Ampferer, O. (1903): Geologische Beschreibung des nördlichen Theiles des Karwendelgebirges. - *Geol. B.-A. Wien*, p. 84.
- Bechstädt T. & Brandner R. (1970) - Das Anis zwischen St. Vigil und dem Höhlensteintal (Pragser- und Olinger Dolomiten, Südtirol). Festband des Geol. Inst., 300-Jahr-Feier Univ. Innsbruck, 9-103, Innsbruck.
- Bechstädt, T. & Mostler, H. (1974): Mikrofazies und Mikrofauna mitteltriadischer Beckensedimente der Nördlichen Kalkalpen Tirols. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, Bd.4, p. 1-74.
- Bechstädt, T. & Mostler, H. (1976): Riff-Becken-Entwicklung in der Mitteltrias der westlichen Nördlichen Kalkalpen. - *Z.d.t. Geol. Ges.*, 127, p. 271-289.
- Bosellini, A. & Ferri, R. (1980): la formazione di Livinallongo (Buchenstein) nella Valle di S. Lucano (Ladinico inferiore, Dolomiti Bellunesi). - *Ann. Univ. Ferrara*, Sez. IX, VI, 5, 63-89, Ferrara.
- Brandner, R. & Poleschinski, W. (1986): Stratigraphie und Tektonik am Kalkalpensüdrand zwischen Zirl und Seefeld in Tirol - *Jber. Mitt. oberrhein. Verh.*, N.F. 68, p. 67-92.
- Brandner, R. & Resch, W. (1981): Reef development in the middle triassic of the Northern Limestone Alps near Innsbruck - *SEMP, Spec. Publ.* 30, p. 203-231.
- Brandner, R. (1978): Tektonisch kontrollierter Sedimentationsablauf im Ladin und Unterkarn der westlichen Nördlichen Kalkalpen. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, Bd 8, Festschrift W. Heissel
- Donofrio, D. A., Heißel, G., et al. (1979): Zur tektonischen und stratigraphischen Position des Martinsbühels bei Innsbruck. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, Bd. 7, p. 1-43.
- Flügel, E. (1972): Fazieslexikon Mikrofazielle Untersuchungen in der alpinen Trias - Methoden und Probleme. - *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, 21, Innsbruck, p. 9-64.
- Frisch, J. (1968): Sedimentologische, lithofazielle und paläogeographische Untersuchungen in den Reichenhaller Schichten und im Alpinen Muschelkalk der Nördlichen Kalkalpen zwischen Lech und Isar. - Unveröff. Diss. TU. München, 133 p.
- Frisch, J. (1975): Sedimentologische, lithofazielle und paläogeographische Untersuchungen in den Reichenhaller Schichten und im Alpinen Muschelkalk der Nördlichen Kalkalpen zwischen Lech und Isar. - *Jb. Geol. B.-A.*, 118, p.75-114.
- Gallet, Y. ; Krystyn, L. ; Besse, J. (1998): Upper Anisian to Lower Carnian magnetostratigraphy from the Northern Calcareous Alps (Austria) - *J. Geophys. Res.* Vol. 103 , No. B1 , p. 605.
- Granier, B. R.C. & Grgasovic, T. (2000): Les Algues Dasycladales du Permien et du Trias Nouvelle tentative d'inventaire bibliographique, géographique et stratigraphique.- *Geol.Croat.*, 53/1, Zagreb, p.1-197.
- Heissel, G. (1978): Karwendel - geologischer Bau und Versuch einer tektonischen Rückformung. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, Bd.8, p. 227-288.
- Henrich, R. & Zankl, H., (1986): Diagenesis of Upper Triassic Wetterstein Reefs of the Bavarian Alps. - *Reef Diagenesis*, p. 245-268.
- Hinze, C. & Meischner, D.: Gibt es rezente Rotsedimente in der Adria?- *Marine Geol.*, 6: 53-71; 2 Tab., 6 Abb., Amsterdam 1968.
- Hollmann, R., 1964. Subsolutions-Fragmente (Zur Biostratonomie der Ammonoidea im Malm des Monte Baldo/Norditalien). - *N. Jb. Geol Paläont. Abh.* 119, p. 22-82.
- Illing, L.S. (1954): Bahaman calcareous sands. - *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, 38/1, p.1-95.
- Kubaneck, F. (1969): Sedimentologie des Alpinen Muschelkalkes (Mitteltrias) am Kalkalpensüdrand zwischen Kufstein (Tirol) und Saalfelden (Salzburg). - *Diss. TU Berlin*, 202 p.
- Kobel, M. (1969): Lithostratigraphische und sedimentologische Untersuchungen in der kalkalpinen Mitteltrias (Anisian and Ladinian) des Rhätikon (Österreich und Fürstentum Lichtenstein). *Mitt. Geol. Inst. ETH u. Univ. Zürich*, N. F. Zürich, 118, 149 p.
- Loeblich, A.R. & Tappan, H. (1988): Foraminiferal genera and their classification. - *Van Nostrand Reinhold Company* - New York
- Logan, B. W., Rezak, R., & Ginsburg, R. N., 1964, Classification and environmental significance of algal stromatolites: *Journal of Geology*, v. 72, p. 68-83.
- Meischner, K.-D., (1964): Allodapische Kalk, Turbidite in ruff-nahen Sedimentations-Becken. In: Bouma, A.H., Brouwer, A. (Eds.), *Turbidites*. Elsevier, Amsterdam, p. 156-191.
- Miller, H. (1962): Zur Geologie des westlichen Wetterstein- und Miemingergebirges (Tirol). Unveröff. Diss. Univ. München, 118 p.
- Mostler, H. (1972): Ein Beitrag zur Genese mitteltriadischer Crinoidenkalke im Gebiet von Reutte, Tirol (Nördliche Kalkalpen) - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 2.
- Mostler, H. (1986): Zur Mitteltrias westlich von Innsbruck - *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, 68, p. 15-27.
- Mühlöcker, F. (2000): Mitteltriasstratigraphie und Tektonik an der Basis der Inntaldecke der Innsbrucker

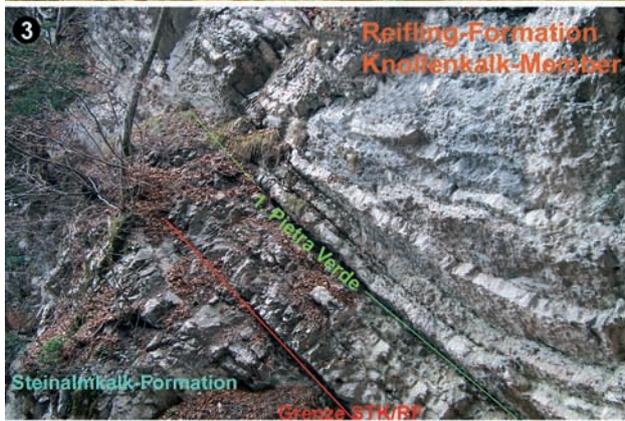
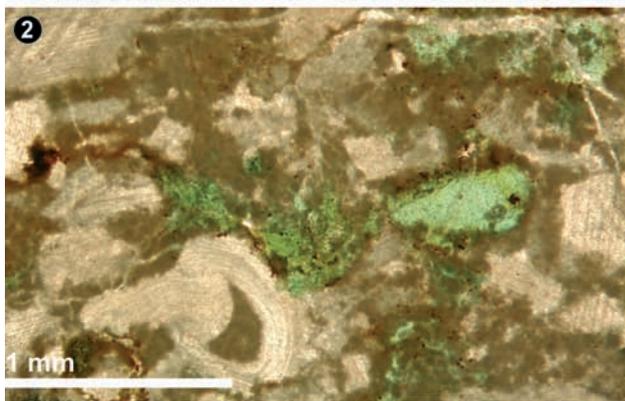
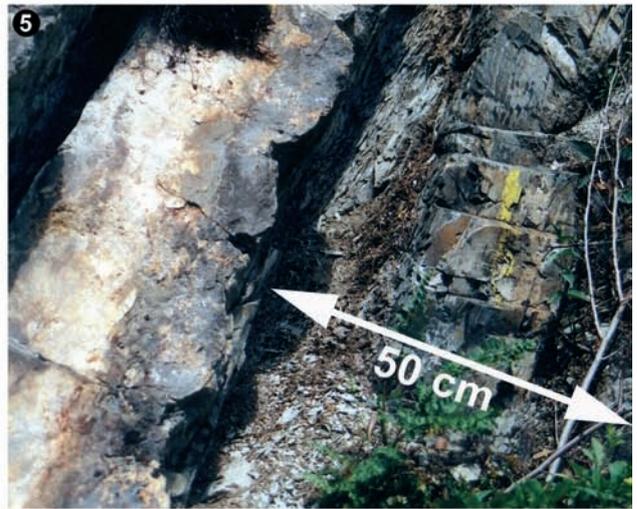
- Nordkette. - Unveröffentl. Diplomarbeit Univ. Innsbruck, 89 p.
- Nittel, P. (2004): Strukturell- stratigraphische Neubearbeitung und mikrofazielle Untersuchungen in der Mitteltrias des Kalkalpensüdrandes in der Umgebung von Innsbruck (Tirol, Österreich). - Unveröffentl. Diplomarbeit Univ. Innsbruck, 165 p.
- Ott, E. (1972): Die Kalkalgen-Chronologie der Alpen Mitteltrias in Angleichung an die Ammoniten-Chronologie.-N.Jb. Geol. Paläont. Abh., Stuttgart, 141, p. 81-115.
- Ott, E. (1972): Zur Kalkalgen-Stratigraphie der Alpen Trias.-Mitt. der Ges.der Geol. Bergbaustudenten in Österr., Innsbruck, Bd.21, p. 455-464.
- Ott, E. (1974): Algae (Dasycladaceae).-Catalogus Fossilium Austriae, Wien. Heft XVIIIb, p.1-64.
- Resch, W. (1977): Zur Faziesabhängigkeit alpiner Trias-Foraminiferen. - Habilitation an der Univ. Innsbruck, 99 p.
- Resch, W., (1972). Statistische Untersuchungen der Foraminiferen-Faunen aus dem Profil Köveskal/W-Ungarn (Fassan- tieferes Cordevol).- Mitt. der Ges.der Geol. Bergbaustudenten in Österr., Innsbruck, Bd.21, p. 513-538.
- Resch, W., (1979). Zur Faziesabhängigkeit alpiner Trias-Foraminiferen.- Jahrb. Geol. B.-A., Wien, 122, p. 181-240.
- Rettori, O et al. (1995): Foraminiferi del Trias inferiore e medio della Tetide: Revisione tassonomica, stratigrafia ed interpretazione filogenetica.- Publ.du Depart. de Geol.et Paléont., Genève, N° 18, p. 343-362.
- Rothpletz, A. (1888): Das Karwendelgebirge. - Z. deutsch. österr. Alpenverein.
- Rüffer, T. (1995): Entwicklung einer Karbonatplattform. Fazies, Kontrollfaktoren und Sequenzstratigraphie in der Mitteltrias der westlichen Nördlichen Kalkalpen (Tirol, Bayern). - Gaea heidelbergensis, 1, 282 p.
- Rüffer, T. & Zamparelli, V. (1997): Facies and Biota of Anisian to Carnian Carbonate Platforms in the Northern Calcareous Alps (Tyrol and Bavaria). - Facies, 37, p. 26-31.
- Salaj, J., Borza, K., & Samuel, O., (1983). Triassic foraminifers of the West Carpathians., 213 p., Bratislava.
- Sarnthein, M. (1965): Sedimentologische Profilreihen aus den mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. - Verh. Geol. B. -A., 1-2, p. 119-162.
- Sarnthein, M. (1966): Sedimentologische Profilreihen aus den mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. 1. Fortsetzung. - Ber. Naturwiss. Med. Ver. Innsbruck, 54, p. 33-59.
- Sarnthein, M. (1967): Versuch einer Rekonstruktion der mitteltriadischen Paläogeographie um Innsbruck, Österreich. - Geol. Rdsch., 56, p. 116-127.
- Sarnthein, M. (1968): Bericht 1967 über geologisch-sedimentologische Aufnahmen am Karwendelsüdrand (Blatt Innsbruck Umgebung). - Verh. Geol. B.-A., 3, p. 51-53.
- Senowbari-Daryan, B. (1990): Die systematische Stellung der thalamiden Schwämme und ihre Bedeutung in der Erdgeschichte.- Münchener Geow. Abh, München, 21, p. 1-183.
- Senowbari-Daryan, B. & Majidifard, R. (2003): A Triassic "problematic Microfossil" Revealed: probolocuois espahkensis Brönnimann, Zaninetti, Moshtagian and Huber 1974 is Attributed to the Dasycladacean Algae.- Facies, 48, Erlangen, p. 19-20.
- Siblik, M. (2001): Catalogus Fossilium Austriae, Brachiopoda mesozoica - a) Brachiopoda triadica - Supplementum, Wien, Heft Vc2a.
- Tollmann, A. (1976): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. - IX, 449 p., Deuticke, Wien.
- Wilson, J, L. (1975): Carbonate facies in geologic history. - 471 p., Springer, New York.

