

RB 1126

(7)

TIB/UB Hannover

Geologische Beiträge Hannover

Geological Contributions Hannover

Diss.
nicht verleihbar

Band 7

2005



Carsten Helm

Riffe und fazielle Entwicklung der *florigemma*-Bank (Korallenoolith, Oxfordium) im Süntel und östlichen Wesergebirge (NW-Deutschland)

Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover



„Geologische Beiträge Hannover“ ersetzt die bisherige Schriftenreihe **„Mitteilungen aus dem Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover“**. Frühere Hefte der bisherigen Reihe sind noch erhältlich.

„Geologische Beiträge Hannover“ replaces the periodical **„Mitteilungen aus dem Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover“**. Issues of the replaced series are still available.

Geologische Beiträge Hannover / Geological Contributions Hannover

ISSN 1615-6684

Schriftleitung: Immo Schülke

Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover

Callinstraße 30

30167 Hannover

Germany

Fax: +49-511-762 2172

E-mail: schuelke@geowi.uni-hannover.de

<http://www.unics.uni-hannover.de/igp/GeolContrHannover.html>

**Riffe und fazielle Entwicklung der *florigemma*-Bank
(Korallenoolith, Oxfordium) im Süntel und östlichen Wesergebirge
(NW-Deutschland)**

Von dem Fachbereich Geowissenschaften und Geographie
der Universität Hannover
zur Erlangung des Grades eines

DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN

Dr. rer. nat.

genehmigte Dissertation
von

Dipl.-Geol. Carsten Helm

geboren am 7. April 1969, in Hannover

2005

TIB/UB Hannover 89
127 137 297



Referent: Prof. Dr. Immo Schülke
Korreferent: Prof. Dr. Rudolf Fischer
Tag der Promotion: 17.12.2004

Geologische Beiträge Hannover

Geological Contributions Hannover

Band 7
2005

Carsten Helm

Riffe und fazielle Entwicklung der *florigemma*-Bank (Korallenoolith, Oxfordium) im Süntel und östlichen Wesergebirge (NW-Deutschland)

Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover



Geologische Beiträge Hannover	7	3-339	64 Abb.	46 Taf.	33 Anl.	Hannover, Juni 2005
-------------------------------	----------	-------	---------	---------	---------	---------------------

Geologische Beiträge Hannover	7	3-339	64 Abb.	46 Taf.	33 Anl.	Hannover, April 2005
-------------------------------	---	-------	---------	---------	---------	----------------------

Riffe und fazielle Entwicklung der *florigemma*-Bank (Korallenoolith, Oxfordium) im Süntel und östlichen Wesergebirge (NW-Deutschland)

CARSTEN HELM

Institut für Geologie und Paläontologie, Callinstraße 30, 30167 Hannover, Germany

Kurzfassung

Während der Sedimentation der Plattformkarbonate des Korallenoolith (Mittleres Oxfordium bis Unteres Kimmeridgium) entstanden im Niedersächsischen Becken auch kleine Biokonstruktionen aus Korallen. Sie sind an wenige Horizonte (u.a. Untere Korallenbank und *florigemma*-Bank) gebunden und bilden Fleckenriffe und Biostrome. In dieser Arbeit wird die fazielle Ausbildung der *florigemma*-Bank (höheres Mittleres Oxfordium) einschließlich des Liegenden und Hangenden im Süntel und östlichen Wesergebirge unter besonderer Berücksichtigung der Riffe untersucht. Es werden 12 Faziestypen beschrieben, deren Spektrum zwischen hochenergetischen, gut ausgewaschenen Kalkoolithen und niederenergetischem lagunären Kalklutit variiert. Aufgrund der großen Bedeutung biogener Komponenten erfolgt ebenso eine systematische Bearbeitung der Mikro- und Makrofossilien.

Die Riffe sind weitgehend autochthon überliefert. Sie weisen eine Vielzahl übereinstimmender Merkmale auf und gehören einem Riffotyp an. Es sind Fleckenriffe und Riffknospen (sensu James, 1983), Korallen-Thrombolith-Riffe (sensu Leinfelder et al., 1994) bzw. Klein- und Mitteldickichte (sensu Latenser, 2001). Ihr autochthones Riffgefüge entspricht dem superstratalen (dense) Pillarstone (sensu Insalaco, 1998). Die Riffe werden nach oben durch eine Erosionsfläche (Hauptdiskontinuität) begrenzt. Ihre ursprüngliche Höhe dürfte kaum die maximale Mächtigkeit der *florigemma*-Bank von 4m überschritten haben. Die buschförmige *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) dominiert die Korallenfauna und bildet heckenartige Vorkommen (*Th. dendroidea*-Gestrüppe). *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) und *Thamnasteria concinna* (Goldfuss) mit horizontal-plattiger Wuchsform sind ebenfalls wichtige Riffbildner, andere Korallenarten sind nur untergeordnet vertreten. Aus der seitlichen Inkrustierung der *Th. dendroidea*-Gestrüppe durch *F. arachnoides*- und *Th. concinna*-Stöcke resultiert eine Zonierung der Riffe, die wahrscheinlich eine zeitliche Aufeinanderfolge von sich an einem Standort ablösenden Riffbildner-Vergesellschaftungen als Folge von Umweltveränderungen widerspiegelt (allogene Sukzession). Typisch ist zudem die Überlagerung der Riffe durch große *Solenopora jurassica*-Knollen.

Mikrobielle Karbonate haben den Aufbau der Riffe erheblich unterstützt, indem sie die Korallenstöcke inkrustieren. Sie treten in flächiger, dendroider und reticulater Wuchsform sowie als Hemisphäroid-Mikrobialithe auf und haben eine peloidale oder dichte Mikrostruktur (vorwiegend lagige und strukturarme Thrombolithe sowie klumpige Leiolithe) (sensu Schmid, 1996).

Die Riffe waren der Lebensraum einer artenreichen Fauna endo- und epilithischer Organismen sowie epi- und endofaunaler Benthonten (Muscheln, Schnecken, Seeigel, Seesterne, Schlangensterne, Krebse u.v.m.). In bezug auf ihre Gildenstruktur stellen sie gute Beispiele für Vorkommen dar, in denen nur wenige Korallenarten als Riffbildner auftreten und mikrobielle Karbonate eine Doppelfunktion als Bildner und Binder erfüllen. Weitere Binder und auch Sedimentfänger haben keine Bedeutung. Die Bewohner-Gilde ist durch Artenreichtum gekennzeichnet. Als Zerstörer waren vor allem Bohrmuscheln aktiv.

Der Aufbau der Riffgemeinschaft wird erheblich durch die *Th. dendroidea*-Gestrüppe, die eine charakteristische Mikrohabitat-Struktur aufweisen, beeinflusst. Infolge der biogenen Anlagerung veränderten sich in den Gestrüppen die Standortbedingungen für die Besiedler, da Lichtintensität und Hydrodynamik abnahmen und sich an die Wasserbewegung gekoppelte Parameter, z.B. Sauerstoffzufuhr, verschlechterten. Deshalb ist eine charakteristische Abfolge stets wiederkehrender Organismen, die an die jeweiligen Lebensbedingungen angepasst sind, ausgebildet („community replacement sequence“

bzw. autogene Sukzession). Die Sukzession lässt sich in Stadien einteilen und wird nach dem Absterben der Korallen-Polypen durch Bohrorganismen und photoautotrophe Mikroinkrustierer (u.a. Kalkalgen) eingeleitet. Den Pionierorganismen folgen weitere inkrustierende oder auf Hartsubstrat angeheftete Organismen (Serpeln, Terebelln, Bryozoen, Foraminiferen, Thecideen, sklerospongide und pharetronide Schwämme, Terebrateln), vagile Benthonten (Napfschnecken) sowie durch die Aktivität von Mikroben erzeugte mikrobielle Karbonate. Auch Napfschnecken haben sich als vagile Benthonten durch morphologische Anpassung („Kleinwüchsigkeit“) die Gestrüppe als Lebensraum erschlossen. Im finalen Stadium boten kryptische Mikrohabitate eine Nische für Coelobiten. Zu ihnen gehören kleine Demospongier mit unverbundenen Megaskleren („Weichschwämme“), die als aktive Filtrierer geringe oder fehlende Wasserzirkulation tolerieren.

Die Riffe lieferten während ihres Wachstums kaum Schutt. Sie sind von fossilreichem mikritischen Kalkstein umgeben, der seitlich rasch in nahezu fossilere mikritischen Kalkstein übergeht. Etwa 10% der Fläche des Untersuchungsgebietes entspricht Rifffazies, die restlichen 90% entsprechen lagunären Zwischenriffablagerungen. Das Auftreten der Riffe ist an eine bathymetrische Vertiefung des Ablagerungsraumes (Transgression) und an das Nachlassen der Hydrodynamik gekoppelt. Riffwachstum setzte auf grobkörnigem Lockersubstrat ein. Die Riffe entwickelten sich unter weitgehend uniformen Ablagerungsbedingungen in einem sehr flachen, niederenergetischen Ablagerungsraum mit instabilen Karbonatschlammböden. Durch die größere Häufigkeit von knollig-kugeligen Korallenwuchsformen in der Lokalität Kessiehausen sind im nordöstlichen Süntel höhere Wasserenergieverhältnisse und fazielle Übergänge zu Korallenvorkommen der *florigemma*-Bank im Deister dokumentiert. Das Riffwachstum fand unbeeinflusst von Sturmereignissen und siliziklastischem Eintrag vom Festland statt. Es erfolgte in geologisch kürzester Zeit – wahrscheinlich in ca. 1000 Jahre. Insgesamt sind mesotrophe Bedingungen während des Riffwachstums anzunehmen. Im höheren Abschnitt der *florigemma*-Bank zeichnet sich durch die Massenfaltung von Solenoporen und Nerineen eine Erhöhung der Nährstoffkonzentration infolge Regression ab. Sie ist wohl auch für das Absterben der Riffkorallen verantwortlich. Die regressive Phase erreichte mit dem Trockenfallen und der Paläoverkarstung der *florigemma*-Bank ihren Höhepunkt.

Die riffbildenden Korallen sind ausgewiesene Pionierformen. Die horizontal-foliosen, aufgrund des maschenartigen Aufbaus sehr leichten Kolonien der formkonservativen *F. arachnoides* sind hochtolerant gegenüber instabilem Substrat. Sie wachsen direkt auf Weichboden und nutzen die volle Lichtintensität oder besiedeln dank ihres geringen Lichtbedarfs auch überhängende Riffbereiche und Riffhöhlräume. *Th. dendroidea* ist eine opportunistische Koralle des lichtdurchfluteten Flachwassers. Durch ihre filigranen Äste weisen die ramosen Kolonien ein besonders großes Oberfläche/Volumen-Verhältnis auf. Ihre kleinen thamnasterioiden Kelche mit „hochintegrierten Polypen“ waren vorzüglich befähigt, Licht „einzufangen“. Seitliches Verschmelzen der Äste während des Koloniewachstums rief ein wellenresistentes Riffgerüst hervor und begünstigte die in situ-Überlieferung der Riffe. Vegetative Vermehrung durch Fragmente trug erheblich zu ihrem Erfolg bei, indem sich die Riffe seitlich ausbreiteten oder neue Riffe initiiert wurden.

Vergleichbare Vorkommen, in denen *Th. dendroidea* wichtiger Riffbildner ist, die Korallenfauna dominiert oder nahezu monospezifische Gestrüppe aufbaut, sind aus dem Pariser Becken und dem Kleinen Deister (Niedersächsisches Becken) bekannt. Sie entstanden im intensiv lichtdurchfluteten Flachwasser von nur wenigen Metern Wassertiefe und repräsentieren Korallen-Riffe oder Korallen-Thrombolith-Riffe. Assoziierte Sedimente variieren zwischen gut ausgewaschenem Riffschuttkalkstein und niederenergetischem Kalklutit. Solenoporen, Nerineen und Diceraten zählen zu den charakteristischen Fossilien dieser Vorkommen, letztere fehlen in der *florigemma*-Bank. *Th. dendroidea* unterscheidet sich durch die Besiedlung nieder- bis hochenergetischer Habitate von formverwandten rezenten Steinkorallen (z.B. *Acropora*- und *Porites*-Arten). Letztere sind an wellenexponierte Standorte adaptiert, wo sie Korallenhecken aufbauen. Im hochenergetischen Milieu wurde die Bruchempfindlichkeit durch die Ausbildung robuster, derbästiger *Th. dendroidea*-Kolonien reduziert, während an niederenergetischen Standorten filigrane, dünnästige Kolonien vorherrschten. Infolge raschen vertikalen Wachstums hielten die Kolonien einiger Vorkommen auch mit hohen Sedimentationsraten schritt.

In Dünnschliffen ließen sich 68 Foraminiferenarten/-taxa nachweisen. Agglutinierende, darunter zahlreiche Formen mit großem, komplex gebauten Gehäuse, dominieren gegenüber Hyalinschalern und Milioliden. Zahlreiche Arten sind durch eine ausgeprägte Milieuabhängigkeit gekennzeichnet oder kommen in hohen Individuendichten vor. Es sind 25 riffbewohnende Arten belegt, von denen einige bisher nur aus oberjurassischen Schwammriffen bekannt waren; bemerkenswert ist die Vielzahl von an Hartsubstrat festgehefteten Arten.

Fauna und Flora, insbesondere Dasycladaceen und sandschalige Foraminiferen, zeigen enge paläobiogeographische Beziehungen zur Tethys auf, woraus sich (sub)tropische Bedingungen folgern lassen. Für die Zeit des Oxfordium ist diese Foraminiferenfauna innerhalb von Deutschland einmalig. In Süddeutschland stellen sich vergleichbare tethyale Faunen erst im Mittleren Tithonium ein.

Keywords: Korallenriffe, Taxonomie, Korallen, Foraminiferen, Paläoökologie, Mikrofazies, Oberjura (Oxfordium), Korallenoolith, Niedersächsisches Becken, Nordwestdeutschland

Abstract

During the sedimentation of the platform carbonate deposits of the Korallenoolith Formation (middle Oxfordian to early Kimmeridgian) small buildups of corals formed in the Lower Saxony Basin. These bioconstructions are restricted to particular horizons (Untere Korallenbank, *florigemma*-Bank Member etc.) and represent patch reefs and biostromes.

In this study, the development of facies, fossil assemblages, spatial distribution of fossils, and reefs of the *florigemma*-Bank Member (upper Middle Oxfordian) in the Süntel Mts and the eastern Wesergebirge Mts is described; the formation of reefs is discussed in detail. Twelve facies types are described and interpreted. They vary between high-energy deposits as well as winnowed oolites and quiet-water lagoonal mudstones. Owing to the significance of biota, micro- and macrofossils are systematically described.

The reefs are preserved in growth position, are characterized by numerous corresponding features and belong to a certain reef type. According to their size, shape and framework, they represent patch reefs, coral knobs (sensu James, 1983), coral thrombolite reefs (sensu Leinfelder et al., 1994) or "Klein- and Mitteldickichte" (sensu Laternser, 2001). Their growth fabric corresponds to the superstratal (dense) pillarstone (sensu Insalaco, 1998). As the top of the *florigemma*-Bank displays an erosional unconformity (so-called Hauptdiskontinuität), the top of the reefs are erosionally capped. Their maximum height amounts to at least the maximum thickness of the *florigemma*-Bank which does not exceed 4 metres.

The diversity of coral fauna of the reefs is relatively low; a total of 13 species is recorded. The coral community is overwhelmingly dominated by the thin-branched ramose *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) that forms aggregations of colonies (*Th. dendroidea* thickets). Leafy to platy *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) and *Thamnasteria concinna* (Goldfuss) occur subordinately, other species are only of minor importance. In a few cases, the reef-core consisting of *Th. dendroidea* thickets is laterally encrusted by platy *F. arachnoides* and *Th. concinna* colonies, and microbial carbonates. This zonation reflects probably a succession of different reef builders as a result of changing environmental conditions (allogenic succession). Moreover, some reefs are overlain by a biostrome made of large *Solenopora jurassica* nodules passing laterally in a nerinean bed.

Microbial carbonates promoted reef growth and favoured the preservation of reef organism in their growth position or in situ. They exhibit a platy, dendroid, or reticulate growth form or occur as downward-facing hemispheroids. According to their microstructure, they consist of a peloidal, clotted, or unstructured fabric (predominately layered and poorly structured thrombolite as well as clotted leiolite) (sensu Schmid, 1996).

Abundant endo- and epibiontic organisms (bivalves, gastropods, echinoids, asteroids, ophiuroids, crabs etc) are linked to the reefs. With regard to their guild structure, the reefs represent occurrences at which only a few coral species serve as builder. Moreover, microbial carbonates contribute to both building and binding of the reefs. Additional binder as well as baffler are present, but not abundant. According to the species diversity, the dweller guild comprises by far the highest number of invertebrate taxa. The destroyer guild chiefly encompasses bivalves.

The composition of the reef community was influenced by the habitat structure of the *Th. dendroidea* thickets. Owing to the increase in encrusting organisms and other inhabitants of the thickets, the locational factors changed, since light intensity and hydrodynamic energy level and combined parameters as oxygen supply declined in the crowded habitat. Therefore a characteristic succession of organisms is developed that depends on and responds to changing environmental conditions („community replacement sequence“). The succession allows the differentiation of different stages. It started after the cessation of the polyps with boring organisms and photoautotrophic micro-encrusters (calcareous algae, *Lithocodium aggregatum*). Following the death of these pioneer organisms, encrusting and adherent organisms (serpulids, „*Terebella*“ species, bryozoans, foraminifers, thecideidinids, sklerospongid and pharetronid sponges, terebratulids), small mobile organisms (limpets), and microbial induced carbonates developed. The final stage in the community replacement sequence gave rise to small cryptic habitats and organisms that belong to these caves (cryptobionts, coelobites). The habitat conditions especially favoured small non-rigid demosponges („soft sponges“) that tolerate reduced water circulation.

Reef rubble is negligible, so that the reefs are bordered by fossiliferous micritic limestone passing laterally in micritic limestone. Approximately 10% of the study area (outcropping *florigemma*-Bank) corresponds to reefal deposits whereas the remaining 90% encompass lagoonal inter-reefal deposits.

The reef development is a good example for the interaction between reef growth, facies development and sea-level changes. It was initiated by a sea-level rise (transgression) and corresponding decrease in the hydrodynamic energy level. Colonization and reef growth took place on a coarse-grained substrate composed of oncoids, larger foraminifers and bioclasts. Reef growth took place in a calm marine lagoonal setting. Increasing abundance of spherical coral morphs towards the Northeast (section Kessiehausen, northwestern Süntel Mts) reflects higher turbidity and a facies transition to coral occurrences of the *florigemma*-Bank Member in the adjacent Deister Mts.

The reef growth was neither influenced by storms nor by input of siliciclastic deposits, and took place in short time – probably in only a thousand years under most probably mesotrophic conditions. The mass appearance of solenoporids and nerineids in the upper part of the *florigemma*-Bank Member point to enhanced nutrient level as a result of regression. In

addition, this scenario of fluctuations in nutrient availability seems to be responsible for the cessation of reef corals. The sea level fall reached its climax in the subaerial exposure and palaeokarst development of the *florigemma*-Bank.

The reef building corals are typical pioneer species. The blade-like, flattened *F. arachnoides* colonies are characterized by their light porous calcium carbonate skeleton, which is a distinct advantage in soft bottom environment. Thus, they settled on soft bottom exposing the large parts of its surface to the incoming light. On the other hand, in response to their light requirements they were also able to settle shaded canopy structures or reef caves. *Th. dendroidea* is an opportunistic coral species in very shallow, well illuminated marine environment. Their thin and densely spaced branches led to a very high surface/volume ratio of the colonies that were capable to exploit incoming light due to their small thamasterioid calices characterized by "highly integrated polyps". In addition, sideward coalescence of branches during colony growth led to a wave-resistant framework and favoured the authochthonous preservation of the reefs. Asexual reproduction by fragmented colonies promoted reef development as *Th. dendroidea* thickets laterally extend over the sea floor or new reefs have developed from broken fragments of parent colonies.

Similar build ups with *Th. dendroidea* as a dominant or frequent reef building coral species are known from the Paris Basin and elsewhere from the Lower Saxony Basin (Kleiner Deister Mts). These buildups developed in well-illuminated shallow water and encompass coral reefs or coral thrombolite reefs. Intra- and inter-reef deposits vary between well-winnowed reef debris limestone and mudstones representing considerably calmer conditions. Solenoporidae, nerineids and diceratides belong to the characteristic fossils of these occurrences. However, diceratides are missing in the *florigemma*-Bank Member. *Th. dendroidea* differs in its colonization of low- to high-energy environment from recent ramose scleractinian corals (e.g., *Acropora* and *Porites* sp.). The latter are restricted to agitated water habitats creating coral thickets and carpets. According to the morphologic plasticity of *Th. dendroidea*, thick-branched colonies developed in a milieu of high water energy, whereas fragile, wide- and thin-branched colonies prevail in low-energy settings. Due to its relatively rapid growth, *Th. dendroidea* was able to keep pace with increased sedimentation rates.

68 benthonic foraminiferan species/taxa have been recognized in thin sections. Agglutinated foraminifers (textulariids) predominate when compared with rotaliids and milioliids. Numerous species are restricted to a certain facies type or occur in higher population densities, in particular *Everticyclammina* sp., a larger agglutinated foraminifer that occurs in rock building amounts. Among the 25 reef dwelling foraminiferan species, a few were so far only known from Late Jurassic sponge reefs. Another striking feature is the frequency of adherent foraminiferan species.

Fauna and flora, in particular dasycladaleans and agglutinated foraminifers, document palaeobiogeographic relationships to the Tethys and point to (sub)tropical conditions. Moreover, in Germany this foraminiferan assemblage is yet uncomparated. In southern Germany similar tethyan type assemblages are not present in strata as young as Middle Tithonian.

Keywords:

Coral reefs, taxonomy, corals, foraminifers, paleoecology, microfacies, Upper Jurassic, Oxfordian, Korallenoolith Formation, Lower Saxony Basin, northwestern Germany

Danksagung

Herrn Prof. R. Fischer und Herrn Prof. I. Schülke danke ich herzlich für die **Betreuung der Dissertation**, vor allem für die stete Bereitschaft zu hilfreichen Diskussionen. Herrn Prof. R. Fischer gilt zudem mein besonderer Dank für die kritische Durchsicht des Manuskripts („Vorabgabe“) und konstruktive Verbesserungsvorschläge.

Viele Personen und Institutionen haben mich bei der **Durchführung der Feld- und Laborarbeiten** unterstützt.

Da sich große Bereiche des Untersuchungsgebietes im Naturschutzgebiet „Hohenstein“ befinden, sei der Oberen Naturschutzbehörde für die Erteilung der Erlaubnis zur Durchführung geologischer Feldarbeiten und Probennahme herzlich gedankt. Insa Frärks, Nicola Levy, Frank Riemann und Mathias Spiehl danke ich für ihre Unterstützung durch geologische Kartierungen im Untersuchungsgebiet im Rahmen ihrer Diplomkartierung. Das Niedersächsische Forstamt Oldendorf erteilte für den Zeitraum der Feldarbeit freundlicherweise eine Fahrerlaubnis. Bei Frau Dipl.-Geologin Nicole Kadagies (Bremen) bedanke ich mich für Überlassung von Probenmaterial (Riffkalkstein mit *Laticostrea variabilis*) aus dem Untersuchungsgebiet. Die Durchführung der Laborarbeiten, insbesondere das Herstellen von Dünnschliffen und Gesteinsanschliffen, übernahm in dankenswerter Weise Präparator Hans-Ulrich Metzger. Für Probleme am PC-Probleme fand ich über die Jahre hinweg in Dr. Frank Wrobel (Hannover) einen geduldigen Ansprechpartner; für diese einseitige Beziehung gebührt ihm mein herzlicher Dank. Bei zahlreichen Kollegen bedanke ich mich für **fachliche Hilfe und Diskussionen zu Teilaspekten dieser Arbeit**. Dr. Felix Schlagintweit (München) gab Hilfestellung bei der Bestimmung der Kalkalgen, Foraminiferen und Mikroproblematika im Dünnschliff. Zudem lieferte er zu einigen Mikrofossilien sehr hilfreiche unveröffentlichte Angaben, die den alpinen Oberjura betreffen. Die Zusammenarbeit mit Prof. Manfred Krautter (Stuttgart, Hannover) ergab wertvolle Angaben zu Schwämmen, Terebellan und Mikroinkrustierern. Dr. Alexander Mudroch (Hannover) und Dipl.-Geol. Armin Leidner (Hannover) sei für die systematische Ansprache von Vertebratenreste in Dünnschliffen und Gesteinsanschliffen sowie Literaturhinweise zu diesem Thema gedankt. Dr. Carsten Lüter (Berlin) lieferte wertvolle Informationen über die

Paläoökologie rezenter Thecideen. Dr. Michael Weiss (Berlin) übernahm die systematische Zuordnung charakteristischer Schnittbilder von Ostrakoden in den Dünnschliffen. PD Dr. Baba Senowbari-Daryan (Erlangen) gab Bestimmungshinweise zu Spongien und schwammähnlichen Mikroproblematika in den Dünnschliffen. Dr. Thomas Jurkschat (Bielefeld) danke ich für fruchtbare Diskussion über Calcisphären und formverwandten Mikroproblematika in Dünnschliffen. Dr. Eckhard Mönning (Coburg) gebührt Dank für seine Einführung in die Ammoniten-Stratigraphie des tiefen nordwestdeutschen Malm, Verweise auf Ammoniten-Funde aus der *florigemma*-Bank und bezüglich biostratigraphischer Fragestellungen (insbesondere Datierung der *florigemma*-Bank). Frau Dr. Ewa Glowniak (Warschau) gab freundlicherweise unveröffentlichte Information bezüglich Ammoniten-Faunen, -Provinzen und -Wanderungen im polnischen Oberjura. Dr. Arthur Skowronek (Hannover) danke ich für Diskussionen zur Diagenese, Ansprache der Dolomite im Dünnschliff, Hinweise zur Nomenklatur von Dolomiten und Literaturhinweise.

Der Münchener Riffgruppe um Prof. Reinhold Leinfelder (Prof. Reinhold Leinfelder, Dr. Dieter Schmid, Dr. Martin Nose, Dr. Winfried Werner, alle München) möchte ich für die gemeinsamen Geländebegehungen in und außerhalb des Arbeitsgebietes im Sommer 2000 und die dadurch gewonnenen Anregungen für meine Untersuchungen danken.

Einigen Kollegen danke ich ganz herzlich für das **Korrekturlesen von Teilen der Arbeit**. Dr. Jens Steffahn (Bochum) übernahm die Durchsicht des Foraminiferen-Kapitels, Dipl.-Geol. Werner Bartholomäus (Hannover) die Durchsicht diverse Fossilgruppen, Dipl.-Geol. Markus Reuter (Mainz) die Durchsicht des Mikrofazies-Kapitels und Dipl.-Geogr. Steffen Freiberg die Durchsicht der Einleitung.

Die Untersuchungen wurden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft finanziell unterstützt (Projekt Fi 136/271: Fazielle Ausbildung und „Riffe“ der *florigemma*-Bank im Niedersächsischen Becken). Die LGN (Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen) erteilte die Erlaubnis zur Vervielfältigung von Ausschnitten der Topographischer Landeskarten 1:25 000 (Blatt 3721, 3722, 3821 und 3822) im Rahmen dieser Publikation.

Letztendlich gilt mein größter Dank meinen Eltern, die mir das Studium ermöglichten und damit die Grundlage der Promotionsarbeit schufen.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	8
1.1	Thematik und Zielsetzung.....	8
1.2	Lage des Untersuchungsgebietes.....	9
1.3	Geographischer und geologischer Überblick.....	10
1.4	Paläogeographie während des Oxfordium	13
1.5	Die Korallenoolith-Fazies im Niedersächsischen Becken.....	13
1.6	Verbreitung des Korallenoolith im Niedersächsischen Becken.....	13
1.7	Korallenoolith im Süntel und östlichen Wesergebirge.....	13
1.8	Die <i>florigemma</i> -Bank im Niedersächsischen Becken.....	16
1.9	Methodik.....	18
2	FAZIESTYPEN (MF-TYPEN 1 BIS 12) UND FAZIESARCHITEKTUR	19
2.1	Faziesarchitektur.....	22
2.2	Beschreibung der 12 Mikrofazies-Typen und Interpretation des Ablagerungsmilieus.....	23
2.3	Dachfläche der <i>florigemma</i> -Bank (Hauptdiskontinuitätsfläche).....	44
2.4	Ablagerungsmodell der Schichtenfolge.....	45
3	SYSTEMATISCHE PALÄONTOLOGIE	47
3.1	Pflanzen.....	47
3.2	Foraminifera.....	52
3.3	Porifera.....	89
3.4	Scleractinia.....	95
3.5	Bryozoa.....	106
3.6	Brachiopoda.....	108
3.7	Gastropoda.....	110
3.8	Bivalvia.....	114
3.9	Polychaeta.....	117
3.10	Crustacea.....	119
3.11	Echinodermata.....	120
3.12	Vertebratenreste.....	123
3.13	Mikroproblematika.....	123
3.14	Ichnofossilien.....	128
3.15	Paläobiogeographie.....	129
4	RIFFE DER FLORIGEMMA-BANK	132
4.1	Klassifikation von (Korallen-)Riffen, Riffotypen.....	132
4.2	Beschreibung der Riffe.....	134
4.2.1	Größe der Riffe.....	134
4.2.2	Gestalt der Riffe.....	134
4.2.3	Räumliche Verteilung der Riffe.....	136
4.2.4	Aufbau der Riffe und Gefüge der Riffbildner.....	136
4.2.5	Riffhöhlräume und riffinterne Sedimente.....	140
4.2.6	Gildenstruktur der Riffe.....	141
4.2.6.1	Bildner-Gilde.....	142
4.2.6.2	Sedimentfänger-Gilde.....	142
4.2.6.3	Binder-Gilde.....	142
4.2.6.4	Bewohner-Gilde.....	144
4.2.6.4	Zerstörer-Gilde.....	149
4.2.7	Community replacement sequence in den <i>Th. dendroidea</i> -Gestrüppen.....	150
4.3	Mikrobielle Karbonate.....	151
4.3.1	Stratigraphisch und fazielle Verbreitung im Korallenoolith.....	152
4.3.2	Mikrobielle Karbonate der Riffe.....	153
4.4	Klassifikation der Riffe.....	154
4.5	Paläoökologische Analyse.....	156

4.5.1	Korallenarten und -wuchsformen.....	156
4.5.1.1	Wuchsformen und Skelettmerkmale der Korallen des Untersuchungsgebietes.....	156
4.5.1.2	Interpretation.....	157
4.5.2	Initiierung des Riffwachstums.....	162
4.5.3	Riffe aus mono- und oligospezifischen Korallenvergesellschaftungen.....	163
4.5.4	Wachstumsraten von Steinkorallen und Gesamtdauer des Riffwachstums.....	164
4.5.5	Trophische Strukturen und Nährstoffkonzentrationen.....	165
4.5.6	Korallenvorkommen (global) mit Dominanz von <i>Thamnasteria dendroidea</i> – ein Vergleich....	168
4.5.6.1	Beschreibung der Vorkommen.....	168
4.5.6.2	Diskussion.....	170
5	DIAGENESE.....	171
5.1	Dolomitisierung.....	171
5.2	Verkieselungen und Sprossungen authigene Quarzkristalle.....	174
5.3	Aragonit-Lösung von Korallenstöcken und Verfüllung mit Sediment.....	176
5.4	Drucklösungserscheinungen.....	176
6	RÜCKSCHLÜSSE.....	177
7	LITERATURVERZEICHNIS.....	184
8	TAFELN 1 - 46.....	210
9	ANLAGEN 1 - 33.....	302

1 EINLEITUNG

1.1 Thematik und Zielsetzung

Korallenriffe waren im Oberjura weit verbreitet und wurden in den letzten Jahren/Jahrzehnten intensiv untersucht (Leinfelder, 2001; Leinfelder et al., 2002, hier weitere Literatur). Die meisten Arbeiten liefern Einzelbeschreibungen von Korallenriffen und Riffformen eines Aufschlusses oder eines regional begrenzten Gebietes (z.B. Paulsen, 1964; Fookes, 1995; Bertling & Insalaco, 1998). Je kleiner der zu untersuchende Aufschluss bzw. das Korallenriff ist, desto detailliertere Angaben können über seine Gestalt, kompositionelle Zusammensetzung und das Gefüge der Riffformen gewonnen werden (z.B. Helm & Schülke, 1998, 1999; Kapitzke et al., 1999). In anderen Arbeiten wiederum werden die Korallenvorkommen einer bestimmten Region dokumentiert (z.B. Roniewicz & Roniewicz, 1971; Turnšek et al., 1981; Geister & Lathuilière, 1991). Aufgrund der Größe dieser Untersuchungsgebiete und der Vielzahl an Informationen liefern solche Arbeiten zwar einen allgemeinen Überblick über die Korallenvorkommen, jedoch keine Details.

Da die Korallenvorkommen eines Ablagerungsraumes u.a. aufgrund der Rampengeometrie gewöhnlich unter verschiedenen Bedingungen entstanden (Licht- und Wasserenergieverhältnisse, Hintergrundsedimentationsrate, etc.), resultieren daraus konsequenterweise unterschiedliche Rifftypen (Kap. 4.1). Die Vielfalt der Rifftypen des Oberjura ergibt sich deshalb, weil das „Riff-Fenster“ besonders groß war (Leinfelder & Nose, 1999). Das bedeutet, dass in einer Vielzahl unterschiedlicher Environments (Korallen-)Riffe entstehen konnten. Deren Spannbreite reicht von Detritus-belasteten, artenarmen Korallenvorkommen (z.B. Nose & Leinfelder, 1997; Bertling, 2002) über Korallenschuttriffe des hochenergetischen Flachwassers (z.B. Leinfelder, 1992, 1994) bis hin zu lagunären, niederenergetischen Korallen-Thrombolith-Riffen mit Riffformen in Lebendstellung (Helm & Schülke 1998, 1999). Aufgrund der Vielfalt von Rifftypen beschäftigen sich mehrere Studien insbesondere mit der Klassifizierung der Korallenvorkommen (Nose, 1995; Leinfelder et al., 1996; Insalaco et al., 1997; Laternser, 2001). Ziel ist es, die abiogenen und biogenen Faktoren, die die Riffentwicklung steuern, besser zu bewerten und die Vergleichbarkeit der Korallenriffe zu vereinfachen. Eine besondere Rolle spielen Meeresspiegelschwankungen, da sie die Riffentwicklung ebenfalls erheblich beeinflussen (z.B. Nose, 1995).

Arbeitsansätze, bei denen Korallenriffe eines bestimmten „Riffotypus“ herausgegriffen und untersucht werden, sind dagegen sehr selten. Dazu gehört die Studie von Insalaco (1996b) über die „Mikrosoleniden-Biostrome“, deren faunistische Zusammensetzung, Faziesgeo-

metrie und regionale Verbreitung er eingehend darstellt. Trotz der Datenfülle über oberjurassische Korallenriffe ist über Korallenvorkommen aus höheren Paläobreiten nur wenig bekannt (Leinfelder et al., 1994). Zu ihnen gehören auch die Korallenriffe von NW-Deutschland, also auch die Korallenvorkommen des Korallenoolith. Die Korallenvorkommen des Untersuchungsgebietes sind an ein bestimmtes stratigraphisches Niveau bzw. Schichtglied – die *florigemma*-Bank – gebunden (Kap. 1.8). Sie entsprechen einem Riffniveau bzw. Riffformen sensu Fezer (1988). Der Zyklus besteht aus einer transgressiven karbonatischen Phase, der eine regressive karbonatisch-terrigen Phase folgt (Kap. 2). Vergleichbare Riffformen beschreiben Gygi (1996), Fookes (1995) und Davaud et al. (1995) aus dem Oxfordium des Schweizer bzw. Französischen Jura und Fezer (1988) aus dem Kimmeridgium des südwestlichen Keltiberikums (Spanien). Gewöhnlich sind solche Riffniveaus mehrfach übereinander entwickelt (Fezer, 1988: 91). Solch eine Repetition ist ebenso im Korallenoolith dokumentiert (Abb. 6) und lässt sich auf Meeresspiegelschwankungen zurückführen (vgl. Nose, 1995). Grundvoraussetzung für die Entstehung dieser Riffformen ist eine schwach geneigte Rampengeometrie. Nur bei dieser Konstellation können geringdimensionierte Meeresspiegelschwankungen weite Flächen erfassen (Bernier, 1984; Fezer, 1988: 92). Eine erste sequenzstratigraphische Interpretation der Korallenoolith-Abfolge liefern Schülke et al. (2003), detaillierte sequenzstratigraphische Untersuchungen stehen aber noch aus. Bereits in früheren Arbeiten (Kap. 1.8) über die Korallenvorkommen der *florigemma*-Bank wurde dargelegt, dass die Korallenriffe zwar im Flachwasser in wenigen Metern Wassertiefe entstanden, regional aber sehr unterschiedlich ausgebildet sind. Für den Süntel und das östliche Wesergebirge sind Korallen-Thrombolith-Fleckenriffe typisch, die vorwiegend aus ramosen Kolonien von *Thamnasteria dendroidea* bestehen („*Th. dendroidea*-Gestrüppe“). Sie entwickelten sich in einem niederenergetischen, lagunären Ablagerungsraum mit Kalkschlamm-Sedimentation. In einer Pilotstudie (Helm, 1997a; Helm & Schülke, 1998, 1999) wurde eines dieser Fleckenriffe detailliert bearbeitet. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden die (Mikro-)Faziestypen und Faziesarchitektur der *florigemma*-Bank einschließlich ihres Liegenden und Hangenden flächenmäßig erfasst (Kap. 2). Zudem erfolgen eine Interpretation der steuernden Faktoren der Ausbildung der Faziesarchitektur (Kap. 2.4) und die Dokumentation der fossilen Lebewelt (Kap. 3). Das Kernthema ist die Untersuchung der Riffe (Gestalt, Größe, kompositionelle Zusammensetzung und Gefüge der Riffformen, mikrobielle Karbonate) (Kap. 4.2.1-4.2.5, 4.3). Der Schwerpunkt liegt auf der Dokumentation der Riffformen und der Untersuchung der Gildenstruktur (Kap. 4.2.6).

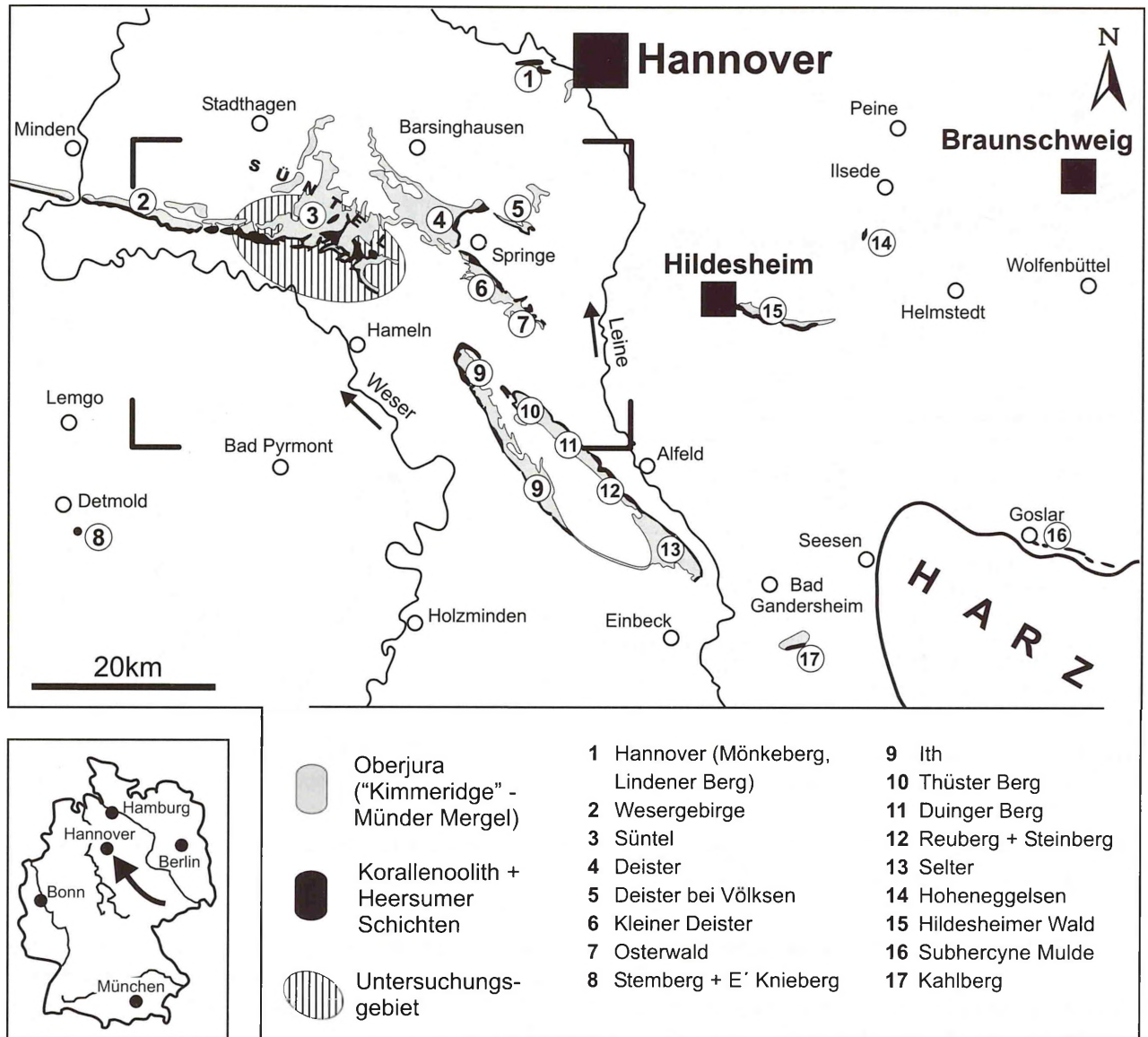


Abb. 1 - Verbreitung (Ausstrich) der oberjurassischen Schichtenfolge des Niedersächsischen Beckens in NW-Deutschland. Das Arbeitsgebiet (3: Süntel) befindet sich ca. 30km südwestlich von Hannover. Eingerahmt: Umgrenzung der Detailkarte von Abb. 2.

Fig. 1 - Location map showing the distribution of Upper Jurassic strata exposed in NW Germany. The study area (3: Süntel Mts) is situated 30km southwest of Hannover. Framed area is shown in detail in Fig. 2 .

Die Riffe sind weit gehend in situ überliefert: Viele Organismen, die in den Riffen lebten, wurden post mortem von mikrobiellen Karbonaten überwachsen. Sogar Organismen mit nur geringem fossilen Überlieferungspotential, z.B. Weichschwämme, sind in Lebendstellung überliefert. Deshalb sind die Riffe des Untersuchungsgebietes ganz besonders geeignet, um Sukzessionen im Sinne von „community replacement“ (Copper, 1988) zu studieren (Kap. 4.2.7). Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der paläoökologischen Interpretation, bei der Aspekte wie z.B. die Gesamtdauer des Riffwachstums erörtert werden (Kap. 4.5). Im Anschluss wird ein überregionaler Vergleich mit ähnlichen

oberjurassischen Korallenvorkommen durchgeführt (Kap. 4.5.6).

Die vorliegende Arbeit stellt somit eine erste großflächige Untersuchung eines oberjurassischen lagunären Ablagerungsraumes mit zahlreichen Fleckenriffen dar, die an einen bestimmten stratigraphischen Abschnitt gebunden sind und deren Aufbau sich gleichen. Äquivalente rezente lagunäre Ablagerungsräume mit Fleckenriffen existieren innerhalb von Atollen (Wallace & Schafersman, 1977) oder im Rückriffbereich (Garrett et al., 1971; Zankl & Schroeder, 1972; Longman, 1981; James, 1983).

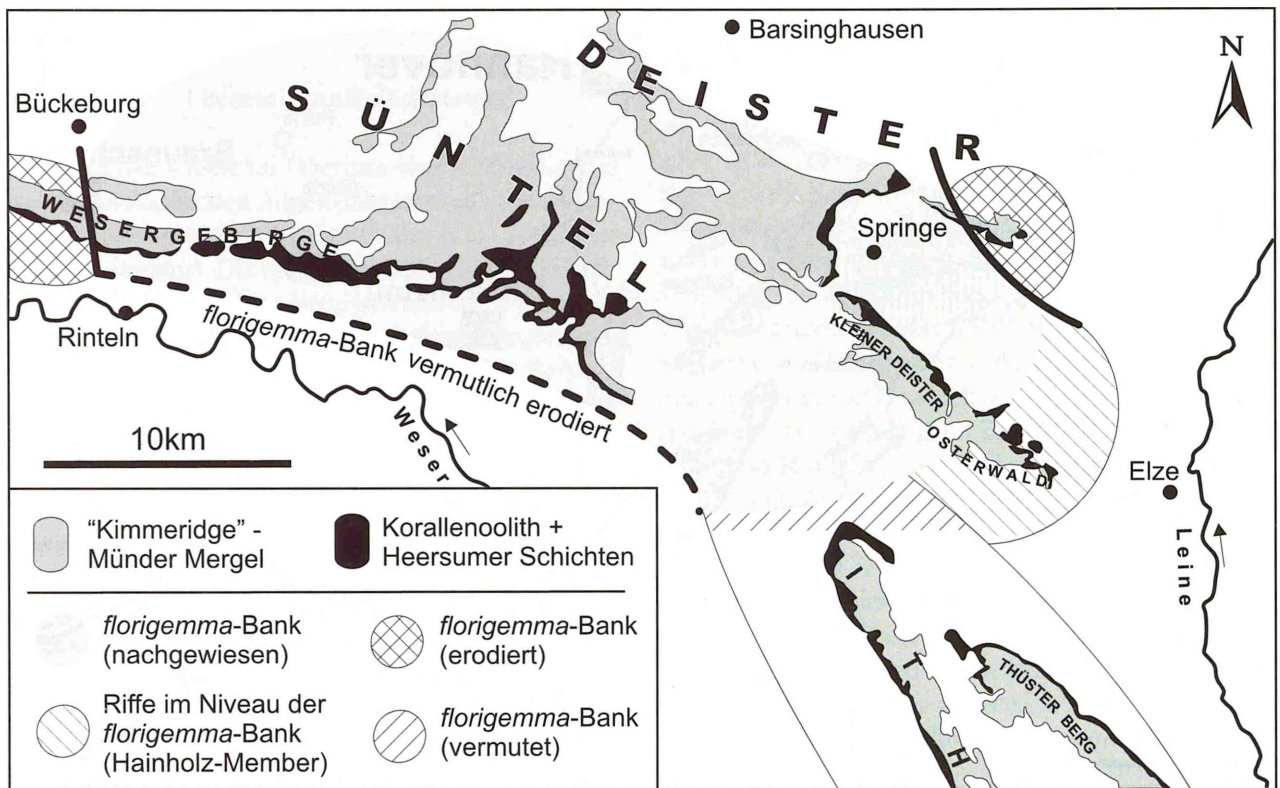


Abb. 2 - Ausstrich der oberjurassischen Schichtenfolge südwestlich von Hannover (Detailkarte von Abb. 1) und regionale Verbreitung der *florigemma*-Bank in NW-Deutschland (Untersuchungsgebiet: Süntel).

Fig. 2 - Assumed regional distribution and outcrop belt of the *florigemma*-Bank Member in northwestern Germany (sketch map, limits as shown in Fig. 1).

1.2 Lage des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet umfasst den **Süntel** und das **östliche Wesergebirge** (Abb. 1-2, 4). Der Süntel ist ein hercyn verlaufender, bewaldeter Höhenzug von ca. 12km Länge und 5km Breite. Er befindet sich ca. 30km südwestlich von Hannover in Nordwest-Deutschland. Im westlichen und zentralen Bereich des Süntels liegt das Naturschutzgebiet „Hohenstein“. Westlich des Süntels schließt sich das Wesergebirge bzw. die Weserkette an (Abb. 2).

1.3 Geographischer und geologischer Überblick

Der Süntel ist eine breite, NW-SE-gestreckte, flache Muldenstruktur (Süntel-Mulde nach Baldschuhn & Kockel, 1998). Deren Achse fällt nach Südosten ein, so dass im südöstlichen Süntel zwischen Hamelspringe und Unsen (Abb. 4) weitflächig die jüngsten Ablagerungen (unterkretazische klastische Sedimentgesteine der Wealden-Formation) ausstreichen. Ansonsten sind Kalk- und Mergelsteine der Malm-Gruppe (Gramann et al., 1997) im Süntel verbreitet. In Richtung des südwestlich gelegenen Wesertals schließen sich klastische

Sedimentgesteine des Dogger an, deren Verbreitung bis zum Hangfuß des Süntels reicht (Grupe & Ebert, 1927; Naumann, 1927; Naumann & Burre, 1927; Grupe, 1933).

Im Nordosten wird der Süntel tektonisch und auch morphologisch durch die bedeutende, hercyn streichende Süntel-Störung begrenzt (Baldschuhn & Kockel, 1998: 60). In nordöstliche Richtung schließt sich der Bad Münder-Halbgraben an, der im Gegensatz zur Süntel-Scholle durch extrem hohe Mächtigkeiten der Oberjura-zeitlichen Schichtenfolge gekennzeichnet ist. Der Vertikalversatz entlang der Süntel-Störung beträgt ca. 1500m (Baldschuhn & Kockel, 1998: 59, Abb. 28-29). Da im Süntel die Schichten lediglich im flachen Winkel zur Muldenachse hin geneigt sind, entspricht das Landschaftsbild einer Schichtstufenlandschaft (Fabisch, 1996). Entlang des Südwestabbruchs (von Welliehausen im Südosten bis Rohdental im Nordwesten) ist der Stufenrand durch tief eingeschnittene Täler zerfurcht. Durch Erosion wurden zahlreiche Berge vom Stufenrand morphologisch getrennt. Sie bilden Ausliegerberge, die dem Stufenrand vorgelagert sind (Kaiser, 1979). Diese „Vorberge“ sind für den südwestlichen Bereich des Süntels sehr charakteristisch und bestehen aus Cornbrash-Sandstein des Mittleren Jura.

Insgesamt dominieren die verwitterungsresistenten Kalksteine des Korallenoolith im Landschaftsbild und bilden markante Steilstufen. Insbesondere im Naturschutzgebiet Hohenstein zeichnet sich der Korallenoolith durch steilwandige Felsklippen aus (Taf. 1/1, 2/4). Infolge von Bergzerreißen entlang von Klufflächen sind zahlreiche Felspartien von der Bergseite gelöst,

zum Tal hin verkippt und z.T. abgerutscht (antithetische Kleinschollenkippen, Krause, 1966) (Fabisch, 1996). Dadurch entstanden markante „Felsgärten“ aus einzelnen Felstürmen und -mauern (Taf. 1/1; Kaiser, 1979).

Der Übergang vom Süntel in das Wesergebirge (geographisch: „Passstraße“ von Rehren nach Rohden,

Abkürzung	Lage des Aufschlusses	Riff-Fazies		Zwischenriff-Fazies		
				Meßtischbl.	Rechtsw.	Hochw.
Am-I	Amelungsberg (Scheitel: Bergzerreißen): Felsklippe	+		3721 Auetal	35.18.450	57.85.350
Am-II	Amelungsberg (Scheitel: Bergzerreißen): Felsklippe	+		3721 Auetal	35.18.300	57.85.350
Am-III	Amelungsberg S-Hang: Felsklippe	+		3721 Auetal	35.18.525	57.85.075
Ba	NNE' Bakeder Berg: Steinbruch am ∞ Forstweg	+		3722 Lauenau	35.25.200	57.85.080
Ba-SW	Bakeder Berg, SW-Ausläufer: Felsklippen	+		3822 Hameln	35.24.480	57.83.900
Bo-I	Borberg, WNW-Ausläufer: Felsklippe	+		3821 Hess. Old.	35.22.610	57.84.050
Bo-II	Borberg S-Hang: kleine Felsklippen	+		3822 Hameln	35.22.900	57.83.850
Bo-III	Borberg, Sattel: Steinbruch ∞	+		3822 Hameln	35.22.935	57.84.020
Da	Bergvorsprung S' Dachtelfeld: Felsklippe	+		3722 Lauenau	35.22.890	57.85.700
Fa	Steinbruch ∞ im Falltal, am Wirtschaftsweg zur Eulenfl.	+		3822 Hameln	35.25.425	57.82.530
Fö	Föhrtal SE' Brennen-Berg: Steinbruch ∞ am Forstweg	+		3822 Hameln	35.23.190	57.84.630
Gr	Grüner Altar (Hohenstein): Felsnadel	+		3721 Auetal	35.21.420	57.84.800
Had	Steinbruch ∞ NE' Haddessen im Falltal	+		3822 Hameln	35.25.450	57.82.535
Had-I	Steinbruch ∞ NE' Haddessen im Falltal	+		3822 Hameln	35.25.425	57.82.530
He	E' Hoher Kamp: Forstweganschnitt SW' Herriehausen	+		3722 Lauenau	35.23.950	57.87.900
Höl-I	Höllental, Berghang unterhalb KS 85: Felsklippe	+		3721 Auetal	35.19.150	57.85.870
Höl-II	Höllental, Forstweganschnitt SW' Höllenmühle	+		3721 Auetal	35.19.720	57.86.400
Höl-III	Höllental, Berghang NE' Schrabstein: Felsklippe	+		3721 Auetal	35.19.350	57.86.300
Höl-IV	Höllental, Berghang NE' Schrabstein: Bachanriß	+		3721 Auetal	35.19.185	57.86.240
Hona	Hohenacken NW-Hang: Forstweganschnitt	+		3822 Hameln	35.25.300	57.82.090
Ib	Iberg, S-Hang: Forstweganschnitt	+		3721 Auetal	35.17.935	57.86.215
Ke	NE' Hohes Rad: Stbr. am Forstw. NW' Kessiehausen ∞	+		3722 Lauenau	35.24.700	57.87.280
La	Steinbruch Langenberg ∞ W' Riesen-Berg	+		3721 Auetal	35.19.180	57.85.450
Mat	Steinbruch am Mattenberg ∞ W' Hamelspringe	+		3822 Hameln	35.26.750	57.84.525
Mü	Münchhausen-Ställe (NW' Hohenstein): Felsklippen	+		3721 Auetal	35.21.480	57.85.230
Ob I-III	Oberberg-Bergkamm: Felsklippen	+		3721 Auetal	35.13.000	57.86.000
Pa-I	Bergkamm ca. 250m WNW' Paschenburg: Felsklippe	+		3721 Auetal	35.13.925	57.85.700
Pa-II	Bergkamm ca. 150m W' Paschenburg: Felsklippe	+		3721 Auetal	35.13.980	57.85.675
Pö-I	großer Steinbruch NE' Pötzen ∞	+		3822 Hameln	35.25.750	57.81.725
Pö-II	großer Steinbruch NE' Pötzen ∞	+		3822 Hameln	35.25.890	57.81.580
Pö-III	großer Steinbruch NE' Pötzen ∞	+		3822 Hameln	35.25.880	57.81.640
Ram	Ramsnacken S-Hang: Felsklippe	+		3721 Auetal	35.20.090	57.85.100
Ri	Steinbruch Riesen-Berg ∞	+		3721 Auetal	35.19.850	57.85.550
RS	Röter Stein, SE-Hang: Steinbruch am ∞ Forstweg	+		3822 Hameln	35.23.925	57.83.850
Schr	Schrabstein: Felsklippe	+		3721 Auetal	35.18.830	57.85.925
We	Berghang NE' Wellergrund: Steinbruch ∞	+		3722 Lauenau	35.23.290	57.85.320

Abb. 3 - Aufschlussverzeichnis (Abkürzung des Profils, Lage, Hoch- und Rechtswerte) der untersuchten Profile sowie Probenahmepunkte (Lesesteine) der *florigemma*-Bank im Süntel. Die Auflistung erfolgt in alphabetischer Reihenfolge.

Fig. 3 - List of studied sections of the *florigemma*-Bank Member (abbreviation of sections, location, coordinates). The sections are listed in alphabetic order.

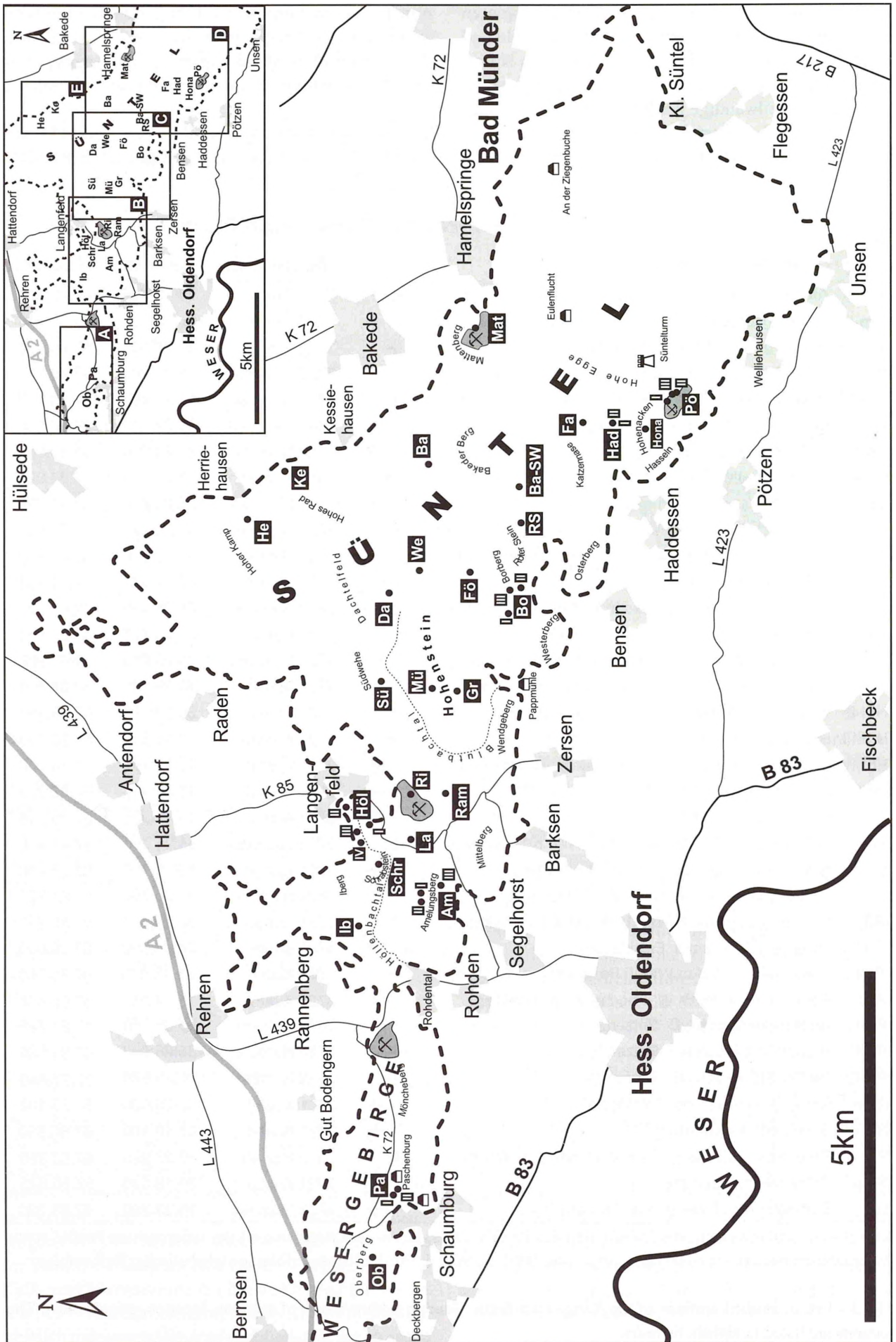


Abb. 4 (gegenüberliegende Seite) - Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes mit Lage der untersuchten Profile der *florigemma*-Bank (s. Aufschlussverzeichnis, Abb. 3) im Süntel und östlichen Wesergebirge; oben-rechts: Umgrenzung der Detailskizzen A-E (s. nachfolgende Abbildungen).

Fig. 4 (opposite page) - Study area (Süntel Mts and eastern Wesergebirge, encircled with dashed line) showing the geographic position of studied sections of the *florigemma*-Bank Member (abbreviations see Fig. 3). Exposures are listed in Fig. 3. Sketch in the top-right corner: insets (A-E) give the position of detailed geographic maps shown in the Figures 4A-E).

Abb. 4) erfolgt in einem tektonisch „zerstückelten“ Gebiet (Naumann & Burre, 1927). Im Wesergebirge fällt die oberjurassische Schichtenfolge mit einem Winkel von ca. 20-30° nach Norden ein und ihr Ausstrich verschmälert sich auf ca. 1km Breite (Riemann, 1999; Spiehl, 1999).

Neben den natürlichen Aufschlüssen existieren im Untersuchungsgebiet zahlreiche i.d.R. kleine, auflässige Steinbrüche, die den Korallenoolith erschließen. Zudem sind drei große „Korallenoolith-Steinbrüche“ noch im Abbau (von W nach E): Steinbruch Rohden am Möncheberg, Steinbruch Riesenberg (Taf. 1/3) und Steinbruch Mattenberg (Abb. 4, Taf. 2/6). Erwähnenswert sind noch Verkarstungserscheinungen, die an den Korallenoolith gebunden sind. Sie führten zur Entstehung zahlreicher Höhlen und Dolinen (Fabisch, 1996).

1.4 Paläogeographie während des (Mittleren) Oxfordium

Das Niedersächsische Becken (Gramann et al., 1997) ist ein „Nebenmeer“ nördlich der Tethys (Helm et al., 2001b: Abb. 1). Es war während des (Mittleren) Oxfordium von mehreren größeren Inseln umgeben (Ringköbing-Fünen-Hoch, Rheinische Masse und Böhmisches Becken), was zur Bezeichnung „European Archipelago“ führte (Fürsich & Sykes, 1977). Mehrere „Pforten“ gewährleisteten eine Verbindung zur Tethys und benachbarten Nebenmeeren nördlich der Tethys, so dass ein Faunen- und Florenaustausch zwischen tethyal und boreal geprägten Bereichen möglich war (Helm et al., 2001b).

1.5 Die Korallenoolith-Fazies im Niedersächsischen Becken

Im zentralen Niedersächsischen Becken lagerten sich während des Mittleren Oxfordium bis zum Unteren Kimmeridgium vorwiegend Karbonatgesteine ab, die

zum Korallenoolith zusammengefasst werden (Gramann et al., 1997). Sie erreichen Mächtigkeiten zwischen 43m (Helm et al., 2003c: Osterwald) und 80m (Schulze, 1975: Ith, Profil Greitberg), sind meistens aber um 50m mächtig.

Die Gesteine des Korallenoolith entstanden im warmen Flachwasser und repräsentieren eine Vielzahl von Mikrofaziestypen (Schulze, 1975; Helm et al., 2001b). Am häufigsten kommen Kalkoolithe und oolithische Kalksteine vor (Nahnsen, 1912; Vinken, 1974; Schulze, 1975). Der biogene Anteil in Korallenoolith-Sedimenten ist erheblich und wurde bisher unterschätzt (Helm et al., 2001b). In Bioklasten- und Cortoid-Kalksteinen sind Fossilreste nicht nur gesteinsbildend, in der Regel sind sie auch die einzigen Komponenten. Neben Echinodermen- und (mikritisierten) Molluskenresten spielen häufig auch sandschalige Foraminiferen eine erhebliche Rolle am Sedimentbudget (Helm et al., 1999; diese Arbeit). Regional oder horizontweise macht sich der Einfluss vom Festland durch Eintrag von Detritus (Quarzsand, Silt, Tonminerale) bemerkbar (Klüpfel, 1931; Mönnig & Bertling, 1995; Bertling, 1997b, 2002). In „Trögen“ entstanden sedimentäre Eisenerze (Fe-Oolith), welche lokal bedeutende Lagerstätten bilden bzw. bildeten. Sie wurden deshalb bereits vor mehreren Jahrzehnten intensiv bearbeitet (z.B. Simon, 1965). Korallenriffe und -biostrome treten im Korallenoolith horizontweise auf. Nach Helm et al. (2003a) sind insgesamt vier Horizonte mit Korallenführung ausgebildet und regional oder lokal verbreitet: Untere Korallenbank, Fossilschicht, *florigemma*-Bank/Hainholz-Member und Nerineenbank. Bedeutend sind lediglich die Korallenvorkommen der Unteren Korallenbank, der *florigemma*-Bank und des Hainholz-Member. Auf ihre Zusammensetzung der Korallenfauna, Faziesgeometrie und räumliche Verbreitung gehen Helm et al. (2003a) näher ein.

1.6 Verbreitung des Korallenoolith im Niedersächsischen Becken

Der Korallenoolith streicht vor allem südwestlich bis südöstlich von Hannover aus (Abb. 1). Er ist allgemein in den Höhenzügen zwischen den Flüssen Weser und Leine (Weser- und Leinebergland) in natürlichen Aufschlüssen (Felsklippen) und Steinbrüchen gut aufgeschlossen. Auch im Subhercynen Becken nördlich des Harzes gibt es einige kleine, isolierte Korallenoolith-Vorkommen (Abb. 1), z.B. in der Umgebung von Braunschweig (Schott, 1930). Das östlichste befindet sich im Bereich der Aller-Störungszone im Landkreis Wernigerode/Sachsen-Anhalt (Karpe, 1999: Steinbruch am Ortsrand von Wefensleben). Neben diesem Verbreitungsgebiet der Tagesaufschlüsse ist der Korallenoolith noch großflächig im Untergrund von Nord-

deutschland nachgewiesen. Simon (1965) berichtet von sedimentären Eisenerzen des Korallenoolith aus dem Gifthorner Trog. Tessin (1995) beschreibt Kalksteine der Korallenoolith-Fazies aus Bohrungen in Ostbrandenburg (Raum Rüdersdorf).

Einzig im Wesergebirge ist der graduelle Übergang in die klastische Randfazies des Korallenoolith (Wiehen-

gebirgs-Quarzit) gut aufgeschlossen (z.B. Stinder, 1991). Der Wiehengebirgs-Quarzit schließt sich in westliche Richtung (Grenze: ca. Porta Westfalica) an und ist in der Umgebung von Osnabrück gut aufgeschlossen (Klassen, 1984, hier weitere Literatur).

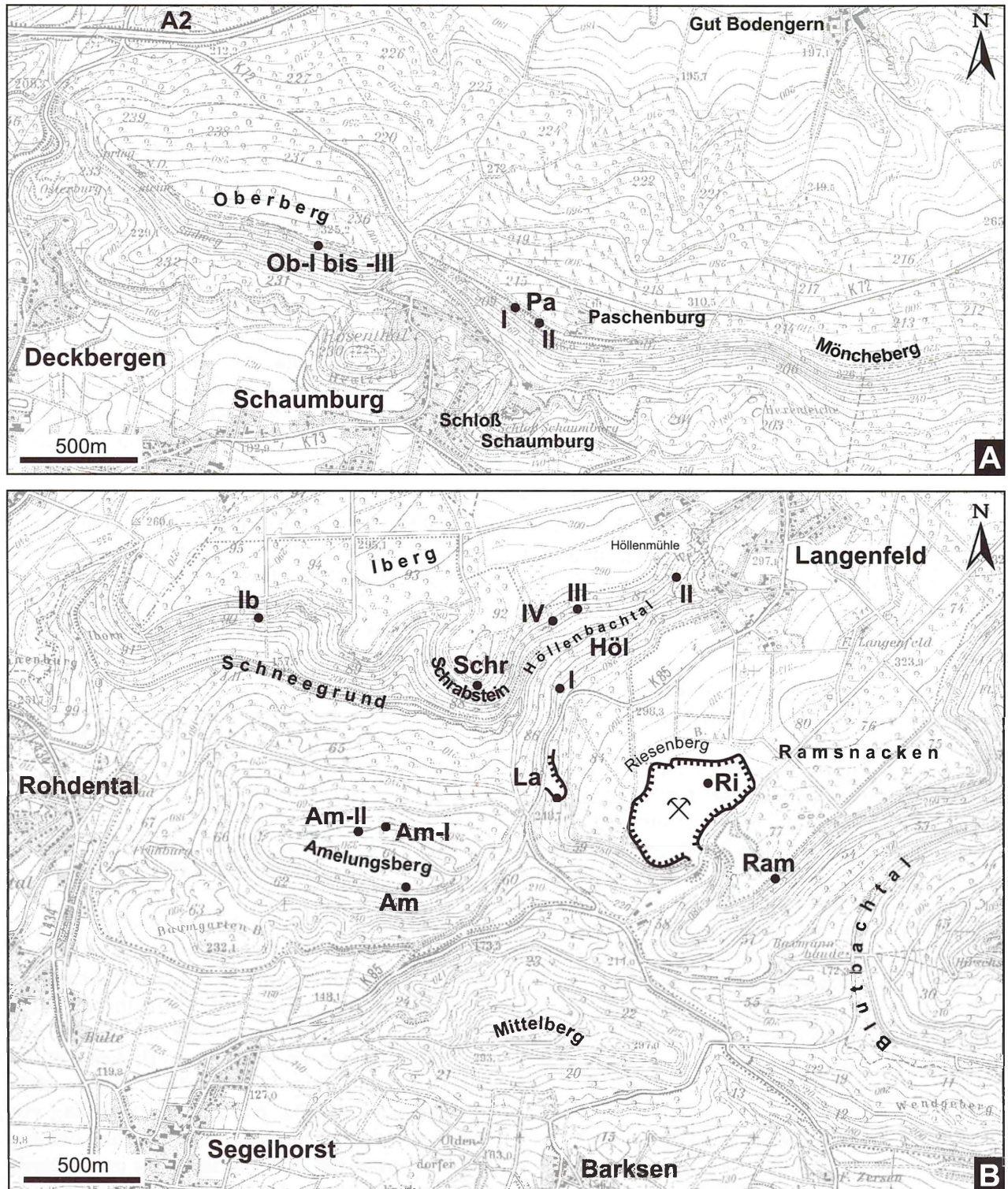


Abb. 4a - Detailkarten A und B (Erläuterung s. Abb. 4).

Fig. 4a - Enlarged maps A and B (for explanation see Fig. 4)

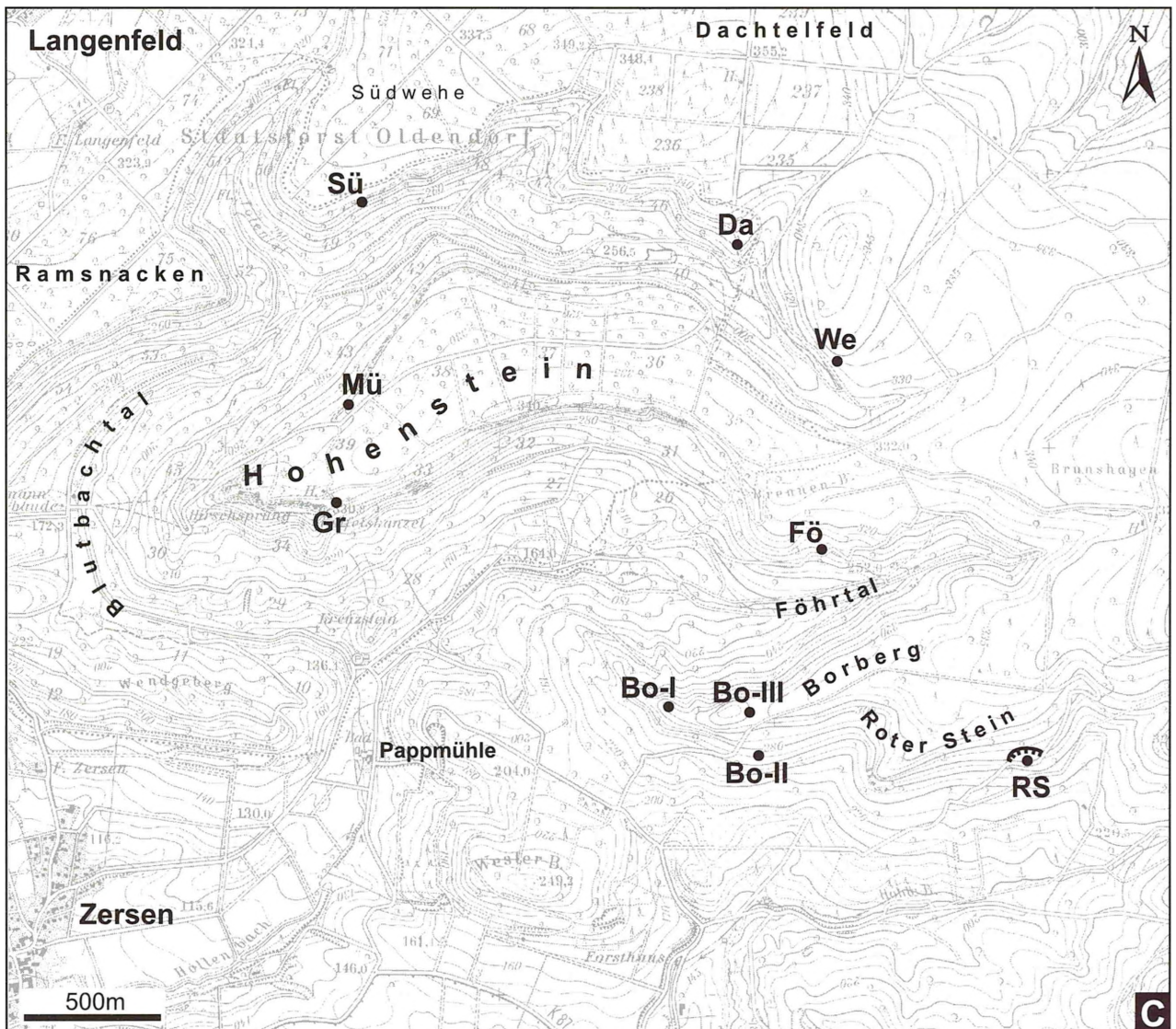


Abb. 4b - Detailkarte C (Erläuterung s. Abb. 4).

Fig. 4b - Enlarged map C (for explanation see Fig. 4)

1.7 Korallenoolith im Süntel und östlichen Wesergebirge

Roemer (1857) beschreibt erstmals die oberjurassische Schichtenfolge der Weserkette. Erste geologische Aufnahmen im Süntel einschließlich Fossilisten gehen auf Scholz (1908-1909) und Oertel (1913) zurück. Löwe (1913) ergänzt die Angaben durch Profilaufnahmen und Fossilbeschreibungen. Wenige Jahre später werden im Süntel die geologischen Verhältnisse im Rahmen geologischer Kartierungen erfasst (Grupe & Ebert, 1927: Blatt Lauenau; Naumann, 1927: Hessisch-Oldendorf; Naumann & Burre, 1927: Hameln; Grupe, 1933: Blatt Kathrinhagen, aktuell: Auetal). In diesen Arbeiten befinden sich auch Fossilisten, die sich auf die *florigemma*-Bank beziehen. Zeitgleich veröffentlicht Klüpfel (1931) die „Stratigraphie der Weserkette“, in der er auch den Süntel berücksichtigt. Er gliedert die Schichtenfolge lithologisch und liefert zahlreiche detaillierte

Profilaufnahmen. Auf Klüpfel (1931) gehen auch die Bezeichnung der einzelnen Schichtglieder (z.B. *florigemma*-Bank) und Horizonte (z.B. „Groboolith“) des Korallenoolith zurück, die noch heute verwendet werden (Abb. 6). Seine Profilaufnahmen ergeben, dass die Korallenvorkommen des Korallenoolith an bestimmte Horizonte gebunden sind (Untere Korallenbank und *florigemma*-Bank).

Eine weitere Phase feinstratigraphisch-fazieller Untersuchungen beginnt mit der Arbeit von Plote (1959). Er beschränkt sich auf den Korallenoolith zwischen dem Wesergebirge und dem Gifhorner Trog. Für den Süntel stellt seine Untersuchung lediglich eine „Neubearbeitung“ dar. Hoyer (1965) zieht den südöstlichen Süntel ebenfalls in seine Bearbeitung der oberjurassischen Schichtenfolge mit ein. Auch dieser Arbeit sind keine wesentlichen neuen Informationen zu entnehmen, da er die Profilaufnahmen Klüpfels (1931) übernimmt bzw. neu interpretiert. Schiebel (1969) konzentriert sich auf

den Grenzbereich Korallenoolith – „Kimmeridge“. Er bearbeitet im Süntel und angrenzenden Wesergebirge die Mikrofauna und interpretiert die Schichtenfolge biostratigraphisch. Die „Mikrofazielle(n) Untersuchungen im Korallenoolith und Kimmeridge“ von Radwany

(1974) stellen lediglich eine Kompilation existierender Profilaufnahmen dar - enthalten entgegen der Ankündigung im Titel aber keine mikrofazielle Bearbeitung. Einen großen Fortschritt liefern erst die mikrofaziell, geochemisch und technisch ausgerichteten Untersu-

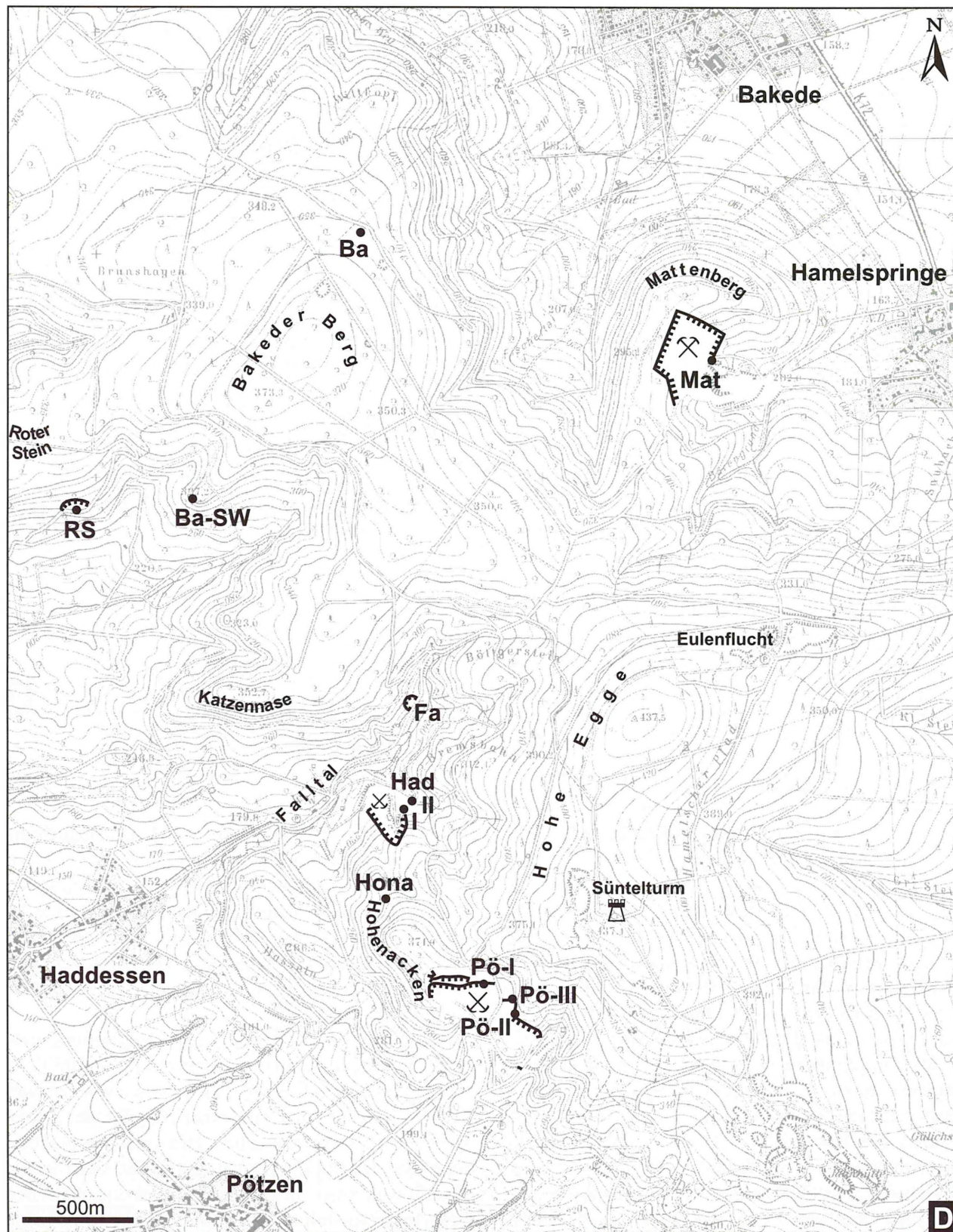


Abb. 4c - Detailkarte D (Erläuterung s. Abb. 4).

Fig. 4c - Enlarged map D (for explanation see Fig. 4)

chungen des Korallenoolith von Schulze (1975). Er gliedert die im Untersuchungsgebiet befindlichen Korallenoolith-Profile (s. Abb. 4) Rohden (östliches Wesergebirge) und Pötzen (südöstlicher Süntel) mikrofaziell. In einer populärwissenschaftlichen Publikation stellt Kaiser (1979) die Geologie des Hohensteingebietes für eine breite Öffentlichkeit dar. Er beschreibt auch die *florigemma*-Bank und weist auf Fleckenriffe in diesem Schichtglied hin.

In jüngeren Arbeiten geben Autoren feinstratigraphische Aufnahmen und fazielle Interpretationen einzelner, gut erschlossener Korallenoolith- und Kimmeridge-Profile (Neumeister, 1988: Steinbruch Pötzen; Stinder, 1991: Steinbruch Rohden und Riesenberg; Schülke, 1993: Steinbruch Riesenberg; Mönnig & Bertling, 1995: Steinbruch Riesenberg; Kadagies, 1999: Steinbrüche Pötzen und Mattenberg). Zudem bearbeitet Stinder (1991) die genannten Korallenoolith-Profile mikropaläontologisch (Foraminiferen und Ostrakoden) und interpretiert sie biostratigraphisch.

Aktuelle Studien konzentrieren sich auf die Korallenvorkommen der *florigemma*-Bank. In diesem Kontext fanden Spezialkartierungen statt, in der die flächenmäßige und fazielle Verbreitung der *florigemma*-Bank im Untersuchungsgebiet erfasst worden sind (Frärks, 1998; Levy, 1999; Riemann, 1999; Spiehl, 1999). In einer Pilotstudie untersucht Helm (1997a) ein Fleckenriff am Amelungsberg im Naturschutzgebiet Hohenstein detailliert, weitere Arbeiten über dieses Vorkommen folgten (Helm & Schülke, 1998, 1999, 2000a). Helm (1998) schildert vom Aufschluss am Amelungsberg Phänomene von Paläokarst, die an die Dachfläche der *florigemma*-Bank bzw. Hauptdiskontinuitätsfläche gebunden sind. Solche Phänomene ließen sich für das gesamte Untersuchungsgebiet nachweisen (Helm et al., 2002a). In einer weiteren Arbeit beschreiben und diskutieren Helm et al. (2003a) die regionale Verbreitung und fazielle Ausbildung von Korallenvorkommen der *florigemma*-Bank im Süntel, Deister, Kleinem Deister und Osterwald (Hainholz-Member). Es stellt sich heraus, dass im Süntel Thrombolith-inkrustierte Korallengestrüppe aus *Thamnasteria dendroidea* verbreitet sind. Sie bilden Fleckenriffe und sind von lagunären Kalksteinen umgeben. Die Kalkalgen (Porostromata, Rotalgen, Dasycladaceen) der *florigemma*-Bank beschreiben Helm et al. (2003b). Schülke et al. (2003) liefern eine erste sequenzstratigraphische Interpretation der Schichtenfolge (Callovium – Kimmeridgium), die im wesentlichen auf Untersuchungen im Süntel beruht.

Über diese lokalen Studien hinaus ist die Arbeit von Gramann et al. (1997) von großer Bedeutung. Die Autoren beziehen sich auf die Entwicklung des Niedersächsischen Beckens während des Oberjura. Einen weiteren Schwerpunkt nimmt die biostratigraphische Gliederung der Schichtenfolge ein (Gramann et al. 1997,

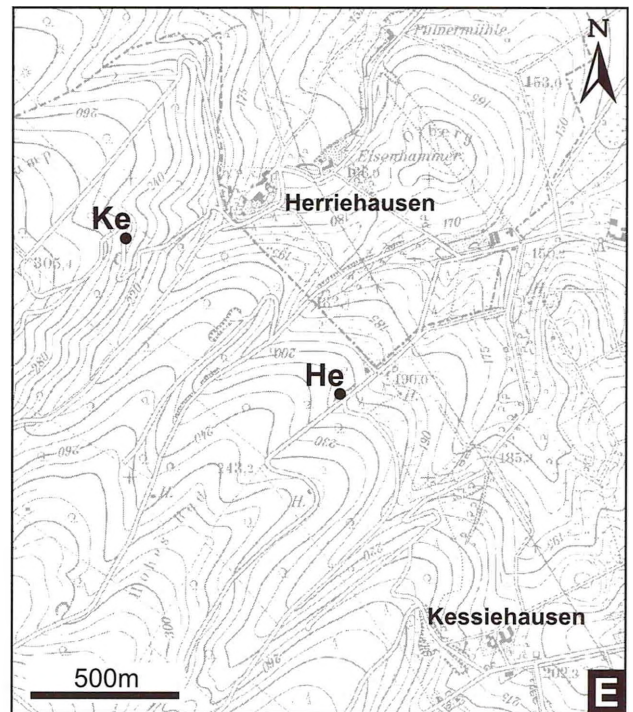


Abb. 4d - Detailkarte E (Erläuterung s. Abb. 4).