## Tafeln I-XI: Balkenlänge ohne Text immer 0,1 mm

### Tafel I: Geländefotos in Farbe

- Fig. 1 Grenze Virgloria-Formation / Steinalm-Formation. Ockerfarbener Wurstelkalk-Horizont der Virgloria-Fm. der die Grenze zur Steinalm-Fm. bildet. VSR-Graben (Seitengraben des Höttinger Grabens)
- Fig. 2 Packstone mit Crinoiden- und Brachiopodenbruchstücken, dazwischen Glaukonit als gerundete Komponenten und authigen verteilt. Grenzhorizont zur Steinalm-Fm., Bruchkluppe,(Probe 377)
- Fig. 3 Grenze Steinalm-Fm. / Reifling-Fm. im Profil Kranebitter Klamm West. Übergang von massigem zu dm-gebanktem Steinalmkalk, darüber Knollenkalke der Reifling-Fm., bis zum ersten Pietra Verde Horizont.
- Fig. 4 Reifling-Fm. / Varietät Schusterbergkalk. Rötliche Karbonatknollen durchzogen von roten mergeligen Schlieren, Reifling-Fm. 2000-er Weg, (Aufschluß 239)
- Fig. 5 Dritter und mächtigster Pietra Verde-Horizont mit grünlichen Tuffen im Profil Karwendelbahn, Reifling-Fm.
- Fig. 6 Großoolith. Wettersteinkalk-Fm., Rifffazies am Innsbrucker Klettersteig
- Fig. 7 Schichtungsparallele Großoolithstrukturen (= "sheet cracks") mit Tepeestrukturen, Innsbrucker Klettersteig-Kemacher, Wetterstein-Fm. Lagunenfazies, (Aufschluß 406)
- Fig. 8 gradierte Ooidsandbank, Trockenrisse (Pfeil) weisen auf ein Freiliegen an der Oberfläche, Innsbrucker Klettersteig- Kemacher, Wetterstein-Fm. Lagunenfazies, (Aufschluß 406)