Fig. 4d - Enlarged map E (for explanation see Fig. 4)

dort weiter führende Literatur). Zudem erfolgte kürzlich eine Umbenennung des nordwestdeutschen „Kimmeridge“ in die Bezeichnung Süntel-Formation (Deutsche Stratigraphische Kommission, 2002, Hrsg.), dem auch in dieser Arbeit gefolgt wird (Abb. 6).

Letztendlich bleibt festzuhalten, dass trotz zahlreicher lokaler Untersuchungen der Korallenoolith bis dato fast ausschließlich makroskopisch, durch lithologische Profilaufnahmen im Überblick erfasst wurde. Die Dokumentation der Mikrofazies und der Schloffossilien befindet sich erst im Anfangsstadium (z.B. Helm et al., 2003b). Der Kenntnisstand einzelner Fossilgruppen wird bei den jeweiligen in den entsprechenden Kapiteln 3.1-3.14 behandelt.

1.8 Die *florigemma*-Bank im Niedersächsischen Becken

Regionale Verbreitung der *florigemma*-Bank

Die *florigemma*-Bank befindet sich stratigraphisch ungefähr im mittleren Abschnitt des Korallenoolith (Abb. 6). Ihre regionale Verbreitung beschränkt sich auf den östlichen Bereich des Korallenoolith-Ausstrichs vom mittleren **Wesergebirge** im Westen über den **Süntel** bis in den **Deister** und **Kleinen Deister** (Abb. 2). Westlich der Linie Bückebug-Rinteln ist die *florigemma*-Bank bereits jurazeitlich abgetragen worden, da sich die Hauptdiskontinuitätsfläche zumindest bis auf das Niveau des Hauptoolith einschneidet (Stinder, 1991). Das trifft ebenso auf das Korallenoolith-Vor-

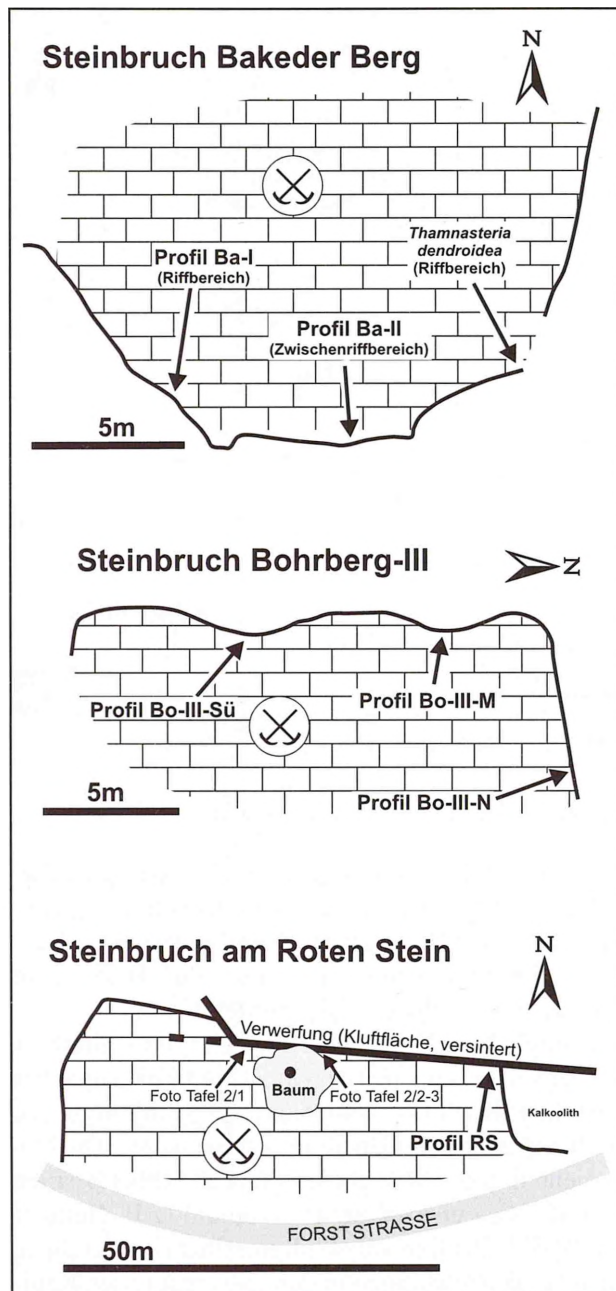


Abb. 5 - Aufrisszeichnungen der aufgelassenen Steinbrüche am Bakeder Berg (Ba, oben), Bohrberg (Bo-III, mitte) und Roten Stein (RS, unten). Die Pfeile zeigen die Position der Profilaufnahme an.

Fig. 5 - Schematic sketches of the abandoned quarries at Bakeder Berg (Ba, top), Bohrberg (Bo-III, middle) and Roten Stein (RS, bottom) in Süntel Mts. The arrows indicate the position of the investigated sections.

kommen im östlichen Deister zu (Hoyer, 1965: Korallenoolith-Vorkommen bei Völksen). Eventuell erstreckt sich die *florigemma*-Bank bis in den **Ith** (Helm & Schülke, 2001: fragliche Lesesteine der *florigemma*-Bank). Im **Osterwald** ist in vergleichbarer stratigraphischer Position das Hainholz-Member ausgebildet; es stellt möglicherweise ihr fazielles Äquivalent dar (Helm et al., 2003c).

Fazielle Ausbildung und Rifftypen der *florigemma*-Bank

Regional zeigen die *florigemma*-Bank und ihre Korallenvorkommen deutliche Faziesdifferenzierungen (Helm et al., 2003a). Aus dem **Wesergebirge** liegen nur wenige Daten über Korallenvorkommen vor. Spihl (1999) und Riemann (1999) weisen auf Biokonstruktionen aus *Thamnasteria dendroidea*-Kolonien hin. Für den **Süntel** sind Korallen-Thrombolith-Riffe bis 4m Höhe und bis mehreren 10er-m Durchmesser typisch. Sie bestehen fast ausschließlich oder vorwiegend aus *Th. dendroidea*. Kolonien von *Fungiastrea arachnoides* kommen häufig vor, die wenigen anderen Korallenarten sind selten oder lediglich durch Einzelfunde belegt. Die Riffe gehen seitlich in lagunäre, mikritische Kalksteine des Zwischenriffbereichs über (Helm et al., 2003a). Wie im Wesergebirge auch, entspricht die Dachfläche einer markanten, paläo-verkarsteten Erosionsfläche (Helm et al., 2002a). Im **Kleinen Deister** ist *Th. dendroidea* ebenfalls die dominierende Korallenart. Die Kolonien bilden einen 1 bis 2m hohen „Korallenrasen“, der im Streichen auf mehreren 100m zwischen Rahe Berg und Burgberg erschlossen ist. Innerhalb des Korallenrasen sind in der Regel keine einzelnen Kolonien auszumachen, da sich die Äste von *Th. dendroidea* vorwiegend nach oben erstrecken. Inkrustierende Organismen und mikrobielle Karbonate sind unbedeutend; mikritischer Kalkstein mit sehr hohem Anteil an Kalkarenit (Cortioide, Bioklasten, sandschalige Foraminiferen) betten die Korallenäste ein (Helm et al., 2003a). Im **Deister** sind artenreiche Korallenassoziationen ausgebildet, die Helm & Schülke (2000b) im Überblick beschreiben. Nordwestlich Springe ist in Klippenprofilen auf ca. 2km im Streichen ein Korallen-Thrombolith-Biostrom mit Beteiligung von Solenoporen und Ptychochaetetiden aufgeschlossen. Es erreicht maximal 2m Höhe und schließt mit einer Lage großer Solenoporen-Knollen ab. Korallen-Thrombolith-Fleckenriffe von 2m Höhe sind nordnordöstlich Springe im Bereich des Speckhalses verbreitet. Sie bestehen vorwiegend aus „Gestrüpp“ fasciculater Korallen (*Stylosmilia corallina*, seltener *Gontocora socialis*), in die vor allem halbkugelige *Stylina tubulifera*-Stöcke eingewachsen sind. Fossilreicher mikritischer Kalkstein mit Solenoporen und Ptychochaetetiden flankiert die Fleckenriffe (Helm & Schülke, 2000b). Aus dem **Ith** (Hunzener Klippen) sind Lesesteine von Riffkalkstein bekannt, die sich aufgrund fazieller Übereinstimmungen am plausibelsten auf die *florigemma*-Bank zurückführen lassen. Es handelt sich um schlecht erhaltene Kolonien von *Th. dendroidea*, die von Tubiphyten inkrustiert und von mikritischem Kalkstein umschlossen sind (Helm und Schülke, 2001). Die größten und artenreichen (ca. 40 Korallenarten) Korallen-Thrombolith-Riffe des Korallenoolith sind aus dem Hainholz-Member im **Osterwald** bekannt. Sie

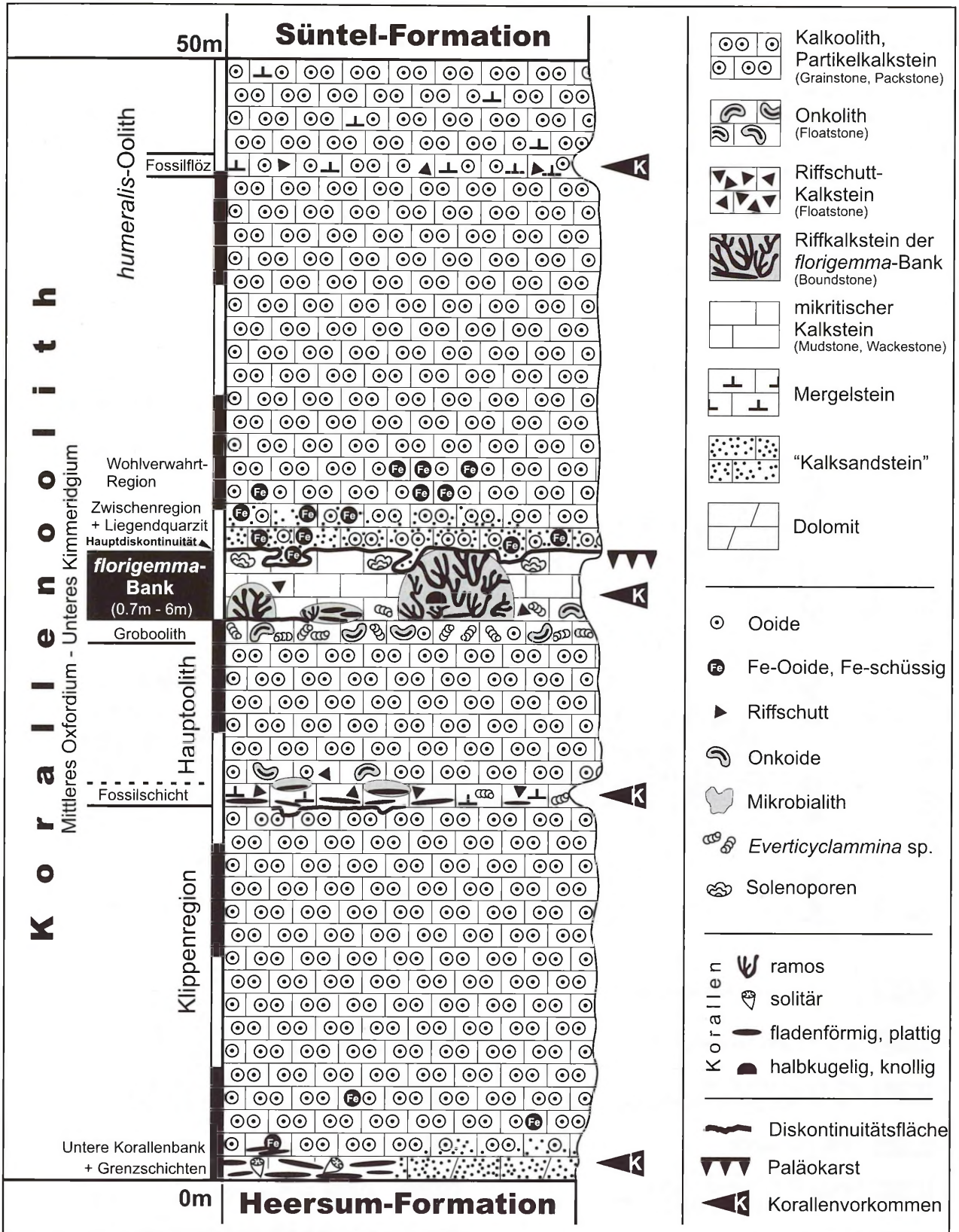


Abb. 6 - Standard-Profil des Korallenoolith im Süntel, stark schematisiert und vereinfacht, mit Verweis auf korallenführende Horizonte (K).

Fig. 6 - Schematic stratigraphic section of the Korallenoolith succession exposed in Süntel Mts. Coral-bearing horizons indicated (K).

erreichen maximal 13m Höhe und werden von Riffschuttkalksteinen flankiert, die einen hohen Anteil an Crinoiden- und Echinidenresten aufweisen. Das Vorkommen im Steinbruch am Hainholz gehört derzeit zu den am besten untersuchten Korallenvorkommen des Korallenoolith (Reuter, 2000; Reuter et al., 2001a, b; Helm et al., 2003a, c, d).

1.9 Methodik

Den Untersuchungen ging eine **Kartierung der florigemina-Bank** im Bearbeitungsgebiet voraus, da

nur wenige Aufschlüsse der *florigemina*-Bank bekannt waren. Diese Feldarbeiten erfolgten im Rahmen von Diplom-Kartierungen (Frärks, 1998; Levy, 1999; Riemann, 1999; Spihl, 1999) und eigenen Gelände-Begehungen. Weitere Kartierungen und makroskopische Aufnahmen beziehen sich auf die gemischt karbonatisch-siliziklastischen Ablagerungen im Hangenden der *florigemina*-Bank (Kleczar, 2002; Niemann, 2002), sind jedoch für diese Arbeit nicht von Bedeutung.

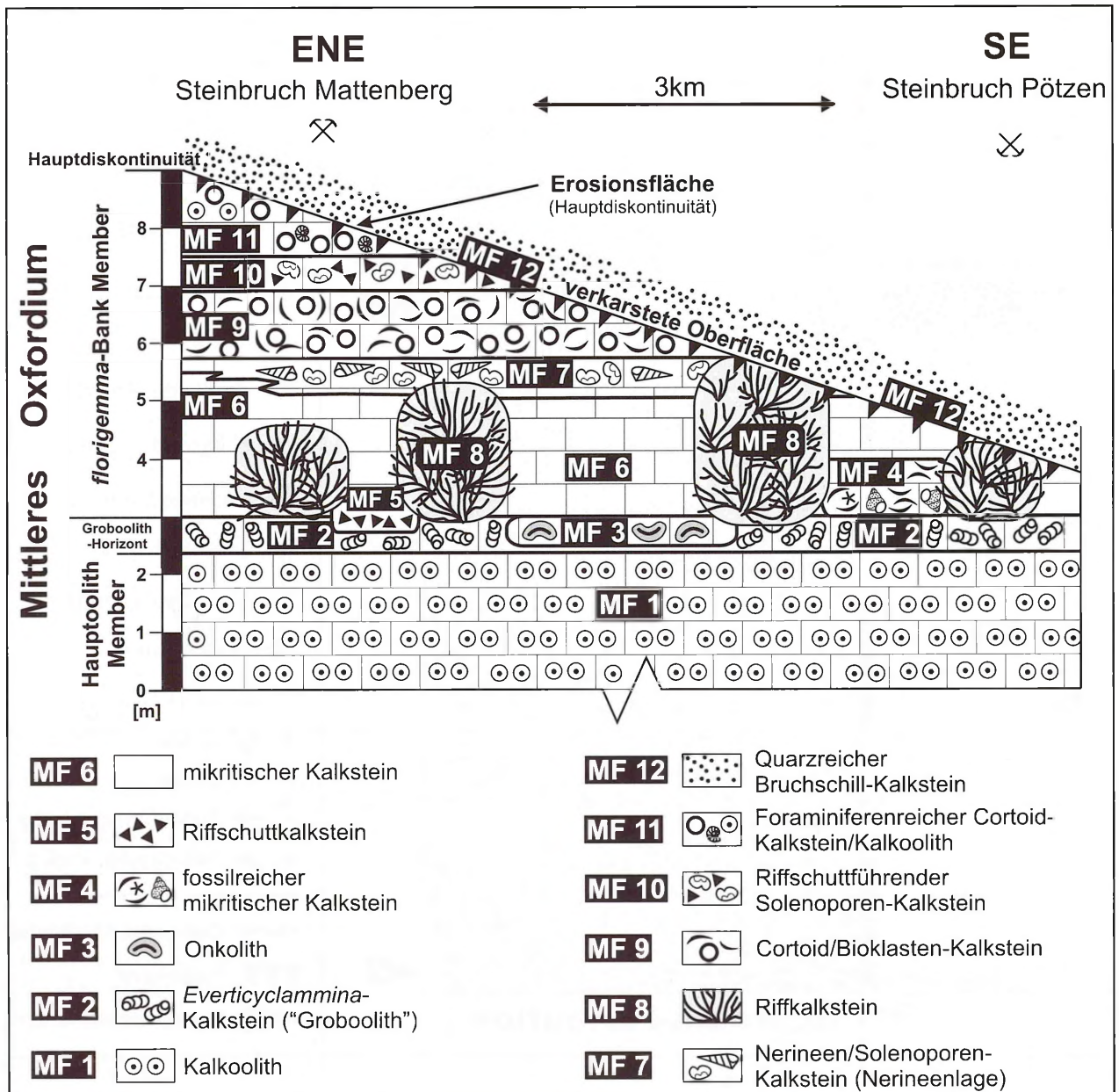


Abb. 7 - Schematisierte Darstellung der vertikalen Faziesabfolge und -architektur der bearbeiteten Schichtenfolge (Top Hauptoolith, *florigemina*-Bank bis zur Hauptdiskontinuitätsfläche) für den Süntel. Das Schema entspricht einem hypothetischen Profilschnitt im Osten des Untersuchungsgebietes vom Steinbruch Pötzen bis zum Steinbruch Mattenberg.

Fig. 7 - Scheme showing the facies succession and architecture across the *florigemina*-Bank Member. The sketch corresponds to a schematic cross-section in the eastern part of the study area between the Pötzen quarry and Mattenberg quarry.

Die flächenhafte Kartierung ergab dass die *florigemma*-Bank an Felsklippen und in Steinbrüchen insgesamt gut aufgeschlossen, jedoch häufig aufgrund der Steilheit des Geländes exponiert und unzugänglich ist (Taf. 1/1, 3; 2/4). Bei der sich anschließenden **Profilaufnahme, Fazieskartierung** und **Beprobung** wurde berücksichtigt, ob die *florigemma*-Bank in (1) Zwischenrifffazies oder (2) Rifffazies vorliegt.

1) Sobald der Aufschluss die **Zwischenrifffazies** erfasste, reichte eine **Traverse vom Liegenden bis ins Hangende der *florigemma*-Bank** aus, da die Faziesseinheiten im Streichen konstant bleiben. Die Profilaufnahme setzt ca. 1 bis 2m im Liegenden der *florigemma*-Bank ein und endete etwa 1m oberhalb der Hauptdiskontinuitätsfläche. Je nach Aufschluss-situation ließen sich oft nur „Teilprofile“ aufnehmen. Die Beprobung erfolgte im Abstand von ca. 1 bis 2dm. Bei rascheren vertikalen Fazieswechseln wurde dichter beprobt; bei „monotoner“ Lithologie, z.B. innerhalb der gebankten mikritischen Kalksteine (MF-Typ 6, s. Kap. 2.3) wurden die Probenabstände dagegen erweitert. Auf die Erfassung von Trennflächen wurde besonderer Wert gelegt. Insgesamt wurden 20 Gesamtprofile und Teilprofile in Zwischenrifffazies aufgenommen (Abb. 3).

2) Bei der Dokumentation der **Rifffazies** (insgesamt 16 Aufschlüsse, Abb. 3) wurde in sechs Aufschlüssen eine flächenhafte (2-dimensionale) makroskopische **Fazieskartierung** (Abb. 49-50) zur Erfassung der **Faziesarchitektur** durchgeführt (vgl. Helm & Schülke, 1998: Abb. 3; 1999: Abb. 1). Es erwies sich als vorteilhaft, dass die Strukturen an Steinbruchwänden oder entlang von Klufflächen an Felsklippen zumeist senkrecht angeschnitten sind (z.B. Taf. 4/1-3). Die Beprobung erfolgte nicht streng nach einem Raster-system (Webb, 1999) oder nach der „line-transect“-Methode (Bosellini & Perrin, 1994), ist aber dennoch flächendeckend repräsentativ. In allen 15 Aufschlüssen wurde außerdem zumindest entlang einer senkrechten **Traverse** (Profil) in dichten Abständen beprobt (vgl. Krajewski, 2000). Dagegen konnte der Bereich beidseitig der Traverse oder zwischen den Traversen aufgrund der Aufschlussgröße nur stichprobenartig erfasst werden.

Im nächsten Arbeitsschritt schloss sich eine Kartierung von Rifforganismen im Maßstab 1:1 an (vgl. Königshof et al., 1991; Pawellek, 2001). Diese Arbeiten liefern Informationen über die interne Strukturierung der Riffe (Organismenbestand und -verteilung). Die Auswahl der Objekte und Ausschnitte wurde allerdings durch Algen- und Flechtenbewuchs sowie unebene Gesteinsoberflächen stark beeinflusst oder diktiert (vgl. Bosellini, 1998: 210). Die Kartierung erfolgte mit Hilfe von Folien im Maßstab DIN A 4, die in rasterartiger Anordnung über der zu kartierenden Fläche befestigt wurden. Dabei wurden die Umriss- der Objekte, zu-

meist Korallenstöcke bzw. -äste, mit Folienstiften nachgezeichnet (vgl. Bosellini, 1998). Die Folienzeichnungen wurden anschließend „digitalisiert“ (in Schwarz-Weiß-Modus oder Graustufen), kombiniert und stark verkleinert reproduziert (vgl. Weidlich et al., 1993; Bernecker et al., 1999). Ergebnisse dieser Arbeitsschritte sind in Helm & Schülke (1998: Abb. 4, 6) und den Abbildungen 39, 43, 46 und 52 wiedergegeben.

Außerdem wurden Makrofossilien während der Feldarbeit gesammelt und, so weit möglich, mechanisch präpariert (Taf. 35/1-2, 6, 10; 36/1-2, 7-11). Sie stammen fast durchweg aus den fossilreichen mikritischen Ablagerungen von der Basis der *florigemma*-Bank (MF-Typ 4, Kap. 2.3).

Sämtliche Fazies-Proben wurden im Labor gesägt (Gesteinsscheiben) und zu Gesteinsanschliffen weiter verarbeitet (je Probe mindestens 1 Anschliff). Parallel dazu wurde von den meisten Proben mindestens ein Dünnschliff (3 x 5 cm) angefertigt, von Proben der Rifffazies i.d.R. mehrere. Insgesamt standen ca. 1120 Gesteinsanschliffe und ca. 950 Dünnschliffe für die mikrofazielle Untersuchung zur Verfügung.

Die semiquantitative Untersuchung der Gesteinsanschliffe erfolgte bei Wasserbenetzung unter dem Binokular. Zur Dokumentation wurden einige Anschliffe eingescannt (Taf. 35/7-9, 12; Abb. 15, 41-42, 49/C) oder die Komponenten und ihr Verteilungsmuster durch Schemazeichnungen erfasst (Helm & Schülke, 1998: Abb. 7) (Taf. 34/1; Abb. 20, 24, 35, 41, 54, 56). Diese Vorgehensweise fand ebenso im mikroskopischen Bereich zur Verdeutlichungen von Wachstumssequenzen von Rifforganismen (Helm & Schülke, 1998: Fig. 8) (Taf. 44/1; Abb. 36, 58) oder zur Rekonstruktion von Mikroinkrustiererabfolgen (Taf. 33/4-7, 37/5) Anwendung.

Vom paläoverkarsteten Kalkstein der Nerineenlage (MF-Typ 7, Kap. 2.3) des Dachbereichs der *florigemma*-Bank (s. Helm, 1998) wurden ca. 20 Kilogramm Rohproben mit verdünnter Salzsäure aufgelöst. Es fielen dabei zahlreiche natürliche Ausgüsse von Fossilabdrücken („Skeletpseudomorphosen“, Helm, 1998) an – zumeist Schneckengehäuse und Muschelschalen. Sie liefern einen sehr wichtigen Beitrag zur Dokumentation der Molluskenfauna der *florigemma*-Bank. Eine detaillierte Bestimmung scheiterte am Fehlen von geeignetem Vergleichsmaterial oder dem historischen Bearbeitungsstand (Roemer, 1836, 1839, Buvigner, 1852; Struckmann, 1882; Smith, 1893; Schmidt, 1905 u.v.m.) dieser Fossilgruppe.

Hinterlegung des Materials

Die Abbildungs-Originale sind in der Originalsammlung des Instituts für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover unter der Inventar-Nummer GPH 2004 I 1-XXX hinterlegt.

2 FAZIESTYPEN (MF-TYPEN 1 BIS 12) UND FAZIESARCHITEKTUR

In der untersuchten Schichtenfolge vom Liegenden bis ins Hangende der *florigemma*-Bank werden insgesamt 12 Mikrofaziestypen (MF-Typen) ausgegliedert (Abb. 9-29):

MF-Typ 1: Kalkoolith

MF-Typ 2: *Everticyclammina*-Kalkstein

MF-Typ 3: Onkolith

MF-Typ 4: Fossilreicher mikritischer Kalkstein

MF-Typ 5: Riffschuttkalkstein

MF-Typ 6: Mikritischer Kalkstein

MF-Typ 7: Nerineen/Solenoporen-Kalkstein („Nerineenlage“)

MF-Typ 8: Riffkalkstein

MF-Typ 9: Cortoid/Bioklasten-Kalkstein

MF-Typ 10: Riffschuttführ. Solenoporen-Kalkstein

MF-Typ 11: Foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith

MF-Typ 12: Quarzsandreicher Kalkarenit

MF-Typ	Bezeichnung	MF-Klassifikation	makroskopische Ansprache	Hauptkomponente(n)	charakteristische biogene Komponenten
1	Kalkoolith	Grainstone (Packstone)	gebänkter, massiger oder schrägschichteter Kalkoolith	- Ooide - Echinodermenreste	<i>Gaudryina heersumensis</i> (F, häufig), <i>Pseudomarrsonella cf. dumortieri</i> (F, vereinzelt), <i>Salpingoporella annulata</i> (A, vereinzelt), Schlangensterne (vereinzelt), Bryozoenklasten (häufig)
2	<i>Everticyclammina</i> -Kalkstein („Groboolith“)	Floatstone bis Rudstone	oolithischer Kalkstein mit massenhaft vorkommenden agglutinierten Gehäusen von <i>Everticyclammina</i> sp. („Groboolith“ nach Klüpfel 1931)	- <i>Everticyclammina</i> sp.	<i>Everticyclammina</i> sp. (F, massenhaft), porostromate „Algen“ (häufig im Bereich des Amelungsberges)
3	Onkolith	Rudstone	Onkolith mit komponentengestütztem Gefüge	- Onkoide bis >1cm Durchmesser	-
4	Fossilreicher mikrit. Kalkst.	Floatstone bis Wackestone	mikritischer Kalkstein mit zahlreichen gut erhaltenen Makrofossilien	- Makrofossilien (vor allem Muscheln und Schnecken)	Schnecken (z.B. <i>Bourguettia striata</i> , <i>Pseudomelania</i> sp.), Napfschnecken (vereinzelt), <i>Lacrymorhus</i> spp. (M, häufig), epiphytische? Milioiden (F, vereinzelt),
5	Riffschuttkalkstein	Floatstone bis Rudstone	Riffschuttkalkstein (Korallenklasten und Bioklasten) mit mikritischer Matrix	- Korallenklasten - Bioklasten (vor allem Muscheln und Schnecken)	Napfschnecken (vereinzelt)
6	Mikritischer Kalkstein	Mudstone	gebänkter, fossilarmer mikritischer Kalkstein	-	Muschel <i>Camptonectes auritus</i> (sehr häufig)
7	Nerineen/Solenoporen-Kalkstein	Wackestone bis Floatstone (Rudstone)	gebänkter Nerineenkalkstein	- Nerineen - Solenoporen - agglutinierende Foraminiferen	<i>Nerinea fasciata</i> (massenhaft), <i>Solenopora jurassica</i> (häufig), Alveosepten (F, sehr häufig), <i>Everticyclammina</i> sp. (F, häufig), <i>Otaina magna</i> (F, selten), ? <i>Salpingoporella suentelensis</i> (A, vereinzelt), <i>Anisoporella ? cretacea</i> (A, vereinzelt)
8	Riffkalkstein	Boundstone	Korallen-Thrombolith-Flächenriffe	- Korallen - Thrombolith	Riffbildner <i>Thamnasteria dendroidea</i>
9	Cortoid/Bioklasten-Kalkstein	Rudstone bis Floatstone	massiger Partikelkalkstein	- Cortoide/Bioklasten - Onkoide - Foraminiferen	<i>Comaliamma gediki</i> (F, vereinzelt), "Paleopfenderina" cf. <i>gracilis</i> (F, vereinzelt), <i>Eggerella meentzeni</i> (F, vereinzelt) <i>Rajkaella cf. iailaensis</i> (A, sehr häufig)
10	Riffschuttführender Solenoporen-Kalkst.	Rudstone	Partikelkalkstein mit massenhaft Solenoporen und großen Korallenklasten	- Korallenklasten - Solenoporen - Cortoide/Bioklasten	-
11	Foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein /Kalkoolith	Packstone, zum Top Grainstone	Partikelkalkstein, zum Top zunehmend dolomitisiert	- Cortoide - Pellettoide im Dachbereich - Foraminiferen	<i>Cladophyllia cf. conybeari</i> (K, vereinzelt), <i>Alveosepta jaccardi</i> (F, sehr häufig), <i>Nautiloculina oolithica</i> (F, häufig), <i>Ammobaculites suprajurassicus</i> (F, häufig), <i>Audienusina tourcadei</i> (F, vereinzelt), <i>Rectocyclammina chouberti</i> (selten) Milioiden (sehr häufig), <i>Aeolisaccus dunningtoni</i> (M, sehr häufig)
12	Quarzreicher Bruchschill-Kalkstein		Schillführender Sandstein (detrit. Quarz) bis Quarzsandführender Schillkalkstein; örtlich Fe-schüssig	- Quarzsand - Bioklasten	-

Abb. 8 - Charakterisierung der 12 aufgestellten Mikrofaziestypen des Untersuchungsgebietes (F: Foraminifere, A: Kalkalge, M: Mikroproblematikum, K: Koralle).

Fig. 8 - Characteristics of the 12 MF types differentiated in the studied deposits (F: foraminifer, A: calcareous alga, M: microproblematikum, K: coral).

Die 12 MF-Typen stellen eine Erweiterung der von Helm et al. (2003b) aufgestellten Unterteilung in 8 MF-Typen dar. Sie lassen sich auch im Gelände anhand makroskopischer Merkmale (Aufreten bestimmter Komponenten und Vorhandensein oder Fehlen von Mikrit) leicht wiedererkennen und zuordnen. Um die Charakterisierung und einen Vergleich der Mikrofaziestypen untereinander zu vereinfachen, sind die Merkmale anhand eines „Stichwortkataloges“ beschrieben worden (Abb. 8). Bei der Grundmasse bietet sich eine Unterteilung in vier Haupttypen (mikritisch, pelmikritisch, pelsparitisch und sparitisch) an.

Mit Ausnahme von MF-Typ 12 sind alle MF-Typen Karbonatgesteine ohne nennenswerten Anteil von Detritus (Quarz) des angrenzenden Festlandes. Sie bildeten sich alle im Flachwasser, rezenten Vergleichen zufolge in Wassertiefen von weniger als ein paar 10er-m. Bereits geringfügige Änderungen der Wassertiefe bzw. Änderungen der Wasserenergieverhältnisse spiegeln sich deutlich in der faziellen Ausbildung des Gesteins wider (Benke, 1981; Wyssling, 1986; Leinfelder, 1994).

In dieser Arbeit wird insbesondere die fazielle Verbreitung von Organismenresten (vor allem Foraminiferen und Kalkalgen) berücksichtigt. Wie sich zeigt, besitzen sie einen erheblichen Wert zur Typisierung der Mikrofazies – auch wenn sie nur wenig zur Massebildung beitragen. Angaben zu ihrer faziellen Verbreitung und semiquantitativen Häufigkeit sind in den Abbildungen 32-33, 44-45 und 47-48 tabellarisch zusammengefasst. Da Schulzes (1975) mikrofaziellen Untersuchungen von Korallenoolith-Ablagerungen einen geotechnischen Schwerpunkt haben, ist eine Angliederung und ein Vergleich mit den von ihm ausgegliederten Mikrofaziestypen nur schwer möglich und werden in dieser Arbeit nicht weiter verfolgt. Neuser (1988) legt seinen Schwerpunkt auf diagenetische Aspekte, so dass sich in seiner Arbeit vor allem ergänzende Angaben zu Zementen und Zementgenerationen finden.

2.1 Faziesarchitektur

Abbildung 7 zeigt schematisch die Faziesarchitektur der 12 Mikrofaziestypen. Die Darstellung orientiert sich an einem hypothetischen Profilschnitt im Osten des Untersuchungsgebietes vom Steinbruch Mattenberg im N bis zum Steinbruch Pötzen im S (Abb. 4). Dieser erfasst einerseits im Bereich des Mattenberges Faziestypen (MF-Typen 9-11), die andernorts entweder bereits abgetragen (oder nicht zur Ablagerung kamen). Andererseits wird ein vergleichsweise tiefes Einschneiden der Hauptdiskontinuitätsfläche bis auf das Niveau des mikritischen Kalksteins (MF-Typ 6) dokumentiert (Steinbruch Pötzen: Taf. 3/1-6; Abb 51).

Insgesamt ist im Untersuchungsgebiet eine rasche ver-

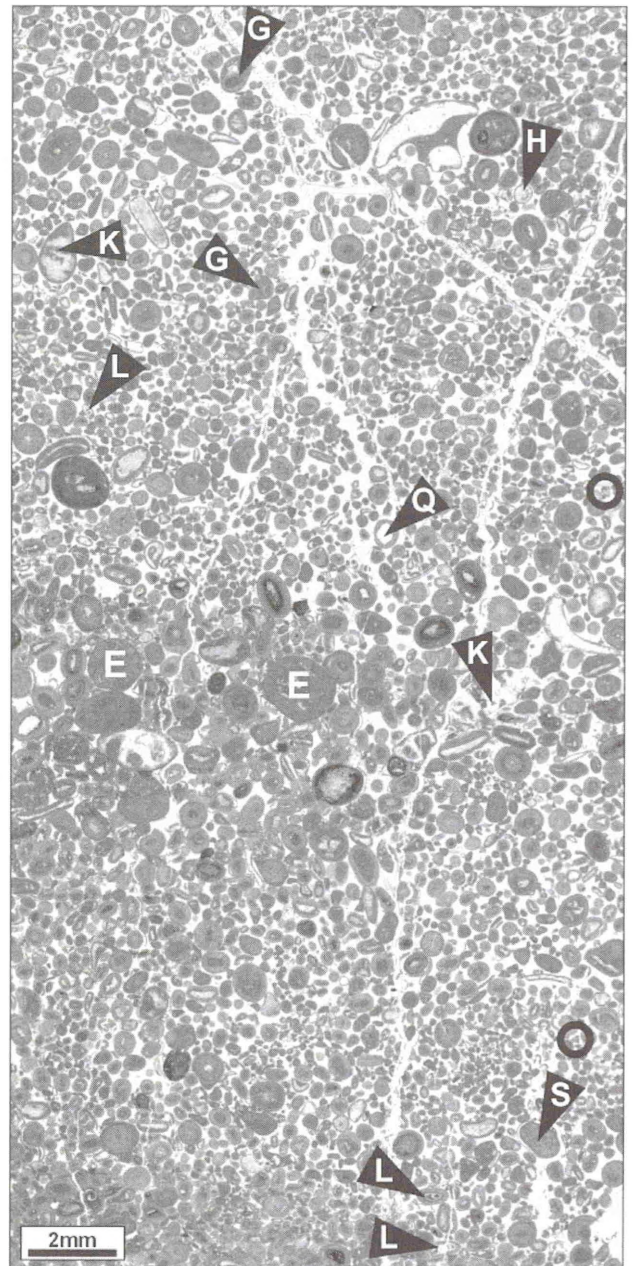


Abb. 9 - Kalkoolith (Grainstone, MF-Typ 1) mit vereinzelt Grapestones (G) und detritischem Quarz (Q) als Kern von Ooiden. Als biogene Komponenten treten Bioklasten von Mollusken, Echinodermenreste (z.B. H: Holothurienrädchen), Foraminiferen (E: *Everticyclammina* sp., L: lagenide Foraminiferen, eingekreist: *Pseudomarssonella* sp.), Korallen-Klasten (K) und *Solenopora*-Klasten (S) auf. Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-II-0.5m (abgedeckt).

Fig. 9 - Well-sorted oolite (grainstone, MF type 1) with small amounts of multiple ooids (G, grapestone) and detrital quartz grains (Q) as nuclei of ooids. Additional faunal components comprise bioclasts of molluscs, echinoderm remains (e.g., ossicles of holothurians), foraminifers (E: *Everticyclammina* sp., L: lagenid foraminifer, encircled: *Pseudomarssonella* sp.), coral rubble (K) and debris of solenoporids (S). Section Bakeder Berg, thin section Ba-II-0.5m.

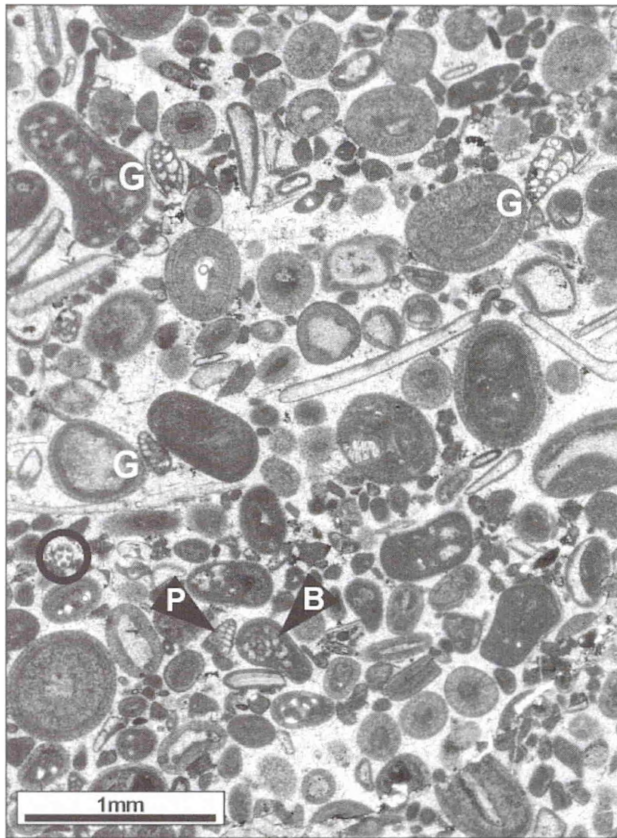


Abb. 10 - Kalkoolith (Grainstone, MF-Typ 1) mit zahlreichen Bioklasten, *Terquemella* sp. (eingekreist) und agglutinierenden Foraminiferen (B: *Bosniella croatica*, G: *Gaudryina heersumensis*, P: *Pseudomarssonella* sp.). Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-I-0.1m-D.

Fig. 10 - Oolite (grainstone, MF type 1) with abundant bioclasts, *Terquemella* sp. (encircled) and agglutinated foraminifers (B: *Bosniella croatica*, G: *Gaudryina heersumensis*, P: *Pseudomarssonella* sp.). Section Bakeder Berg, thin section Ba-I-0.1m-D.

Abb. 11 (rechts) - Großdimensioniert schräggeschichteter Partikelkalkstein: Wechsellagerung von Kalkoolith (Grainstone, MF-Typ 1) mit grobkörnigem *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2). Letzterer enthält zahlreiche abgerollte Bioklasten, Gehäuse des Sandschalers *Everticyclammina* sp. (E) und Echinodermereste (Ech), z.B. Schlangenstermwirbel (S). Profil Roter Stein, Dünnschliff RS-0.8m.

Fig. 11 (right) - Large scale cross-bedded calcarenite: alternation of oolitic limestone (grainstone, MF type 1) and coarse *Everticyclammina* limestone (MF type 2). The latter yields abundant abraded bioclasts, significant amounts of *Everticyclammina* sp. tests (E), and echinoderm remains (Ech), e.g. ophiuroid vertebrae (S). Section Roter Stein, thin section RS-0.8m.

तिकale Abfolge unterschiedlicher Faziestypen ausgebildet (MF-Typen 1 bis 12). Laterale Faziesvariationen sind in der *florigemma*-Bank ausgebildet [Riffkalkstein (MF-Typ 8) einerseits und seitlich angrenzende Zwischenriffablagerungen (MF-Typen 4-7) andererseits]. Oberhalb der Hauptdiskontinuitätsfläche, die im weitgehend im Niveau der Nerineenlage (MF-Typ 7) verläuft (Anl. 3-33), folgt mit scharfer lithologischer Grenze quarzsandreicher Kalkarenit (MF-Typ 12). Lediglich im Bereich des Mattenberges geht die Entwicklung weiter zu komponentengestützten Kalksteinen (MF-Typ 9-11), die den Abschluss der *florigemma*-Bank bilden. Somit überlagert dort MF-Typ 12 erosiv MF-Typ 11.