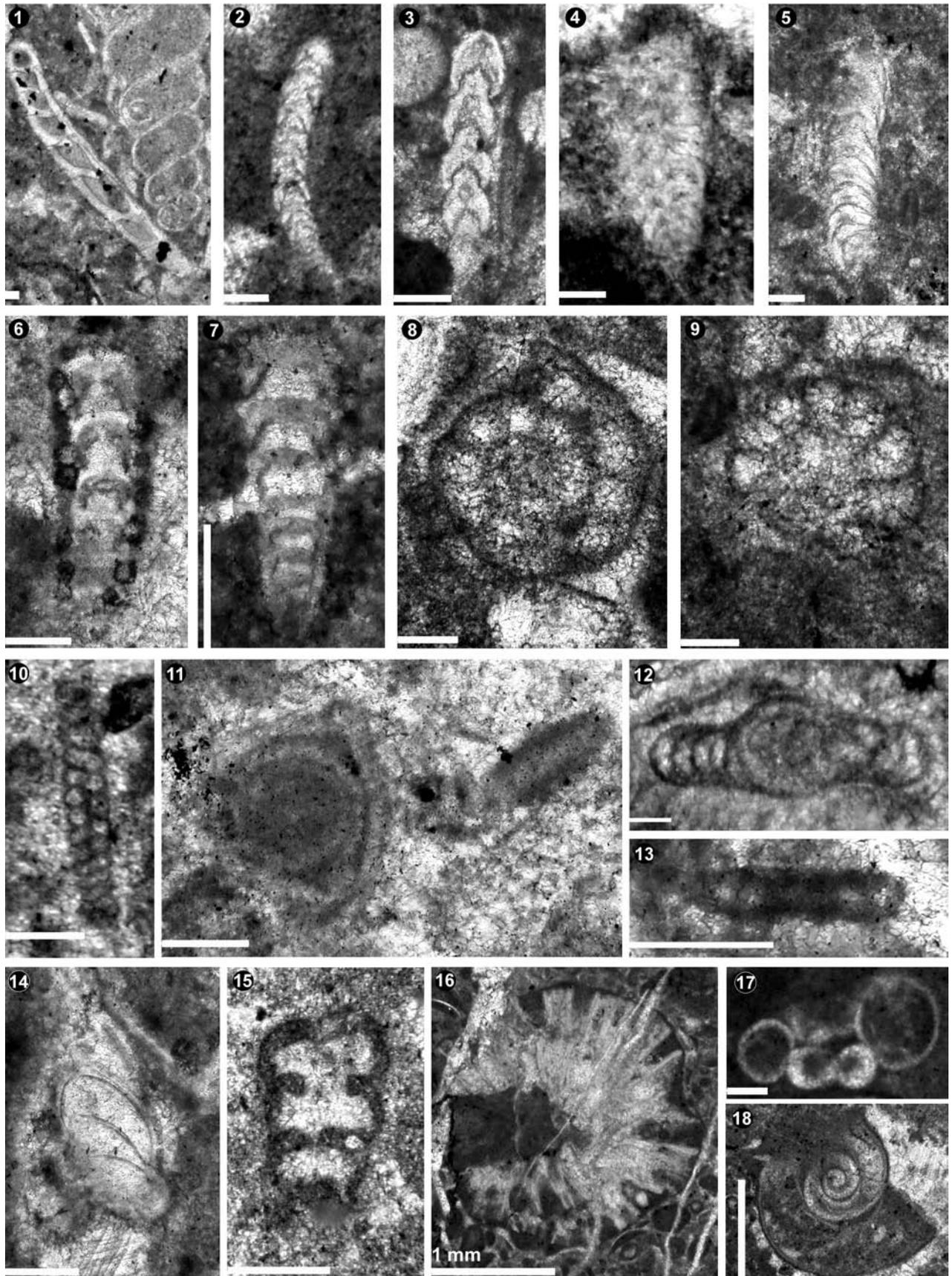
# Tafel I



## Tafel II: Foraminiferen Steinalm-Fm.

- Fig. 1 *Dentalina* sp. Steinalm-Fm., Kranebitter Klamm, (Probe PM8)
- Fig. 2 *Fronidularia woodwardi*. Steinalm-Fm., Klammeck, (Probe 110)
- Fig. 3 *Fronidularia* sp. Steinalm-Fm., Kranebitter Klamm, (Probe KK1),
- Fig. 4 *Fronidularia* cf. *xiphoidea* (sensu Salaj et al 1983; Tafel 83/16). Steinalm-Fm., Kranebitter Klamm, (Probe PM4)
- Fig. 5 *Astacolus* sp. Steinalm-Fm., Kranebitter Klamm, (Probe PM4)
- Fig. 6 *Austrocolomia* sp. Steinalm-Fm., Bruchkluppe, (Probe 377A)
- Fig. 7 *Austrocolomia* sp. Steinalm-Fm. Kranebitter Klamm, (Probe PM 7)
- Fig. 8 *Meandrospira dinarica*. Steinalm-Fm., Bruchkluppe, (Probe 186)
- Fig. 9 *Duostominidae*. Steinalm-Fm., Bruchkluppe, (Probe 186)
- Fig. 10 *Turriglomina mesotriassica*. Steinalm-Fm., Rauschbrunnengegend, (Probe 116)
- Fig. 11 *Ophtalmidium abriolense* (ob.)*Ophtalmidium tricki* (unt.). Steinalm-Fm., Bruchkluppe, (Probe 377B)
- Fig. 12 *Pilammia semiplana*. Steinalm-Fm., Geigerriß, (Probe 134)
- Fig. 13 *Ophtalmidium ubeyliense*. Steinalm-Fm., Rauschbrunnengegend, (Probe 77)
- Fig. 14 *Astacolus* sp. Steinalm-Fm., Bruchkluppe, (Probe 377A)
- Fig. 15 *Scherochorella* sp. Steinalm-Fm., Rauschbrunnengegend, (Probe 116)
- Fig. 16 *Bryozoe*. Steinalm-Fm., Kranebitter Klamm, (Probe PM7)
- Fig. 17 *Spirorbis*. Querschnitt. Steinalm -Fm., Karwendelbahn, (Probe KB15)
- Fig. 18 *Spirorbis*. Steinalm-Fm., Kranebitter Klamm, (Probe PM6)

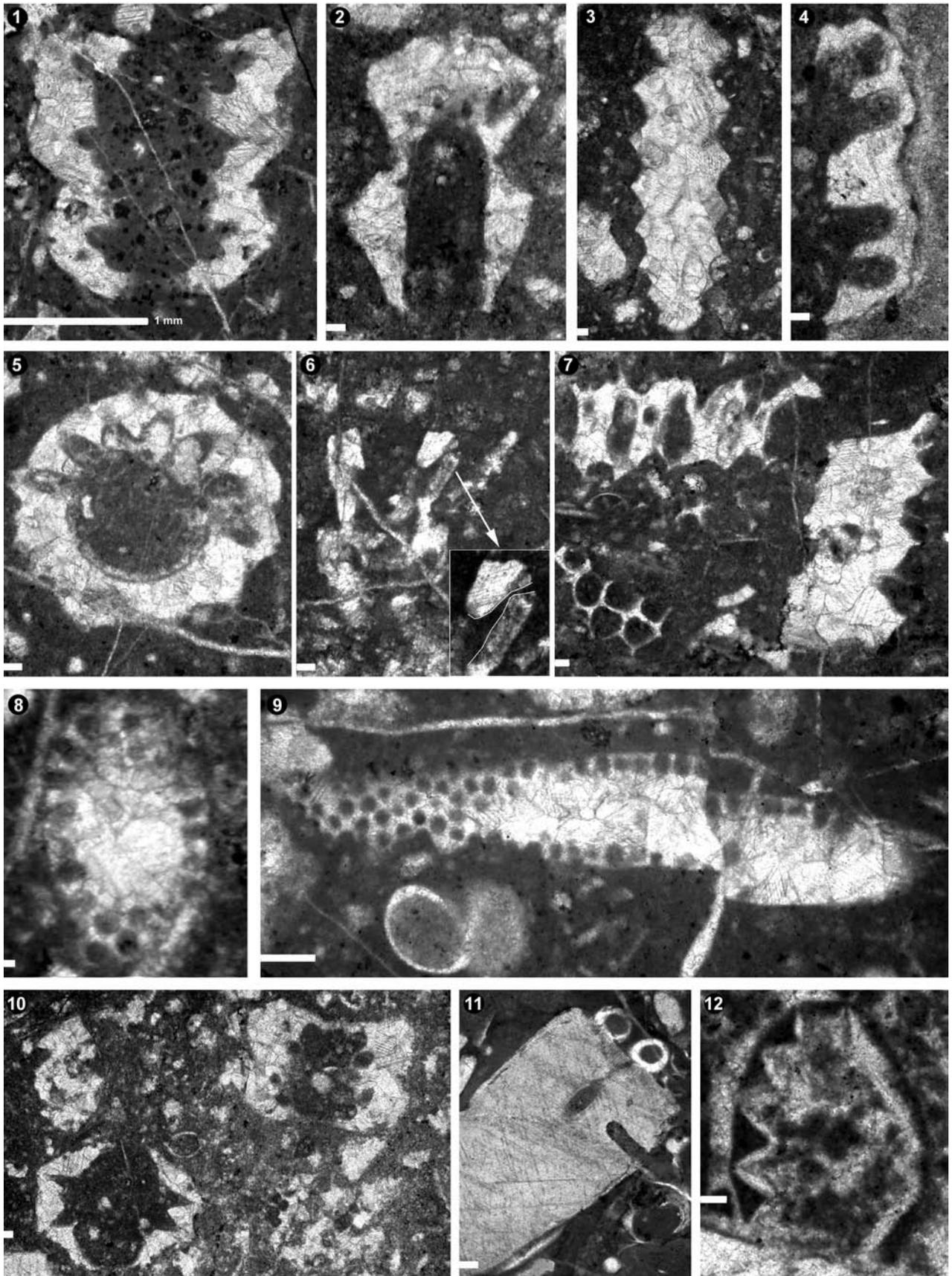
# Tafel II



### Tafel III: Dasycladaceen Steinalm-Fm.

- Fig. 1 *Physoporella dissita*. Längsschnitt. Steinalm-Fm., Klammeck, (Probe 110)  
Fig. 2 *Physoporella minutula*. Schrägschnitt. Steinalm-Fm., Klammeck, (Probe 110-2)  
Fig. 3 *Physoporella minutula*. Steinalm-Fm., Klammeck, (Probe 110-2)  
Fig. 4 *Physoporella dissita*. Fragment Längsschnitt. Steinalm-Fm., Kranebitter Klamm, (Probe PM 1)  
Fig. 5 *Physoporella pauciforata*. Querschnitt. Steinalm-Fm., Klammeck, (Probe 110)  
Fig. 6 *Oligoporella* sp. Im Längsschnitt mit typischer trichophorer, den Kalkpanzer durchsetzenden Pore. Steinalm-Fm., Klammeck, (Probe 110-2)  
Fig. 7 *Favoporella annulata*. Fragmente aus Quer- und Schrägschnitt. Steinalm-Fm., Klammeck, (Probe 110)  
Fig. 8 *Aciculella bacillum*. Leicht schräger Querschnitt. Steinalm-Fm., Klammeck, (Probe 110)  
Fig. 9 *Aciculella bacillum*. Längsschnitt, Steinalm-Fm., Kranebitter Klamm, (Probe 110-2)  
Fig. 10 *Oligoporella* sp. (links unten), *Physoporella dissita* (rechts oben). Steinalm-Fm., Klammeck, (Probe 110-2)  
Fig. 11 *Encrinus liliformis* mit Anbohrungen. Steinalm-Fm., Karwendelbahn, (Probe KB 15)  
Fig. 12 *Decurtella decurtata*. Steinalm-Fm., Achselkopf, (Probe 76)