2.2 Beschreibung der 12 MF-Typen und Interpretation des Ablagerungsmilieus

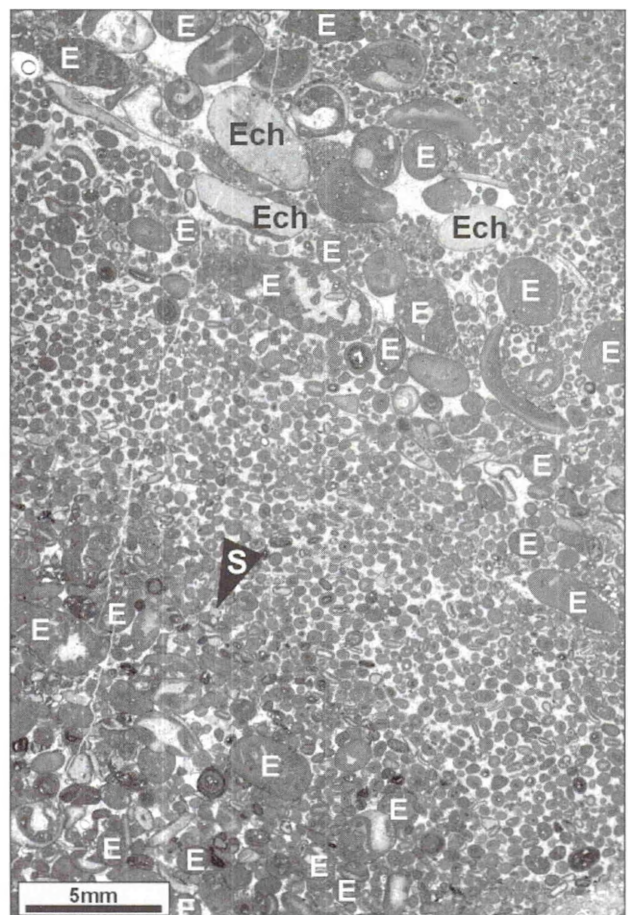
MF-Typ 1: Kalkoolith

Aufschlussfotos: Taf. 2/1-5; 4/1, 4

Dünnschliffotos (MF): Abb. 9-11, 63/C; Taf. 17/1

Klassifikation: Grainstone, partienweise Packstone, zum Hangenden hin Floatstone.

Regionales Vorkommen und Mächtigkeit: Dieser Faziestyp ist typisch für den oberen Bereich des Hauptoolith, im Liegenden des „Groboolith“-Horizontes (sensu Klüpfel, 1931). Er erstreckt sich über das ge-



samte Untersuchungsgebiet. Die Gesamtmächtigkeit des Hauptoolith beträgt im Süntel 6 bis 8m (Kaiser, 1979). Allerdings wurde der basale und mittlere Abschnitt nicht in die Untersuchung mit einbezogen. Er dürfte jedoch weitgehend MF-Typ 1 entsprechen.

Geländebefund: Der Kalkoolith des Hauptoolith ist undeutlich gebankt. Lediglich die fazielle Ausbildung im Profil „Roter Stein“ weicht davon ab. Dort liegt der Kalkoolith großdimensioniert schräggeschichtet vor (Taf. 2/1-3). Die aufgeschlossene Höhe der Sandwelle (sand-wave, Allen, 1982) bzw. subaquatischen Düne beträgt >2m. Ihre Lee- bzw. Schrägschichtungsblätter verlaufen parallel zueinander, sind leicht trogförmig und fallen mit einem Winkel von ca. 30° nach Nordosten ein. Innerhalb der Leeblätter liegt Kalkoolith in Wechsellagerung mit größerem *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2) vor. Die Wechsellagerung macht sich durch deutliche Korngrößen sprünge bzw. Gradierung bemerkbar. Am Top wird die Sandwelle durch eine horizontal verlaufende Erosionsfläche/Dis-kordanz (Hardground) gekappt.

Komponenten: Gesteinsbildend treten tangential-strukturierte Normalooide bis 1mm Durchmesser auf. Sie besitzen i.d.R. einen bioklastischen Kern. Vereinzelt stellt auch detritischer Quarz den Kern. Die Quarzkörner sind häufig zu authigenen Quarzkristallen gesprosst (Abb. 9, 63/C). Grapestones (Polyooide) und zerbrochene Ooide stellen weitere, akzessorische Komponenten dar. Auch Lithoklasten (Oolithgerölle) sind sehr selten. Partienweise verringern eingelagerte Pelloide bzw. feiner Kalkarenit den Porenraum. Sie führen zu einer bimodalen Korngrößenverteilung. Kleinräumig (Handstückbereich) treten Ooide zurück und Pelloide/Kalksande dominieren das Komponentenspektrum (Taf. 17/2).

Biodetritus zwischen den Ooiden stammt häufig von Echinodermen. Seeigelstacheln sind häufig, Schlangensteinwirbel treten vereinzelt auf (Abb. 11, Taf. 36/4) und Holothurienreste bzw. -rädchen (Abb. 9, Taf. 36/3) sind selten. Meistens lassen sich die Echinodermenreste jedoch im Dünnschliff nicht näher klassifizieren. Die meisten Bioklasten sind Molluskenreste, die nur ausnahmsweise weiter bestimmbar sind (u.a. Nerineen und „*Cerithium*“). Bryozoendetritus ist relativ häufig und für diesen Faziestyp typisch. Vereinzelt treten auch kleine Bruchstücke von Korallenstöcken auf.

Foraminiferen kommen insgesamt häufig vor. Sie bilden den Kern der Ooide, treten als freie Komponenten auf oder sind auf Ooiden fixiert. Die Erhaltung der Foraminiferengehäuse ist im Vergleich zu den anderen Biogenen/Bioklasten gut. Sandschaler sind mäßig artenreich und vor allem durch einfach gebaute Taxa vertreten. Zwei Arten, *Gaudryina heersumensis* (Taf. 17/1) und *Pseudomarssonella cf. dumortieri* (Taf. 17/3), haben eine ausgesprochene Faziesrelevanz, da sie auf oolithische Gesteine beschränkt bleiben. Sie

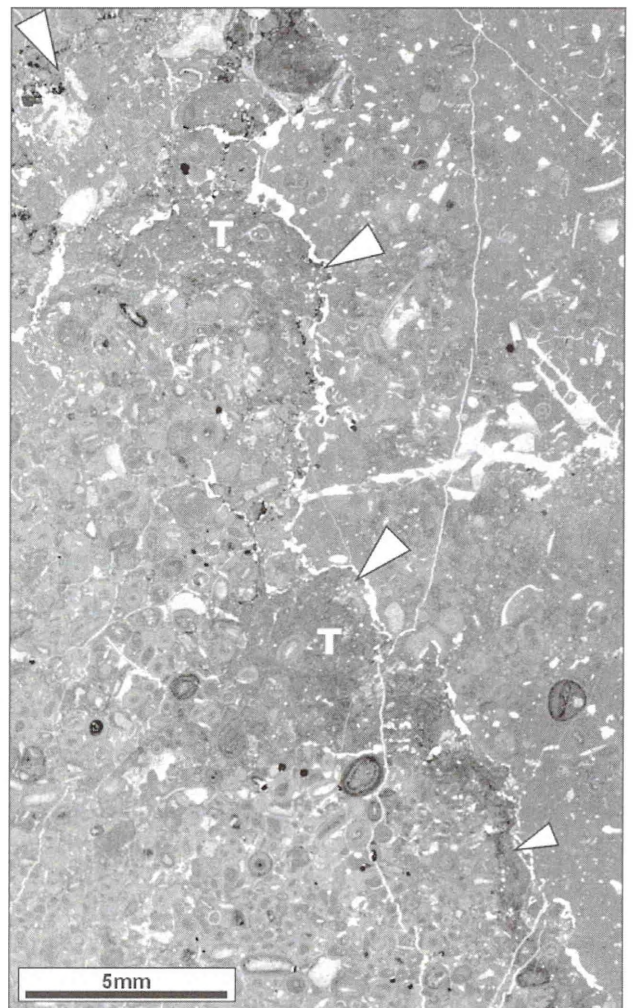


Abb. 12 - Diskontinuitätsfläche (Hardground) am Top des Hauptoolith im Profil Bakeder Berg. Bereits lithifizierter Kalkoolith (Packstone, MF-Typ 1, unten und links) ist von thrombolithischen Krusten (T) überzogen. Die Diskontinuitätsfläche (Mikrorelief) wird von fossilreichem mikritischem Kalkstein (Wackestone - Packstone, z.t. Floatstone, MF-Typ 4) der *florigemma*-Bank überlagert. Die Kontaktfläche (Pfeile) ist durch Drucklösung überprägt. Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-II-0.6m-3.

Fig. 12 - Hardground at the top of the Hauptoolith member, that is developed as bioclastic oolite (packstone, MF type 1). A thin microbial crust (thrombolite: T) covers the scalloped discontinuity surface. Oolitic and fossiliferous limestone (MF type 4, wackestone to packstone, in places floatstone) of the *florigemma*-Bank truncate the hardground. The contact of MF type 1 to 4 is traced by a solution seam (arrowed) at the boundary between microbial crusts and fossiliferous limestone. Section Bakeder Berg, thin section Ba-II-0.6m-3.

können sowohl sehr häufig auftreten (Abb. 10) als auch fehlen. Bei *G. heersumensis* ist zudem eine Affinität zu peloidreichen Faziesvarianten gegeben (Taf. 17/2). Weitere, mehr oder weniger häufig auftretende einfach gebaute Sandschaler sind biserialer textulariide

Foraminiferen, insbesondere „*Textularia*“-Arten, Glomospiren, *Ammobaculites suprajurassicus*, *A. coprolithiformis*, *Comaliamma gediki*, *Nautiloculina oolithica* (Taf. 11/4), *Reophax* (Taf. 11/3B), Alveosepten, *Everticyclammina* sp., *Bosniella croatica* (Abb. 10, Taf. 14/3D), cf. *Bosniella* sp. (Taf. 14/4D) und *Charentia* cf. *evoluta* (Taf. 13/4) treten dagegen stark zurück. Darüber hinaus sind viele Komponenten (hier: Ooide) von *Placopsilina* sp.1 inkrustiert (Taf. 13/6). Trocholinen (Taf. 19/1A-B) sind ebenfalls für diesen Mikrofaziestyp charakteristisch, jedoch allgemein relativ selten. Porzellanschaler treten in den Proben ubiquitär auf. Sie werden durch knäuelig aufgerollte Milioliden (Taf. 18/5B) und Ophthalmidien (Taf. 18/1C-D) repräsentiert. Sehr selten sind dagegen Triloculinen (Taf. 18/4C-D). Besonders häufig sind Lenticulinen (Taf. 19/5A-C); sie kommen jedoch faziesbrechend auch in allen anderen Mikrofaziestypen vor. Demgegenüber sind lagenide Foraminiferen, vor allem der *Rectoglandulina* (*Pseudonodosaria*)-Gruppe (Taf. 19/11A), weitgehend an diesen Faziestyp gebunden, treten jedoch nur mäßig häufig auf.

Kalkalgen werden von *Terquemella*-Resten (Abb. 10) dominiert. Typisch für MF-Typ 1 sind jedoch abgerollte Dasycladaceenreste von *Salpingoporella annulata* (Taf. 7/5-6), die weitgehend auf diesen Faziestyp beschränkt bleiben. Weitere, sehr selten vorkommende Dasycladaceenreste stammen von *Otternstella* cf. *lemmensis* (Taf. 7/10). Ferner kommen vereinzelt stark abgerollte Bioklasten von Solenoporen und cayeuxiiden Algen vor.

Unter den **Mikroproblematika** bleibt *Lacrymorphus perplexus* (Taf. 44/2A-B) auf MF-Typ 1 beschränkt, ist jedoch insgesamt sehr selten. Des Weiteren sind *Aeolisaccus dunningtoni* und *Koskinobullina socialis* durch allochthone Bruchstücke belegt.

Grundmasse/Bindemittel: Der Porenraum zwischen den Ooiden und anderen Komponenten ist mit Blockcalcit verfüllt. Er variiert zwischen fein- und grobkristallin („sparitisch“). Zum Hangenden nimmt der Auswaschungsgrad ab und mikritische Matrix füllt den verbleibenden Porenraum aus (Packstone).

Fazielle Übergänge und Beziehungen zu anderen Faziestypen: Allgemein nimmt zum Top des Hauptoolith der Gehalt an *Everticyclammina* sp. sukzessive zu, so dass fließende Übergänge zum *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2) bestehen. Lediglich in dem Steinbruch Riesenberg (Stinder, 1991; Schülke, 1993) und in den Profilen Roter Stein, Münchenhausen-Ställe, Föhrthal, Borberg-I und Bakeder Berg entspricht die Obergrenze des Hauptoolith einer scharfen Erosionsfläche und ist deutlich ausgebildet. Stinder (1991: 101, Abb. 4) erwähnt zudem aus dem Steinbruch Riesenberg Muschelbohrungen, die an den Hardground gebunden sind (angebohrte Bankoberfläche am Top des Hauptoolith).

Ablagerungsmilieu: Analog zu rezenten Vorkommen spiegelt der Kalkoolith eine hochenergetische Flachwasserfazies wider. Er wurde in wenigen Metern Wassertiefe gebildet und abgelagert. Aufgrund der relativ langen Wachstumszeit rezenter Ooide ist von langfristig gleichbleibenden Umweltbedingungen auszugehen (vgl. Flügel, 1978). Feiner detritischer Quarzsand lässt auf Festland in der Nähe des Ablagerungsraumes schließen.

Sandwellen-Komplexe, wie sie im Bereich des Roten Steins ausgebildet sind, werden allgemein unter dem Einfluss von Gezeitenströmung gebildet (Allen, 1982). Sie stellen sehr flache (ca. 2-4m Wassertiefe), mobile Ooidbarrensyste-me dar (Nose, 1995: 49). Das einheitlich nach Nordosten gerichtete Einfallen der Leeblätter zeigt an, dass eine gerichtete Gezeitenströmung bei der Entstehung der Sandwelle vorlag. Die Erosionsfläche am Top lässt sich auf Sturmwellentätigkeit zurückführen (vgl. Wyssling, 1986: 187).

Kleinräumige Veränderungen der Wasserenergieverhältnisse (Abnahme der Turbulenz) führten zur Stagnation von Umlagerungsprozessen, so dass lokal „Pionier-Vergesellschaftungen mit rascher Generationsfolge aufkamen. Allerdings boten die Bereiche nur kurzfristig optimale Lebensbedingungen. Zu den Pionier-Organismen gehören insbesondere Bryozoen und Dasycladaceen (*Salpingoporella*, *Terquemella*). Mollusken und Echinodermen bestimmten das Makrobenthos. Neben Seeigeln sind vor allem Schlangensterne und Seegurken zu erwähnen. Sie waren wohl nicht besonders häufig, stellen jedoch typische Faunenelemente dar. Sämtliche Reste von Makrobenthos sind umgelagert und als Bioklasten überliefert. Eine Besonderheit stellen auf Ooiden aufgewachsenen Foraminiferen dar (*Placopsilina* sp.1). Anscheinend waren sie an Umlagerungsprozesse und damit verbundener mechanischer Abnutzung ihrer Gehäuse angepasst und entsprechen Spezialisten in einem turbulenten Ablagerungsraum.

Allgemein ist die Erhaltung von Foraminiferen gut. Einerseits ist eine Lebensstrategie als „Zwickelfauna“ zwischen den Komponenten denkbar. Andererseits stellen Foraminiferen häufig den Ooid-Kern. In diesen Fällen verhinderte das Umkrusten durch Ooidhüllen den mechanischen Abrieb (vgl. Strohmenger et al., 1987).

Mikrofazies-Typ 2: *Everticyclammina*-Kalkstein [„Grooolith“ sensu Klüpfel, 1931]

Dünnschliffphotos (Mikrofazies): Abb. 11, 13-14, 61/B; Taf. 10/3; 15/1A

Klassifikation: Floatstone bis Rudstone

Regionales Vorkommen und Mächtigkeit: In fast allen Profilen schließt der Kalkoolith (MF-Typ 1) mit *Everticyclammina*-Kalkstein ab. Dieser erreicht ma-

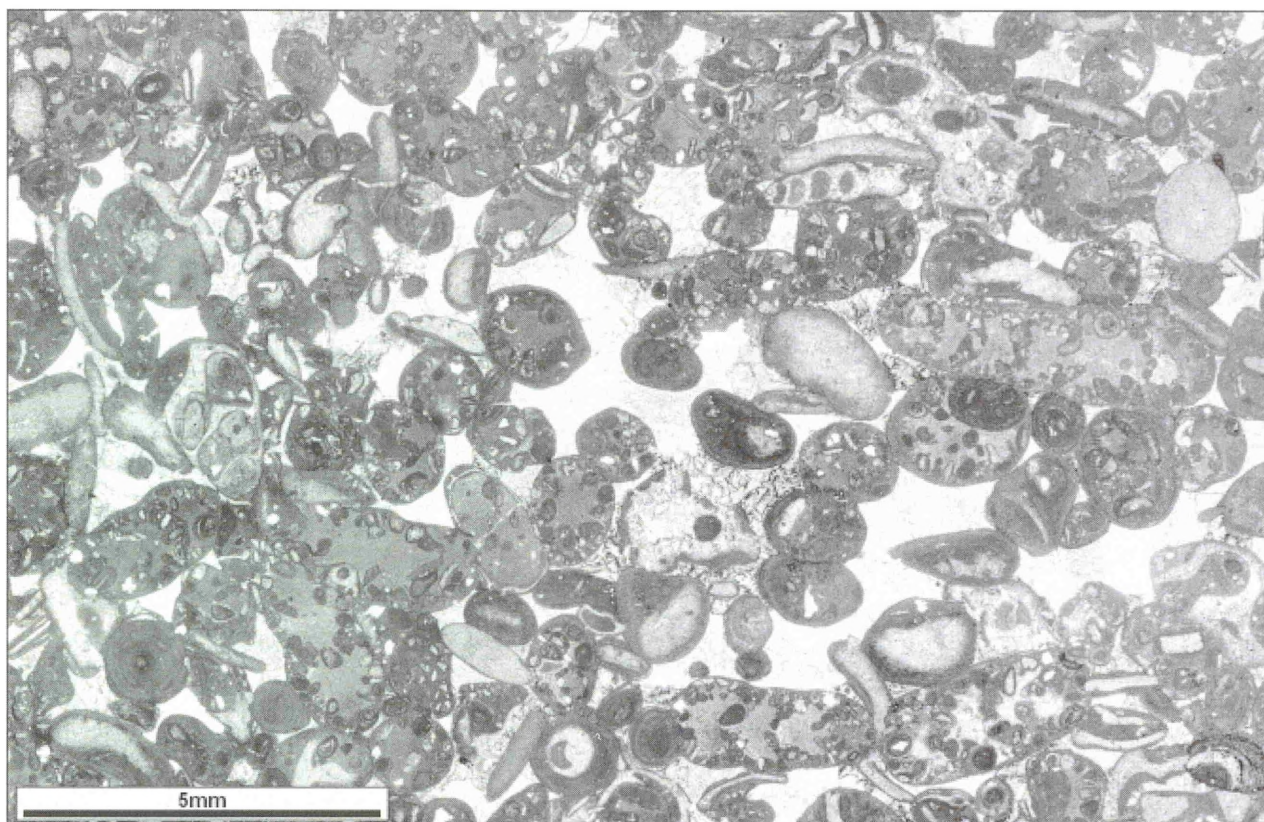


Abb. 13 - *Everticyclammina*-Kalkstein (Grainstone-Rudstone, MF-Typ 2) mit gesteinsbildendem Vorkommen von *Everticyclammina* sp.. Weitere Komponenten sind Bioklasten von Mollusken (abgerollte/mikritisierte Schneckengehäuse und Muschelschalen) und Echinodermenreste (u.a. Seeigelstacheln). Profil Oberberg, Dünnschliff Ob-III-0.8m.

Fig. 13 - *Everticyclammina* limestone (grainstone to rudstone, MF type 2), that consists nearly entirely of coarse *Everticyclammina* sp. tests. Abraded micriticised gastropod and bivalve shells, and echinoderm remains (sea urchin spines, etc) occur only scarcely. Section Oberberg, thin section Ob-III-0.8m.

ximal wenige Dezimeter Mächtigkeit. Dieser Gesteinstyp wird traditionell aufgrund der grobkörnigen Ausbildung in feinstratigraphischen Profilaufnahmen als „Trümmerkalk“ angesprochen (Hoyer, 1965). Klüpfel (1931) bezeichnet den entsprechenden Abschnitt informell als „Grooolith“. In einigen Profilen (Bakeder Berg, Riesenberg, Roter Stein) überlagert die *florigemma*-Bank mit erosivem Kontakt den Hauptoolith (Kalkoolith, MF-Typ 1); dort fehlt der *Everticyclammina*-Kalkstein.

Geländebefund: Der *Everticyclammina*-Kalkstein ist undeutlich gebankt und erscheint durch zahlreiche, in relativ engen Abständen aufeinanderfolgende Lösungssäume (Stylolithen) flaserig. Zudem ist das Gestein mürbe und leicht absandend, da sich die *Everticyclammina* im angewitterten Gestein leicht aus dem Verband lösen. Zusammen mit dem überlagernden Onkolith (MF 3) bildet der *Everticyclammina*-Kalkstein in natürlichen Aufschlüssen deshalb immer eine mehr oder weniger deutlich ausgebildete Hohlkehle aus (Taf. 1/2).

Komponenten: Foraminiferen der Art *Everticyclammina* sp. (Taf. 15/A-D) stellen die Hauptkomponente des *Everticyclammina*-Kalksteins. Da dieser Fazies-

typ graduell aus dem Kalkoolith (MF-Typ 1) hervorgeht, ergeben sich variable Mengenanteile von *Everticyclammina* sp. (häufig bis Massenvorkommen, Abb. 13). Infolge von intensiven Umlagerungsprozessen, die zum mechanischen Abrieb führten, ist deren Erhaltung jedoch nur mäßig gut. Zusätzlich überprägt häufig randliche Mikritisierung die Gehäusestrukturen. Eine Foraminiferen-Natur dieser Komponenten ergibt sich vielfach nur noch durch den Bauplan: infolge regelmäßiger Anordnung der Ooide bleiben die Gehäuse auch bei schlechter Erhaltung erkennbar (Taf. 15/1).

Ooide sind wichtigste abiogene Komponenten, ihr Mengenanteil fällt mit Zunahme des *Everticyclammina* sp.- Gehalts. Bioklasten stellen die drittichtigsten Komponenten. Es handelt sich im wesentlichen um intensiv abgerollte Molluskenreste. Neben Nerineen („*Nerinea*“ cf. *fasciata*) sind auch noch Kleingastropoden belegt (Arten von *Metriomphalus* und „*Cerithium*“). Echinodermenreste sind ebenfalls sehr häufig. Außer Bryozoen- und Korallenresten treten in diesem Fazies-typ auch das Mikroproblematikum *Aeolisaccus dunningtoni* und Bruchstücke des Polychaeten *Carpathiella triangulata* auf. Übergänge von Bioklasten

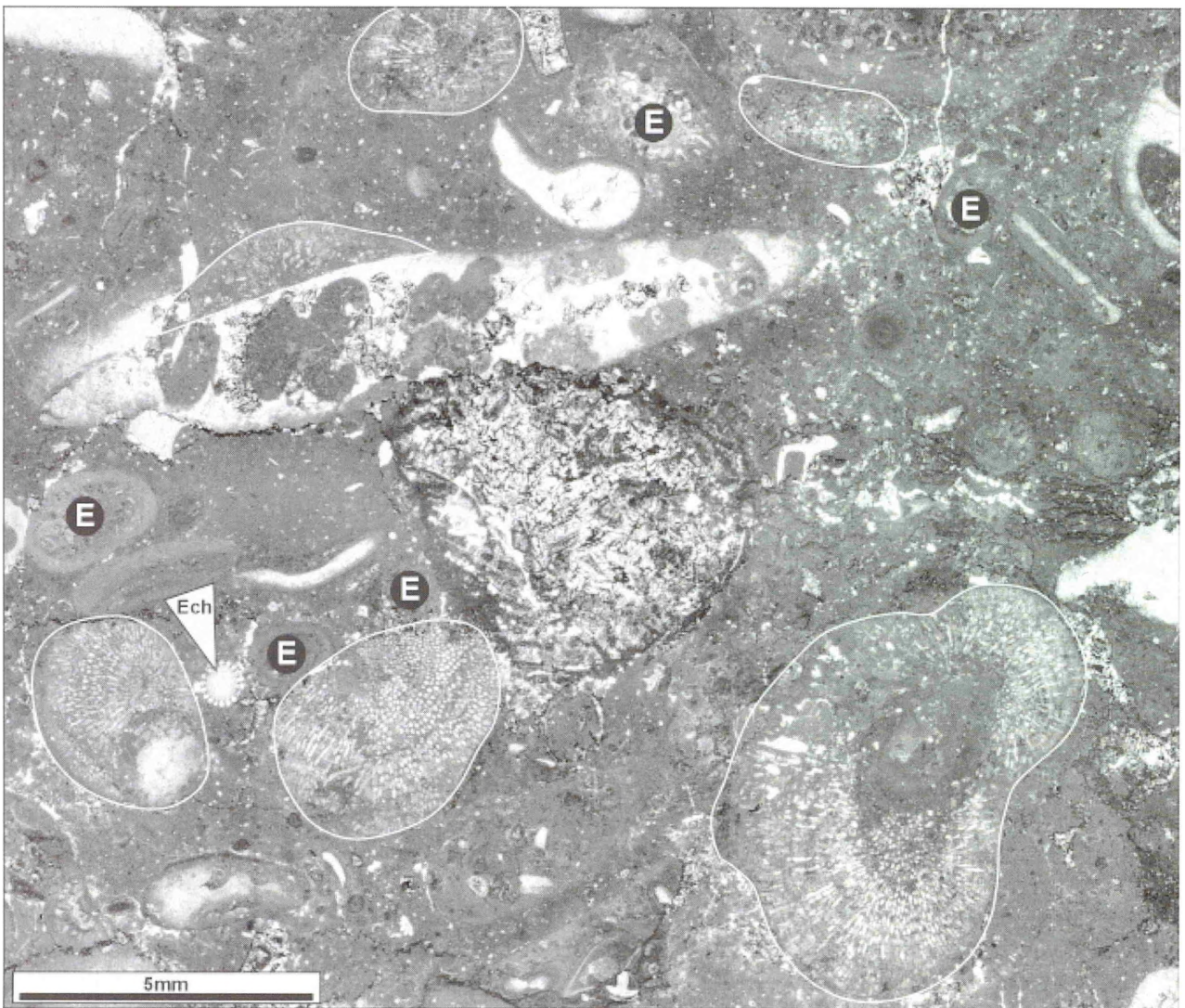


Abb. 14 - *Everticyclammina*-Kalkstein (Rudstone, MF-Typ 2) mit vereinzelt Gehäusen von *Everticyclammina* sp. (E), Bioklasten von Mollusken und Echinodermenresten (Ech). Zahlreiche biogene Komponenten sind von porostromaten „Algen“ (durch weiße Linie umgrenzt) bewachsen. „Sonderfazies“ des *Everticyclammina*-Kalksteins (MF-Typ 2) im Bereich des Amelungsberges. Dünnschliff Am-I-1.1m.

Fig. 14 - *Everticyclammina* limestone (rudstone, MF type 2) with scattered *Everticyclammina* sp. tests (E), bioclasts of molluscs, and echinoderm remains (Ech). The larger bioclasts (or cortoids), e.g. nerineids, are overgrown by porostromate algae. “Groboolith horizon” at the base of the *florigemma*-Bank Member; section Amelungsberg, thin section Am-I-1.1m.

zu Cortoiden sind fließend. Mikritisierungsphänomene treten in diesem Mikrofaziestyp weitgehend zurück. Onkoid-Hüllen, die die Entwicklung von Onkoiden einleiten, sind typische, jedoch fakultative Bestandteile dieses Faziestyps. Der Übergang in Onkolith (MF-Typ 3) ist dementsprechend graduell.

Das **Foraminiferen**-Spektrum entspricht dem des Kalkooliths (MF-Typ 1). Sie treten aber mengenmäßig zurück, da die Masse der Komponenten von *Everticyclammina* sp.-Gehäusen gestellt wird. Zusätzlich kommen als Einzelnachweise sandschaliger Foraminiferen „*Paleopfenderina*“ cf. *gracilis* (Taf. 17/6A), *Pseudocyclammina lituus* und *Triloculina* sp. hinzu. Gehäuse von *Otaina magna* mögen beteiligt sein, lassen sich aber erhaltungsbedingt nicht mit Sicherheit

identifizieren. Größere Komponenten sind gelegentlich von *Troglotella incrustans* befallen (Taf. 10/3). *Lithocodium aggregatum* (Taf. 10/4) kommt dagegen nur akzessorisch vor. In bioklastenreichen Faziesvarianten mit mikritischer Matrix (Profile Herriehausen und Ramsnacken) nimmt der Anteil an *L. aggregatum* jedoch deutlich zu.

Die systematische Zusammensetzung der **Kalkalgen** entspricht MF-Typ 1 (nach abnehmender Häufigkeit: Bioklasten von *Terquemella*, Solenoporen, cayeuxiiden Algen, *Salpingoporella annulata*, *Otternstella* cf. *lemmensis*). Eine abweichende fazielle Ausbildung ist im Profil Herriehausen dokumentiert: Dort kommen bis mehrere Zentimeter große *Solenopora*-Knollen (Taf. 5/1) in gesteinbildender Häufigkeit vor. Eine weitere

Sonderfazies mit zahlreichen Inkrustationen biogener Komponenten durch cayeuxiide Algen ist im Bereich des Amelungsberges ausgebildet (Abb. 14, „*Cayeuxia*“ oolite sensu Helm & Schülke, 1998).

Grundmasse/Bindemittel: Die Grundmasse ist spartisch und in einigen Profilen (Amelungsberg-I, -II, Schrabstein) dolomitisiert. Zum Hangenden nimmt der Auswaschungsgrad ab und mikritische Matrix dominiert.

Fazielle Übergänge und Beziehungen zu anderen

Faziestypen: Der *Everticyclammina*-Kalkstein entwickelt sich unter Zunahme von *Everticyclammina* sp. sukzessive aus dem unterlagernden Kalkoolith (MF-Typ 1). Innerhalb der im Steinbruchs „Roter Stein“ aufgeschlossenen großdimensioniert schrägschichteten Kalkoolithe finden sich die Gehäuse auf Schrägschichtungsblättern angereichert. Häufig weisen die Gehäuse auch dünne mikrobielle Hüllen auf. Somit zeichnen sich auch fazielle Übergänge zum überlagernden Onkolith (MF-Typ 3) ab.

Ablagerungsmilieu: Im Vergleich zum Milieu des MF-Typs 1 ist allgemein ein Rückgang der Wasserbewegung anzunehmen. Daraufhin setzte im gesamten Arbeitsbereich unter optimalen Lebensbedingungen die Massentwicklung der „Großforaminifere“ *Everticyclammina* sp. ein. Dies führte einerseits zur Abreicherung der Komponenten, vor allem Ooide. Andererseits ergibt sich eine deutliche Kornvergrößerung (vom Grainstone zum Rudstone). Die Gehäuse sind kleinräumig umgelagert und in Folge von Transportprozessen meistens randlich deutlich abgerollt. Der Zeitraum, der für das Massenaufreten dieser Foraminiferenart anzusetzen ist, war aller wahrscheinlich nach sehr kurz. Vermutlich war die Entwicklung bereits nach wenigen Jahren bis Jahrzehnten abgeschlossen.

Die vom Amelungsberg und Profil Herriehausen genannten Sonderfazies (Massenvorkommen von cayeuxiiden Algen bzw. Solenoporen) stellen lokale Phänomene dar. Eine Interpretation erscheint kaum möglich; wahrscheinlich waren lokale ökologische Standortvorteile für das Massenaufreten ausschlaggebend. Aufgrund ihrer ausgeprägten Faziesabhängigkeit haben Porostromata ihr Häufigkeitsmaximum allgemein in Rückriff- und offenen Lagunenbereichen mit reichlich Wasserbewegung (z.B. Dragastan, 1999; Schlagintweit et al., 2003b: „Rivulariaceen“-Kalke aus der offenen Lagunen-Fazies). Ins Hangende nimmt der Auswaschungsgrad ab und mikritische Matrix gewinnt zunehmend an Bedeutung. Hiermit wird ein generelles Nachlassen der Wasserenergieverhältnisse angezeigt.

Mikrofazies-Typ 3: Onkolith

Aufschlussfotos: Taf. 1/2; 4/4

Anschliff/Dünnschliffotos (Mikrofazies): Abb. 15-16

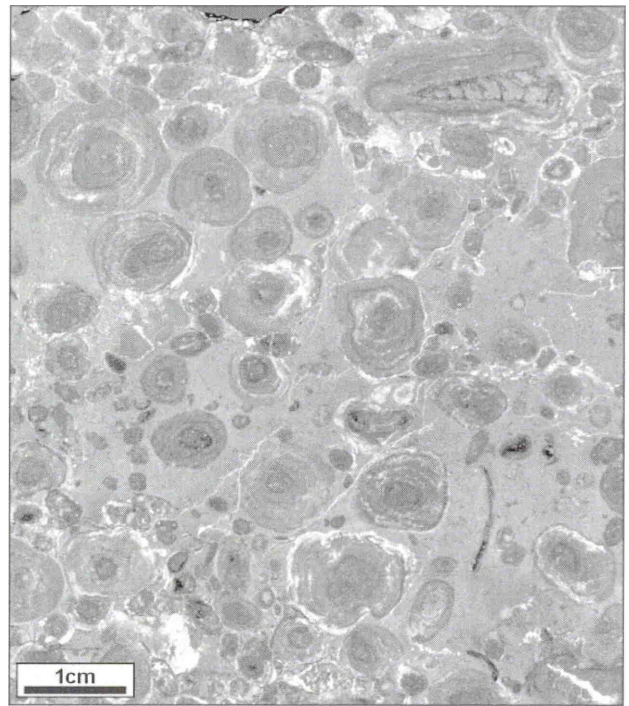


Abb. 15 - Gesteinsanschliff von Onkolith (Rudstone, MF-Typ 3) mit komponenten- bis matrixgestütztem Gefüge. Neben gesteinsbildenden, um 1cm Durchmesser großen Onkoiden treten vereinzelt noch Ooide und Bioklasten auf. Den Kern der Ooide bilden biogene Komponenten, z.B. Nerineengehäuse (oben-rechts). Profil Bohrberg, Gesteinsanschliff Bo-I-0.5m.

Fig. 15 - Polished slab of oncolite exhibiting slightly lobate Oncooids embedded in a lime-mud matrix (MF type 3). Ooids and bioclasts occur only rarely. Oncooids reach a maximum diameter of 1cm. The core of the oncooids is commonly a bioclast, e.g., a nerineid gastropod (upper-right). Section Bohrberg, Polished slab Bo-I-0.5m.

Klassifikation: Rudstone

Regionales Vorkommen und Mächtigkeit: Der Schwerpunkt der Verbreitung von Onkolith bleibt weitgehend auf den zentralen Bereich des Untersuchungsgebietes (Hohenstein, Dachtelfeld und Borberg) beschränkt. Die charakteristischste Ausbildung findet man am Westhang des Borberges. Der Onkolith erreicht nur wenige Dezimeter Mächtigkeit. In einigen Profilen (z.B. Roter Stein, Riesenberg) bildet eine Erosionsfläche, die im Niveau des Kalkoolith verläuft, die Basis der *florigemma*-Bank, so dass dort Onkolith fehlt.

Geländebefund: Infolge zahlreicher Stylolithsäume sind die einzelnen Komponenten (Onkoide) häufig stark akzentuiert, und der Onkolith erscheint insgesamt flaserig. In natürlichen Aufschlüssen neigt der Onkolith, zusammen mit dem unterlagernden *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2) aufgrund seiner Verwitterungsanfälligkeit zur Anlage einer Hohlkehle (Taf. 1/2).

Komponenten: Das Gestein setzt sich gewöhnlich aus dicht gepackten spongiostromaten Onkoiden (Peryt,

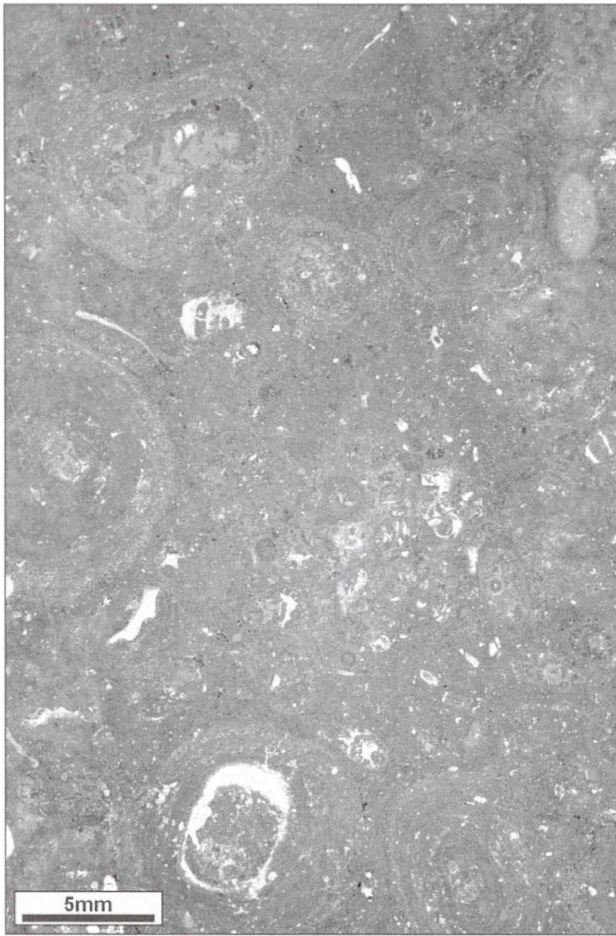


Abb. 16 - Dünnschliffaufnahme von Onkolith (Rudstone, MF-Typ 3) mit komponentengestützten Onkoiden in pelmikritischer Matrix. Gehäuse von *Everticyclammina* sp. stellen verbreitet den Kern der Onkoide. Lesefund W' Bohrberg, Dünnschliff L-S-6.2.

Fig. 16 - Thin section photomicrograph of a typical oncolite (rudstone, MF type 3) with densely packed oncooids in pelmicritic matrix. The envelopes wrap the core (e.g. test of *Everticyclammina* sp.) more or less concentrically. Hand specimen W' Bohrberg, thin section L-S-6.2.

1981) zusammen; matrixgestützte Gefüge sind selten. Der Kern der Onkoide besteht vorwiegend aus einem *Everticyclammina* sp.-Gehäuse. Häufig stellen aber auch kleine oder zerbrochene Gehäuse von „*Nerinea*“ *fasciata*, Kleingastropoden (*Metriomphalus*, „*Cerithium*“) oder anderer grober Molluskendetritus den Kern. Die Onkoide erreichen Größen bis über 1cm. Die mikrobiellen Krusten der Onkoid-Hülle sind als lagiger Leiolith bis lagiger Thrombolith (sensu Schmid, 1996) ausgebildet. Sie entsprechen weitgehend der „micritic lamination“ sensu Dahanayake (1977). Einzelne Laminae sind allerdings schwer oder undeutlich erkennbar. Kleinere Onkoide weisen allgemein einen regelmäßigen, konzentrischen Zuwachs auf (weitgehend Typ I sensu Dahanayake, 1977, 1983). Bei grö-

ßeren Onkoiden bzw. dickeren Onkoid-Hüllen deutet sich ein unregelmäßiger, lappiger Zuwachs (Abb. 15), mit unregelmäßigem Lagenbau an (Typ II bis III sensu Dahanayake, 1977, 1983). An der biogenen Inkrustation sind folgende Organismen beteiligt: porostromate Cyanobakterien vom *Cayeuxia*-Typ, Foraminiferen der Gattungen *Placopsilina* und *Subbdelloidina*, nubeculariide Foraminiferen, *Lithocodium-Troglotella*-Konsortium, bereneceförmige Bryozoen, Serpeln und *Bacinnella irregularis*. Die inkrustierenden Organismen sind in die Onkoid-Hüllen inkorporiert, jedoch vom Gesamtvolumen im Vergleich zu den mikrobiellen Krusten ohne Bedeutung. Des Weiteren sind selten Ooide in Zwickelposition anzutreffen.

Die Fossilführung beschränkt sich auf Mikrofossilien und Bioklasten. **Foraminiferen** sind durch fazielle Durchläuferformen (vor allem Lenticulinen und „*Textularia*“) belegt, **Kalkalgen** durch Biodetritus von Solenoporen, porostromaten Cyanobakterien, *Terquemella*, *Rajkaella* cf. *iailaensis* und *Salpingoporella annulata*. Sehr ähnliche spongiostromate Onkoide mit spärlicher Besiedlung durch Inkrustierer beschreibt Fezer (1988: 78, MF-Typ 14) aus dem keltiberischen Oberjura. Bezüglich ihres Inkrustierer-Spektrums zeigen die Onkoide weitgehende Übereinstimmungen mit solchen aus dem französischen (Dahanayake, 1977, 1983) und iberischen Oberjura (Nose, 1995).

Grundmasse/Bindemittel: Es dominieren komponentengestützte Gefüge. Aufgrund des geringen Auswaschungsgrad ist die Grundmasse stets mikritisch.

Fazielle Übergänge und Beziehungen zu anderen Faziestypen: Der Onkolith bleibt auf den Übergangsbereich des Hauptoolith (hier: *Everticyclammina*-Kalkstein bzw. MF-Typ 2) zur *florigemma*-Bank beschränkt: Massenvorkommen des Sandschalers *Everticyclammina* sp. leiten die Entwicklung von Onkoiden ein und der Onkolith geht durch Zunahme von Onkoiden fließend aus MF-Typ 2 hervor. Onkoide sind deshalb im *Everticyclammina*-Kalkstein und auch im überlagernden fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) als Haupt- bis Nebenkomponten belegt, allerdings nie gesteinsbildend.

Ablagerungsmilieu: Generell entstanden die Onkoide im schwach bewegten lagunären Flachstwasser. Dahanayake (1978) interpretiert spongiostromate Onkoide allgemein als typische Bildungen in intertidalen Kanälen. Der laterale Übergang in Onkolithe verweist auf temporär herabgesetzte oder ausbleibende Hintergrundsedimentation im Bereich des zentralen Untersuchungsgebietes hin (vgl. Tišljär & Veljæ, 1991).

Der Entwicklung der Onkoide von Typ I zu Typ II bzw. III während ihres Wachstums zeigt an, dass Umlagerungsprozesse kaum noch eine Rolle spielen und die Onkoide zunehmend stationär weiter wachsen (cf. Dahanayake, 1983). Unter diesen Bedingungen werden die Onkoide nur noch sporadisch bewegt und die

Ansiedlung von inkrustierenden Organismen begünstigt (Dahanayake, 1977, 1983).

Mikrofazies-Typ 4: Fossilreicher mikritischer Kalkstein

Gesteinsanschliffe: Taf. 35/7-9

Dünnschliffphoto (Mikrofazies): Abb. 61/D, 62/B-C

Klassifikation: Floatstone (Rudstone) bis Wackestone
Regionales Vorkommen und Mächtigkeit: Wenige Zentimeter bis Dezimeter mächtiger fossilreicher, ooidführender mikritischer Kalkstein kennzeichnet den Basis-Bereich der *florigemina*-Bank. Er kommt ebenfalls im Riffbereich als Füllsediment in den Zwischenräumen des Riffgerüsts und seitlich dem Riff angrenzend als „Riff-Flankenfazies“ vor.

Geländebefund: Dieser Faziestyp entspricht einem mikritischen Kalkstein mit hohem Gehalt an Makrofossilien.