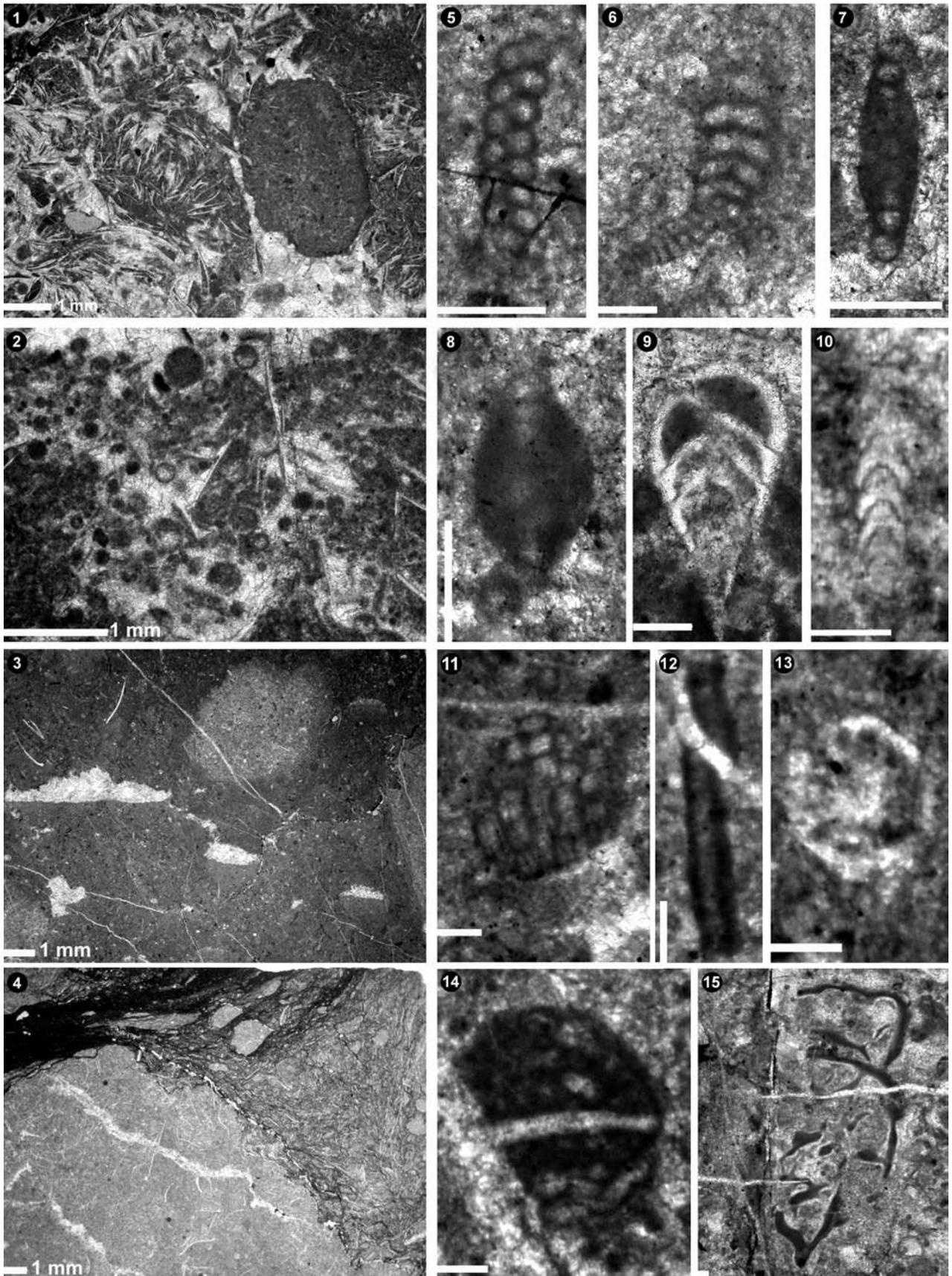
# Tafel III



#### Tafel IV: Foraminiferen und Faziestypen Reifling-Fm.

- Fig. 1 FAT A, partiell ausgewaschener, bioturbater Filament-Packstone. Reifling-Fm., Bruchkluppe, (Probe 237)
- Fig. 2 FAT B, Geopetal verfüllte Radiolarien zeigen eine aufrechte Lagerung in einem partiell ausgewaschenen Packstone. Reifling-Fm., Kranebitter Klamm, (Probe PM11)
- Fig. 3 FAT C, Bioturbater Pack- bis Wackestone mit stromatactoiden Hohlräumen. Reifling-Fm., Klammeck, (Probe 112)
- Fig. 4 Durch Stylolithen begrenzte Packstone-Knolle umgeben von eingeregeltten Filamenten und Intraklasten. Reifling-Fm., Achselkopf, (Probe 268)
- Fig. 5 *Turriglomina mesotriassica*. Reifling-Fm., Geigerriß, (Probe 131)
- Fig. 6 *Turriglomina magna*. Reifling-Fm., Kranebitter Klamm, (Probe PM20)
- Fig. 7 *Ophthalmidium abriolense*. Reifling-Fm., Bruchkluppe, (Probe 239A)
- Fig. 8 *Arenovidalina chialingchiangense*. Reifling-Fm. Schusterbergkalk, Achselkopf, (Probe 268)
- Fig. 9 *Ichtyolaria* sp. Reifling-Fm., Bruchkluppe, (Probe 237)
- Fig. 10 *Fronicularia woodwardi*. Reifling-Fm., Seegrube-Einheit, Kranebitter Klamm, (Probe KKC)
- Fig. 11 Scheinbar zellig, doppelwandiger Aufbau von fraglichen Kalkalgenresten. Reifling-Fm., Seegrube-Einheit, Kranebitter Klamm, (Probe KKA)
- Fig. 12 *Earlandia* sp. Reifling-Fm., Seegrube- Einheit, Bruchkluppe, (Probe BK14)
- Fig. 13 Holothurienrädchen. Reifling-Fm., Seegrube- Einheit, Kranebitter Klamm, (Probe KKA)
- Fig. 14 *Tubiphytes* sp. Reifling-Fm., Seegrube- Einheit, Kranebitter Klamm, (Probe KKC)
- Fig. 15 *Tubiphytes gracilis*. Reifling-Fm., Seegrube- Einheit, Geigerriß, (Probe 131)

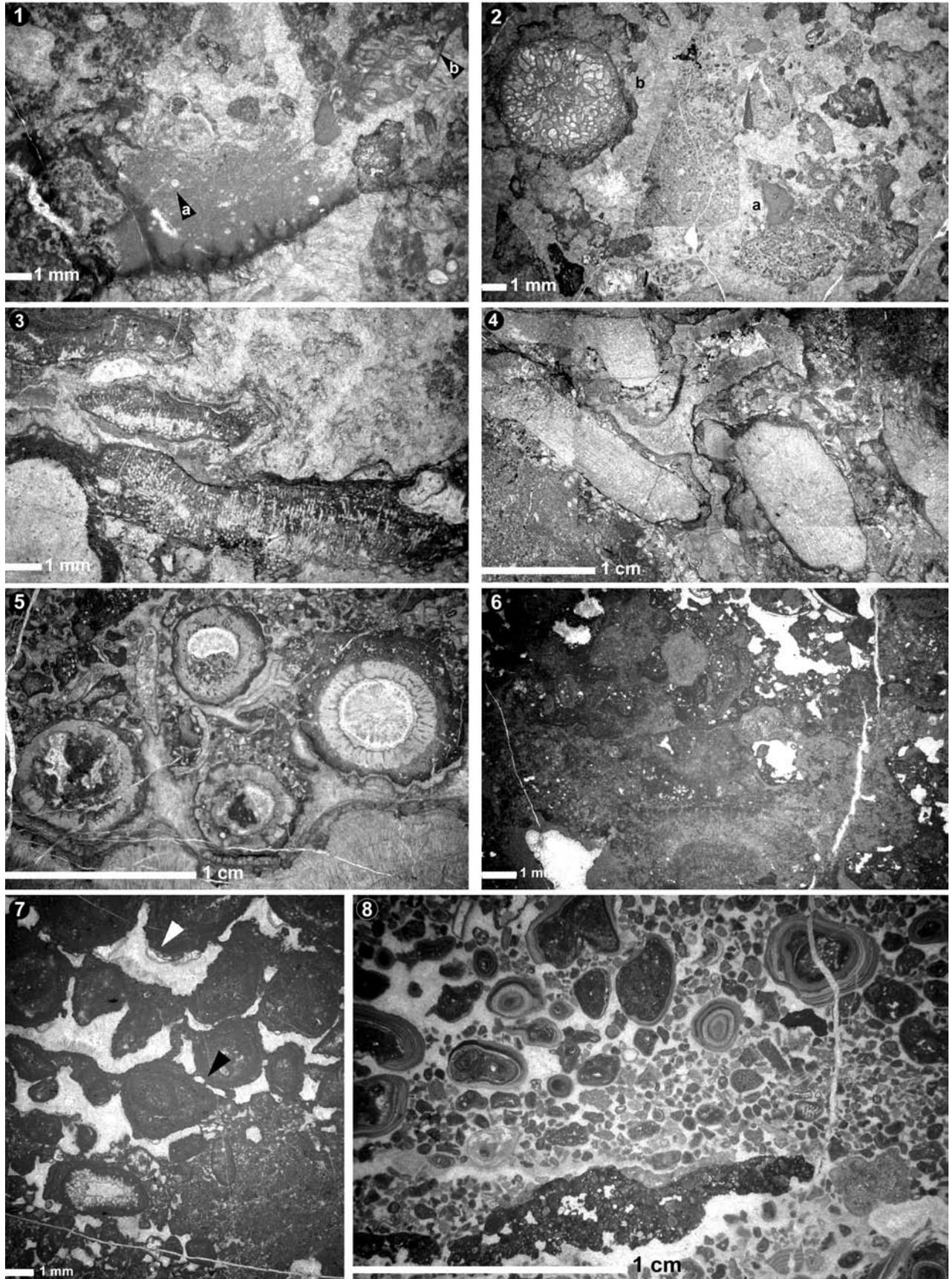
# Tafel IV



## Tafel V: Foraminiferen und Microproblematika WKR/S

- Fig. 1 *Paleolituonella meridionalis*. Wetterstein-Fm., Rauschbrunnengegend, (Probe 144C)
- Fig. 2 Sifonofera sp. Wetterstein-Fm. Riffschutt, Brandjochkreuz, (Probe 227)
- Fig. 3 *Agglutisolena conica*. Wetterstein-Fm. Riffschutt, Brandjochkreuz, (Probe 227)
- Fig. 4 *Agglutisolena conica*. Wetterstein-Fm., 2000er-Weg, (Probe 298)
- Fig. 5 *Turriglomina mesotriassica*. Wetterstein-Fm., Achselkopf, (Probe 266)
- Fig. 6 *Endotebanella* sp. Wetterstein-Fm., Achselkopf, (Probe 266)
- Fig. 7 *Ammobaculites* sp. Wetterstein-Fm., Sattelspitze, (Probe 343)
- Fig. 8 *Endoteba elegans*. Wetterstein-Fm., Bruchkluppe, (Probe 330)
- Fig. 9 *Planiinvoluta carinata*. Wetterstein-Fm., Bruchkluppe, (Probe 330)
- Fig. 10 *Ophthalmidium* cf. *exiguum*. Wettersteinkalk-Fm., Bruchkluppe, (Probe 330-2)
- Fig. 11 *Aulotortus friedli* (sensu Piller). Wettersteinkalk-Fm., Hölltalgraben, (Probe 358B)
- Fig. 12 *Ladinella porata*. Wettersteinkalk-Fm., Bruchkluppe, (Probe 330)
- Fig. 13 *Baccanella floriformis*. (Wettersteinkalk-Fm., Achselboden, (Probe 215A)
- Fig. 14 Solenoporacee. Wettersteinkalk-Fm., 2000er-Weg, (Probe 301)
- Fig. 15 Koralle. Wettersteinkalk-Fm., Rauschbrunnengegend, (Probe 114)
- Fig. 16 *Tubiphytes* sp. Wettersteinkalk-Fm., Höttinger Alm-Weg, (Probe 164)
- Fig. 17 *Tubiphytes* sp. Wettersteinkalk-Fm., Sparberschrofen, (Probe 281)

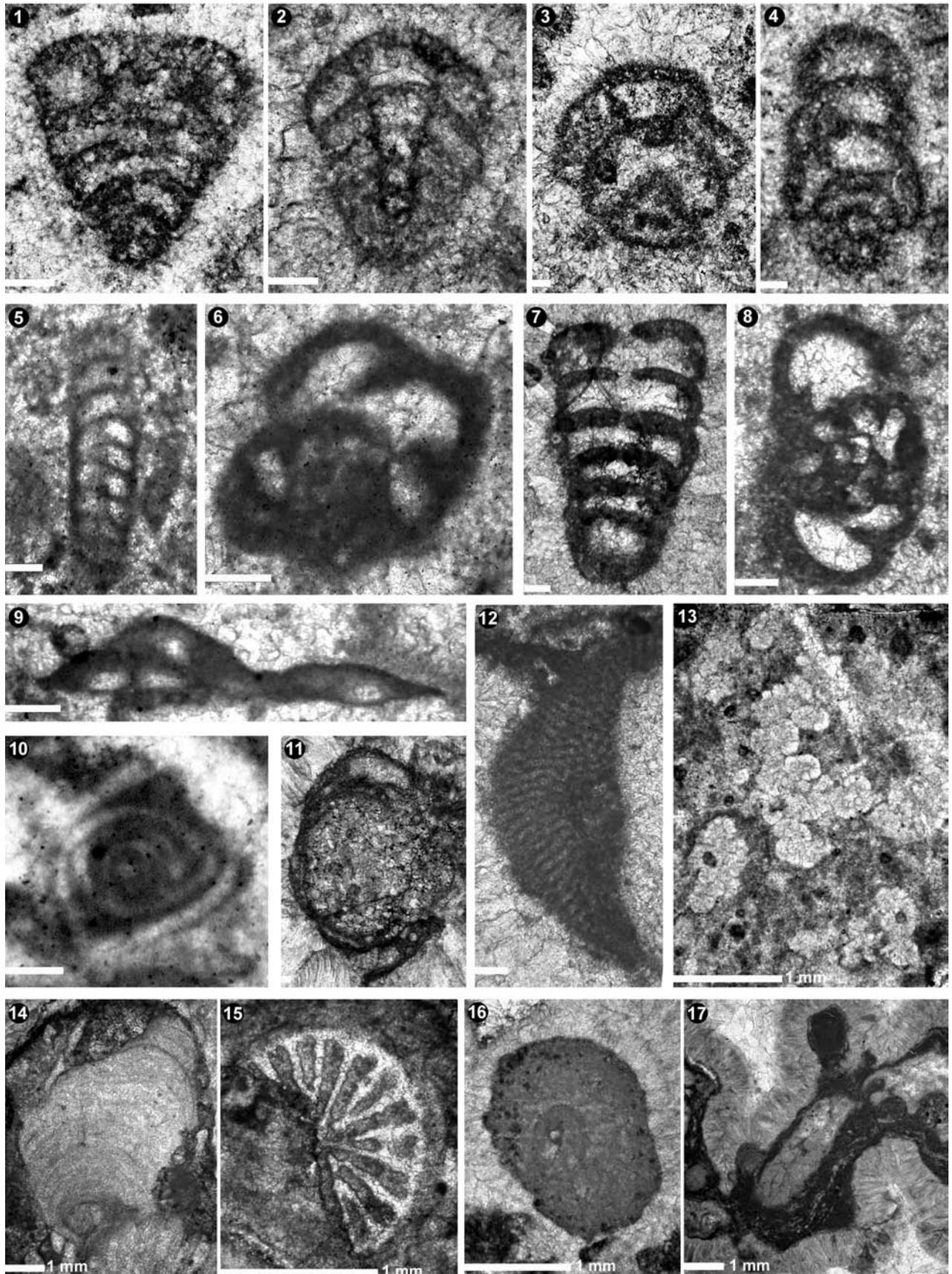
# Tafel V



## Tafel VI: Schwämme WKR/S

- Fig. 1 *Colospongia catenulata*. Wettersteinkalk-Fm., Schneekear, (Probe 350)  
Fig. 2 *Colospongia* sp. Wettersteinkalk-Fm., Brandjochspitz, (Probe 329-3)  
Fig. 3 *Vesicocaulis carinthiacus*. Wettersteinkalk-Fm., Achselboden, (Probe 150B)  
Fig. 4 *Vesicocaulis alpinus*. Wettersteinkalk-Fm., Tramentboden, (Probe 243)  
Fig. 5 *Solenolmia manon minor*. Wettersteinkalk-Fm., Achselboden, (Probe 150B)  
Fig. 6 *Solenolmia manon manon*. (Pfeil: *Baccanella floriformis*) Wettersteinkalk-Fm., Achselboden, (Probe 164-2)  
Fig. 7 *Stolenella* sp. Wettersteinkalk-Fm., Söldensteig, (Probe 87)  
Fig. 8 *Vesicocaulis carinthiacus*. Wettersteinkalk-Fm., Rauschbrunnensteig, (Probe 114)  
Fig. 9 *Colospongia catenulata*. (Pfeil: *Baccanella floriformis*) Wettersteinkalk-Fm., Achselboden, (Probe 163)  
Fig. 10 Sphinctozoa. Wettersteinkalk-Fm., 2000er-Weg, (Probe 298); Balkenlänge 1 mm

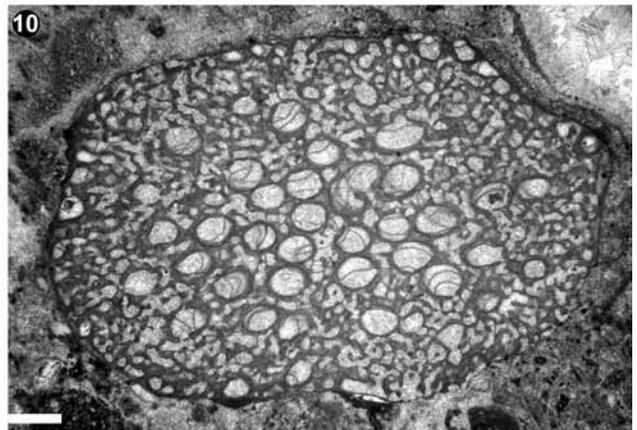
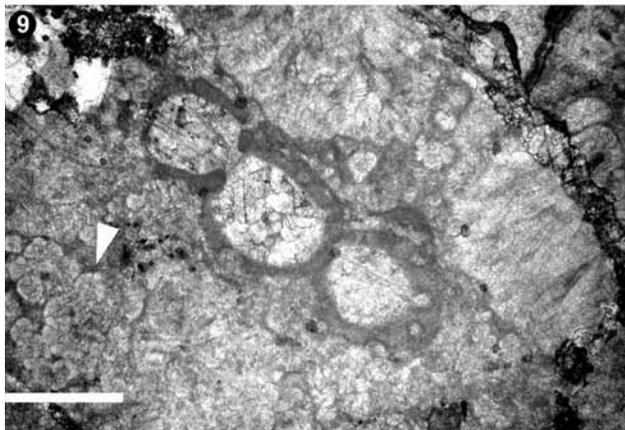
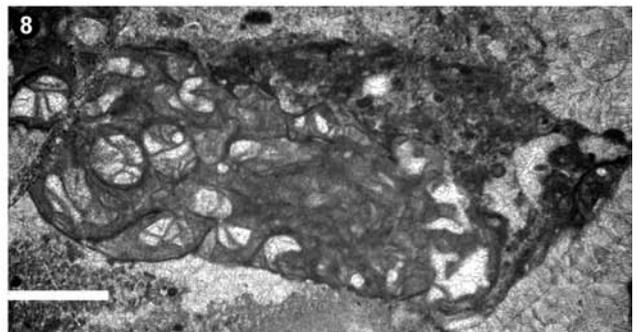
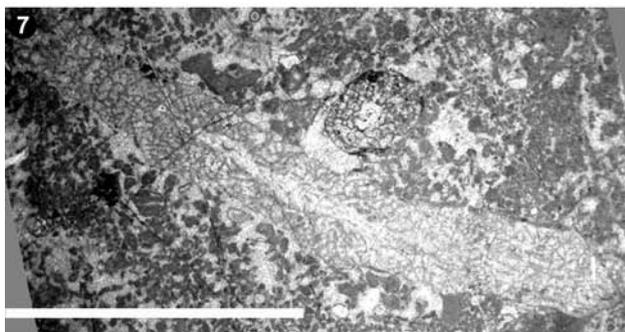
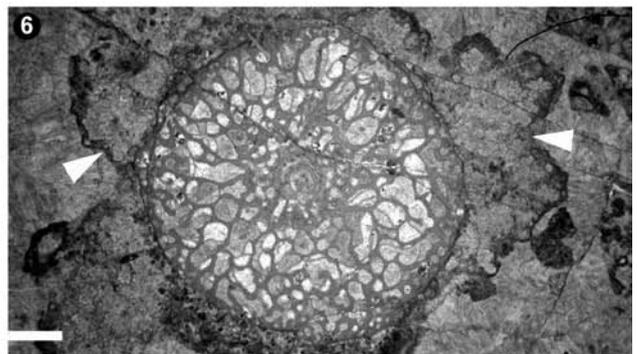
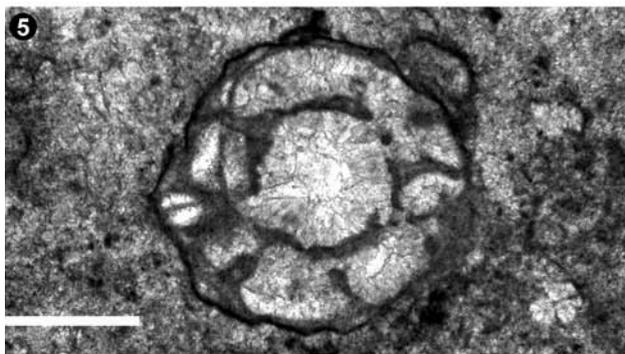
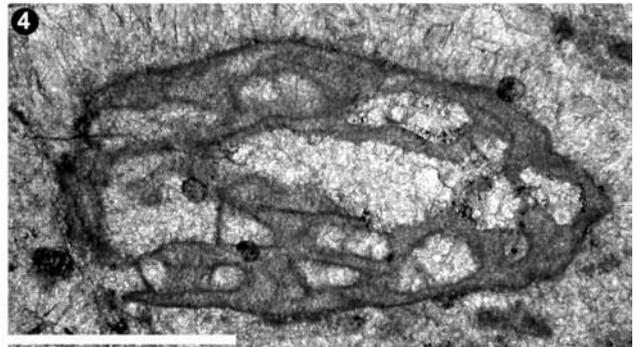
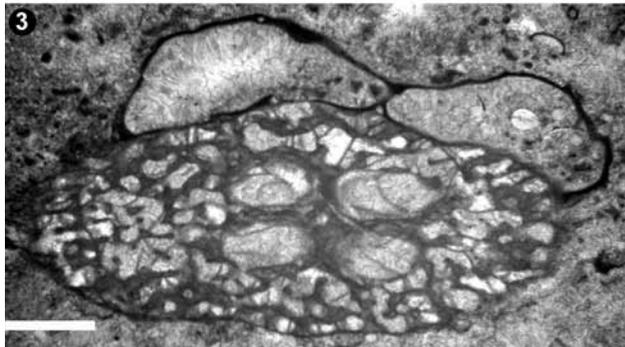
# Tafel VI