Komponenten: Wichtigste Komponenten sind Biogene (Makrofossilien) und – seltener – Bioklasten in Form großer Bruchstücke. Gelegentlich ist eine randliche Mikritisierung zu beobachten. Als abiogene Komponenten treten vereinzelt bis (sehr) häufig Ooide und selten Lithoklasten hinzu. Sie bleiben jedoch auf den basalen Bereich beschränkt. Die Komponenten bilden ein matrixgestütztes, selten komponentengestütztes Gefüge.

Unter den **Muscheln** dominieren epifaunale Taxa (*Lopha* sp., inoceramide Muscheln, *Camptonectes auritus*, *Plagiostoma* cf. *laeviuscula*, *Entolium* cf. *corneolum*, *Chlamys* cf. *comatus*). Ferner kommen endobenthonische Muscheln vor („*Cyrena*“ sp., „cyrenide Muscheln“, *Astarte* sp.).

Die **Schnecken**-Fauna setzt sich aus Pleurotomarien, *Bourguettia striata*, *Pseudomelania* cf. *heddingtonensis* (besonders häufig im Profil Falltal, Taf. 35/7), Napfschnecken (Taf. 36/5, 37/6), „*Turbo*“ *princeps* (Taf. 35/1), *Metriomphalus*-Arten, cf. *Asperilla* sp. (Taf. 35/3), „*Bulla*“ sp. (Taf. 35/2), „*Nerinea*“ *fasciata*, „*Cerithium*“ cf. *limaeforme* und cf. „*Buccinium*“ *parvulum* (Taf. 35/9) zusammen. Im Profil Ramsnacken ist *Bourguettia striata* in einem Horizont angereichert. Eine „Sonderfazies“ ist ebenfalls im Steinbruch Pötzen ausgebildet, wo „Kleingastropoden“, insbesondere „*Cerithium*“-Arten, lagenweise angereichert vorkommen (Taf. 35/8-9).

Echinodermereste sind insgesamt häufig. Sie lassen sich zumeist Seeigeln zuordnen. Ansonsten sind noch Seesterne, Schlangensterne sowie Seelilien durch disartikulierte Skelettelemente nachgewiesen (Trochiten von „*Isocrinus*“ sp. und cf. *Chariocrinus* sp.). Seeigelstachel von *Paracidaris florigemina* und *Hemicidaris intermedia* sind ubiquitär. In den Profilen Bakeder Berg und Falltal zeichnet sich die Basis

der *florigemina*-Bank durch in situ-Überlieferung von *H. intermedia* (Taf. 36/1) aus. Um die Coronen herum befinden sich gewöhnlich noch die disartikulierten Stacheln angereichert.

Riffschutt (Korallenklasten unterschiedlicher Größe und Erhaltung und andere Bioklasten aus dem Riffbereich) kommt in wechselnden Häufigkeiten vor. Vereinzelt sind rhynchonellide Brachiopoden und „Tere-brateln“ unterschiedlicher Größe belegt. Des Weiteren treten im Dünnschliffbereich Bruchstücke erekter, dünnstäbiger tubuliporider Bryozoen (Taf. 33/4), *Carpathiella triangulata* (Taf. 38/1), isolierte Theci-deenklappen, *Koskinobullina socialis*-Klasten und Rhaxen hinzu. Glattschalige Ostrakoden kommen relativ häufig vor, ornamentierte (berippte) Ostrakoden (Taf. 44/3) sind im Riffbereich des Steinbruchs Haddessen besonders zahlreich. Im Profil Pötzen wurden zudem mehrere Formarten von Krebs-Koprolithen (*Favreina multicanalis*, *Favreina tabasensis* und *Palaxius salataensis*, Taf. 41/2-3) nachgewiesen.

Foraminiferen sind insgesamt häufig und werden fast ausschließlich durch Sandschaler repräsentiert (Angaben zur Häufigkeit s. Abb. 33): *Ammobaculites coprolithiformis* (Taf. 24/7), aff. *Ammosphaeroidina* sp. (Taf. 24/7A-C, I-J), *Bosniella croatica* (Taf. 14/3B), cf. *Bosniella* sp., *Alveosepta jaccardi*, *Everticyclammina virguliana* (Taf. 14/1), *Everticyclammina* sp., *Pseudo-cyclammina lituus* (Taf. 13/1), cf. *Trochammina inflata* (Taf. 13/3), cf. *Tritaxia* sp.1 (Taf. 11/6), *Eggerella meentzeni* und „*Textularia*“-Arten. Einige Arten (*A. coprolithiformis*, aff. *Ammosphaeroidina* sp., *Ev. virguliana*) erreichen in diesem Faziestyp ihre größte Häufigkeit; sie kommen besonders häufig in den Profilen Roter Stein und Bakeder Berg vor. Selten sind Biogene von *Lithocodium aggregatum* bewachsen. Hyalinschaler (Lenticulinen, Spirillinen, lagenide Foraminiferen, Taf. 19/9) kommen nur untergeordnet vor. Eine Besonderheit dieses Faziestyps stellen epiphytische Milioliden dar (Taf. 18/7); sie sind in den Profilen Bakeder Berg, Föhrtal, Haddessen und Pötzen besonders häufig.

Mikroproblematika sind durch *Lacrymorphus* aff. *barremianus*, *Lacrymorphus* sp.1, *L.* sp.2, *Koskinobullina socialis*-Klasten, *Aeolisaccus dunningtoni* und Calcisphären (Calcisphäre? gen. et sp. indet 3, Calcisphäre? gen. et sp. indet 5: Taf. 43/2A-B) vertreten. Gelegentlich ist das Sediment von Grab- oder Wohngängen von phoroniden? Würmern durchsetzt (Taf. 41/4).

Grundmasse/Bindemittel: Die Grundmasse ist weitgehend mikritisch, selten pelmikritisch.

Fazielle Übergänge und Beziehungen zu anderen Faziestypen: MF-Typ 4 vermittelt zwischen „Partikelkalksteinen“ mit komponentengestützten Gefügen im Liegenden (*Everticyclammina*-Kalkstein: MF-Typen 2, Onkolith: MF-Typ 3) und lagunären mikritischen

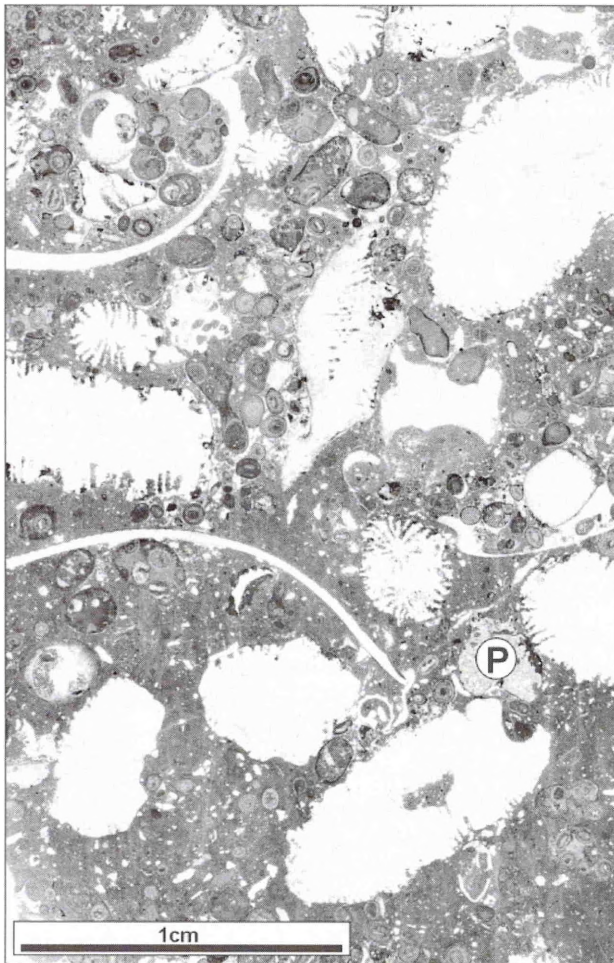


Abb. 17 - Riffschuttalkstein (Rudstone, MF-Typ 5) mit zahlreichen Ast-Bruchstücken von *Thamnasteria dendroidea*. Weitere Komponenten sind abgerollte Gehäuse von *Everticyclammina* sp., Muschelschalen, Echinodermenreste, Schwammbruchstücke (P: pharetronider Schwamm) und Ooide. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-0.5m.

Fig. 17 - Reef debris (rudstone, MF type 5) with abundant fragments of *Thamnasteria dendroidea*. Additional components comprise abraded *Everticyclammina* sp. tests, shells of bivalves, echinoderm remains, detached pharetronid sponges (P), and common ooids. Section Haddessen, thin section Had-I-0.5m.

Kalksteinen im Hangenden (MF-Typ 6). Zum Hangenden zeichnet sich eine abnehmend oolithische Zusammensetzung ab; in der Riff-Flankenfazies fehlen Ooide bereits. Die Abgrenzung zu den MF-Typen 2 und 3 erfolgt deshalb über das Mengenverhältnis der Komponenten zueinander (Abnahme von Ooiden) und die Fossilhaltung (Biogene versus Bioklasten). In einigen Profilen (z.B. Wellergrund: Taf. 4/4; Mattenberg) ist der Übergang scharf und durch eine Schichtfuge betont. Eine Erosionsfläche ist aber nur in den Profilen Roter Stein und Bakeder Berg ausgebildet und fossilreicher mikritischer Kalkstein überlagert Kalkoolith (MF-Typ 1) mit abruptem lithologischen Wechsel.

Des weiteren tritt MF-Typ 4 eng assoziiert mit Riffschuttalkstein (MF-Typ 5) auf. Darauf weist bereits der lokal hohe Riffschuttanteil hin. Distal zu den Riffen geht der fossilreiche mikritische Kalkstein als Riff-Flankenfazies graduell in mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6) über.

Ablagerungsmilieu: MF-Typ 4 repräsentiert Kalkschlamm-Substrat, das sich unter moderater Wasserenergie im lagunären Bereich bildete. Darauf verweisen die matrixgestützten Gefüge in Zusammenhang mit der primär guten Fossilhaltung. Die Fossilien sind vorwiegend parautochthon überliefert. Der hohe Gehalt an Biogenen/Bioklasten im Riffbereich reflektiert den Fossilreichtum innerhalb und im unmittelbaren Umfeld der Riffe. Dagegen sind die Ooide umgelagert (allochthon), sie wurden aus exponierten Barrensedimenten eingeschwemmt.

Mikrofazies-Typ 5: Riffschuttalkstein

Gesteinsanschliff, Dünnschliffotos (Mikrofazies): Abb. 17-18, 52

Klassifikation: Floatstone bis Rudstone

Regionales Vorkommen und Mächtigkeit: Riffschuttalkstein bleibt als riffinterne und riffumsäumende Ablagerung weitgehend auf den Riffbereich beschränkt, hat jedoch vom Gesamtvolumen im Vergleich zum Riffkalkstein (MF-Typ 8) keine Bedeutung. Riffschuttalkstein kommt bevorzugt an der Riffbasis vor, erreicht jedoch nur geringe Mächtigkeiten von wenigen Zentimetern (z.B. Abb. 49, 51).

Geländebefund: Dieser MF-Typ entspricht mikritischem Kalkstein mit hohem Gehalt an Riffschutt und anderen Bioklasten.

Komponenten: Das Komponentenspektrum wird von Riffschutt, vor allem von Korallenklasten, bestimmt. Entsprechend der Dominanz von *Thamnasteria dendroidea* am Aufbau der Riffe sind abgebrochene Äste und Astbruchstücke dieser Koralle in unterschiedlicher Erhaltung und Größe vorherrschend. In einigen Riffvorkommen, in denen *Fungia* *arachnoides* häufig ist (z.B. Steinbruch Pötzen), stellt sie den überwiegenden Teil an Biodetritus im Riffschuttalkstein. Aufgrund dünnplattiger Kolonien mit gitterartigem Aufbau sind *F. arachnoides*-Klasten meistens klein. Hinzu kommen insbesondere isolierte Klappen von Thecideen (Abb. 18), zahlreiche *Koskinobullina socialis*-Klasten und vereinzelt Napfschnecken (Abb. 18). Eine Besonderheit sind Bruchstücke von „*Tubiphytes*“ *morroneensis* (Taf. 8/1), die auf den Steinbruch Pötzen beschränkt bleiben. Das weitere Komponentenspektrum des Riffschuttalksteins entspricht weitgehend dem fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4). Allerdings sind die biogenen Komponenten stets zerbrochen und auch abgerollt.

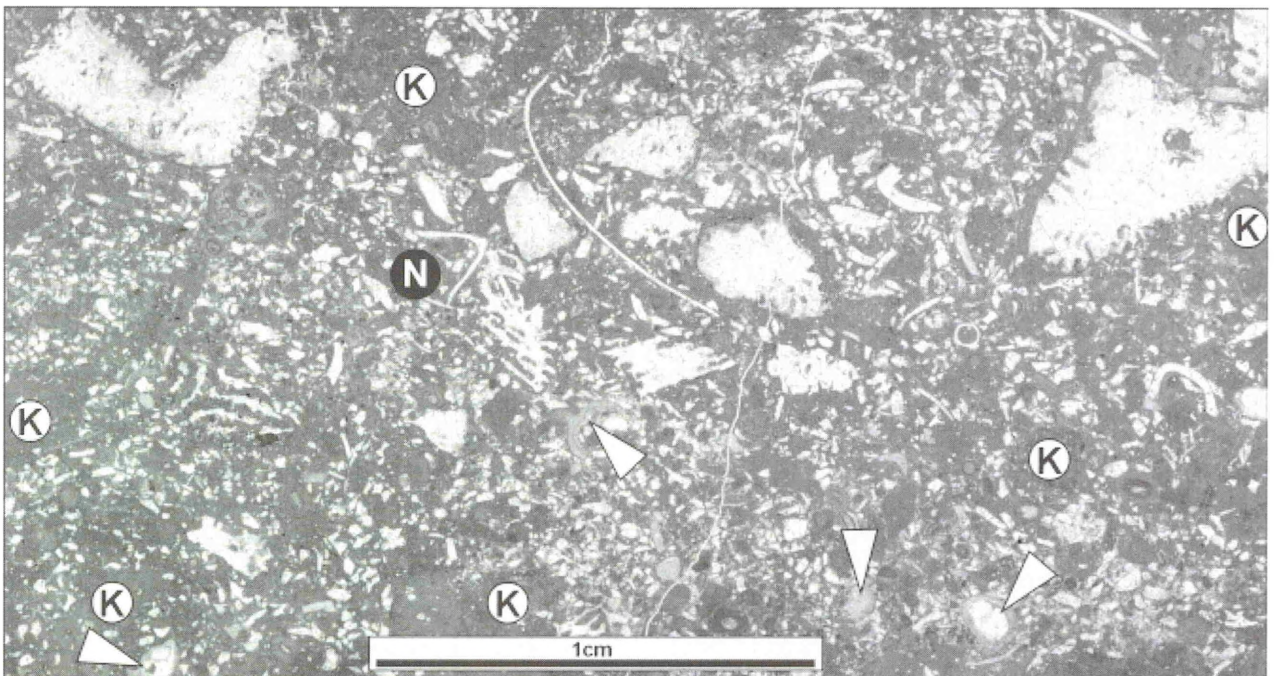


Abb. 18 - Riffschuttkalkstein (Rudstone, MF-Typ 5) mit zahlreichen feinen Bruchstücken von *Fungiastrea arachnoides* und einigen Astfragmenten von *Thamnasteria dendroidea* (vor allem oben). Die meisten anderen Komponenten stammen ebenfalls aus dem Riffbereich (Pfeile: Thecideen, K: Klasten von Thrombolith). Daneben treten Bioklasten von Mollusken (N: Napfschnecke) und vereinzelt Ooide auf. Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-(21.4/0.65).

Fig. 18 - Reef debris (rudstone, MF type 5) with small rubble of *Fungiastrea arachnoides* and a few broken-off *Thamnasteria dendroidea* branches (in the top part). Additional bioclasts derive from the patch reefs (arrows: thecideidenid brachiopods, K: thrombolite clasts). Bioclasts of molluscs (N: shell of limpet) and ooids are also present. Section Pötzen, thin section Pö-(21.4/0.65).

Grundmasse/Bindemittel: Das Gefüge ist matrix- bis komponentengestützt, die Grundmasse mikritisch bis pelmikritisch. Der Auswaschungsgrad ist auch bei matrixgestützten Gefügen gering, sparitische Grundmasse fehlt allgemein.

Fazielle Übergänge und Beziehungen zu anderen Faziestypen: Riffschuttkalkstein tritt eng assoziiert mit dem fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) auf. Er entspricht quasi einer korallenklastenreichen Variante dieses Faziestyps. Eine Ausgliederung als „Riffschuttkalkstein“ bietet sich aber schon allein deshalb an, um zumindest die Hauptverbreitung von riffschuttreichen Kalksteinen in den recifalen Ablagerungen zu dokumentieren. Der Riffschuttkalkstein grenzt mit scharfem Kontakt direkt an den Riffkalkstein (MF Typ 8). Da Riffschutt-Komponenten, insbesondere Korallenklasten, relativ selten sind, wird der Gesteinstyp Riffschuttkalkstein in der Regel vom fossilreichen (riffschuttführenden) mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) vertreten (Abb. 49-51).

Ablagerungsmilieu: Aufgrund der sehr lokalen Verbreitung und des Bezugs von Riffschuttkalkstein zum fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ) wird hier auf eine umfassende Diskussion verzichtet. Auffällig ist insbesondere das Fehlen ausgeprägter Riffschutt-

areale, wie es für Korallenvorkommen üblich ist. Dies zeigt bereits die allgemein geringe Wasserturbulenz während des Riffwachstums an.

Mikrofazies-Typ 6: mikritischer Kalkstein

Aufschlussfotos: Taf. 2/4-6; 3; 4/1-2, 4

Handstücke und Dünnschliffotos (Mikrofazies): Abb. 19, 61/C; Taf. 36/7

Klassifikation: Mudstone

Regionales Vorkommen und Mächtigkeit: Mikritischer Kalkstein ist das „charakteristische“ Gestein des Zwischenriffbereichs der *florigemma*-Bank und dementsprechend im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet. Die Mächtigkeit variiert zwischen 1m und annähernd 3m im zentralen Bereich des Untersuchungsgebietes.

Im südöstlichen Bereich des Süntels reduziert sich die Mächtigkeit auf wenige Dezimeter (Profile Pötzen I-III), da sich die Hauptdiskontinuitätsfläche bis in das Niveau des mikritischen Kalksteins einschneidet (Abb. 7).

Geländebefund: Gewöhnlich ist dieser Faziestyp als gut gebankter, dichter Kalkstein ausgebildet. Die

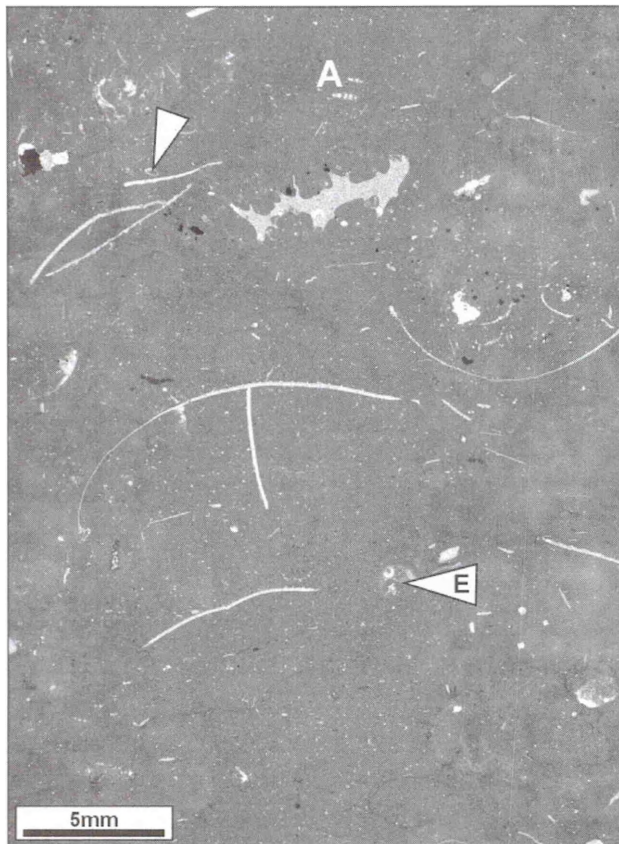


Abb. 19 - Mikritischer Kalkstein (Mudstone-Wackestone, MF-Typ 6). Die Komponenten beschränken sich auf Molluskenreste (Schalen von *Camptonectes auritus*, oben: schlecht erhaltenes Nerineen-Gehäuse), Ostrakoden (weißer Pfeil) und *Everticyclammina* sp. (E). Profil Dachtelfeld, Dünnschliff Da-1.7m.

Fig. 19 - Micritic limestone (mudstone to wackestone, MF type 6) containing mollusc shells (*Camptonectes auritus*, top: poorly preserved nerineid shell), Ostracods (white arrow) und *Everticyclammina* sp. (E). Section Dachtelfeld, thin section Da-1.7m.

Bankmächtigkeiten betragen gewöhnlich 5 bis 20cm. Zwischen den Kalksteinbänken treten zumeist dünne mergelige Zwischenlagen auf. Bereichsweise ist auch eine Wechselfolge von Kalkstein mit geringmächtigem mergeligen Kalkstein ausgebildet. Proximal zu den Rifften wird die Bankung infolge Zunahme des Komponenten-gehalts unregelmäßig bis flaserig. Das Gestein ist anhand seiner mehlig-weißen Verwitterungsfarbe im Gelände (und als Lesestein) leicht erkennbar. Es weist eine dunkelgraue Bruchfarbe auf. Hinzu kommt im frischen Anschlag ein leichter bis ausgeprägter bituminöser Geruch, der auf erhöhten C_{org} -Gehalt hinweist (vgl. Hemleben, 1977; Tribovillard et al., 1999).

Komponenten: Dieser Faziestyp ist durch Fossilarmut und geringe Artenvielfalt gekennzeichnet. Lediglich die Muschel *Camptonectes auritus* kommt verbreitet vor

(Abb. 19). Die Schalen sind autochthon bis parautochthon überliefert und lagenweise angereichert (Taf. 36/7); doppelklappige Erhaltung ist häufig. Selten kommen auch Echinodermenreste, Nerineen und andere Molluskenreste, „Terebrateln“, glattschalige Ostrakoden (Abb. 19) und Rhaxen vor. Im oberen Bereich ist der mikritische Kalkstein fossilreicher (Einsetzen von Nerineen). Vereinzelt auftretende Ooide bleiben auf den basalen Bereich beschränkt (Übergang in MF-Typ 4).

Das arten- und individuenarme **Foraminiferen-Spektrum** ist durch fazielle Durchläuferformen geprägt (*Ammobaculites*, *Everticyclammina* sp., „*Textularia*“ gr.); am häufigsten sind Lenticulinen und Alveosepten. **Kalkalgen** werden durch akzessorisch vorkommende *Terquemella*-Reste vertreten.

Grundmasse/Bindemittel: Zwar erscheint das Mikroskopbild des Kalksteins weitgehend mikritisch, wahrscheinlich ist der strukturlose Kalklutit aber erst durch Kompaktion aus Pelmikrit hervorgegangen (vgl. Leinfelder, 1994; Reyle, 2004). Dafür sprechen Relikte von Pelmikrit, die beispielsweise in geschützter Position, z.B. in Brachiopodengehäusen, erhalten geblieben sind. Eine ähnliche Beobachtung schildert Leinfelder (1994: 55, 75); er nimmt an, dass lagunärer Kalkschlamm (Ota-Plattform, Oberjura) vorwiegend aus „pelletierter Matrix“ hervorgegangen ist. Auch Scoffin (1993) macht für das Vorherrschen von mikritischen Sedimenten in heutigen Zwischenriffbereichen – entgegen der Dominanz von Pelmikriten in riffinternen Sedimenten – den fehlenden Schutz vor Kompaktion verantwortlich.

Fazielle Übergänge und Beziehungen zu anderen Faziestypen: Der mikritische Kalkstein der *florigemma*-Bank geht durch das Zurücktreten von biogenen Komponenten und Ooiden aus dem fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) hervor. In vielen Profilen leitet das Einsetzen und der graduelle Anstieg des Nerineengehalts bzw. allgemein des Fossilgehalts zur Nerineenlage (MF-Typ 7) über. Der Übergangsbereich erreicht maximal mehrere Dezimeter Mächtigkeit. Andere Profile (z.B. Falltal, Taf. 4/1 oder Wellergrund, Taf. 4/4) wiederum zeichnen sich durch einen raschen Fazieswechsel aus. In Riffnähe führt der Anstieg des Gehalts biogener Komponenten rasch zur Entwicklung fossilreicher mikritischer Kalksteine (Riff-Flankenfazies, MF-Typ 4).

Ablagerungsmilieu: Die Genese mikritischer Kalksteine stellt ein oft und widersprüchlich diskutiertes Problem dar (Kazmierczak et al., 1996, dort weitere Literatur). Es stellt sich die Frage, woher die großen Mengen an Kalkschlamm („Allomikrit“) ursprünglich herrühren. Im Untersuchungsgebiet erfolgte die Bildung höchstwahrscheinlich (par)autochthon. Am wahrscheinlichsten ist Karbonatkeimbildung innerhalb zer-

fallender Cyanobakterien(matten), daher die Genese durch in situ-Biokalkifikationsprozesse (Kazmierczak et al., 1996; Link & Fürsich, 2001). Aktuelle Modelle gehen von „microbial whitings“ aus. Dabei wird die Karbonatfällung durch Mikroben, z.B. „bacterial picoplankton“, initiiert; sie führt zu großen Mengen an Kalkschlamm (Robbins & Blackwelder, 1992; Thompson, 2000, dort weitere Literatur). Für diese Genese spricht die ursprünglich pelmikritische bis pelspartitische Textur des Kalkschlammes (vgl. Kazmierczak et al., 1996; Tribovillard et al., 1999; Laternser, 2001: 139). Möglich ist auch eine Mikrit-Herkunft aus Skelettelementen von kalkabscheidenden Grünalgen (Coccolithophoriden) (z.B. Tribovillard et al., 1999; Dietl & Schweigert, 2001). Sie lassen sich aufgrund ihrer geringen Größe allerdings nicht in Dünnschliffen, sondern erst durch rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen nachweisen (Adams & Mackenzie, 1998; Dietl & Schweigert, 2001). Kalkschlammproduktion durch Bioerosion von Riffen/Riffkalkstein (Hallock, 1988; Tudhope, 1989; Dullo et al., 1996) ist ohne nennenswerte Bedeutung und dementsprechend auszuschließen. Mikrit-Bildung durch den Zerfall von Codiaceen (Wallace & Schafersman, 1977; Scoffin, 1992, 1993) trifft ebenfalls nicht zu, da es ein Phänomen jüngerer (tertiärer und quartärer) Karbonatplattformablagerungen ist. Massenverlagerung (gravitativer Ferntransport) von Kalkschlamm aus benachbarten Plattformbereichen (Tudhope, 1989; Aurell et al., 1995; Pittet et al., 2000; Bartolini et al., 2003) ist u.a. aufgrund fehlender Liefergebiete ebenfalls auszuklamern.

Der mikritische Kalkstein lässt auf einen ausgedehnten, geschützten, lagunären Bereich von geringer Wassertiefe (ca. 10m) schließen (vgl. Wallace & Schafersman, 1977). Auffällig ist die ausgesprochene Fossilarmut; lediglich die (byssate) pectinide Muschel *Camptonectes auritus* ist lagenweise häufig. Die spärlich vorkommende Mikrofauna ist wohl ebenso weitgehend autochthon überliefert. Dagegen sind die akzessorisch auftretenden Echinodermenreste aufgrund ihrer leichten Verdriftbarkeit (Donovan, 1991) vermutlich aus benachbarten Riffarealen eingeschwemmt (vgl. Reyle, 2004: 50). Die Fossilarmut vermittelt auf den ersten Blick den Eindruck restriktiver, möglicherweise hypersaliner Ablagerungsbedingungen (vgl. Leinfelder, 1994: 63). Durch fehlenden Wasseraustausch bedingter Nahrungs- und Sauerstoffmangel sind als einschränkende Faktoren (Leinfelder, 1994: 63) aufgrund der lateralen Verzahnung mit Riffen und der raschen graduellen Zunahme von Organismen im unmittelbaren Umfeld der Riffe auszuschließen. Solche ungleichmäßigen Verteilungsmuster von Benthos sind in lagunären Ablagerungsräumen nicht ungewöhnlich. Flügel & Fenninger (1966) und Schlagintweit et al.

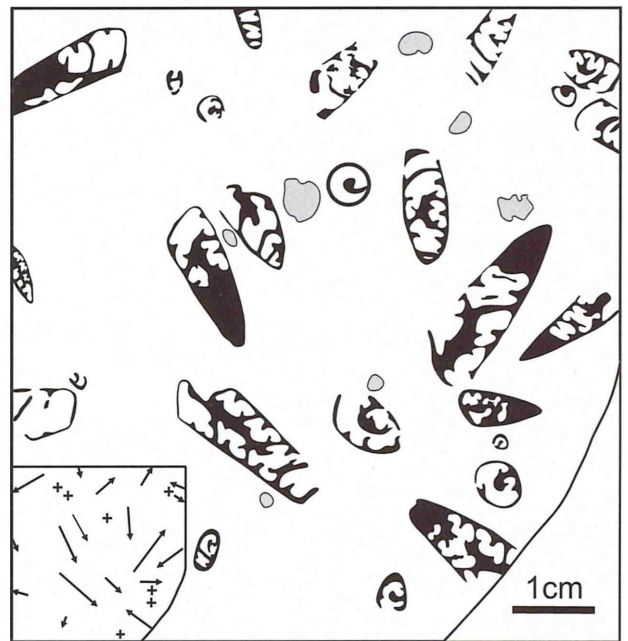


Abb. 20 - Die Schemazeichnung eines Gesteinsanschliffs vom Nerineenkalkstein zeigt regellos verteilte Gehäuse von „*Nerinea fasciata*“ (MF-Typ 7), grau: Solenoporen-Knollen. Die Pfeilspitzen zeigen Richtung Apex; Kreuz: Gehäuse steckt mehr oder weniger senkrecht im Sediment. Profil Föhrtal; Gesteinsanschliff Fö-2.4m.

Fig. 20 - Line-drawing of nerineid limestone (MF type 7) showing randomly orientated shells of „*Nerinea*“ *fasciata* and small nodules of solenoporids (grey). Arrows: tip points to the apex of nerineids; cross: shell orientation perpendicular to the bedding plane. Section Föhrtal; polished slab Fö-2.4m.

(2003b) verweisen auf großräumige, nahezu fossilere Arealen im oberjurassischen Plassenkalk, die sich mit lokalen Benthos-Anreicherungen (Korallen, Kalkalgen) verzahnen; die Ursachen für dieses Phänomen sind unbekannt. Allgemein denkbar sind ungünstige Substratbedingungen, die eine Larven-Besiedlung des schlammigen Lagunenbodens verhinderten (Etter, 1994: 217). Zudem zeigt der hohe Bitumengehalt der Kalksteine eine insgesamt schlechte Durchlüftung (Sauerstoffmangel: O_2 -Armut im Porenwasser) des Kalkschlammbodens an. Sie verzögern oder verhindern den Abbau organischer Substanz (Anreicherung von Bitumen) und schließen endobenthonische Organismen aus (vgl. Dietl & Schweigert, 2001).

Mikrofazies-Typ 7: Nerineen/Solenoporen-Kalkstein (Nerineenlage)

Aufschlussfotos: Abb. 52/5; Taf. 35/10-12

Dünnschliffotos (Mikrofazies): Abb. 20-23, 63/A-B; Taf. 7/7; 37/6; 35/11

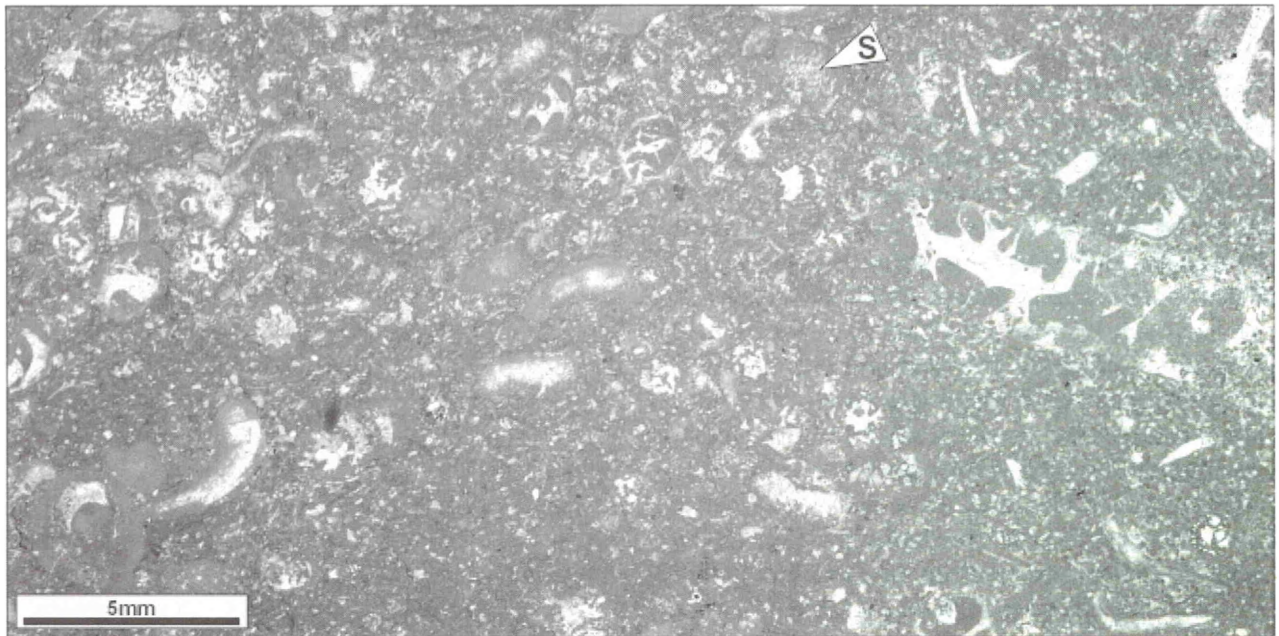


Abb. 21 - Nerineenlage (Floatstone, MF-Typ 7) mit zahlreichen Cortoiden, großen agglutinierenden Foraminiferen (*Everticyclammina* sp., *Otaina magna*) und mikritisierten Gehäusen von *Nerinea fasciata*; S: mikritisierter *Solenopora*-Klast. Profil Falltal, Dünnschliff Fa-4.6m(1).

Fig. 21 - Nerinean bed (floatstone, MF-type 7) with abundant cortoids, tests of *Everticyclammina* sp. and *Otaina magna*, and strongly micriticised shells of *Nerinea fasciata*; S: micriticised clast of *Solenopora jurassica*. The components are supported by a pelsparitic to pelmicritic matrix. Section Falltal, thin section Fa-4.6m(1).

Klassifikation: Wackestone bis Floatstone (selten Rudstone); die Matrix ist partienweise als Pelsparit ausgebildet (cf. Packstone/Grainstone).

Regionales Vorkommen und Mächtigkeit: Fast im gesamten Untersuchungsgebiet schließt die *florigemma*-Bank mit einer wenige Dezimeter mächtigen Nerineenlage ab. Mit Ausnahme des Profils Mattenberg wird sie am Top durch eine markante Erosionsfläche (Hauptdiskontinuität) begrenzt. Dem entsprechend variiert ihre Mächtigkeit zwischen wenigen Zentimetern bis ca. 1m (Profil Schrabstein). In den Profilen Münchhausen Ställe und Pötzen I-III fehlt sie infolge tiefgreifender Erosion bis in das Niveau des mikritischen Kalksteins (MF-Typ 6).

Geländebefund: Es handelt sich um einen gebankten bis massigen Kalkstein, der im Vergleich zum mikritischen Kalkstein im Liegenden (MF-Typ 6) verwitterungsresistenter ist. Auffällig sind die zahlreichen Nerineengehäuse (Taf. 35/10, 12). Sie sind in natürlichen Aufschlüssen im Vergleich zur Matrix meistens entweder stärker gelöst (erzeugt „löcherige“ Gesteinsoberfläche) oder hervorstehend ausgewittert (Taf. 35/11). Eine Faziesvariante tritt auf, wenn MF-Typs 7 Riffkalkstein (MF-Typ 8) überlagert (Profile Amelungsberg, Haddessen und Pschenburg, Abb. 49-52). Typischerweise sind dann die *Solenopora*-Knollen wesentlich größer (maximal mehrere Dezimeter

Durchmesser) und dichter gedrängter angeordnet. Dieses Phänomen führte zur Bezeichnung „parautochthone *Solenopora*-Biostrom-Fazies“ (Helm & Schülke, 1998, 1999).

Komponenten: In MF-Typ 7 treten ausschließlich biogene Komponenten auf. Sie liegen parautochthon vor und zeigen keine Spuren mechanischer Erosion. Die Fossilhaltung ist dennoch schlecht, da Muschelschalen und Schneckengehäuse entweder mehr oder weniger intensiv mikritisiert sind oder z.T. aufgelöst und kollabiert vorliegen. Häufig sind größere Biogene von dünnen mikrobiellen Krusten überzogen und entsprechen Onkoiden.

Die Makrofauna ist artenreich; **Schnecken** stellen die wichtigsten Makrofossilien. Als einzige Art kommt „*Nerinea*“ *fasciata* massenhaft vor. Deshalb ist MF-Typ 7 bereits im Gelände als „Nerineenlage“ leicht erkenntlich. Die großwüchsige „*Nerinea*“ cf. *visurgis* ist ebenfalls an MF-Typ 7 gebunden, jedoch selten (Profil Höllental und Oberberg). Weitere, häufig auftretende Schnecken sind „*Cerithium*“ („*Cerithium*“ cf. *limaeforme*) und *Metriomphalus*-Arten; Arten trochoider Schnecken treten zurück. **Muscheln** kommen relativ häufig vor. Mit Ausnahme von *Camptonectes auritus* sind sie in Dünn- und Gesteinsanschliffen nicht bestimmbar. Des Weiteren sind vereinzelt „Terebrateln“ und *Carpathiella triangulata* (Taf.

38/1) belegt. Dünnstäbige Bryozoen und Echinodermenreste gehören zu den akzessorischen Faunenelementen. „Algenknollen“ (Kap. 3.1) sind seltene, jedoch charakteristische Bestandteile. *Lithocodium aggregatum* tritt als Mikroinkrustierer auf Biogenen auf. Rhaxen sind ebenfalls charakteristisch und dispers im Sediment verteilt (Abb. 23). Ihre Häufigkeit variiert; bei massenhaftem Auftreten liegen spiculitische Kalksteine (sensu Geyer, 1962) vor.

Die **Foraminiferen**-Fauna ist durch Arten- und Individuenreichtum gekennzeichnet. Sie besteht weitestgehend aus Sandschalern. Im Vergleich zu den intensiv mikritisieren Makrofossilien und Kalkalgen erscheint die Erhaltungsweise der Foraminiferengehäuse ausgesprochen gut. Häufigste, in allen Proben präsente Foraminifere ist *Alveosepta jaccardi*. *Everticyclammina* sp. kommt ebenfalls häufig vor. Weitere Arten sind lediglich vereinzelt vorkommend (*Otaina magna*, Taf. 16/3A-B; aff. *Ammosphaeroidina* sp., Taf. 24/7D-H; *Bosniella croatica*, Taf. 14/3A; cf. *Bosniella* sp., Taf. 14/4C; „*Textularia*“ gr., Taf. 17/4-5; verneuillinoide Foraminiferen, Taf. 17/7) oder selten (*Ammobaculites suprajurassicus*, Taf. 9/1D, *A. coprolithiformis*, *Charentia* cf. *evoluta*, *Everticyclammina virguliana*, *Eggerella meentzeni*, Taf. 11/1A). Insbesondere die großwüchsigen, komplex gebauten Sandschaler können bereichsweise sehr zahlreich sein (Abb. 22). MF-Typ 7 enthält außerdem viele agglutinierte Kleinforaminiferen, die sich systematisch nicht näher zuordnen lassen. Die Verbreitung von Triloculinen (Taf. 18/4C-D) konzentriert sich auf diesen Faziestyp, insgesamt sind sie selten. *Meandrospira* cf. *favrei* (Taf. 18/3) ist als Einzelfund lediglich aus diesem Faziestyp dokumentiert. Epiphytische Milioliden kommen vereinzelt vor; knäuelige Milioliden und Ophthalmidien, die in anderen Faziestypen häufig sein können, fehlen. Spirillinen (Taf. 19/2), Lenticulinen und lagenide Foraminiferen (Taf. 19/7) sind selten, weitere „Hyalinschaler“ sind nicht belegt.

Als typische, diesen Faziestyp kennzeichnende Gruppe sind **Kalkalgen** besonders hervorzuheben. Sie stellen einen großen Teil der biogenen Komponenten. Kleine, randlich mikritisierete *Solenopora jurassica*-Knollen sind verbreitet (Abb. 20-22). Bis maximal mehrere Dezimeter große Knollen entwickeln sich nur dort, wo die Nerineenlage Riffkalkstein überlagert (s.o.). Eine weitere *Solenopora*-Art, *S. cf. helvetica* (Taf. 5/2), ist dagegen nur durch wenige Einzelfunde belegt. *Terquemella*-Reste sind häufig bis sehr häufig. Wesentlich seltener und faziell an MF-Typ 7 gebunden, sind *Salpingoporella* ? *suentelensis* (Taf. 6/1-3) und *Anisoporella* ? *cretacea* (Taf. 7/7-9). Letztgenante bleibt überwiegend auf den Verzahnungsbereich mit den Riffen (MF-Typ 8) beschränkt. Vereinzelt kommen auch Fragmente von *Rajkaella* cf. *iailaensis* vor. *Pycnoporidium lobatum* (Taf. 6/6) ist nur vom Profil

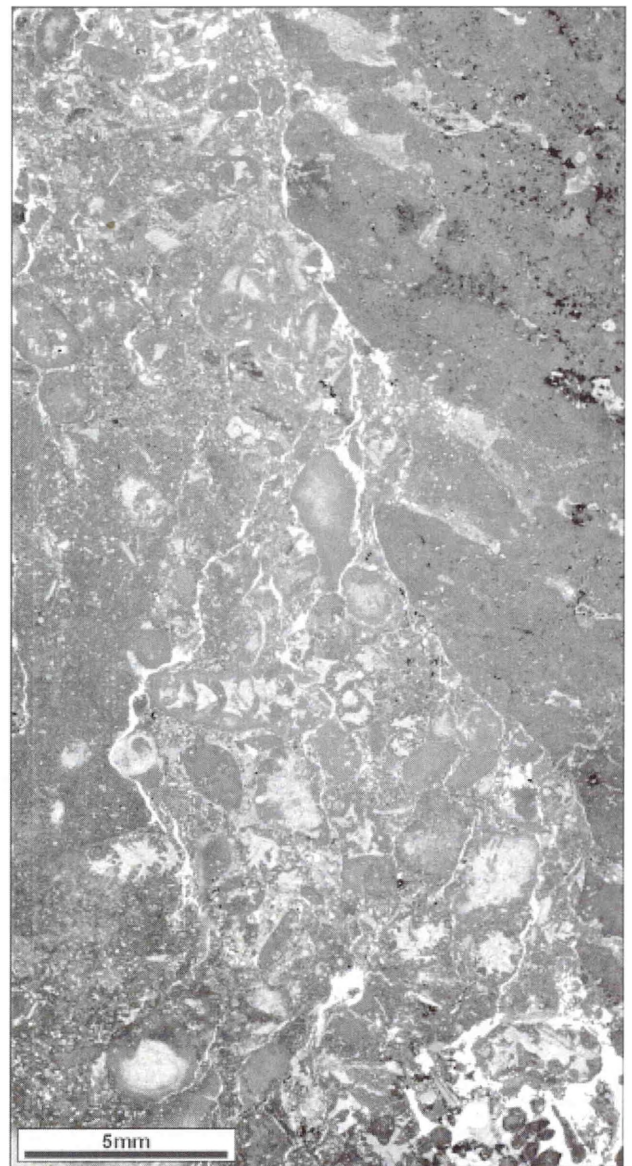


Abb. 22 - Dachbereich der *florigemma*-Bank mit Riffkalkstein (rechts: Thrombolith, MF-Typ 8), der unmittelbar an Rudstone der Nerineenlage (MF-Typ 7) grenzt. Im Kontaktbereich sind große Sandschaler (*Everticyclammina* sp.) und Cortoide angereichert. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-4.4m-l.