## Tafel VII: Faziestypen WKR/S und WKL

- Fig. 1 FAT A1, Mikritische Hohlräumfüllungen mit Radiolarien, a) Sphinctozoa. Wettersteinkalk-Fm., Achselkopfweg, (Probe 265)
- Fig. 2 FAT A3, schlecht sortierter Lithoklast-Rudstone aus isolierten Organismen a) Tubiphytes, b) *Solenolmia manon* und lithifizierten Riff bzw. Vorriffkarbonaten. Zementiert durch subamarinen und radiaxialen Calcit. Wettersteinkalk-Fm., Achselboden, (Probe 164-2)
- Fig. 3 FAT B Schuttbindende porostromate Algen und onkoidische Krusten, Bind- Bafflestone. Wettersteinkalk-Fm., Achselboden, (Probe 216)
- Fig. 4 FAT B2, Bafflestone mit teilweise von Solenoporaceen (a), *Tubiphytes* (b) und Sphinctozoen(c) inkrustierten Korallen, Zwischenräume mit ausgewaschenem Riffmaterial aufgefüllt. Wettersteinkalk-Fm., Brandjochboden, Probe 301)
- Fig. 5 FAT C1/1, Rud-Grainstone, mit Querschnitten von *Teutloporella herculea*, Riffnähe. Wettersteinkalk-Fm., Brandjochboden, (Probe 231-2)
- Fig. 6 FAT C3, Fenestral Bindstone aus porostromaten Calcimikroben vom Typ *Cayeuxia*. Wettersteinkalk-Fm., Achselkopf, (Probe 286/1-2)
- Fig. 7 FAT C1/2, Rindenkörner und Onkoide mit einem CU-trend gradiert, Meniskuszement (Pfeil schwarz) und Hängezement (=Dripstone Zement) (Pfeil weiß) sprechen für Freiliegen an der Oberfläche und einer Ablagerung in der vadosen Zone. Wettersteinkalk-Fm., Gipfel Brandjochkreuz, (Probe 232)
- Fig. 8 FAT C1/3 Gradiertes Pisoidgrain- Rudstone, gut ausgewaschen, Coarsening Upward (CU). Wettersteinkalk-Fm., Innsbrucker Klettersteig-Kemacher, (Probe 406)

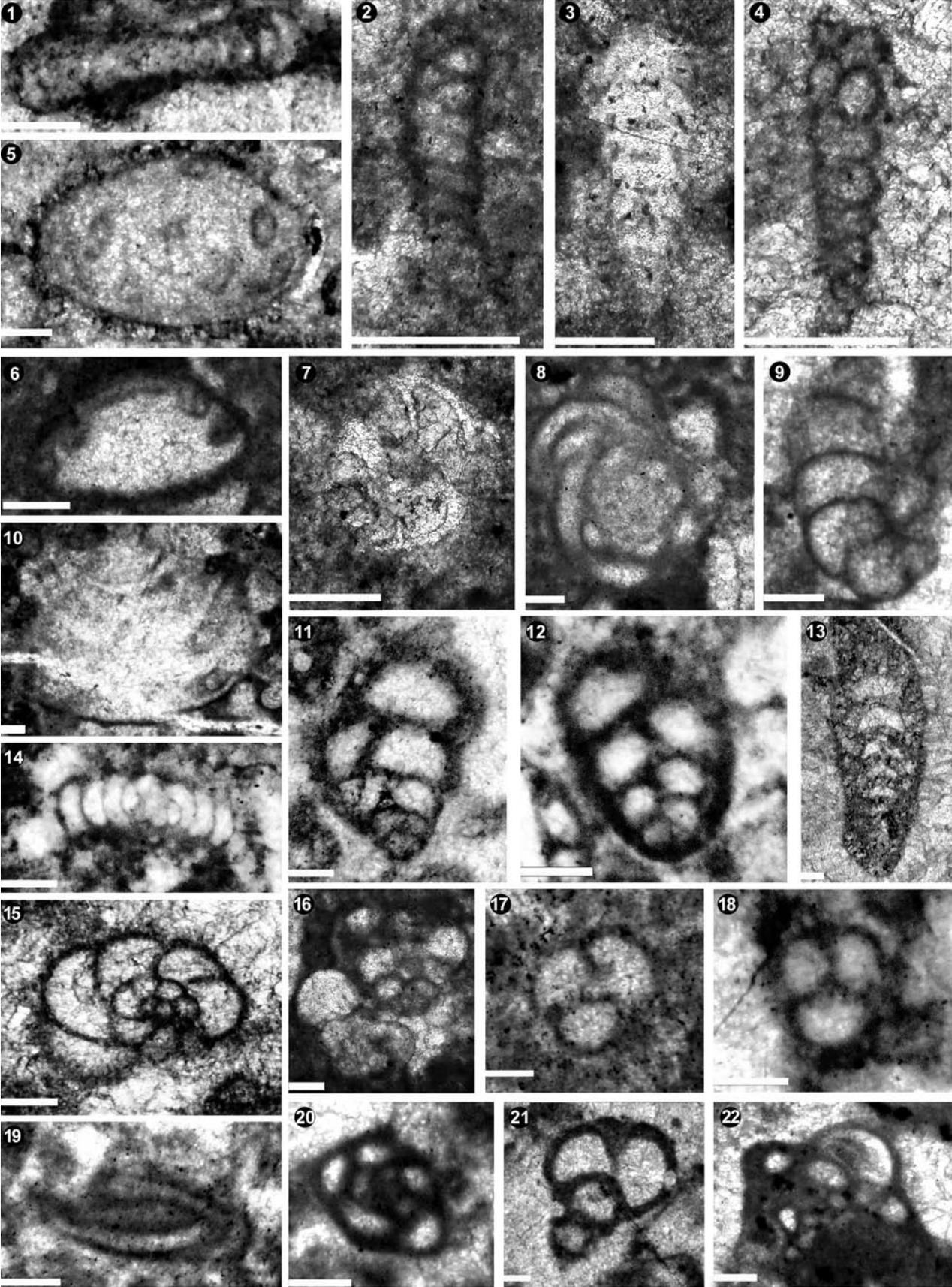
# Tafel VII



## Tafel VIII: Foraminiferen WKL

- Fig. 1 *Aulotortus tenuis*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Hölltalgraben, (Probe 49/1)
- Fig. 2 *Turriglomina mesotriassica*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 228)
- Fig. 3 *Austrocolomia carinata* nov. spec. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 228)
- Fig. 4 *Pseudobolivina tornata*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz- Gipfel, (Probe 233)
- Fig. 5 *Aulotortus friedli*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 234)
- Fig. 6 *Lamelliconus* sp. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Hölltalgraben, (Probe 49/1)
- Fig. 7 *Robuloides* sp. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 228)
- Fig. 8 *Glomospirella* sp. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Achselkopf, (Probe 286/1)
- Fig. 9 *Endotriadella wirzi*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Hölltalgraben, (Probe 49/3)
- Fig. 10 *?Auloconus permodiscoides*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 228-2)
- Fig. 11 *Valvulina azzouzi*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Tramentboden, (Probe 242)
- Fig. 12 *Gaudryina* sp. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Achselkopf, (Probe 74)
- Fig. 13 *Ammobaculites radstadtensis*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Rauschbrunnengegend, (Probe 361)
- Fig. 14 *Glomospirella facilis*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Achselkopf, (Probe 286/1-2)
- Fig. 15 *Mesoendothyra isjumiana*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochboden, (Probe 371)
- Fig. 16 *Trochammina* sp. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Achselkopf, (Probe 286)
- Fig. 17 *Trochammina tabasensis*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Aspachhütte, (Probe 83-2)
- Fig. 18 *Valvulina* sp. Im Querschnitt. Wettersteinkalk-Fm., Lagunenfazies, Brandjochboden, (Probe 223)
- Fig. 19 *Agathammina austroalpina*. Längsschnitt, Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Aspachhütte, (Probe 83-2)
- Fig. 20 *Agathammina austroalpina*. Querschnitt, Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Aspachhütte, (Probe 83)
- Fig. 21 *Valvulina azzouzi*. Schräger Schnitt. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Aspachhütte, (Probe 83-2)
- Fig. 22 cf. *Agathammina parafusiformis*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Achselkopf, (Probe 74)