Fig. 22 - Uppermost part of the *florigemma*-Bank showing rudstone of the nerinean bed (MF type 7) adjacent to reef limestone (on the right: thrombolite that digitate sideways to upward, MF type 8). Tests of *Everticyclammina* sp. and cortoids are enriched at the contact. Section Haddessen, thin section Had-I-4.4m-l.

„Grüner Altar“ am Hohenstein bekannt, tritt dort jedoch häufig auf.

Calcisphären (Calcisphäre gen. et sp. indet 1, Taf. 43/3, Calcisphäre? gen. et sp. indet 4, Taf. 43/4B-E), *Koskinobullina socialis*-Klasten (Taf. 42/4), *Aeolisaccus dunningtoni* (Taf. 43/1A-C) und *Lacry-*

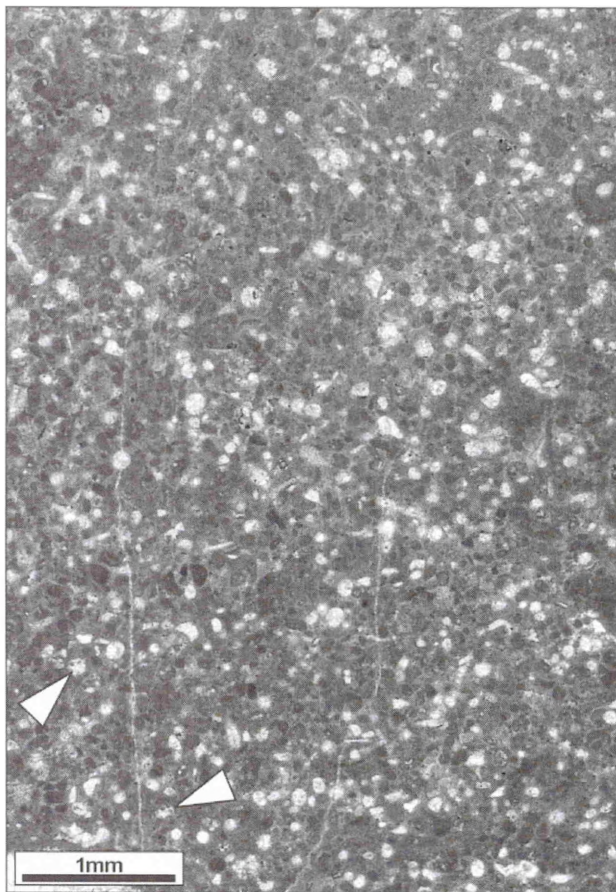


Abb. 23 - Pelmikrit bis Pelsparit mit zahlreichen Rhaxen und kleinen, eckigen sparitischen Bioklasten (Pfeile: *Terquemella*-Reste); Nerineenlage (MF-Typ 7). Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(2.5/3.7).

Fig. 23 - Arenitic packstone composed mainly of peloids and rhaxes (arrows: *Terquemella* remains); nerinean bed (MF type 7). Section Haddessen, thin section Had-(2.5/3.7).

morphus spp. sind wichtige **Mikroproblematika**. Arten von *Lacrymorphus* (*L. aff. barremianus*, Taf. 42/1A; *L. sp.1*, Taf. 42/3; *L. 2*, Taf. 42/2) haben in diesem Faziestyp ihre Hauptverbreitung. Sie treten insbesondere im riffangrenzenden Bereich zahlreich auf. Lokal können zudem zahlreiche Grab- oder Wohngänge von Würmern (Phoroniden?) in dichter Anordnung vorliegen (Taf. 41/3).

Grundmasse/Bindemittel: Die Grundmasse ist mikritisch, pelmikritisch oder pelsparitisch (feinkörniger Peloid-Packstone oder -Grainstone).

Fazielle Übergänge und Beziehungen zu anderen Faziestypen: Der Nerineen/Solenoporen-Kalkstein entwickelt sich meistens graduell aus dem unterlagernden mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4). Die Obergrenze ist dagegen durch eine Erosionsfläche (Hauptdiskontinuitätsfläche) und transgressiv überlagernden quarzsandreichen Kalkarenit (MF-Typ 12) scharf gefasst. Lediglich im Profil Mattenberg liegt ein

konkordanter Übergang in den die Nerineenlage überlagernden Cortoid-/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9) vor. In einigen Profilen (s. Geländebefund) bildet eine „Sonderfazies“ mit sehr großen *Solenopora*-Knollen den Abschluss der Riffe.

Ablagerungsmilieu: Für MF-Typ 7 sind ähnliche lagunäre Ablagerungsbedingungen anzunehmen wie für den mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6) im Liegenden. Eine bevorzugte Ausrichtung der Nerineen und anderen Makrofossilien liegt nicht vor (Abb. 20). Eine Anhäufung und Umlagerung der Biogene durch Strömung ist deshalb auszuschließen (Dauwalder & Remane, 1979). Besonders dort, wo Nerineen/Solenoporen-Kalkstein Riffkalkstein überlagert, herrschten stabile, nicht-turbulente Ablagerungsbedingungen. Dies wird durch das Heranwachsen besonders großer *Solenopora*-Knollen angezeigt.

Die Nerineen besiedelten also unter ökologisch optimalen Bedingungen in hohen Individuendichten flächenhaft den Meeresboden. Dauwalder & Remane (1979) vergleichen äquivalente Vorkommen deshalb mit „Vermetiden-Bänken“ und „Austernbänken“. Einige Autoren (Vogel, 1968; Dauwalder & Remane, 1979) vermuten sogar, dass sie ortsgebunden, also hemi-sessil lebten. Die Massentwicklung von Nerineen ist wahrscheinlich auf ein erhöhtes Angebot an Nährstoffen bei gleichzeitig herabgesetzter Hintergrundsedimentation zurückzuführen (vgl. Dauwalder & Remane, 1979). Hierfür sprechen auch die intensive Mikritisierung der Makrofossilien und die Existenz von Onkoiden (vgl. Dauwalder & Remane, 1979; Wieczorek, 1979; Nose, 1995; Sirna, 1995).

Mikrofazies-Typ 8: Riffkalkstein

Aufschlussfotos: Abb. 52; Taf. 1/4-6; 2/1-5; 3/2-6
Dünnschliffotos (Mikrofazies): Abb. 22, 59/A-C, 64; Taf. 8/4; 27/4; 29/1; 30/1-2; 31; 32; 33/1; 34/1-2; 38/8; 39/2; 40/1-2; 44/1; 45/1; 46/1

Klassifikation: Boundstone (Framestone)

Regionales Vorkommen und Mächtigkeit: Riffkalkstein ist allgegenwärtig, da in die lagunären Kalkschlammablagerung der *florigemma*-Bank zahlreiche Fleckenriffe in dichter Anordnung eingelagert sind. Sobald die *florigemma*-Bank im Streichen auf mehreren 100m erschlossen ist, ergeben sich zwangsläufig auch Anschnitte der Riffkörper.

Geländebefund: Riffkalkstein erscheint im Gelände vorwiegend als massiger Kalkstein. Im Vergleich zum gebankten Kalkstein des Zwischenriffbereichs ist Riffkalkstein verwitterungsresistenter. Das führt in natürlichen Aufschlüssen dazu, dass einzelne Riffe (bzw. Riffkalkstein) meistens stärker herauspräpariert bzw. generell besser erschlossen sind (z.B. Profil an der Paschenburg). Dieses Phänomen ist auch bei kleine-

ren Riffkörper von wenigen Dezimetern bis Metern Durchmesser zu beobachten. Sie wittern in natürlichen Aufschlüssen knollig hervor (Taf. 2/2-5).

Beschreibung: Der Riffkalkstein wird in Kapitel 4.2.4 gesondert behandelt. Prinzipiell setzt er sich aus Korallenstöcken in Lebendstellung zusammen, die von mikrobiellen Karbonaten und fixosessilen Organismen umkrustet sind.

Fazielle Übergänge und Beziehungen zu anderen Faziestypen: Die fazielle Übergänge zu den angrenzenden Faziestypen (MF-Typen 3-7) sind scharf.

Ablagerungsmilieu: Die Riffe entstanden im lagunären Milieu unter ständiger, jedoch schwacher Wasserzirkulation (s. MF-Typ 6 und 7). Ihre fast ausschließlich autochthone Überlieferung ergibt sich einerseits aus der dort herrschend geringen Wasserbewegung aber auch aus dem hohen Anteil riffbindender Organismen (insbesondere karbonatfällende Mikroben), der sie vor Zerstörung schützte.

Mikrofazies-Typ 9: Cortoid/Bioklasten-Kalkstein

Aufschlussfotos: Taf. 2/6

Dünnschliffphotos (Mikrofazies): Taf. 7/1

Klassifikation: Rudstone bis Floatstone, im Basisbereich auch matrixgestützte Gefüge mit hohem Komponentengehalt (Wackestone mit Korallenstöcken von *Th. dendroidea* in Lebendstellung).

Regionales Vorkommen und Mächtigkeit: Cortoid-/Bioklasten-Kalkstein kommt lediglich im Bereich des Mattenberges vor. Seine Mächtigkeit beträgt im Steinbruch Mattenberg 1.8m.

Geländebefund: Der Cortoid-/Bioklasten-Kalkstein ist als massiger Kalkstein ausgebildet. Im Detail repräsentiert er jedoch eine Mixtur verschiedener, bereits im Gelände differenzierbarer Sub-Faziestypen. Sie ergeben sich aus dem Auftreten oder Aussetzen charakteristischer Komponenten.

Komponenten: Cortoide, Bioklasten, Onkoide, Peloide und Mikroorganismen – vor allem Foraminiferen – sind wesentlichen Komponenten; sie sind insgesamt schlecht sortiert. Am häufigsten sind Cortoide bzw. Bioklasten. Sie erreichen bis mehrere Millimeter, selten auch bis mehrere Zentimeter Durchmesser und lassen sich überwiegend Molluskenresten zuordnen. Erhaltungsbedingt sind aber nur wenige Taxa generisch oder spezifisch bestimmbar (z.B. „*Nerinea*“ cf. *fasciata*). An der Basis des Profils Mattenberg (Mat-I) befinden sich direkt oberhalb der Nerineenlage (MF-Typ 7) noch kleine *Thamnasteria dendroidea*-Kolonien in Lebendstellung. Ansonsten ist Riffschutt allgegenwärtig. Akzessorisch kommen noch Echinodermenreste, Terebrateln und rhynchonellide Brachiopoden hinzu. Die **Foraminiferen**-Fauna wird von *Everticyclam-*

mina sp. dominiert, *Alveosepta jaccardi* und *Bosniella croatica* (Taf. 14/3C) sind relativ häufig. *Comaliamma gediki* (Taf. 11/5B-C), *Eggerella meentzeni*, „*Textularia*“ gr., verneuilinoide Foraminiferen (Taf. 17/8), cf. *Bosniella* sp. (Taf. 14/4B-C) und „*Paleopfenderina*“ cf. *gracilis* (Taf. 17/6A) kommen vereinzelt vor. Selten sind *Glomospira* cf. *variabilis* (Taf. 11/2B), *Reophax* sp., *Nautiloculina oolithica*, *Ammobaculites suprajurassicus*, *A. coprolithiformis* und *Charentia* sp. (Einzelfund). Außerdem tritt vereinzelt *Lithocodium aggregatum* als Inkrustierer größerer Komponenten auf. Porzellanschaler sind insgesamt häufig und werden von knäuelig aufgerollten Milioliden dominiert (Taf. 18/1B).

Ophthalmidien (Taf. 18/1B) treten dagegen zurück. Unter den Hyalinschalern kommen Lenticulinen (Taf. 19/5) relativ häufig vor; von *Citharina* sp. ist ein Einzelfund bekannt (Taf. 19/3). Eine Besonderheit dieses Faziestyps stellt *Bolivina* sp. dar (Taf. 19/6). Sie bleibt auf einen eng begrenzten Horizont bzw. Profil-Meter 4.45m beschränkt und liegt in hoher Individuendichte vor.

Häufigste und typische **Kalkalge** dieses Faziestyps ist *Rajkaella* cf. *iailaensis* (Taf. 7/2-4). Fragmente dieser Dasycladacee können im Handstückbereich massenhaft vorkommen (Taf. 7/1). Kleine *Solenopora jurassica*-Knollen sind ebenfalls präsent. Die ansonsten faziesübergreifend vorkommenden *Terquemella*-Reste treten in diesem Faziestyp mengenmäßig zurück. Inkrustierende porostromate Cyanobakterien sind an größere Cortoide/Bioklasten gebunden und in diesem Faziestyp häufig (Taf. 5/3). Darüber hinaus ist das **Mikroproblematikum** *Aeolisaccus dunningtoni* ubiquitär (Taf. 43/1D).

Häufig weisen Cortoide und Bioklasten mikrobielle Karbonathüllen auf. Diese Onkoide erreichen aufgrund ihrer dünnen „Hülle“ jedoch nur wenige Millimeter Durchmesser („superficial oncoids“ sensu Dahana-yake, 1977).

In schwankenden Häufigkeiten treten auch Peloide auf. Sie verursachen eine bimodale Korngrößenverteilung (Peloide und Foraminiferen versus Cortoide, Bioklasten und Onkoide) hervor.

Grundmasse/Bindemittel: Der Grad der Auswaschung nimmt allgemein gegen das Hangende hin zu.

Fazielle Übergänge und Beziehungen zu anderen Faziestypen: Der Übergang vom Liegenden (MF-Typ 7) in den Cortoid-/Bioklasten-Kalkstein ist aufgrund des Ausbleibens bzw. deutlichen Zurücktretens von Nerineen leicht fassbar. Dagegen ist wegen fließender Veränderungen im Komponentenbestand und Gefüge MF-Typ 9 nicht scharf vom überlagernden riffschuttführenden Solenoporen-Kalkstein (MF-Typ 10) abzugrenzen (s. dort).

Ablagerungsmilieu: Der häufige Detritus von Schneckengehäusen und Muschelschalen zeigt an, dass

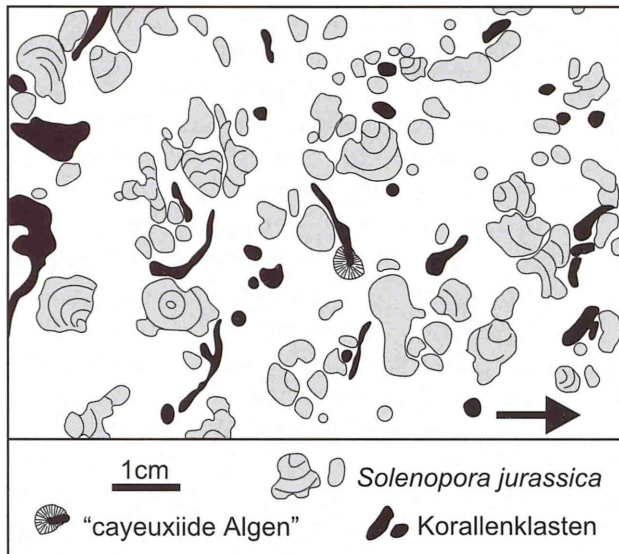


Abb. 24 - Riffschuttführender Solenoporen-Kalkstein (MF-Typ 10). Die Schemazeichnung eines Gesteinsanschliffes (Pfeil zeigt nach oben) zeigt zahlreiche kleine *Solenopora jurassica*-Knollen und -Klasten zusammen mit Korallenklasten. Die Komponenten sind in Cortoid-Kalkstein (weiß) eingebettet. Steinbruch Mattenberg; Gesteinsanschliff Mat-I-5.5m.

Fig. 24 - Solenoporid limestone with reef debris (MF type 10). The line-drawing is showing abundant small nodules and clasts of *Solenopora jurassica* and reef rubble. The partly micriticised components are embedded in cortoid limestone (white). Arrow points to top. Mattenberg quarry; polished slab Mat-I-5.5m.

Mollusken im Ablagerungsraum weit verbreitet und ausgesprochen häufig waren. Die gegen oben rasch abnehmende mikritische Zusammensetzung und die mehr oder weniger intensive Mikritisierung (fließender Übergang zwischen Bioklasten und Cortoiden) zeigen intensive Sedimentumlagerung und eine reduzierte Sedimentationsrate an (vgl. Flügel, 1978). Dabei kam es auch zur Bildung von Onkoiden. Da die Komponenten ungeschichtet und insgesamt schlecht sortiert sind, ist von einer Homogenisierung des Sediments durch grabende Organismen auszugehen (Leinfelder, 1994: 34).

Mikrofazies-Typ 10:

Riffschuttführender Solenoporen-Kalkstein

Aufschlussfotos: Taf. 2/6

Dünnschliffphotos (Mikrofazies): Abb. 24; Taf. 5/3

Klassifikation: Rudstone

Regionales Vorkommen und Mächtigkeit: Riffschuttführender Solenoporen-Kalkstein bleibt auf den Bereich des Mattenberges beschränkt. Seine Mächtigkeit beträgt im Steinbruch Mattenberg 0.4m.

Geländebefund: Der Riffschuttführende Solenoporen-Kalkstein ist als massiger Kalkstein ausgebildet. Er ist bereits im Gelände anhand von Solenoporen-Knollen in gesteinsbildender Häufigkeit und großen Korallenklasten erkennbar.

Komponenten: Kennzeichnend für diesen Faziestyp ist das Massenaufreten kleiner, maximal faustgroßer *Solenopora jurassica*-Knollen. Sie liegen in unterschiedlichen Erhaltungsstadien vor und zeigen eine mehr oder weniger ausgeprägte randliche Mikritisierung. Des Weiteren kommen häufig Klasten von fladenförmig bis (halb)kugeligen (*Thamnasteria concinna*, *Fungia* sp., *Stylina* cf. *limbata*, *Pseudocoenia* sp., cf. *Microphyllia* sp.) und verzweigten Korallenstöcken (*Thamnasteria dendroidea*, *Cladophyllia* cf. *rollieri*, *Goniocora socialis*) vor. Zudem sind nestartig angereicherte Crustaceen-Koprolithen belegt (*Palaxius salataensis*, Taf. 41/1). Das weitere Komponentenspektrum entspricht dem Cortoid-/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9). Allerdings treten Cortoide und auch die meisten Mikrofossilien deutlich zurück.

Grundmasse/Bindemittel: Die Grundmasse ist mikritisch bis sparitisch.

Fazielle Übergänge und Beziehungen zu anderen Faziestypen: MF-Typ 10 hebt sich durch sehr schlechte Größensortierung der Komponenten vom Kalkstein im Liegenden und Hangenden ab. Er entwickelt sich durch Zunahme der *Solenopora*-Knollen und groben Riffschutt sowie Abnahme der Cortoide aus dem Cortoid-/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9). Der rasche Übergang in den foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11) erfolgt wiederum durch Zunahme von Cortoiden und dem Ausbleiben von *Solenopora*- und Korallenklasten (Ausnahme: *Cladophyllia* cf. *conybearei*).

Ablagerungsmilieu: Im Vergleich zu MF-Typ 9 lassen sich aus der Zunahme der Komponentengröße (bis kopfgroße Korallenklasten) zeitweise sehr hohe bzw. eine insgesamt höhere Wasserturbulenz ableiten. Das Massenvorkommen kleiner *Solenopora*-Knollen deutet auf phasenweise Unterbrechung von Sedimentumlagerungsprozessen in Zusammenhang mit kurzzeitiger Stabilisierung des Substrates hin. Instabile Lebensbedingungen ergeben sich ebenfalls aus den Wuchsformen der *Solenopora*-Knollen, deren z.T. treppenartig abgestufte seitliche Umgrenzung auf stationäres Wachstum im grobkörnigen Substrat hinweisen (vgl. Nose, 1995: *Marinella*-Ooid-Intraklast-Grainstone). Nachfolgende Aufarbeitung führte dann zu ihrer Anreicherung.

Die großen Korallenklasten sprechen für ehemalige benachbarte Korallenriffbereiche. Sie sind im Profil Mattenberg als allochthone Riff(schutt)fazies überliefert. Die spezifische Zusammensetzung der Korallenfauna und die jeweiligen Korallenwuchsformen zeigen

an, dass sich diese Rifffazies grundlegend von den stratigraphisch etwas älteren Riffen der *florigemma*-Bank (MF-Typ 8) unterschied. Zudem deuten das Fehlen von mikrobiellen Überzügen und Thrombolith-Klasten auf die geringe Bedeutung riffbindender Organismen in den resedimentierten Korallenvorkommen hin (Leinfelder, 1992).

Mikrofazies-Typ 11: Foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein/ Kalkoolith

Aufschlussfotos: Taf. 2/6

Dünnschliffotos (Mikrofazies): Abb. 25-26, 61/A, 62/A; Taf. 15/1, 16/1, 18/6

Klassifikation: Im unteren Abschnitt vorwiegend als Packstone und im oberen Abschnitt vorwiegend als Grainstone ausgebildet. Bei Zunahme des Anteils größerer Komponenten (>2mm Durchmesser) bestehen partienweise Übergänge zum Floatstone oder Rudstone.

Regionales Vorkommen und Mächtigkeit: Der foraminiferenreiche Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith kommt lediglich im Bereich des Mattenberges vor. Seine Mächtigkeit beträgt im Steinbruch Mattenberg 1.4m.

Geländebefund: Dieser Faziestyp erscheint als masiger Partikelkalkstein. Er ist in Richtung des Hangenden zunehmend von Dolomitisierung betroffen, die sich durch ockerbraune Färbung bemerkbar macht.

Komponenten: Aufgrund von Variationen in der Zusammensetzung ergibt sich eine fazielle Zweiteilung in einen 70cm basalen Bereich (foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein) und einen ebenso mächtigen oberen Bereich, in dem zahlreich Pelletoiden auftreten (foraminiferenreicher Kalkoolith). Von einer faziellen Abtrennung und detaillierteren Gliederung in weitere Faziestypen wird jedoch abgesehen, da Komponentenspektrum und Gefügemerkmale weitgehend übereinstimmen.

Fast alle biogenen Komponenten sind stark mikritisiert. Deshalb setzt sich MF-Typ 11 vor allem aus Cortoiden zusammen. Während Pelletoiden im basalen Abschnitt nur akzessorisch in Erscheinung treten, sind sie im oberen Bereich zusammen mit den Cortoiden in gesteinsbildender Häufigkeit vorhanden. Die Cortoide sind überwiegend abgerollt und dementsprechend klein (<1mm Durchmesser). Ihre biogene Herkunft als mikritisierte Hartteile von Organismenresten ist nur noch selten erkennbar. Angaben über Komponentenhäufigkeit (Cortoide versus Pelletoiden) sind nicht möglich, da eine sichere Unterscheidung von Cortoiden und Pelletoiden nur selten möglich.

Kalksteingerölle (Cortoid-Kalkstein und Kalkoolith) sind nach oben zunehmend häufig. Sie erreichen bis mehrere Zentimeter Durchmesser. Kalksteingerölle unmittelbar im Liegenden der Hauptdiskontinuitätsfläche sind

zudem randlich angebohrt (vor allem Mikrobohrspuren). Bruchstücke von *Cladophyllia* cf. *conybeari* bleiben auf den unteren Abschnitt beschränkt und sind dort relativ häufig. Abgesehen von Korallenklasten und Kalksteingeröllen ist die Sortierung der Komponenten insgesamt gut.

Foraminiferen liegen in sehr unterschiedlichen Stadien der Mikritisierung vor. Im Vergleich mit den anderen biogenen Komponenten sind sie gut erhalten. Unter den Sandschalern sind *Nautiloculina oolithica* und *Ammobaculites suprajurassicus* (Taf. 9/1A-C, E) häufig und für diesen Mikrofaziestyp typisch. Am häufigsten treten jedoch die faziellen Durchläufer *Alveosepta jaccardi* (Taf. 16/2A-B) und *Everti-cyclammina* sp. (Taf. 15/1E-G) auf. *Glomospira* cf. *variabilis* (Taf. 11/2A), *Bosniella croatica*, *A. coprolithiformis* (?) und „*Textularia*“ gr. kommen in wechselnden Anteilen vor, *Reophax* sp. (Taf. 11/3A) und cf. *Bosniella* sp. sind nur sehr untergeordnet vertreten.

Charakteristische, nur in diesem Faziestyp belegte Foraminifere ist *Audienusina fourcadei* (Taf. 11/7A-F). Sie konzentriert sich auf den unteren Abschnitt (mäßig häufig) und ist im oberen Abschnitt seltener. *Rectocyclammina chouberti* (selten, Taf. 16/1) tritt mit *A. fourcadei* assoziiert auf und ist im Untersuchungsgebiet nur durch Einzelfunde aus dem unteren Abschnitt belegt. Ebenfalls bleiben „*Paleopfenderina*“ cf. *gracilis* (Taf. 17/6B-I), *Eggerella* (*Eomarssonella*) *meentzeni* (Taf. 11/1B-G) und *Comaliamma gediki* überwiegend auf den unteren Bereich beschränkt.

Die Involutinide cf. *Ventrolamina cribrans* (Taf. 18/8-9) ist lediglich aus oberem Abschnitt belegt, tritt dort jedoch nur akzessorisch auf. Das Spektrum an Porzellanschalern umfasst massenhaft vorkommende knäuelig aufgerollte Milioliden (Taf. 18/5A,C-D, 18/6) und untergeordnet Ophthalmidien (Taf. 18/1A). Hyalinschaler sind durch vereinzelt auftretende, schlecht erhaltene Lenticulinen belegt. Trocholinen bleiben auf den oberen Abschnitt beschränkt.

Kalkalgen sind durch gelegentliche Funde von *Rajkaella* cf. *iailaensis*- und *Terquemella*-Resten dokumentiert. Unter den **Mikroproblematika** ist ein hoher Anteil an *Aeolisaccus dunningtoni* (Taf. 43/1E-F) bemerkenswert.

Grundmasse/Bindemittel: Mit dem massiven Einsetzen von Pelletoiden ist ein Übergang von Packstone zu Grainstone zu festzustellen. Dementsprechend ist die Grundmasse im unteren Abschnitt vorwiegend pelsparitisch, pelmikritisch und untergeordnet auch sparitisch. Im oberen Abschnitt dominiert dagegen sparitische Grundmasse.

Diagenese: Größere Cortoide, Molluskenschalen und -gehäuse zeigen partielle Verkieselungen. Diese beginnen stets im Zentrum der jeweiligen Komponente (Abb. 62/A). Der Grad der Verkieselung nimmt in Rich-

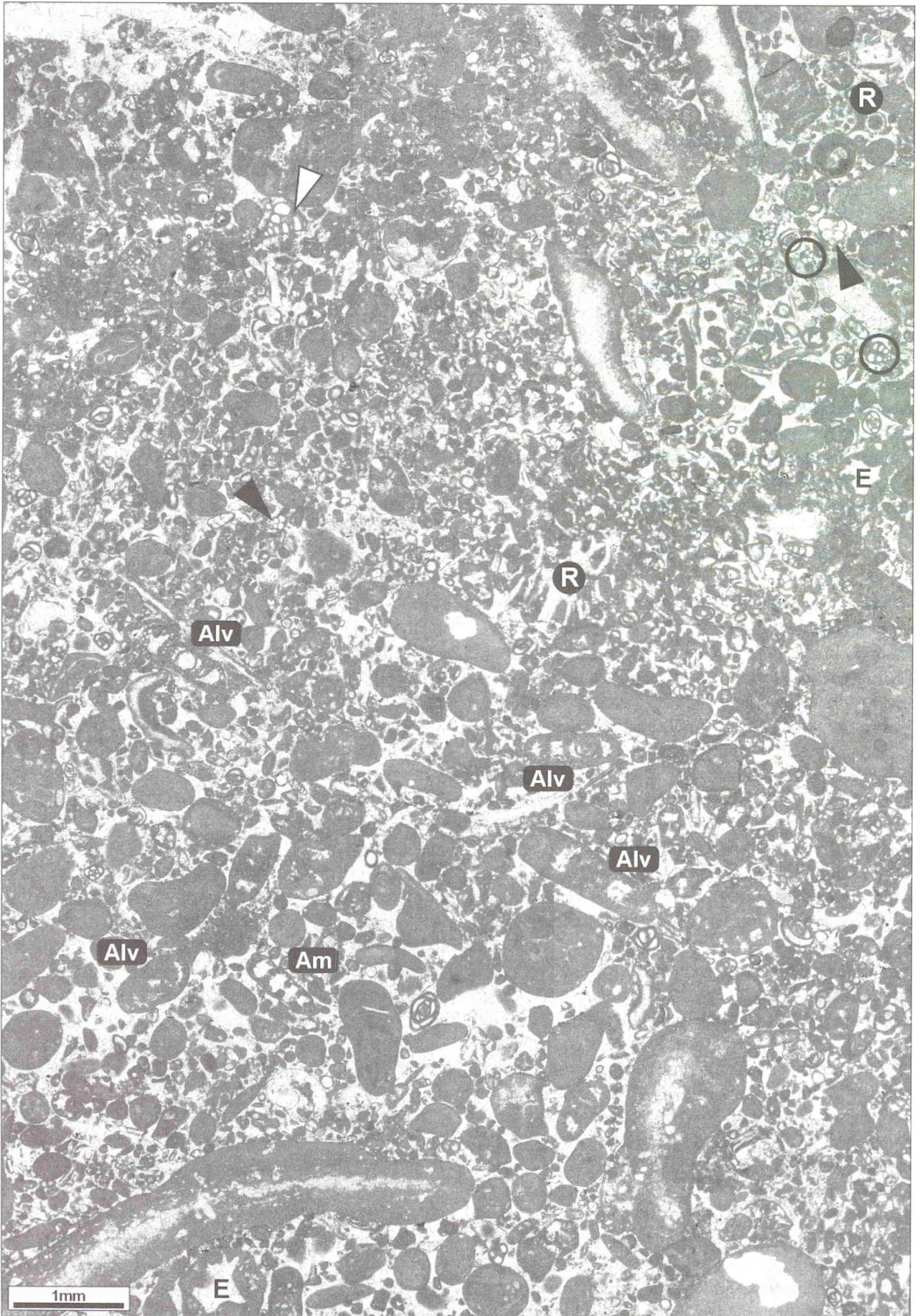


Abb. 25 (gegenüberliegende Seite) - Gut ausgewaschener foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein (Rudstone, MF-Typ 11) mit zahlreichen Peloiden. Daneben kommen zahlreiche, besser erhaltene („Sand-Zwickelfauna“) Foraminiferen vor: Milioliden, *Eggerella meentzeni* (schwarze Pfeile), *Everticyclammina* sp. (E), Alveosepten (Alv), *Ammobaculites* sp. (Am), *Paleopendrina* cf. *gracilis* (eingekreist) und verneuiliinide Foraminifere (weißer Pfeil). Die dunklen „Kreisschnitte“ von ca. 0.1mm Durchmesser entsprechen Querschnitten durch *Aeolisaccus dunningtoni*; R: *Rajkaella*-Reste. Größere Komponenten sind partienweise verkieselt (z.b. unten-rechts). Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-6.3m (abgedeckt).

Fig. 25 (opposite page) - Well-washed cortoid limestone (rudstone, MF type 11) with abundant peloids and tests of foraminifers. A few larger cortoids are partly silicified (e.g. in the bottom-left corner). Foraminifers are comparably well-preserved (cavity dwellers between larger components?). They are dominated in frequency by miliolids; *Eggerella meentzeni* (black arrows), *Everticyclammina* sp. (E), alveosepts (Alv), *Ammobaculites* sp. (Am), *Paleopendrina* cf. *gracilis* (encircled), and verneuiliinid foraminifers (white arrow) are also present in varying degrees. The “dark circles” (0.1mm in diameter) correspond to cross-sections of the microproblematic foraminifer(?) *Aeolisaccus dunningtoni*. Remnants of dascladalean alga *Rajkaella* (R) are of minor importance. Section Mattenberg, thin section Mat-I-6.3m.

tung Dachfläche zu. Direkt unter der Hauptdiskontinuitätsfläche ist das Gestein partienweise dolomitisiert (Abb. 61/A).

Fazielle Übergänge und Beziehungen zu anderen Faziestypen: Der graduelle Übergang von dem riff-schuttführenden Solenoporen-Kalkstein (MF-Typ 10) im Liegenden erfolgt rasch durch das Ausbleiben von Solenoporen und Riffschutt. Die Dachfläche entspricht der Hauptdiskontinuität. Dementsprechend ist der Übergang ins Hangende scharf und durch einen deutlichen lithologischen Wechsel markiert. Allerdings ist er durch Dolomitisierung überprägt und deshalb im Aufschluss kaum wahrnehmbar.

Ablagerungsmilieu: Der foraminiferenreiche Cortoid-Kalkstein entstand bei starker Wasserbewegung in nur wenigen Metern Wassertiefe. Für den Kalkoolith im oberen Bereich gelten weitgehend die gleichen Bildungsbedingungen. Zusätzlich wurden jedoch Ooide von benachbarten Ooidbarren-Systemen herant transportiert und zusammen mit den Biogenen sedimentiert (vgl. Tišljär & Veljæ, 1991: 221). Dies spricht für sehr hohe Wasserturbulenz. Sie führte auch zur Aufarbeitung frühzeitig lithifizierter Karbonatablagerungen und Resedimentationsprozessen, die durch die zahlreichen Kalkstein-Lithoklasten angezeigt werden. Die intensive Mikritisierung der meisten biogenen Komponenten durch Mikrobohrorganismen (z.B. Reid &

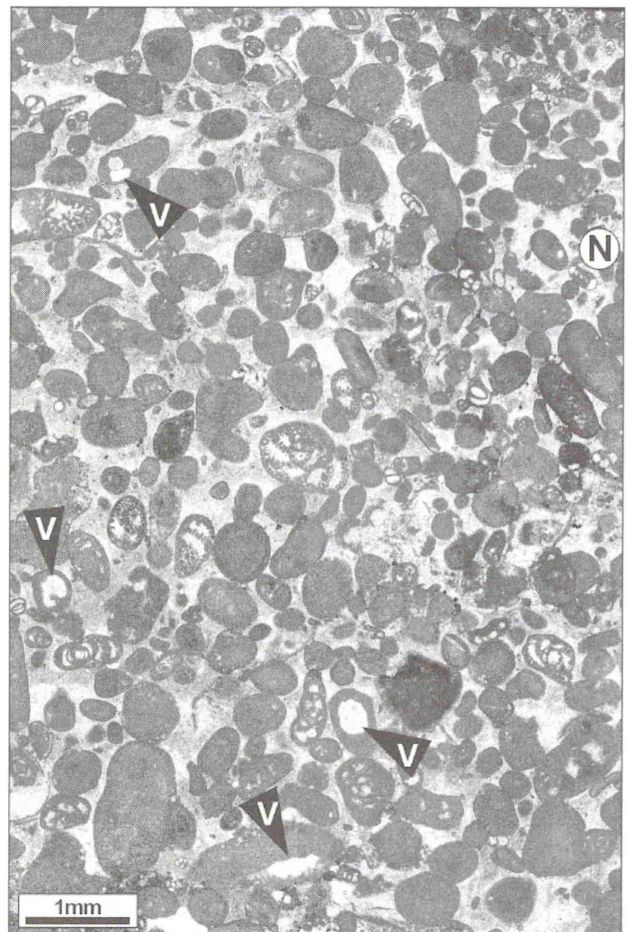


Abb. 26 - Gut ausgewaschener Cortoid-Kalkstein (Grainstone, MF-Typ 11) mit zahlreichen Exemplaren von *Alveosepta jaccardi* sowie Milioliden und *Nautiloculina oolithica* (N). Das Zentrum zahlreicher Cortoide ist verkieselt (V). Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-6.5m.

Fig. 26 - Well-winnowed cortoid limestone (grainstone, MF type 11). Typical components of this facies type are tests of *Alveosepta jaccardi* (the most abundant species), *Nautiloculina oolithica* (N) and miliolids. A few cortoids exhibit silicification phenomena (V) restricted to the center of the components. Section Mattenberg, thin section Mat-I-6.5m.

Macintyre, 1998, 2000) spricht für intensive Sedimentumlagerung bei konstanter Wellenbewegung (vgl. Flügel, 1978; Tišljär & Veljæ, 1987). Als wahrscheinliche Ursache für die gute Erhaltung vieler Foraminiferenarten ist eine endobenthonische Lebensweise in den Zwickeln des körnigen Substrats nach der Sedimentation anzunehmen (Sandlückenfauna; Gischler & Ginsburg, 1996). Obwohl für Makrobenthonten insgesamt instabile, ungünstige Substratbedingungen bestanden, bildete *Cladophyllia* cf. *conybeari* dennoch örtlich Korallenrasen aus kleinen Kolonien. Es handelt sich anscheinend um eine Korallenart mit besonderer Anpassung an mobile, „körnige“ Substrate. Die Kolonien konnten sich während kurzfristiger Phasen geringerer Wasserenergie und Sedimentumlagerung auf dem gro-

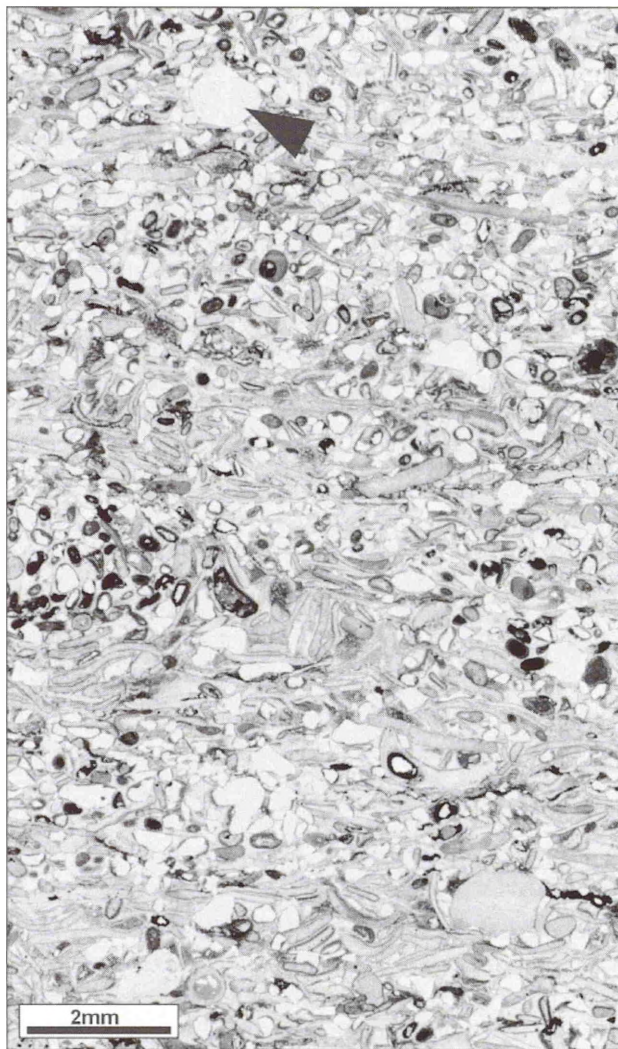


Abb. 27 - Gut ausgewaschener Kalkarenit (Grainstone, MF-Typ 12), vorwiegend aus feinen, randlich mikritisierten Bioklasten (Molluskenbruchstücke, seltener Echinodermenreste) und detritischem Quarz bestehend. Der Quarzsand ist schlecht sortiert (vorwiegend Feinsand, selten Mittel- und Grobsand, z.B. Pfeil). Insbesondere die Quarzkörner der Feinsandfraktion sind nur schlecht gerundet; die meisten weisen Ansätze eines dünnen, Ooid-Cortex auf. Kleine Fe-Ooide (schwarze Punkte) kommen vereinzelt vor. Profil Höllental-III; Dünnschliff Höl-III-(10.7/0.05).

Fig. 27 - Well-sorted calcarenite (grainstone, MF type 12) mainly composed of bivalve remains with micriticised rims and unsorted quartz grains (ranging in size from fine to coarse sand, arrow: coarse-grained quartz). Echinoderm remains occur subordinately. The quartz grains are angular, most of them exhibit a thin ooid cortex. Other components are small Fe-ooids (black dots) that are scattered in the sediment. Section Höllental-III; thin section Höl-III-(10.7/0.05).

ben Karbonatdetritus ansiedeln und wurden durch Sedimentakkumulation stabilisiert. Resedimentation führte zu ihrer Zerstörung und Aufarbeitung. Vergleichbare parautochthone Vorkommen von *Cladophyllia*

cf. *conybeari* sind auch aus Partikelkalksteinen des Deisters bekannt (Helm & Schülke, 2000b).

Mikrofazies-Typ 12: Quarzsandreicher Kalkarenit

Da nur die basalen Dezimeter in Profilaufnahmen erfasst und beprobt wurden, unterbleiben hier nähere Angaben zur Mächtigkeit. Umfangreichere makroskopische sedimentologische Profilaufnahmen der gemischt karbonatisch-siliziklastischen Schichtenfolge im Hangenden der *florigemma*-Bank erfolgen im zentralen und südöstlichen Teil des Süntels im Rahmen von Modulkartierungen (Kleczar, 2002; Niemann, 2002).