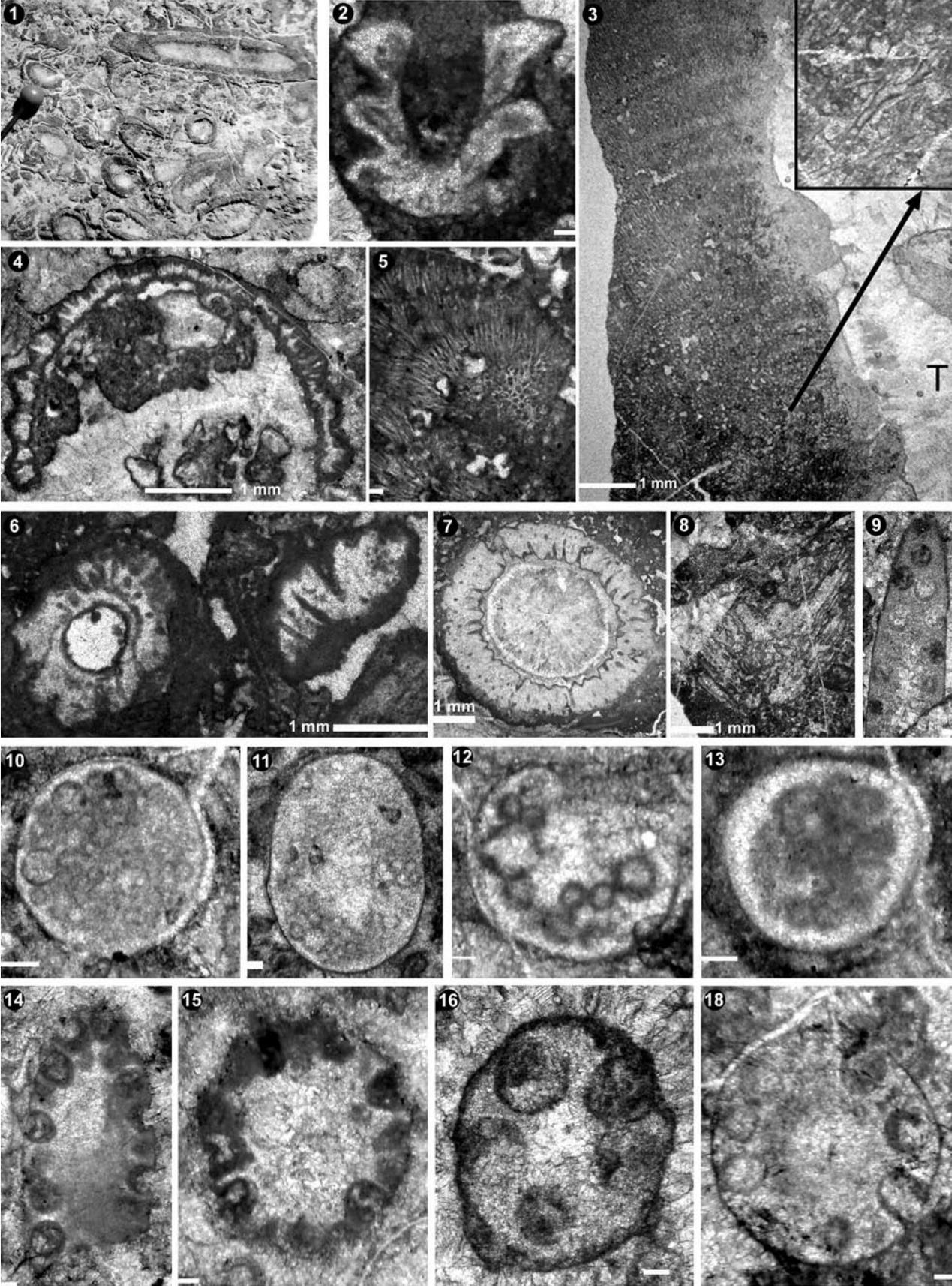
Tafel VIII



## Tafel IX: Dasycladaceen WKL

- Fig. 1 *Teutloporella herculea* im Handstück, in Riffnähe. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochspitz, (Probe 324-3)
- Fig. 2 *Teutloporella nodosa*. Schrägschnitt, Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Achselkopf, (Probe 286/1)
- Fig. 3 *Cayeuxia* sp. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Hölltalgraben, (Probe 49/1)
- Fig. 4 cf. *Griphoporella* sp. Wettersteinkalk-Fm., Lagunenfazies, Brandjochboden, (Probe 231-2)
- Fig. 5 Porostromate Alge vom Typ *Cayeuxia*. Detailbild: nach oben weisende, spitzwinklige Verzweigung der länglichen Röhren. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, (Probe 327B)
- Fig. 6 *Diplopora annulata*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Hölltalgraben, (Probe 49/1)
- Fig. 7 *Teutloporella herculea*. Querschnitt, Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochboden, (Probe 231),
- Fig. 8 *Teutloporella peniculiformis*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Achselboden, (Probe 371)
- Fig. 9 *Aciculella sokaci*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Achselboden, (Probe 371)
- Fig. 10 Gametophore. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochboden, (Probe 231)
- Fig. 11 Gametophore. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 234B)
- Fig. 12 Gametophore. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochboden, (Probe 231A-2)
- Fig. 13 Gametophore. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochboden, (Probe 231-2)
- Fig. 14 *Aciculella bacillum*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochboden, (Probe 231-2)
- Fig. 15 *Aciculella baccillum*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochboden, (Probe 231)
- Fig. 16 *Aciculella sokaci*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Achselboden, (Probe 371)
- Fig. 17 *Aciculella* cf. *sokaci*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Achselboden, (Probe 371)