Aufschlussfotos: Abb. 52/1, Tafel 1/1-2, 6; 2/4-5; 3; 4/4-5

Dünnschliffotos (Mikrofazies): Taf. Abb. 19/8; Abb. 27-29

Klassifikation: Es sind Kalkarenite mit Quarzdetritus, die die Hauptdiskontinuitätsfläche überlagern und lithologisch variabel ausgebildet sind. Typisch sind gut ausgewaschene Grainstones mit unterschiedlich hohem Gehalt an Quarzsand. Bei hohem Anteil grobkörniger Komponenten bestehen Übergänge zu Floatstones.

Regionales Vorkommen und Mächtigkeit: Dieser Faziestyp ist im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet.

Geländebefund: Die gemischt siliziklastischen Kalkarenite bilden einen markanten lithologischen Kontrast zum Liegenden. Regional und lagenweise sind die Kalkarenite deutlich rotbraun gefärbt und zeigen einen erhöhten Fe-Gehalt an. Hummocky-Schrägschichtung tritt verbreitet auf. Bereichsweise, z.B. im Steinbruch Pötzen, dominiert trogförmige Schrägschichtung. Dort lässt sich unidirektionale Schrägschichtung mit nach Nordosten einfallenden Leeblättern im Streichen auf über 100m verfolgen (Taf. 3/2-3, 5).

Wabenverwitterung ist ein weiteres an diesen Faziestyp gebundenes Phänomen, bleibt auf Aufschlüsse im Hohensteingebiet (Münchhausen Ställe) beschränkt.

Beschreibung: Es treten zahlreiche Faziesvarianten mit zumeist kleinräumiger Verbreitung auf. Sie beruhen auf Variationen im Komponentenspektrum und in der Komponentenhäufigkeit, werden im Rahmen dieser Arbeit aber nicht näher ausgegliedert.

Komponenten: MF-Typ 12 ist durch Bioklasten (vor allem Bruchschill), Karbonatdetritus und detritischen Quarz gekennzeichnet. Er entspricht deshalb einer gemischt karbonatisch-siliziklastischen Ablagerung (s.o.). Quarzsand ist charakteristische Komponente dieses Faziestyps und in unterschiedlichen Häufigkeiten vorhanden. Quarzsand dominiert im Vergleich zu dem Karbonatdetritus häufig das Komponentenspektrum. Das Häufigkeitsmaximum von Quarz tritt gewöhnlich nicht unmittelbar oberhalb der Hauptdiskontinuitäts-

fläche auf, sondern erst mehrere Zentimeter bis Dezimeter darüber. Auffällig ist die insgesamt schlechte Zurundung der Quarzkörner (kantengerundet bis gerundet). Ihre Korngröße liegt meistens im Feinsand- bis Grobsiltbereich. Häufig ist eine bimodale Korngrößenverteilung zu beobachten, da zusätzlich Quarzkörner der Mittel- bis Grobsandfraktion auftreten.

Vereinzelt kommen wenige Millimeter große Lithoklasten aus dem aufgearbeiteten Untergrund vor. Sie stammen ausnahmslos aus Ablagerungen der *florigemma*-Bank. Die größten Lithoklasten befinden sich in flachen muldenförmigen Vertiefungen der Hauptdiskontinuitätsfläche (Kap. 2.4.2) angereichert. Im Steinbruch Pötzen erreichen sind maximal mehrere Zentimeter Durchmesser. Sie sind zudem von Bohrmuscheln angebohrt und ihre Oberfläche ist gelegentlich von Austern, Serpuliden und Bryozoen bewachsen. Generell nimmt der Durchmesser der Lithoklasten in allen Profilen zum Top rasch ab, bzw. die Lithoklasten setzen aus (entsprechen dann dem Kalkdetritus unbekannter Genese).

Ooide sind seltene Komponenten, ihre Häufigkeit nimmt ins stratigraphisch jüngere deutlich zu. Trotz Rotbraunfärbung der Gesteine spielen Fe-Ooide als Komponenten, wie sie für dieses stratigraphische Niveau angeführt werden (Kaiser, 1979), nur eine untergeordnete Rolle. Sie treten nur in wenigen Profilen (z.B. Schrabstein) häufiger auf. Ansonsten sind Fe-Zemente für die Färbung verantwortlich (s.u.).

Des weiteren ist Karbonatdetritus der Sandfraktion sehr häufig. Es dürfte sich überwiegend um aufgearbeitete, mikritisierte Biogene/Bioklasten handeln.

Sehr häufig tritt Bruchschill von Mollusken (Muscheln, untergeordnet Schnecken) auf und dominiert lagenweise das Komponentenspektrum. Besonders häufig sind kleine Muschelschalenbruchstücke. Unter ihnen fallen die zahlreichen Austernklasten auf. Echinodermendetritus ist ubiquitär und stets mit mehreren Volumenprozent am Komponentenspektrum beteiligt. Er dürfte vorwiegend auf Echiniden zurückzuführen sein, worauf die zahlreichen Seeigelstacheln hinweisen. Vor allem direkt oberhalb der Hauptdiskontinuitätsfläche ist Serpulidenschill verbreitet. Bryozoen- und Vertebratenreste gehören zu den akzessorischen Komponenten.

Foraminiferen treten gelegentlich auf; deren Gehäuse sind meistens erodiert und daher kaum bestimmbar. Verbreitet sind grobaggutinierte Foraminiferen, wahrscheinlich *Everticyclammina* sp.. Ansonsten kommen bisweilen *Alveosepta jaccardi*, *Nautiloculina oolithica*, cf. *Bosniella* sp., *Eggerella meentzeni*, Formen von „*Textularia*“, knäuelig aufgerollte Milioliden, Ophthalmidien und Lenticulinen vor. *Bigenerina* sp. (Taf. 13/2) und cf. *Fronicularia* sp. (Taf. 19/8) sind durch Einzelfunde belegt. In manchen Profilen ist ein Massenaufreten einzelner Arten mit gut erhaltenen Gehäusen bemerkenswert (*Nautiloculina oolithica*

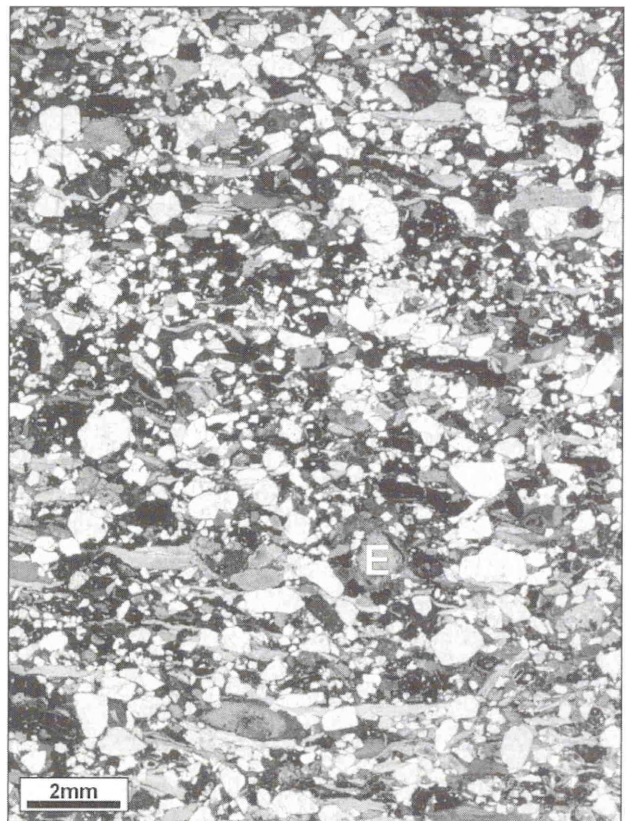


Abb. 28 - Grobkörniger Kalkarenit mit hohem Gehalt an detritischem Quarz (Grainstone, MF-Typ 12). Der Quarzsand ist schlecht sortiert und weist ein zweipfeeliges Korngrößenmaximum auf (Feinsand und Grobsand). Der Grad der Zurundung nimmt mit zunehmendem Korndurchmesser zu. Außerdem kommen Molluskenfragmente (vor allem Austernklasten) und Echinodermenreste vor, letztere weisen gewöhnlich Imprägnationen durch Fe-Verbindungen auf (z.B. E). Weitere Komponenten sind Fe-Ooide und Ooide (selten). Insbesondere die karbonatischen Komponenten (bevorzugt Fe-Ooide) sind im Bereich der Kornkontakte durch Drucklösung überprägt oder großteils aufgelöst. Dadurch ist der Porenraum stark reduziert. Profil Amelungsberg-I; Dünnschliff Am-I-5.2m.

Fig. 28 - Coarse-grained calcarenite with abundant quartz grains (grainstone, MF type 12). The quartz grains are poorly sorted (mostly fine sand and coarse sand) and especially the fine grains are angular. Other components are molluscan and echinoderm remains, the latter show impregnation of Fe-minerals. Some components are coated by thin ferruginous rims. Fe-oids and ooid also occur. Solution seams are common and lead to pronounced solution of calcareous remains and reduction of pore space. Section Amelungsberg-I; thin section Am-I-5.2m.

im Profil Roter Stein, *Eggerella meentzeni* im Profil Falldal).

Das **Kalkalgen**-Spektrum beschränkt sich auf *Terquemella*-Fragmente (selten). Gelegentlich sind kleine, aus dem Liegenden aufgearbeitet *Solenopora*-Klasten belegt.

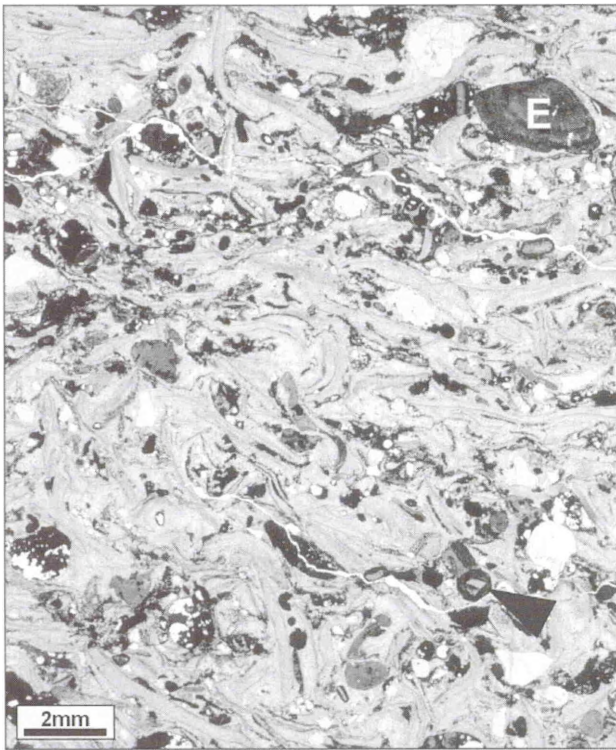


Abb. 29 - Schillkalkstein (Grainstone-Rudstone, MF-Typ 12), der vorwiegend aus Bruchstücken von Austern besteht. Weitere Komponenten sind Echinodermenreste (E, Stereom-Struktur mit Fe-Verbindungen imprägniert) schlecht sortierter detritischer Quarz der Fein- bis Grobsandfraktion und Fe-Ooide (Pfeil). Es sind zwei Zementgenerationen ausgebildet. Sparit-Zement, der die Komponenten umschließt, folgt Fe-schüssiger Zement, der die Hohlräume großteils auffüllt. Profil Amelungsberg-I; Dünnschliff Am-I-5.5m.

Fig. 29 - Bioclastic grainstone to rudstone (MF type 12), consisting of bivalve debris (oysters) and stained (ferruginous) echinoderm remains as subordinate faunal components. Quartz grains up to 2mm across are scattered in the sediment, Fe ooids occur only rarely. Two cement generations are developed. A sparry calcite cement forms a rim around the components whereas the remaining pores are mostly filled with ferroan sparite. Section Amelungsberg-I; thin section Am-I-5.5m.

Grundmasse/Bindemittel: Die Komponenten sind gut ausgewaschen und sparitisch zementiert. Dort, wo rotbraun gefärbte Faziesvariationen auftreten, ist der Zement deutlich Fe-schüssig. In diesen Fällen verlief die Zementation mehrphasig: Einer Generation Calcit-Zement folgt Fe-Zement, der den Porenraum schließt. Gelegentlich, vor allem im östlichen Wesergebirge, zeichnet sich beginnende Dolomitisierung ab.

Fazielle Übergänge und Beziehungen zu anderen Faziestypen: Die gemischt-siliziklastischen Kalkarenite folgen im Hangenden der Hauptdiskontinuitätsfläche. Sie überlagern fast im gesamten Untersuchungsgebiet die Nerineenlage (MF-Typ 7), im Bereich

des Mattenberges dagegen foraminiferen-reichen Kalkoolith (MF-Typ 11). Mikrofaziestyp 12 ist starken lateralen Fazieswechseln unterworfen. Der Übergang in hangende Karbonatgesteine erfolgt graduell durch das Aussetzen von detritischem Quarz.

Ablagerungsmilieu: Es handelt sich um flachmarine Kalkarenite des Vorstrandbereichs. Der ausgeprägte klastische Einfluss (detritischer Quarz) und die Verfügbarkeit von Fe zeigen die Nähe des Ablagerungsraumes zur Küste an (ästuarin?/deltaisch?). Die allgemein schlechte Zurundung der Quarzkörner deutet auf einen relativ kurzen Transportweg hin.

Trotz hoher Wasserenergie und intensiver Umlagerung waren die Lebensbedingungen dennoch günstig und biogene Komponenten in Form von Bruchschill stellen den dominierenden Anteil am Kalkarenit. Die zahlreichen feinen Austernklasten resultieren höchstwahrscheinlich von aufgearbeiteten, auf der Hauptdiskontinuitätsfläche inkrustierenden Exemplaren. Auch die Serpulinreste lassen sich davon ableiten.

2.3 Dachfläche der florigemma-Bank (Hauptdiskontinuitätsfläche)

Die Dachfläche der florigemma-Bank ist im Arbeitsgebiet als paläoverkarstete Diskontinuitätsfläche ausgebildet (Helm et al., 2002a; Abb. 30). Helm (1998) beschreibt sie ausführlich vom Klippenprofil am Amelungsberg (Am-III). Da sich ihre Ausbildung in den weiteren Aufschlüssen des Untersuchungsgebietes nicht grundlegend unterscheidet, erfolgt nachfolgend lediglich eine kurze, ergänzende Beschreibung.

Das Relief der Dachfläche ist weitgehend eben. Es wird jedoch durch die lithologische Ausbildung der florigemma-Bank beeinflusst, und zwar ist die Erosionsfläche in gebankten Zwischenriffkalkstein etwas tiefer eingeschnitten als in Riffkalkstein (z.B. Taf. 3/4).

Selten treten im Dachbereich der florigemma-Bank Lösungskavernen infolge einer Paläo-Verkarstung auf. Helm (1998) unterscheidet zwei Typen von Hohlräumen. Hohlräume vom Typ 1 sind an Riffkalkstein gebunden und entstanden durch die selektive Auflösung von Korallenstöcken, i.d.R. von *Thamnasteria dendroidea*. Sie greifen bis 70cm tief in den Dachbereich ein. Hohlräume vom Typ 2 kommen im Riff- und Zwischenriffkalkstein vor. Sie führen von der Dachfläche in den Kalkstein hinein und verlaufen vorwiegend horizontal.

Die Dachfläche ist bioerodiert. Am auffälligsten sind Bohrspuren von Muscheln (*Gastrochaenolites* ichnosp.). Meistens liegen sie in dichter Anordnung vor, häufig sind aber nur noch die Stümpfe von Bohrmuschellöchern überliefert. Seltener sind zylindrische Bohrungen von Würmern (*Trypanites* ichnosp.), klein-

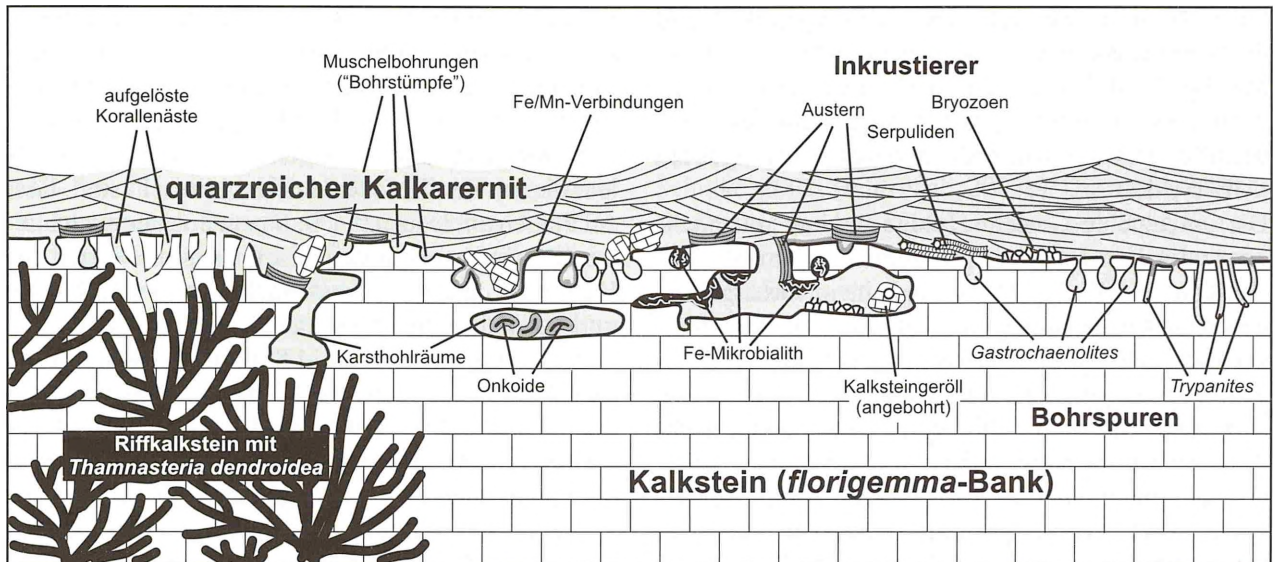


Abb. 30 - Schemazeichnung der Dachfläche der *florigemma*-Bank (Hauptdiskontinuitätsfläche) zur Darstellung der Paläoverkarstung (Karsthohlräume, Korallenlösung), Erosion (aufgearbeitete Kalksteingerölle aus dem Untergrund), Bioerosion (*Gastrochaenolites* und *Trypanites* ichnosp.), Inkrustierung durch Organismen (Austern, Serpuliden, Bryozoen; biogen induzierte Fe-Mikrobialithe), anorganische Inkrustierung durch Fe/Mn-Verbindungen und nachfolgenden Sedimentation (Onkoide in tiefer gelegenen Karsthohlräumen, Überlagerung der Dachfläche durch quarzsandreichen Kalkarenit).

Fig. 30 - Schematic sketch of the erosional unconformity (Hauptdiskontinuitätsfläche) at the top of the *florigemma*-Bank Member. The erosional unconformity exhibits palaeokarst features (caves, dissolution of corals), erosion phenomena (limestone boulders, bioerosion: *Gastrochaenolites* and *Trypanites* ichnosp.) and encrustation by oysters, serpulids, bryozoans, Fe-microbialites and Fe/Mn minerals. Oncoids fill the deepest cavities whereas calcarenite rich in quartz grains truncate the karstic relief.

dimensionierte Bohrgänge von Phoroniden (*Talpina* ichnosp.) und Bohrspuren von Cirripeden (*Rogerella* ichnosp.). Vom Klippenprofil am Amelungsberg sind außerdem noch Mikrobohrspuren bekannt, die vorwiegend von den Wänden der Muschelbohrungen aus in den Kalkstein eindringen (Helm, 1998). Sie sind durch zahlreiche Ichnotaxa vertreten.

Das Spektrum an inkrustierenden Organismen ist artenarm, jedoch individuenreich. Infolge von Erosion, die der Ablagerung des quarzsandreichen Kalkarenits (MF-Typ 12) vorweggriff, ist die inkrustierte Fauna größtenteils nicht mehr überliefert. Oftmals ist auch die angebohrte Oberfläche nur noch relikthaft erhalten. Am wichtigsten sind inkrustierende Austern, deren aufgearbeitete Schalen typische Bioklasten des überlagernden quarzsandreichen Kalkarenits (MF-Typ 12) sind (Abb. 29). Fixosessile Serpuliden kommen vereinzelt vor; inkrustierende Bryozoen und Foraminiferen sind selten.

Bis mehrere Millimeter dicke Inkrustierungen der Dachfläche durch Fe/Mn-Verbindungen sind allgegenwärtig. Dagegen bleiben „Fe-Mikrobialithe“ auf das Klippenprofil am Oberberg im östlichen Wesergebirge beschränkt (Helm et al. 2001a). Es handelt sich um Fe-schüssige, im Anschliff rotbräunlich erscheinende mikrobielle Karbonate, die kleine Karsthohlräume und Bohrmuschellöcher zum Teil auskleiden oder ausfül-

len. Sie wachsen gewöhnlich von kleinen Überhängen aus nach unten, erreichen mehrere Millimeter Dicke und erscheinen blumenkohlartig. An ihrem Aufbau sind häufig noch nubeculariide Foraminiferen und Serpuliden beteiligt. Dieser Mikrobialith-Typ entspricht dem „endostromatolitic ferruginous microbialite“ (EFM) sensu Burkhalter (1995). Auffälligerweise wächst der EFM-Typ stets von Überhängen aus abwärts, wie es auch Palmer & Wilson (1990) und Burkhalter (1995) anhand von vergleichbarem Material zeigen.

2.4 Ablagerungsmodell der Schichtenfolge

Die vertikale Faziesabfolge (MF-Typen 1 bis 11) spiegelt einen kompletten Transgressiv/Regressiv-Zyklus wider, der mit subaerischer Exposition endet (Helm et al., 2002a, 2003b). Ablagerungsraum war das flache Subtidal mit Wassertiefen von wenigen Metern. Während der Transgression wurden oolithische Ablagerungen (MF-Typ 1) sukzessive durch ein ruhigeres, kalkschlammreicheres Milieu [MF-Typ 6(-7)] mit Fleckenriffen (MF-Typ 8) ersetzt. Der regressive Trend [MF-Typ (7) 9-11] führte letztendlich zum Trockenfallen und geringdimensionierter Paläoverkarstung (Hauptdiskontinuität). Am vollständigsten ist die regressive Entwicklung im Profil Mattenberg dokumentiert, in al-

len anderen Profilen fehlen die MF-Typen 9-11 und die Hauptdiskontinuitätsfläche verläuft im Niveau von MF-Typ 7 oder 6 (a. Anl. 3-33). Die nachfolgende Transgression leitete dann wieder stark festlandbeeinflusste, flachmarine Ablagerungsbedingungen ein (MF-Typ 12).

Die untersuchte Gesteinsabfolge beginnt mit hochenergetischen Barrensedimenten des Hauptoolith (Kalkoolith, MF-Typ 1). Sie sind einem vorhergehenden regressiven Halbzyklus zuzurechnen. Die überlagernden MF-Typen 2 bis 6 gehören dem sich anschließenden transgressiven Halbzyklus an. Der *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2) zeigt bereits nachlassende Wasserenergieverhältnisse und stark reduzierte Sedimentumlagerung an. Während der fortschreitenden Transgression verminderte sich der aus dem Ooidbarrenbereich stammende Ooid- und Bioklastengehalt. Gleichfalls vollzog sich der Übergang von komponentengestützten zu matrixgestützten Gefügen (MF-Typ 4). Solche Übergangsbereiche werden häufig von einem Onkolith-Horizont markiert (Tišljär & Veliaë, 1991; Hug, 1999), so bereichsweise auch im Untersuchungsgebiet (MF-Typ 3: Onkolith). In einigen Bereichen schließen die MF-Typen 1 oder 2 mit einer Diskontinuitätsfläche ab. Solche Hardgrounds entstehen häufig am Ende regressiver Phasen (Benke, 1981: 112) und leiten den transgressiven Halbzyklus ein.

Gewöhnlich bildeten grobkörnige Faziestypen (MF-Typen 2 und 3) die Basis für die Initiierung von Riffwachstum. Es entwickelten sich zahlreiche Fleckenriffe, die seitlich mit mikritischen Zwischenriffkalksteinen verzahnen, im lagunären Milieu. Der Lagunenkalkstein (MF-Typ 6) repräsentiert die Hochstandsphase (maximale Überflutung, mfs). Auch jetzt überschritt die Wassertiefe wohl kaum 10m. Die Riffe erhoben sich nur geringfügig (Dezimeter- bis Meterbereich) über den Sedimentspiegel, so dass eine subaerische Exposition während ihres Wachstums auszuschließen ist. Der geringe Anteil von Riffschutt (cf. MF-Typ 5) zeigt insgesamt ruhige Wasserbedingungen während des Riffwachstums an, und der Bitumen-Gehalt der mikritischen Kalksteine des Zwischenriffbereichs weist auf schlechte Durchlüftung des Lagunenbodens hin.

Anschließend führte eine reduzierte Sedimentationsrate in Zusammenhang mit einer möglichen Erhöhung der Nährstoffkonzentration zur Entwicklung einer Nerineenlage mit reicher Fauna und Flora (MF-Typ 7). Wahrscheinlich reflektiert dies bereits den Beginn des sich anschließenden regressiven Halbzyklus. Die komplette regressiv Entwicklung wird anhand des Profils Mattenberg geschildert: Der regressiv Trend setzte sich weiter fort; unter hochenergetischen Ablagerungsbedingungen bildete sich Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9). Aus angrenzenden Bereichen wurde grober Riffdetritus antransportiert (MF-Typ 10).

Er zeugt von der Existenz von Korallenriffen, deren kompositionelle Zusammensetzung der Korallenfauna sich grundlegend von den Korallen-Thrombolith-Riffen der *florigemma*-Bank (MF-Typ 8) unterscheidet. Das Massenaufreten von kleinen Solenoporen-Knollen, die mit den Korallenklasten vermischt sind, lässt auf Phasen mit reduzierter Sedimentumlagerung schließen. Der hochenergetische Einfluss nimmt gegen das Hangende der *florigemma*-Bank wieder deutlich zu und es sedimentierten Packstones (MF-Typ 11: Foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith) und anschließend Grainstones (MF-Typ 11: Foraminiferenreicher Kalkoolith). Letztere belegen extremes Flachwasser und durchgehend hohe Wasserenergie, was durch den hohen Auswaschungsgrad belegt ist. Fortwährende Sedimentumlagerungsprozesse verhinderten eine rasche Akkumulation und forcierten die durchgreifende Mikritisierung der Bioklasten und Ooide. Bereichsweise kam es zur Lithifizierung des Meersbodens, worauf aufgearbeitete Kalksteingerölle hinweisen.

Der regressiv Zyklus führte letztendlich im gesamten Untersuchungsgebiet zum Trockenfallen und zur Anlage einer Erosionsfläche (Hauptdiskontinuitätsfläche), die sich während der Tiefstandsphase (LST) bildete und der Dachfläche der *florigemma*-Bank entspricht. Kalkstein der *florigemma*-Bank wurde dabei abgetragen und verkarstete oberflächennah. Vor allem kam es zur Aragonit-Lösung der Korallenstöcke (Helm, 1998). Die Hauptdiskontinuitätsfläche verläuft im Bereich des Mattenberges im Niveau des foraminiferenreichen Kalkooliths (MF-Typ 11). Ansonsten greift sie fast im gesamten Untersuchungsgebiet bis in das Niveau der Nerineenlage (MF-Typ 7) oder sogar tiefer (Steinbruch Pötzen: MF-Typ 6) ein, so dass der regressiv Zyklus nahezu im gesamten Untersuchungsgebiet nur relikthaft dokumentiert ist.

Im Anschluss an die Verkarstungsphase setzten sich nach einer Transgression im gesamten Untersuchungsgebiet wieder vollmarine Ablagerungsbedingungen durch. Nach der Überflutung wurde die Dachfläche der *florigemma*-Bank von inkrustierenden Organismen, insbesondere Austern und Serpuliden, besiedelt. Ebenso setzte intensive Bioerosion ein. Ein Großteil der Inkrustierer und Bohrspuren wurde anschließend wieder erodiert. Fe- und Mn-Verbindungen überzogen das daraus resultierende Relief. Bereichsweise entwickelten sich in Hohlräumen Fe-Mikrobialithe. Sie sind allgemein an eine „regressional discontinuity“ oder „regressional discontinuity“ gebunden (Burkhalter, 1995) und zeigen im vorliegenden Fall (endostromatolitic ferruginous microbialite) eine transgressive Phase an (vgl. Burkhalter, 1995: 64).

Die Transgression erfolgte wahrscheinlich nicht kontinuierlich, sondern war vermutlich mehrfach von kürzeren Regressionen unterbrochen. Darauf weist eine

mehrphasige Sedimentation hin. Zuerst bildeten sich Onkoide, die in die Karsthohlräume eingespült wurden, allerdings nur in den tiefen Karsthohlräumen des Klippenprofils am Amelungsberg überliefert sind. Im Anschluss sedimentierten quarzsandreiche Kalkarenite (MF-Typ 12), die die Dachfläche der *florigemma*-Bank begraben („buried paleokarst“, Helm, 1998). Die Hauptdiskontinuität repräsentiert eine Schichtlücke unbekannter stratigraphischer Reichweite. Nach Stinder (1991: 71) lassen Unterschiede in der Mikrofauna auf einen Hiatus schließen, der im Wesergebirge mindestens 2 Ostrakoden-Zonen umfasst. Nach Schülke et al. (2003) handelt es sich um die Sequenzgrenze Ox5 und Ox6 eines Sedimentationszyklus 3. Ordnung im Sinne der „New cycle chart“ von Hardenbol et al. (1998).

3 SYSTEMATISCHE PALÄONTOLOGIE: BESCHREIBUNG UND AUFTRETEN DER ORGANISMEN

Es werden die im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Fossilien (Abb. 31) in systematischer Reihenfolge kurz beschrieben bzw. aufgelistet. Bei den Makrofossilien liegt der Schwerpunkt bei den Korallen. Einen weiteren Schwerpunkt bilden die „Schliffossilien“, die in reicher Artenfülle und z.T. individuenreich auftreten, jedoch erst durch Dünnschliffuntersuchungen nachweisbar sind. Die Erhaltung der Makrofauna ist in den untersuchten Kalksteinen mit matrixgestütztem Gefüge generell gut. Die Schalen und Gehäuse sind i.d.R. unzerstört und undeformiert überliefert. Allerdings sind sie fest mit dem einbettenden Kalkstein verbunden, so dass eine mechanische Präparation im Normalfall nicht möglich ist. Das hat zur Folge, dass bestimmte Fossilgruppen lediglich zu systematischen Großgruppen zusammengefasst abgehandelt werden müssen (z.B. Schnecken). Makrofossilien der Kalksteine mit komponentengestütztem Gefüge sind dagegen i.d.R. schlecht erhalten und als Bioklasten bzw. Cortoide überliefert. Eine Zusammenstellung der nachgewiesenen Taxa einiger Fossilgruppen (Kalkalgen, Foraminiferen, Korallen) einschließlich Angabe semiquantitativer Häufigkeiten geben Abbildungen 32-34, 44-45, 47-48.

3.1 PFLANZEN

Aus Korallenoolith-Ablagerungen sind seit langem eingespülte Reste von Landpflanzen bekannt (Salfeld, 1909). Pflanzenreste treten vereinzelt auch in Ablagerungen der *florigemma*-Bank auf. Es handelt sich um nicht weiter bestimmbar, z.T. „verkohlte“ Pflanzenhäcksels aus (fossilreichen) mikritischen Kalksteinen (MF-Typen 4, 6-7).

Mit Ausnahme von *Goniolina geometrica* (Roemer, 1839) gab es bis vor wenigen Jahren keine Hinweise auf Kalkalgen. Infolge der mikrofaziellen Bearbeitung des Korallenoolith ließen sich jedoch einige Kalkalgen nachweisen (Helm, 1999; Helm et al., 2001b; Helm & Schülke, 2002; Helm et al., 2003b). Die meisten Arten sind bisher aus dem Süntel bekannt, was sicherlich auf die vergleichsweise intensive (regionale) Bearbeitung zurückzuführen ist.

Die Kalkalgenflora des Hauptoolith und der *florigemma*-Bank im Süntel beschreiben Helm et al. (2003b) ausführlich. Deshalb wird nachfolgend nur ein kurzer Überblick gegeben, der die fazielle und regionale Verbreitung der Kalkalgen sowie ihrer semiquantitativen Häufigkeit berücksichtigt (Abb. 32).

Im Untersuchungsgebiet sind Kalkalgen durch die drei Gruppen 1) „Porostromata“, 2) Rotalgen (Rhodophyta) und 3) Dasycladaceen belegt. Dasycladaceen dominieren an Arten (mindestens 7), jedoch treten lediglich Kalkskelette der Rotalge *Solenopora jurassica* in gesteinsbildender Häufigkeit auf (MF-Typen 7 und 10). Außerdem kommen noch Mikroproblematika vor, die vermutlich den Kalkalgen zuzurechnen sind. Synonymielisten, weitere Abbildungen, Angaben zum Material sowie Diskussionen zur Determinierung und systematischen Zugehörigkeit der Kalkalgen-Arten geben Helm et al. (2003b).

3.1.1 Porostromata

Cayeuxiide Algen (Taf. 5/3)

Cayeuxiide Algen (s. Leinfelder et al., 1993) sind durch mehrere Arten vertreten. Einige gehören *Mitchelldeania americana* (Johnson, 1961) an (Helm et al., 2003b). Cayeuxiide Algen bilden buschige Aufwüchse auf Biogenen, Bioklasten, Cortoiden und Onkoiden. Diese sekundären Hartböden müssen allerdings eine bestimmte Größe von ca. mindestens 1 Millimeter Durchmesser aufweisen, um besiedelt zu werden. Deshalb bleiben cayeuxiide Algen auf grobkörnige Karbonatsubstrate beschränkt und finden sich verbreitet in den Mikrofaziestypen 2-3, 7, 9-10. Regional am häufigsten sind sie im Bereich des Amelungsberges im Mikrofaziestyp 2 (Abb. 14). Im Riffbereich – aufgewachsen auf Rifforganismen – kommen sie nicht vor.

3.1.2 Rhodophyten

Solenopora jurassica Brown, 1894 (Taf. 5/1, 3; Abb. 20-21, 24, 52/5)

Beschreibung und Diskussion: Es handelt sich um eine Art der Gattung *Solenopora* mit einem durch-

3.1 Pflanzen

Porostromata

- cayeuxiide Algen
- *Mitcheleania americana* (Johnson)

Rotalgen (Rhodophyta)

- *Solenopora jurassica* Brown
- *Solenopora cf. helvetica* Peterhans
- *Pycnoporidium lobatum* Yabe & Toyama

Grünalgen (Dasycladaceen)

- *Otterstella cf. lemmensis* (Bernier)
- *Salpingoporella ? suentelensis* Helm, Schülke & Schlagintweit
- *Salpingoporella annulata* Carozzi
- *Rajkaella cf. iailaensis* (Maslov)
- *Anisoporella ? cretacea* (Dragastan)
- *Terquemella* div. spec.

Mikroproblematika

(vermutlich Kalkalgen)

- *Iberopora bodeuri* Granier & Berthou
- *Bacinella irregularis* Radoicic

3.2 Foraminifera

Unterordnung Allogromiina

- *Sorosphaera cf. argoviensis* (Haeusler, emend. Oesterl)
- *Glomospira cf. variabilis* (Kübler & Zwingli)
- *Tolypammmina vagans* (Brady)
- *Troglotella incrustans* Wernli & Fookes
- *Reophax* sp.
- *Nautiloculina oolithica* Mohler
- *Comaliamma gediki* (Tasli)
- *Ammobaculites coprolithiformis* (Schwag.)
- *Ammobaculites suprajurassicus* (Schwag.)

- cf. *Placopsilina* sp.
- *Placopsilina* sp.1
- *Subbdelloidina cf. haeusleri* Frentzen
- *Subbdelloidina luterbacheri* Riegraf
- aff. *Ammosphaeroidina* sp.
- cf. *Navarella* sp.
- *Charentia cf. evoluta* Neumann
- *Bosniella croatica* (Gušić)
- cf. *Bosniella* sp.
- *Haddonina* sp.
- *Audienusina fourcadei* Bernier
- *Alveosepta jaccardi* (Schrodt)
- *Everticyclammina virguliana* (Koechlin)
- *Everticyclammina* sp.
- *Lithocodium aggregatum* Elliott
- *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama)
- *Rectocyclammina chouberti* Hottinger
- *Otaina magna* Ramalho
- cf. *Trochammina inflata* (Montagu)
- *Tritaxis lobata* (E. & I. Seibold)
- *Gaudryina heersumensis* Lutze
- cf. *Tritaxia* sp.1 (sensu Lutze)
- *Paleopfenderina cf. gracilis* (Redmond) sensu Bassoullet & Lorenz
- *eggerella meentzeni* (Klinger)
- *Pseudomarrsonella dumortieri* (Schw.)
- *Bigennerina* sp.
- cf. *Textularia* sp.
- *T. jurassica* (Gümbel)
- „*Textularia*“ spp.

Unterordnung Involutinina

- *Trocholina nodulosa* E. & I. Seibold
- *Ventrolamina cribrans* Weynschenk

Unterordnung Spirillinina

- *Spirillina* sp.

Unterordnung Miliolina

- inkrustierende nubeculariide Foram.
- „*Tubiphytes*“ *morroneensis* Crescenti
- epiphytische? Milioliden
- knäuelig aufgerollte Milioliden
- Ophthalmidien
- *Meandrospira cf. favrei* (Charrolais, Brönnimann & Zaninetti)
- *Triloculina* sp.

Unterordnung Lagenina

- *Nodosaria* spp.
 - cf. *Dentalina* spp.
 - cf. *Marginulina* sp.
 - *Rectoglandulina* (*Pseudonodosaria*) gr.
 - cf. *Fronicularia* sp.
 - *Lenticulinen* („*Lenticulina*“ spp.)
 - *Citharina* sp.
 - aff. *Tentifrons barnardi* Loeblich & Tappan
 - *Tentilenticulina latens* Hitchings
 - *Bulloporella tuberculata* (Sollas)
 - *Bulloporella laevis* (Sollas)
 - *Bulloporella cf. negevensis* Avnimelech & Reiss
 - *Bulloporella cf. rostrata* Quenstedt
 - *Ramulina* aff. *spandeli* Paalzow
 - *Ramulina cf. laevis* Jones
 - *Ramulina* sp.1
 - *Ramulina* sp.2
 - riffssoziierte hyalinschalige Foram. (aff. *Ramulina*)
 - *Ramulinella* aff. *ecphyra* Loeblich & Tappan
 - *Dentalina*-artige riffssoziierte Foram.
- #### Unterordnung Rotaliina
- *Bolivina* sp.

schnittlichen Röhrendurchmesser von 0.045mm. Die Filamentröhren weisen Variationen auf: Skulpturlose Wände ergeben die typische Röhrengestalt. Davon abweichend zeigen viele Thalli regelmäßige ringartige Anschwellungen der Röhren, die zu einem regelmäßigen An- und Abswellen der Filamente führen. Die Schwellungen sind innerhalb der Thalli horizontbeständig. In Längsschnitten täuscht dieses Phänomen einen gitterartigen Aufbau der Thalli vor. Daraus resultieren häufig Verwechselungen mit der Gattung *Parachaetetes*. Zudem sind die Röhren in unregelmäßigen Abständen durch dünne „Böden“ gegliedert.

Fazielle und regionale Verbreitung: *S. jurassica* ist die verbreitetste und wichtigste Kalkalge des Korallenoolith (Helm et al., 2001b). Auch im Untersuchungsgebiet ist sie mit Ausnahme von MF 6 (mikritischer Kalkstein) in allen Faziestypen belegt. Besonders häufig sind kleine Solenoporen-Knollen in der Nerineenlage (MF-Typ 7). Sobald Solenoporen Riffe überlagern, bilden sie bis kopfgroße Knollen, die in dichter Anordnung vorliegen (MF-Typ 7, Abb. 52/5). In den Profilen Grüner Altar, Ramsnacken und Falltal befinden sich außerdem vereinzelt große Solenoporen-Knollen an der Basis der Riffe. Im Profil Herriehausen sind umgelagerte Knollen angereichert (Rudstone, Floatstone). Gesteinsbildend, jedoch nur in bis zu faustgroßen Knollen, sind Solenoporen auch im riffschutführenden Solenoporen-Kalkstein (MF-Typ 10) vertre-

ten. Sie stellen dort um 20% des Gesteinsvolumens. In oolithischen Gesteinen (MF-Typ 1-2) befinden sich zudem vereinzelt kleine Bioklasten von *S. jurassica*.

Solenopora cf. helvetica Peterhans, 1929 (Taf. 5/2)

Ein Exemplar stammt aus der Nerineenlage (MF-Typ 7) des Profils Föhrthal, das andere aus dem Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9).

Pycnoporidium lobatum Yabe & Toyama, 1928 (Taf. 6/6)

P. lobatum tritt häufig im Profil Grüner Altar auf (fossilreicher mikritischer Kalkstein, MF-Typ 4). Aus dem Profil Mattenberg liegen wenige, auf Korallenstöcken und Bioklasten aufgewachsene Exemplare vor.