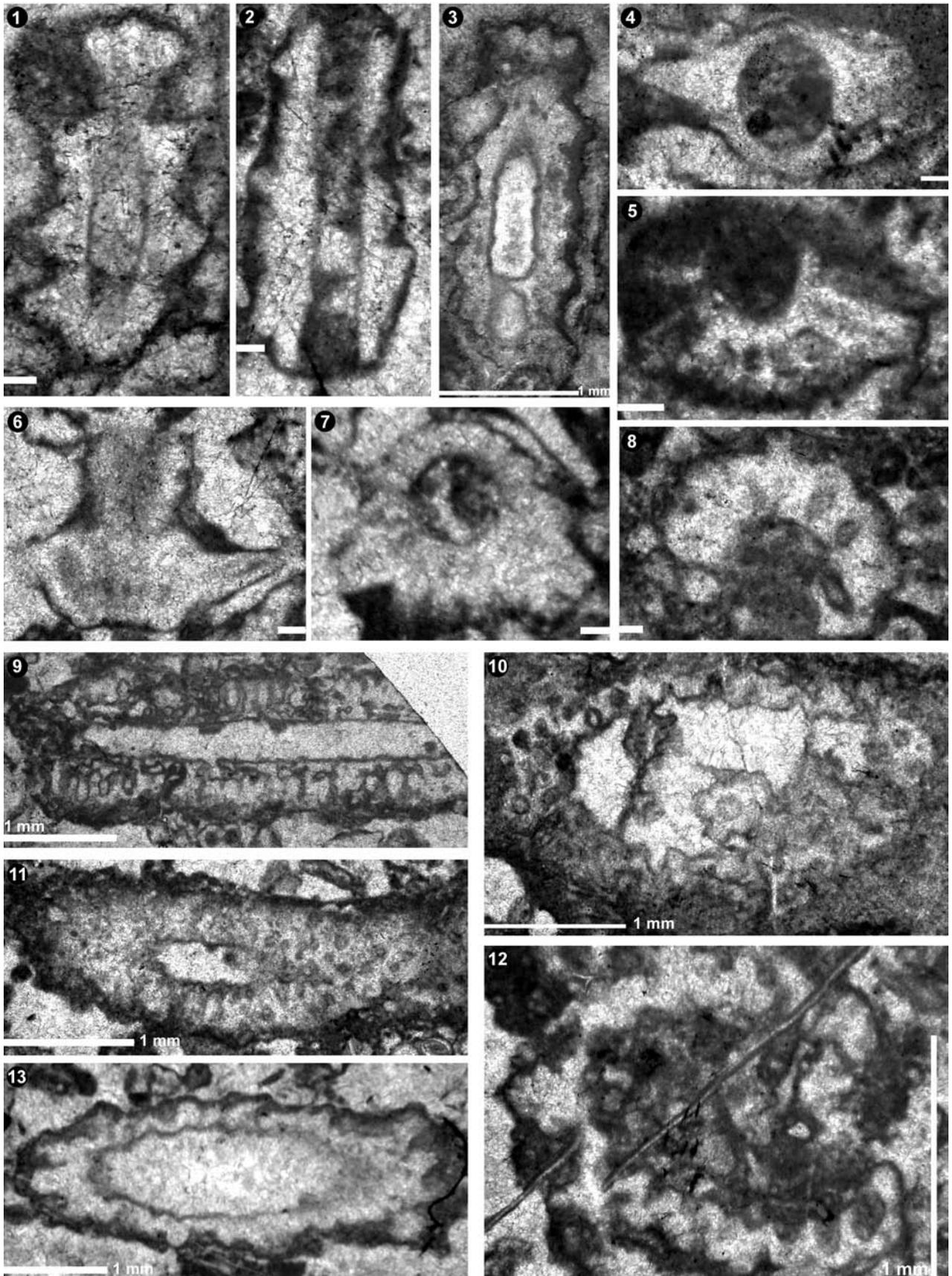
Tafel IX



## Tafel X Dasycladaceen WKL, Cordevol

- Fig. 1 *Clypeina besici*. Schrägschnitt, Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, (Probe 231-3)
- Fig. 2 *Clypeina besici*. Längsschnitt, Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Durrachsteig, (Probe 83-2)
- Fig. 3 *Clypeina besici*. Schrägschnitt, Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, (Probe 231-3)
- Fig. 4 *Clypeina besici*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Achselkopf, (Probe 74)
- Fig. 5 *Clypeina besici*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Durrachsteig, (Probe 83-2)
- Fig. 6 *Clypeina besici*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Durrachsteig, (Probe 83)
- Fig. 7 *Clypeina besici*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Durrachsteig, (Probe 83)
- Fig. 8 *Clypeina besici*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Durrachsteig, (Probe 83-2)
- Fig. 9 *Poikiloporella duplicata*. Längsschnitt, Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Durrachsteig, (Probe 83-2)
- Fig. 10 *Physoporella jomdaensis*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Durrachsteig, (Probe 83)
- Fig. 11 *Poikiloporella duplicata*. Schrägschnitt, Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Durrachsteig, (Probe 83-3)
- Fig. 12 *Physoporella jomdaensis*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Durrachsteig, (Probe 83)
- Fig. 13 *Physoporella jomdaensis*. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Durrachsteig, (Probe 83-3)

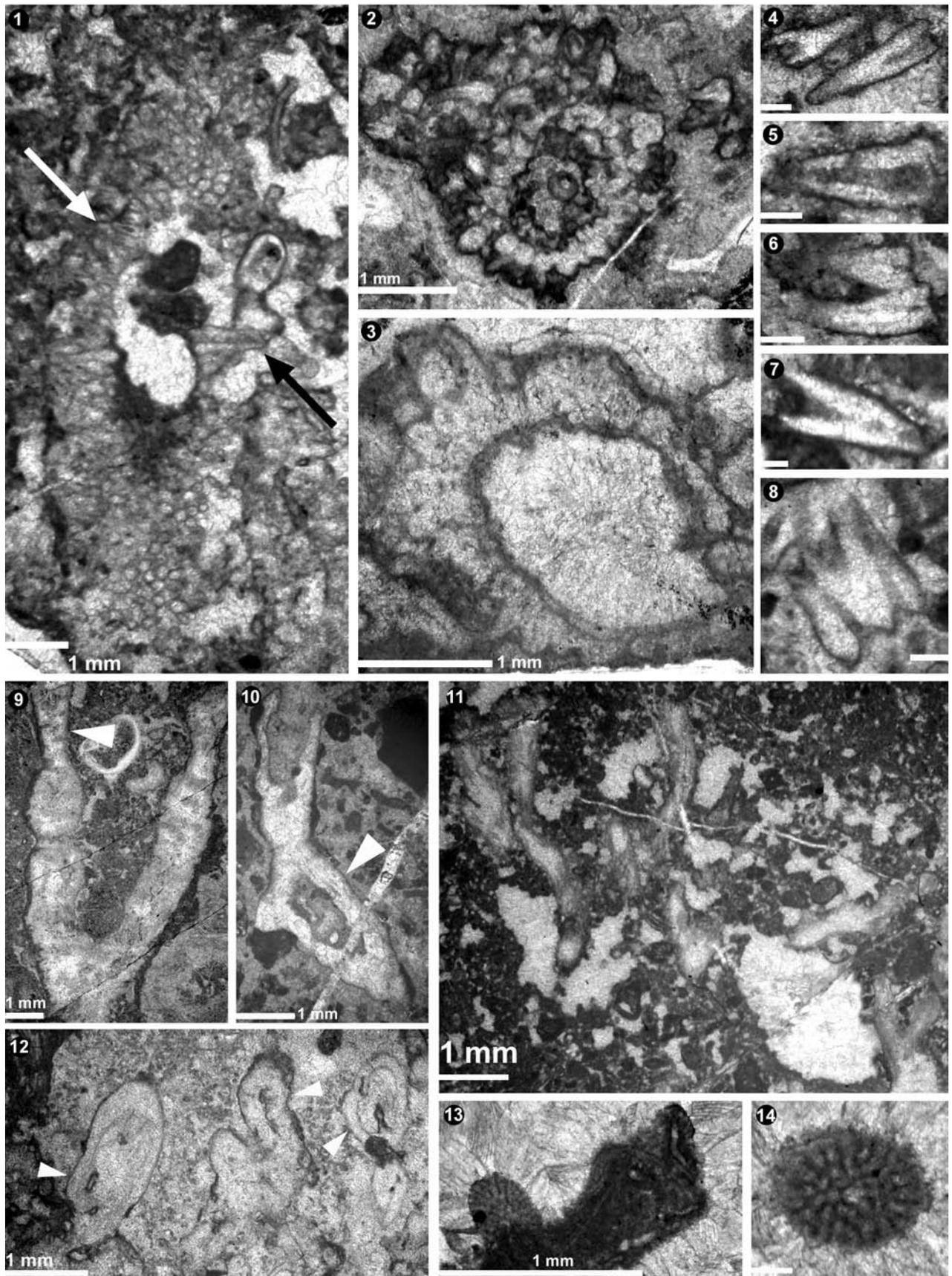
# Tafel X



## Tafel XI

- Fig. 1-8 *Probolocuspis espahkensis*. Wettersteinkalk-Fm., Lagunenfazies,  
Fig. 1 steiler Schrägschnitt, die Pfeile markieren die einzelnen Stachel, die in unterschiedlichen Winkeln zur Achse orientiert sind. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochboden, (Probe 221)  
Fig. 2 flacher Schrägschnitt. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 231-3)  
Fig. 3 flacher Schrägschnitt. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 231-3)  
Fig. 4 zwei Stachel. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, (Probe 79/2),  
Fig. 5 Stachel. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 231-3)  
Fig. 6 zwei Stachel. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 234B)  
Fig. 7 Stachel. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 231)  
Fig. 8 zwei Stachel, Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Hölltalgraben, (Probe 49/1)  
Fig. 9 Verdacht auf *Teutloporella* sp. Weit in den Innraum reichenden Poren (Pfeil). Wettersteinkalk-Fm. Riffschutt, Achselkopf, (Probe 282)  
Fig. 10 Codiacee. Eventuell proximaler Teil, Längszellfäden sichtbar (Pfeil). Wettersteinkalk-Fm. Riffschutt, Kranebitter Klamm, (Probe 317)  
Fig. 11 Verzweigende Kalkalge, Verdacht auf Codiacee. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Hölltalgraben, (Probe 49/3)  
Fig. 12 Codiacee. Ähnlichkeit mit *Collerocodium*. Deutlich erkennbar die cortikale Zone und Reste von Längszellfäden in der Medulla. Wettersteinkalk-Fm. Riffschutt, Bruchkluppe, (Probe 330)  
Fig. 13 *Ladinella porata*. Aufsitzend auf fädigen Algen (?*Girvanella*). Wettersteinkalk-Fm. Riffschutt, Bruchkluppe, (Probe 330)  
Fig. 14 *Ladinella porata*. Querschnitt mit Zentralkanal. Wettersteinkalk-Fm. Riffschutt, Bruchkluppe, (Probe 330)

# Tafel XI



## Tafel XII

Fig. 1-9 *Probolocuspis aculeata* nov.spec

Fig. 1 Schrägschnitt mit rautenförmigen Stachelquerschnitten (Pfeil). Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 228-3)

Fig. 2 Fragment flacher Schrägschnitt. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochspitz, (Probe 328-D)

Fig. 3 steiler Schrägschnitt, mit rautenförmigen Stachelquerschnitten und nach innen an Größe zunehmenden Zentralkanal. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 327)

Fig. 4 Fragment Längsschnitt im Außenbereich der Stammzelle. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 228-3)

Fig. 5 Querschnitte von *Teutloporella herculea* (links) und *Teutloporella* XX nov. spec (Pfeil). Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 328D)

Fig. 6 leicht schräger Querschnitt (Ausschnitt aus Fig. 5). Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 328D)

Fig. 7 Schrägschnitt mit rautenförmigen Stachelquerschnitten (links) und Fragment Längsschnitt (rechts). Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 228)

Fig. 8 Rautenförmiger Querschnitt eines „Stachels“ mit Zentralkanal. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 228-3)

Fig. 9 Fragment Schrägschnitt mit rautenförmigen Stachelquerschnitten und deutlichem Zentralkanal (Pfeil). Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 228)

Fig. 10 Fragment Schrägschnitt. Wettersteinkalk-Fm. Lagunenfazies, Brandjochkreuz, (Probe 228)

Tafel XII