3.1.3 Dasycladaceen

Salpingoporella annulata Carozzi, 1953 (Taf. 7/5-6)

Überreste von *S. annulata* sind stets umgelagert und befinden sich vereinzelt im Kalkoolith (MF-Typ 1),

<p>3.3 Porifera</p> <p>Demospongiae</p> <ul style="list-style-type: none"> tetractinellide Demospongier mit caltropen Megaskleren (div. sp.) tetractinelliden Demospongiern mit triaenen Megaskleren pachastrellide Demospongier div. sp. halichondride Demospongier Demospongier des <i>Rhaxella</i>-Typs clionide Demospongier (Bohrschwämme) <p>Calcarea</p> <ul style="list-style-type: none"> pharetronide Kalkschwämme div. sp. (cf. <i>Holcospongia</i> sp.) minchinellide Calcarea <i>Eudea</i> cf. <i>globata</i> (Quenstedt) <p>Sclerospongiae</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Neuropora</i> sp.1 <i>Neuropora</i> sp.2 	<p>3.7 Gastropoda</p> <p>Archaeogastropoda</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Pleurotomaria</i> spp. <i>Bourguettia striata</i> (Sowerby) <i>Pseudomelania</i> cf. <i>heddingtonensis</i> (Sow.) <i>Patella minuta</i> Roemer cf. <i>Emarginula</i> spp.) „Turbo“ <i>princeps</i> Roemer <i>Metriomphalus</i> cf. <i>muricatus</i> (Sowerby) <i>Metriomphalus</i> sp.1 <i>Metriomphalus</i> sp.2. cf. <i>Neritopsis</i> sp. „Trochus“ sp. cf. <i>Asperilla</i> sp. „Bulla“ sp. [„B.“ cf. <i>hildesiensis</i> Roemer] <p>Mesogastropoda</p> <ul style="list-style-type: none"> „<i>Nerinea</i>“ <i>fasciata</i> Voltz „<i>Nerinea</i>“ cf. <i>visurgis</i> Roemer „<i>Cerithium</i>“ cf. <i>limaeforme</i> Roemer <i>Ampullina turbiniformis</i> (Roemer) <p>Neogastropoda</p> <ul style="list-style-type: none"> cf. „<i>Buccinum</i>“ <i>parvulum</i> Roemer 	<p>3.11 Echinodermata</p> <p>Crinoidea</p> <ul style="list-style-type: none"> cf. „<i>Isocrinus</i>“ sp. cf. <i>Chariocrinus</i> sp. <p>Asterioidea</p> <ul style="list-style-type: none"> Asterioidea gen. et sp. indet. cf. <i>Pentasteria</i> sp. <p>Ophiuroidea</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Ophioderma</i> ? <i>spectabilis</i> Hess Ophiuroidea gen. et sp. indet. <p>Echinoidea</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Paracidaris florigemma</i> (Phillips) <i>Paracidaris</i> cf. <i>blumenbachii</i> (Münster in Goldfuss) <i>Hemicidaris intermedia</i> (Fleming) <i>Hemicidaris</i> cf. <i>hoffmanni</i> (Roemer) cf. <i>Polydiadema</i> sp. <i>Pygurus</i> sp. <p>Holothuroidea</p> <ul style="list-style-type: none"> cf. <i>Hemisphaeranthos</i> sp. Holothuroidea gen. et sp. indet.
<p>3.4 Scleractinia</p> <p>Unterordnung Stylinina</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Pseudocoenia</i> cf. <i>limbata</i> (Goldfuss) <i>Pseudocoenia</i> sp. <i>Stylina tubulifera</i> (Phillips) <i>Stylina</i> cf. <i>limbata</i> (Goldfuss) <i>Goniocora socialis</i> (Roemer) <p>Unterordnung Faviina</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Isastrea</i> sp. <p>Unterordnung Amphistraeina</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Cladophyllia</i> cf. <i>conybeari</i> Milne-Edwards & Haime <i>Cladophyllia</i> cf. <i>rollieri</i> (Koby) <p>Unterordnung Fungiina</p> <ul style="list-style-type: none"> cf. <i>Meandrea</i> sp. <i>Latomeandra plicata</i> (Goldfuss) <i>Latiastrea</i> cf. <i>variabilis</i> (Étallon) cf. <i>Microphyllia</i> sp. <i>Fungiastrea arachnoides</i> (Parkinson) <i>Thamnasteria dendroidea</i> (Lamaroux) <i>Thamnasteria concinna</i> (Goldfuss) 	<p>3.8 Bivalvia</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Nanogyra nana</i> Sowerby <i>Lopha</i> sp. cf. <i>Exogyra</i> sp. inoceramide Muschel gen. et sp. indet. <i>Barbatia</i> sp. pteriaceide Muschel gen. et sp. indet. <i>Astarte</i> sp. pterinide Muscheln gen. et sp. indet. <i>Camptonectes auritus</i> (Schlothheim) <i>Plagiostoma</i> cf. <i>laeviuscula</i> Sowerby „<i>Cyrena</i>“ sp. <i>Corbicula</i> sp. / <i>Eocallista</i> sp. <i>Entolium</i> cf. <i>corneolum</i> (Young & Bird) Bohrmuscheln „nistende Muscheln“ 	<p>3.12 Vertenbratenreste</p> <ul style="list-style-type: none"> Fischzähnen Flossenstachel <p>3.13 Mikroproblematika</p> <p>Incertae sedis</p> <ul style="list-style-type: none"> Fächerproblematikum <i>Koskinobullina socialis</i> Cherchi & Schroeder <i>Aeolisaccus dunningtoni</i> Elliott <p>Calcisphären</p> <ul style="list-style-type: none"> Calcisphaera gen. et sp. indet. 1 Calcisphaera gen. et sp. indet. 2 Calcisphaera? gen. et sp. indet. 3 Calcisphaera? gen. et sp. indet. 4 Calcisphaera? gen. et sp. indet. 5 <p>Lacrymorphus-Arten</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Lacrymorphus perplexus</i> Elliott <i>Lacrymorphus</i> aff. <i>barremanus</i> Dragastan <i>Lacrymorphus</i> sp.1 <i>Lacrymorphus</i> sp.2
<p>3.5 Bryozoa</p> <ul style="list-style-type: none"> einzeilig inkrustierend (<i>Stomatopora</i>-Typ) mehrzeilig inkrustierend („<i>Proboscina</i>“-Typ) ein- bis mehrlagig inkrustierend (Formgattungen „<i>Berenicea</i>“ und ?<i>Hyporosopora</i>) erekt-dünnästig (Unterord. Tubuliporina) 	<p>3.9 Polychaeta</p> <p>Serpuliden</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Glomerula „gordialis“</i> „<i>Dorsoserpula</i>“ sp. Serpuliden gen. et sp. indet. <i>Carpathiella triangulata</i> Mišik et al. <p>Terebellomorpe Polychaeten</p> <ul style="list-style-type: none"> „<i>Terebella</i>“ <i>lapilloides</i> Münster „<i>Terebella</i>“ sp.1 „<i>Terebella</i>“ sp.2 	<p>3.14 Ichnofossilien</p> <p>Bohrspuren</p> <ul style="list-style-type: none"> Bohrspuren von Muscheln <i>Gastrochaenolites dijugus</i> Kelly & Bromley <i>Entobia</i> ichnsp. <i>Trypanites</i> sp. <i>Spirichnus spiralis</i> Fürsich, Palmer & Goodyear <i>Talpina</i> ichnsp. Hagenow <p>Gänge und Gangsysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> mycelartige Gangsysteme Grab- oder Wohnungänge von Würmern (Phoroniden?) cf. <i>Arachnostega</i> ichnosp. Bertling
<p>3.6 Brachiopoda</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Rioulina pustulosa</i> Schülke & Helm terebratulide Brachiopoden, cf. <i>Zeileria humeralis</i> (Roemer) rhyntonellide Brachiopoden, Formenkreis um <i>Septaliphoria pinguis</i> (Roemer) 	<p>3.10 Crustacea</p> <p>Ostracoden</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Schuleridea</i> gr. <i>Macrodentina</i> gr. <p>„höhere Krebse“ (Krebs-Koprolithen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Favreina multicanalis</i> Förster <i>Favreina</i> cf. <i>tabasensis</i> Brönnimann <i>Palaxius salataensis</i> Br., Cros & Zaninetti 	

Abb. 31 (oben und gegenüberliegende Seite) - Auflistung der im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Fossilien nach Fossilgruppen. Eine generische oder artliche Bestimmung war nicht immer möglich.

Fig. 31 (above and opposite page) - List of the fossils occurring the study area listed in systematic order. A determination at the generic or specific level was not always possible.

Everticyclammina-Kalkstein (MF-Typ 2) und Onkolith (MF-Typ 3).

S. annulata ist während des Oberjura in Karbonat-Ablagerungsräumen nahezu weltweit verbreitet (z.B. Bassoullet et al., 1978). Im süddeutschen Oberjura tritt sie erst während des Tithonium auf (Fränkische Alb, Schairer & Lupu, 1969).

Salpingoporella ? suentelensis
Helm, Schülke & Schlagintweit, 2003
(Taf. 6/1-3)

Die im Niedersächsischen Becken endemische *S. ? suentelensis* tritt vereinzelt in der Nerineenlage (MF-Typ 7) auf.

Anisoporella ? cretacea (Dragastan, 1967)
(Taf. 7/7-9)

A. ? cretacea kommt nur in der Nerineenlage (MF-Typ 7) vor. Im Profil Grüner Altar ist sie zusammen mit *P. lobatum* besonders häufig. Ansonsten bevorzugt sie das Umfeld der Riffe. Zahlreich tritt sie insbesondere dort auf, wo Mikrofaziestyp 7 Riffkalkstein überlagert. Die enge Bindung an den Riffbereich steht im Einklang mit Angaben aus der Literatur (Bucur, 1992; Senowbary-Daryan et al., 1994; Schlagintweit & Ebli, 1999).

Otternstella cf. lemmensis (Bernier, 1971)
(Taf. 7/10)

Die umgelagerten Bruchstücke von *O. cf. lemmensis* stammen aus dem Kalkoolith (MF-Typ 1) und dem *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2). Nach Bernier (1984) ist diese Art in lagunären Bereichen mit Karbonatschlamm-Böden verbreitet.

Rajkaella cf. iailaensis (Maslov, 1965)
(Taf. 7/1-4; Abb. 25)

R. cf. iailaensis und „Terquemellen“ (s.u.) sind die im Korallenoolith am weitesten verbreiteten Dasycladaceen (eigene Beobachtungen; Helm et al., 2003c: Barenburg-Member im Osterwald). Fragmente von *R. cf. iailaensis* kommen besonders häufig in Cortoid-Kalksteinen (MF-Typen 9-11) vor. Vereinzelt sind sie in der Nerineenlage (MF-Typ 7). Auch der Kalkoolith und oolithische Kalksteine (MF-Typen 1-2) führen gelegentlich *R. cf. iailaensis*-Fragmente. Weitere Fundorte sind Karstaschenfüllungen innerhalb der *florigem-*

ma-Bank, die jedoch nur vom Aufschluss am Amelungsberg bekannt sind (Helm, 1998).

Terquemella div. spec.
(Taf. 6/4-5)

Terquemella-Reste sind faziesübergreifend im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet. Besonders häufig sind sie in der Nerineenlage (MF-Typ 7) sowie im Kalkoolith (MF-Typ 1).

3.1.4 Miscellanea (Kalkalgen?)

Iberopora bodeuri Granier & Berthou, 2002
(Taf. 39/1-2, 44/1, 45/1)

Der Mikroinkrustierer *I. bodeuri* ist an die Riffe gebunden und ist dort häufig. Meistens bildet er basale Überzüge auf Korallenstöcken (Äste von *Th. dendroidea*). In kryptischen Bereichen fehlt *I. bodeuri*, so dass eine Abhängigkeit vom Tageslicht anzunehmen ist (photoautotroph). Vereinzelt Nachweise kommen aus seitlich dem Riff angrenzenden Ablagerungen (MF-Typen 4-5, 7); dort werden Biogene und Bioklasten instruiert.

Bacinella irregularis Radoiëæ, 1959
(Taf. 5/1)

Bacinella irregularis tritt entweder innerhalb von „Algenknollen“ auf (s. dort) oder durchsetzt *Solenopora jurassica*.

Unter dem Begriff „Algenknollen“ sind hier knollige Verwachsungen diverser (inkrustierender) Organismen zusammengefasst (*Solenopora jurassica*, *Pycnoporidium lobatum*, *Bacinella irregularis*, cayeuxiide Algen und/oder *Lithocodium aggregatum*). Algenknollen sind selten und weitgehend an die Nerineenlage (MF-Typ 7) gebunden.

3.1.5 Diskussion

Rotalgen sind im Korallenoolith durch vier Arten vertreten. Während *S. jurassica* weit verbreitet ist und in bestimmten Horizonten häufig oder gesteinsbildend auftritt (Helm & Schülke, 2000b), sind *S. cf. helvetica* und *P. lobatum* nur aus der *florigemma*-Bank des Süntels bekannt. *Marinella lugeoni* ist durch Lesefunde (Hangschuttmaterial) aus dem Ith belegt, die stratigraphische Zuordnung des Materials zum Korallenoolith ist jedoch fraglich (Helm & Schülke, 2001).














		Mikrofazies-Typen											
		Kalkoolith	Evericyclamina-Kalkstein	Onkolith	Fossilreicher mikritischer Kalkstein	Riffschuttalkstein	Mikritischer Kalkstein	Nerineen-/Solenoporen-Kalkstein	Riffkalkstein	Cortoid/Bioklasten-Kalkstein	Riffschuttführender Solenoporen-Kalkst.	Foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith	Quarzreicher Kalkarenit
Kalkalgen	Porostromata	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	porostromate Algen 												
	Rhodophyta												
	<i>Solenopora jurassica</i> Brown 												
	<i>Solenopora cf. helvetica</i> Peterhans 												
	<i>Pycnoporidium lobatum</i> Yabe & Toyama 												
	Dasycladacea												
	<i>Salpingoporella annulata</i> Carozzi 												
	<i>Salpingoporella ? oxfordiana</i> Helm et al. 												
	<i>Anisoporella ? cretacea</i> (Dragastan) 												
	<i>Otternstella cf. lemmensis</i> (Bernier) 												
	<i>Rajkaella cf. iailensis</i> (Maslov) 												
	<i>Terquemella</i> div. sp. 												
	Mikroproblematika (Kalkalgen?)												
	<i>Iberopora bodeuri</i> Granier & Berthou 												
	<i>Bacinella irregularis</i> Radoicic 												
Algen-Knollen 													

Abb. 32 - Fazielle Verbreitung (Vorkommen in den Mikrofaziestypen 1 bis 12) und semiquantitative Häufigkeiten von Kalkalgen und Mikroproblematika mit Affinität zu den Kalkalgen im Untersuchungsgebiet.

Fig. 32 - Diagram showing the distributional patterns and frequency of calcareous algae and miscellanea with algal affinity in the different MF types (1-12) of the studied sections.

S. jurassica ist in Flachwasserkarbonaten kosmopolitisch verbreitet; während des Oxfordium reicht ihr Verbreitungsgebiet sogar bis nach Südengland (z.B. Insalaco, 1999). Ihr Erfolg in unterschiedlichen Ablagerungsmilieus beruht auf ökologischer Toleranz (Nose, 1995; Schmid, 1996; Laternser, 2001: 125). Dasycladaceen sind in der *florigemma*-Bank des Süntels besonders häufig (Helm et al., 2003b), während sie ansonsten in Karbonatablagerungen des Korallenoolith zurücktreten. Dies scheint mit der Vorliebe der Dasycladaceen für lagunäre Ablagerungsräume mit Kalkschlamm-Gründen zusammenzuhängen. Solche Habitate waren während der Bildung des Korallenoolith vergleichsweise selten. Deshalb bleiben von den sieben aus dem Korallenoolith bekannten Dasycladaceen-Arten/Taxa vier (*O. cf. lemmensis*, *S. annulata*, *S. ?*

suentelensis, *A. ? cretacea*) auf die *florigemma*-Bank im Süntel beschränkt. *S. ? suentelensis* ist im Niedersächsischen Becken sogar endemisch (Helm et al., 2003b). Dagegen sind *R. cf. iailaensis* und insbesondere acetubalariide Dasycladaceen (*Terquemella* spp.) im Korallenoolith durchaus verbreitet. *R. cf. iailaensis* tritt bevorzugt in Cortoid-Kalksteinen auf (diese Arbeit, Barenburg-Member im Osterwald, Helm et al., 2003c), so dass sich eindeutige Faziesabhängigkeiten ergeben. Terquemellen sind in den unterschiedlichen Faziestypen nachgewiesen. Dies spiegelt die leichte Transportierbarkeit und Umlagerung in Ablagerungsräume außerhalb des Lebensortes wider (Fezer, 1988; Bollinger & Burri, 1970: 36). Andererseits scheint es sich generell um ein opportunistisches oder anspruchsloses Taxon zu handeln. Deshalb waren Terquemellen

befähigt, unterschiedliche, flachmarine Ablagerungsräume erfolgreich zu besiedeln. So finden sich Arten von *Acetabularia*, einer verwandtschaftlich *Terquemella* nahestehenden rezenten Dasycladaceen-Gattung, verbreitet auch in Ooidsanden. Die Fixierung dieser filigranen „Schirmchenalgen“ erfolgt durch ein Haftorgan, das den Ooiden aufsitzt (Radtke et al., 1997). Darüber hinaus stellt die rasche Generationsfolge bzw. saisonales Auftreten von Acetabularien eine Anpassung an wechselnde Ablagerungsmilieus dar, z.B. permanenter Transport von Ooiden unterbrochen von Ruhephasen (Elliott, 1986). Vergleichbare Strategien sind für die formverwandten oberjurassischen Terquemellen anzunehmen.

Inkrustierende cayeuxiide Algen sind im Korallenoolith weit verbreitet. Auffälligerweise bewachsen sie ausschließlich Partikel mit Größen von wenigen Millimeter Durchmesser. In Frage kommen insbesondere Onkoide, Gehäuse der Foraminifere *Everticyclammina* sp. und andere Biogene, Bioklasten oder Cortoide. Dementsprechend sind sie im Untersuchungsgebiet besonders häufig in grobkörnigen Partikelkalksteinen im Liegenden und an der Basis der *florigemma*-Bank (MF-Typen 2-3). Dagegen fehlen „Porostromata“ im Riffbereich, obwohl dort Hartsubstrate, z.B. Korallenstöcke, als geeignete Unterlage zur Besiedlung bereitstanden.

Wahrscheinlich stellt die Affinität von cayeuxiiden Algen zu räumlich beschränkten sekundären Hartgründen eine Anpassung an bewegtes Wasser dar. Zudem tolerierten sie – einem inkrustierten Partikel aufsitzend – rollenden Transport.

Bei dem Vergleich der Kalkalgenflora der NW-deutschen Malm-Gruppe (Gramann et al., 1997) mit gleichalten Karbonatablagerungen der Fränkischen und Schwäbischen Alb in Süddeutschland ist auffällig, dass Kalkalgen – vor allem Dasycladaceen – in Süddeutschland erst während des oberen Kimmeridgium erscheinen. Am häufigsten sind sie während des Tithonium (Barthel, 1969; Schairer & Lupu, 1969; Meyer, 1977; Schlagintweit & Ebli, 1997; Ebli & Schlagintweit, 1998). Das im Vergleich zu den NW-deutschen Vorkommen späte Auftreten lässt sich auf das Fehlen von geeigneten flachmarinen, neritischen Ablagerungsräumen im süddeutschen Schelfmeer während des Oxfordium zurückführen.

3.2 Foraminifera

Zwar gibt es bereits eine Reihe von Untersuchungen der Foraminiferen-Fauna des nordwestdeutschen Oberjura, der Korallenoolith bleibt jedoch aus lithologischen Gründen – es sind quasi keine schlämbaren Gesteine bekannt – von der Bearbeitung großteils ausgespart (vgl. Gramann et al., 1997). Die monographische Bearbeitung des Callovium und Oxfordium durch Lutze

(1960) bleibt weitgehend auf die Heersumer Schichten beschränkt und endet mit dem Einsetzen der Korallenoolith-Fazies. Die Foraminiferen- und Ostrakoden-Untersuchungen setzen dann wieder in den *humeralis*-Schichten bzw. dem *humeralis*-Oolith ein, da die problematische Grenzziehung der Oxford-Kimmeridge-Stufe einen Anreiz zur biostratigraphischen Bearbeitung bot (z.B. Schmidt, 1955; Weiss, 1997).

Einzig Stinder (1991) widmete sich schwerpunktmäßig der Bearbeitung der Foraminiferen- und Ostrakodenfauna des Korallenoolith. Er beschränkte sich auf das Wesergebirge und den westlichen Süntel. Die Gewinnung von schlämbarem Material stellte erwartungsgemäß das zentrale Problem dar (Stinder (1991: 43). So griff er auf die Benzin-Soda-Methode zurück, um auch die zur Schlammprobenaufbereitung wenig geeigneten Kalksteine zu bearbeiten. Insgesamt wies er eine mit 75 Foraminiferenarten verhältnismäßig artenreiche, jedoch individuenarme Foraminiferen-fauna für den Korallenoolith nach. Beachtlich ist, dass fast alle der von Stinder (1991) angegebenen Arten Kalkschaler sind. Unter ihnen dominieren die Lenticulinen; auf sie entfallen bereits 23 Arten. Sandschaler sind dagegen nur durch 7 einfach gebaute Arten der Gattungen *Ammobaculites*, *Textularia*, *Bigenerina*, *Gaudryina*, *Valvulina* und *Trochammina* belegt, die zudem selten auftreten. Noch seltener scheinen Milio-linen zu sein, von denen Stinder (1991) 3 Arten nennt. Diese Schilderung der Zusammensetzung der Foraminiferenfauna des Korallenoolith wird durch Zihrl (1990) bestätigt. Er führt aus dem Korallenoolith der Oberjura-Schichtenfolge des Langenberges (s. Fischer, 1991) vorwiegend rotaliide Foraminiferen an, während dagegen Sandschaler hinsichtlich Artenzahl und Häufigkeit zurücktreten.

Erst von Seiten des Verfassers ergaben sich Ansätze, die Foraminiferenfauna des Korallenoolith durch Dünnschliffuntersuchungen zu bearbeiten. Helm et al. (1999, 2001b) wiesen bereits auf die Dominanz von Sandschalern im Korallenoolith hin und nannten erstmals auch „tethyale“ Arten mit komplex gebautem Gehäuse. Bemerkenswert ist auch die allgemeine Häufigkeit von Foraminiferen in den Karbonatablagerungen. In bestimmten Lithotypen treten großwüchsige Sandschaler sogar gesteinsbildend auf (Helm et al., 1999, 2001b). Diese Beobachtungen stehen einerseits der postulierten Individuenarmut von Foraminiferen im Korallenoolith (Stinder, 1991: 59) entgegen, verschieben aber auch das Verhältnis zwischen kalkschaligen und agglutinierenden Arten.

Im Rahmen dieser Arbeit griff ich bei der Bestimmung der Foraminiferen auf Arbeiten zurück, in denen die Foraminiferen schwerpunktmäßig durch Dünnschliffuntersuchungen erfasst wurden. Dagegen erwiesen sich die bereits über die Foraminiferenfauna des NW-deutschen Oberjura vorliegenden Abhandlungen nur

sehr eingeschränkt brauchbar. Die Bearbeiter gingen einerseits von einem anderen Arbeitsansatz aus (Untersuchung des Schlämmrückstandes). Andererseits liefern die existierenden Arbeiten nur wenige Informationen über Sandschaler.

Foraminiferen bilden in den untersuchten Karbonat-Ablagerungen eine sehr wichtige Fossilgruppe, die arten- und auch individuenreich belegt ist. Insgesamt ließen sich durch Dünnschliffuntersuchungen 68 benthonische Foraminiferentaxa (i.d.R. Arten, selten übergeordnete Taxa) belegen (Abb. 33). Davon sind 23 inkrustierend bzw. weisen eine Affinität zu Hartsubstraten auf und sind weitgehend an die Rifffazies gebunden. Da einige Taxa „Sammeltöpfen“ aus verschiedenen Arten entsprechen (z.B. Lenticulinen), dürfte die Gesamtartenzahl der Foraminiferen wesentlich höher sein. Beispielsweise nennt Stinder (1991) 23 Arten von „*Lenticulina*“ aus dem Korallenoolith.

Sandschalige Foraminiferen der Unterordnung Textulariina (mindestens 39 Arten) dominieren gegenüber den Hyalinschalern (Unterordnung Rotaliina: mindestens 19 Arten, darunter 13 inkrustierende bzw. mit Affinität zu Hartsubstraten; Involutinina: 2 Arten; Spirillinina: 1 Art). Bei Betrachtung ihrer Abundanzen verschiebt sich das Verhältnis noch deutlicher zugunsten der Sandschaler. Die Milioliden lassen sich in 7 Taxa aufsplitten. Die Ophthalmidien und knäuelig aufgerollten Milioliden dürften wiederum eine Vielzahl unterschiedlicher, im Dünnschliff nicht weiter differenzierbarer Arten umfassen. Die supragenerische Zuordnung der nachfolgend beschriebenen Foraminiferen folgt Loeblich & Tappan (1988).

3.2.1 Unterordnung Textulariina Loeblich & Tappan, 1961

Sorosphaera cf. argoviensis (Haeusler, emend. Oesterle, 1968) (Taf. 8/2)

* 1881 *Placopsilina argoviensis* n. sp. – Haeusler, 34, Taf. 2/54.

1968 *Placopsilina argoviensis* Haeusler – Oesterle, 737, Abb. 32, 33.

1971 *Placopsilina argoviensis* Haeusler – Schairer, Abb. 10. [dort weitere Synonyma]

? 1991 *Placopsilina cenomana* D'Orbigny – Schmalzriedt, Taf. 5/7-11.

Beschreibung: Das inkrustierende Gehäuse besteht aus halbkugeligen bis halbovalen Kammern. Sie sind uniserial und sehr unregelmäßig mit wechselnden Wachstumsrichtungen angeordnet (hinter- und nebeneinander). Die Kammern erreichen Durchmesser zwischen 0.1 und 0.2mm. Sie sind durch tiefe Nähte voneinander getrennt, so dass sich benachbarte Kammern lediglich tangieren. Die Gehäusewand besteht aus fei-

nem Quarzsand, der kieselig verbunden ist. Eine optische Trennung zwischen agglutinierten Partikeln und Zement ist kaum möglich, so dass die Wand homogen erscheint.

Diskussion: Die im Dünnschliff erkennbaren Merkmale stimmen vollständig mit der Beschreibung der Art (s. Oesterle, 1968) zusammen. Allerdings sind die Kammern der vorliegenden Exemplare größer als für die Art angegeben (z.B. Oesterle, 1968).

Die Art unterscheidet sich von *Placopsilina cenomana* und *Subbdelloidina haeusleri* durch die sich perlschnurartig berührenden Kammern, während die Kammern von erstgenannten Arten aufeinanderreiten (E. & I. Seibold, 1960). Die willkürlichen Schnittlagen erschweren jedoch eine spezifische Unterscheidung. Die generische Zuordnung der Art zu der Gattung *Sorosphaera* geschieht in Anlehnung an Riegraf (1987: 36).

Fazielle und regionale Verbreitung: *S. argoviensis* kommt sehr selten im Thrombolith vor. Es sind nur wenige Exemplare aus dem Riffkalkstein des Steinbruchs Haddessen bekannt.

Glomospira cf. variabilis (Kübler & Zwingli, 1870) (Taf. 11/2)

Beschreibung: Das feinagglutinierte Gehäuse besteht aus einer einzigen irregulär aufgewundenen Kammer, die sich dem Proloculus (i.d.R. nicht angeschnitten) anschließt. Es erreicht bis 0.2mm Durchmesser (Riegraf & Luterbacher, 1989: ausführlich Synonymieliste).

Diskussion: Die Variabilität der Aufrollung bei *Glomospira* ist sehr groß (z.B. E. & I. Seibold, 1960). Dennoch wurden neben *Gl. variabilis* mehrere Arten aufgestellt, die sich allerdings durch die Diagnose nicht auseinanderhalten lassen. Nach Kemper (1987) handelt es sich generell um Ökovarianten zwischen zwei Endgliedern: planspiralen Formen, die unter der Gattung *Ammodiscus* zusammengefaßt werden und irregulär aufgewundenen Formen (*Glomospira*). Er fasst sie deshalb zur „*Ammodiscus-Glomospira-Gruppe*“ zusammen. Diese Vorgehensweise wird jedoch von anderen Autoren (z.B. Hiltermann, 1989) angezweifelt. Auch aus dem Korallenoolith gibt es planspirale Formen, die eindeutig der Gattung *Ammodiscus* zuzuordnen sind (s. Reuter, 2000: Taf. 9/6).

Fazielle und regionale Verbreitung: *Glomospiren* sind im Korallenoolith fazielle Durchläufer und generell verbreitet (z.B. Reuter, 2000: Taf. 9/7). Auch im Untersuchungsgebiet kommt *Glomospira cf. variabilis* in verschiedenen Faziestypen mehr oder weniger verbreitet vor. Am häufigsten ist die Foraminifere in Cortoid-Kalksteinen des Profils Mattenberg (MF-Typen 9, 11).

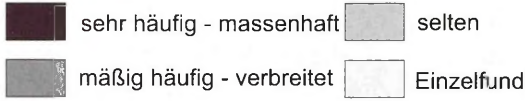
★ = inkrustierende Foraminifere ☆ = riffbewohnende Foram. (Aufsitzerform) 	Mikrofazies-Typen											
	Kalkoolith	Everticyclammina-Kalkstein	Onkolith	Fossilreicher mikritischer Kalkst.	Riffschuttkalkst.	Mikritischer Kalkstein	Nerineen/Solenoporen-Kalkst.	Riffkalkstein	Cortoid/Bio-klaster-Kalkst.	Riffschuttff. Solenoporen-Kalkst.	Foram.-reich. Cortoid-Kalkst./Olith	Quarzreicher Kalkarenit
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unterordnung Textulariina Loeblich & Tappan, 1961												
★ <i>Sorosphaera</i> cf. <i>argoviensis</i> (Haeusler)												
<i>Glomospira</i> cf. <i>variabilis</i> (Kübler & Zwingli) ☉												
★ <i>Tolypammina</i> <i>vagans</i> (Brady)												
★ <i>Troglotella</i> <i>incrustans</i> Wernli & Fookes												
<i>Reophax</i> sp.												
<i>Nautiloculina</i> <i>oolithica</i> Mohler ☉												
<i>Comaliamma</i> <i>gediki</i> (Tasli) nov. comb. ☉												
<i>Ammobaculites</i> <i>suprajurassicus</i> (Schwager) ∞												
<i>Ammobaculites</i> <i>coprolihiiformis</i> (Schwager) ∞												
★ <i>Placopsilina</i> sp.1												
★ cf. <i>Placopsilina</i> sp.2												
★ <i>Subbdelloidina</i> <i>luterbacheri</i> Riegraf ☉												
★ <i>Subbdelloidina</i> cf. <i>haeusleri</i> Frentzen ☉												
aff. <i>Ammosphaeroidina</i> sp. ☉												
cf. <i>Navarella</i> sp.												
<i>Charentia</i> cf. <i>evoluta</i> Gorbachik												
<i>Bosniella</i> <i>croatica</i> (Gusic) ☉												
cf. <i>Bosniella</i> sp.												
★ <i>Haddonina</i> sp. ☉												
<i>Audienusina</i> <i>fourcadei</i> Bernier ☉												
<i>Alveosepta</i> <i>jaccardi</i> (Schrodt) ☉												
<i>Everticyclammina</i> <i>virguliana</i> (Koechlin) ☉												
<i>Everticyclammina</i> sp. ☉												
★ <i>Lithocodium</i> <i>aggregatum</i> Elliott ☉												
<i>Pseudocyclammina</i> <i>lituus</i> (Yokoyama)												
<i>Rectocyclammina</i> <i>chouberti</i> Hottinger ☉												
<i>Otaina</i> <i>magna</i> Ramalho ☉												
cf. <i>Trochammina</i> <i>inflata</i> (Montagu)												
☆ <i>Tritaxia</i> <i>lobata</i> (E. & I. Seibold) ☉												
<i>Gaudryina</i> <i>heersumensis</i> Lutze ☉												
cf. <i>Tritaxia</i> sp.1 (sensu Lutze)												
„ <i>Paleopfenderina</i> “ cf. <i>gracilis</i> (Redmond) ☉												
<i>Eggerella</i> <i>meentzeni</i> (Klinger) ☉												
<i>Pseudomarssonella</i> cf. <i>dumortieri</i> (Schwag.) ☉												
<i>Bigenerina</i> sp.												
<i>Textularia</i> <i>jurassica</i> (Gümbel) ☉												
<i>Textularia</i> spp. ☉												
cf. <i>Textularia</i> sp.												

Abb. 33 (beidseitig) - Fazielle Verbreitung (Vorkommen in den Mikrofaziestypen 1 bis 12) und semiquantitative Häufigkeiten von Foraminiferen im Untersuchungsgebiet.





















	Mikrofazies - Typen											
	Kalkoolith	Everticyclamina-Kalkstein	Onkolith	Fossilreicher mi-kritischer Kalkst.	Riffschuttalkst.	Mikritischer Kalkstein	Nerineen/Sole-noporen-Kalkst.	Riffkalkstein	Cortoid/Bio-klasten-Kalkst.	Riffschuttf. Sole-noporen-Kalkst.	Foram.-reich. Cortoid-Kalkst./Olith	Quarzreicher Kalkarenit
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unterordnung Involutinina Hohenegger & Piller, 1977												
<i>Trocholina nodulosa</i> E. & I. Seibold 												
<i>Ventrolamina cribrans</i> Weynschenk 												
Unterordnung Spirillina Hohenegger & Piller, 1975												
<i>Spirillina</i> sp. 												
Unterordnung Miliolina Delage & Hérouard, 1896												
★ nubeculariide (inkrustierende) Foraminiferen 												
★ „Tubiphytes“ morronensis Crescenti												
★ epiphytische? Milioliden 												
knäuelig aufgerollte Milioliden 												
Ophthalmidien 												
<i>Meandrospira</i> cf. <i>favrei</i> (Charrolais et al.)												
<i>Triloculina</i> sp. 												
Unterordnung Lagenina Delage & Hérouard, 1896												
„Lagenide“ Foraminiferen (Fam. Lagenidae) 												
<i>Rectoglandulina</i> (<i>Pseudonodosaria</i>) gr. 												
cf. <i>Frondicularia</i> sp.												
Lenticulinen („ <i>Lenticulina</i> “ spp.) 												
<i>Citharina</i> sp.												
★ aff. <i>Tentifrons barnardi</i> Loeblich & Tappan												
☆ <i>Tentilenticulina latens</i> Hitchings												
★ <i>Bullopore tuberculata</i> (Sollas) 												
★ <i>Bullopore laevis</i> (Sollas) 												
★ <i>Bullopore</i> cf. <i>rostrata</i> Quenstedt 												
★ <i>Bullopore</i> cf. <i>negevensis</i> Avnimelech & Reiss 												
☆ <i>Ramulina</i> cf. <i>laevis</i> Jones 												
☆ <i>Ramulina</i> aff. <i>spandeli</i> Paalzow 												
☆ <i>Ramulina</i> sp.1 [„Pseudostracoden“] 												
☆ <i>Ramulina</i> sp.2 												
★ riffassozierte, hyalinschalige Foraminiferen												
☆ <i>Ramulinella</i> aff. <i>ecphyma</i> Loeblich & Tappan												
☆ <i>Dentalina</i> -artige riffassozierte Foraminiferen												
Unterordnung Rotaliina Delage & Hérouard, 1896												
<i>Bolivina</i> sp. 												

Fig. 33 - Diagram showing the distributional patterns and frequency of foraminifers in the different MF types (1-12) of the studied sections.

Tolypammina vagans (Brady, 1879) (Taf. 8/3)

- * 1879 *Hyperammina vagans* n. sp. – Brady, 33, Taf. 3/5.
 1917 *Tolypammina vagans* (Brady) – Paalzow, 16, Taf. 41/3.
 1968 *Tolypammina vagans* (Brady) – Oesterle, 712, Abb. 11. [dort weitere Synonyma]
 1971 *Tolypammina vagans* (Brady) – Schairer, 47, Abb. 6.
 1972 *Tolypammina* – Wagenplast, Taf. 16/3.
 1973 *Tolypammina vagans* (Brady) – Kazmierczak, Abb. 1-3, Taf. 19-24.
 1983 *Tolypammina vagans* (Brady) – Gaillard, 213, Taf. 19/5, 7-8.
 1991 *Tolypammina vagans* (Brady) – Schmalzriedt, 90, Abb. 20, Taf. 2/5, 3/1-13. [dort weitere Synonyma]
 1994 *Tolypammina vagans* (Brady) – Munk, 355, Taf. 2/1-15.
 1996 *Tolypammina vagans* (Brady) – Schmid, 200.
 1999 *Tolypammina vagans* (Brady) – Bantel et al., 21, Taf. 10/1.

Beschreibung: Das Gehäuse entspricht einer ungekammerten Röhre. Der Röhrendurchmesser beträgt 0.15 bis 0.2mm. Die einfach gebaute dünne Wand besteht aus feinem agglutinierten Quarz. Die Röhren sind auf Thrombolith aufgewachsen und irregulär, z.t. knäuelartig gewunden.

Fazielle und regionale Verbreitung: *T. vagans* ist stets in Thrombolith eingewachsen. Exemplare kommen vereinzelt bis gesellig vor, sind aber nie häufig. Limitierender Faktor war wahrscheinlich das geringe Angebot an detritischem Quarz, der zum Wandbau benötigt wird.

Die Art ist in oberjurassischen Schwammriffen verbreitet und häufig. In der Regel lebte die Foraminifere gesellig als Kommensale innerhalb des Schwammkörpers (z.B. Wagenplast, 1972; Kazmierczak, 1973; Gaillard, 1983). Nachweise der Art aus Korallenriffen sind dagegen sehr selten.

Troglotella incrustans Wernli & Fookes, 1992
(Taf. 10/4)

Beschreibung und Diskussion: Die bohrende Foraminifere *Troglotella incrustans* Wernli & Fookes (Wernli & Fookes, 1992; Fookes, 1995; Kolodziej, 1997) lebt meistens mit *Lithocodium aggregatum* assoziiert; Schmid & Leinfelder (1996) bezeichnen diese Gemeinschaft als *Lithocodium-Troglotella*-Konsortium (weiterführende Angaben: s. *Lithocodium aggregatum* und Kap. 3.14.1).

Fazielle und regionale Verbreitung: Exemplare ohne Begleitung von *Lithocodium aggregatum* treten am häufigsten außerhalb der Rifffazies auf. Vor allem Bioklasten und Cortoide sind angebohrt (Taf. 10/4). Ihre Erosionsleistung ist aufgrund der geringen Größe und Seltenheit unbedeutend; sie zählt deshalb zu den Riffbewohnern.

***Reophax* sp.** (Taf. 11/3A-B)

Beschreibung: Das uniseriale, kalkig-feinkörnig agglutinierte Gehäuse ist gerade bis leicht gebogen. Es erreicht eine Länge von 0.7mm Länge bei ca. 0.16mm Durchmesser. Im Längsschnitt zeichnen sich 4-6 kugelige Kammern ab, die insbesondere bei den zuerst angelegten durch deutliche Einschnürungen voneinander getrennt sind. Die Suturen pausen sich nicht oder nur sehr schwach auf der Gehäuseoberfläche ab. Deshalb erscheint das Gehäuse weitgehend plan und ungegliedert. *Reophax* ist eine Foraminiferengattung mit einfachem Bauplan. Dennoch lassen sich aufgrund äußerer Merkmale zahlreiche Arten auseinanderhalten (E. & I. Seibold, 1960: 7; Holzer, 1969). Nach Munk (1980: 202) ist eine eindeutige artliche Zuordnung jedoch nur durch Dünnschliffuntersuchungen möglich.

Diskussion: *Reophax* sp. lässt sich keiner der bekannten Arten zuordnen; denn bei den meisten Arten zeichnet sich die Kammeranordnung durch deutliche Suturen auf dem Gehäuse ab. Die (von außen) weitgehend ungegliederte Art *R. imperspicuus* I. & E. Seibold unterscheidet sich von *Reophax* sp. im Achsialschnitt u.a. bereits durch ihre völlig andersartige Kammerung. Völlige Übereinstimmung besteht dagegen mit der von Ramalho (1971: Taf. 13/1: *Reophax* sp.) abgebildeten Form.

Fazielle und regionale Verbreitung: Einzelfunde liegen aus dem Kalkoolith (MF-Typ 1) und dem Cortoid-/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9) vor. Allgemein sind *Reophax*-Arten fazielle Durchläufer und kommen in klastischen (Lloyd, 1959) bis karbonatischen Ablagerungen vor. Manche Arten haben eine Affinität zur Rifffazies. Sie leben in Schwämmen bzw. sind an Schwammriffe gebunden (Schmalzriedt, 1991: 94: *R. chrysalis* und *R. helveticus*).

Nautiloculina oolithica Mohler, 1938
(Taf. 11/4; Abb. 26)

- * 1938 *Nautiloculina oolithica* n. sp. – Mohler, 18, Taf. 4/1-3.
 1967 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Brönnimann, Abb. 3-4, Taf. 1/1-6, 2/1-8, 3/1-5. [dort weitere Synonyma]
 1970 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Bollinger & Burri, 45.
 ? 1971 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Ramalho, 143, Taf. 13/12-13.
 1974 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Flügel, Taf. 1/7.
 1980 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Septfontaine, Taf. 1/2.
 1984 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Bernier, 514, Taf. 16/7-9.
 1985 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Hüssner, 158, Taf. 19/3, 6.
 1987 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Bulundwe Kitongo, 80, Taf. 4/3, 6/6.
 1987 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Dragastan et al., Abb. 7.6.

- 1990 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Wnendt-Juber, 86, Taf. 2/5. [dort weitere Synonyma]
- ? 1991 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Darga & Schlagintweit, 212, Taf. 4/13.
- 1994 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Simmons & Al-Thour, Taf. 4.1/7-10.
- 1994 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Matos, Taf. 5.1/6, 5.5/3, 5.6/2.
- 1995 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Carras, Taf. 13/3.
- 1996 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Al Silwadi et al., Abb. 9b.
- 2000 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Reuter, Taf. 10/2.
- 2001 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Tasli, Taf. 1/1.
- v 2001 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Helm et al., Abb. 1.
- v 2003c *Nautiloculina oolithica* Mohler – Helm et al., Taf. 4/3.
- 2003 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Kügler et al., Taf. 1/8.
- 2003 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Gawlick et al., Taf. 2/10.
- 2003b *Nautiloculina oolithica* Mohler – Schlagintweit et al., Taf. 4/10.
- 2004 *Nautiloculina oolithica* – Reyle, Taf. 4/5.

Beschreibung: Die von Brönnimann (1967) eingehend untersuchte Gattung bzw. Art ist im Dünnschliff in verschiedenen Schnittlagen leicht zu differenzieren. Das Gehäuse ist regelmäßig planspiral aufgerollt (3-5 Umgänge), convolut und bilateral symmetrisch. Äquatorialschnitte zeigen Kammern mit quadratischem Querschnitt, während die Kammern im Achsialschnitt halbmondförmig erscheinen.

Diskussion: Das Gehäuse von *N. oolithica* ist sehr fein agglutiniert, so dass ein porzellanschaliger Eindruck entsteht. Mohler (1938) stellte sie deshalb zu den Milioliden, Brönnimann (1967) später zu den fusuliniden oder textulariiden Foraminiferen. Nach Loeblich & Tappan (1985) handelt es sich um einen Sandschaler mit äußerst feinkörnig agglutiniertem Gehäuse.

Fazielle und regionale Verbreitung: *N. oolithica* kommt vereinzelt in verschiedenen Karbonat-Lithotypen des Untersuchungsgebietes vor (Abb. 33). Am häufigsten ist sie im foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11). Allgemein ist die Art im Korallenoolith in Cortoid-Kalkstein des Barenburg-Member im Osterwald (Helm et al., 2002c) besonders häufig. Da ihre Gehäuse im Vergleich zu den Bioklasten/Cortoiden gut erhalten sind, gehört *N. oolithica* wahrscheinlich der Sandzwickelfauna grobkörniger Karbonatsubstrate an.

N. oolithica tritt während des Oberjura weltweit verbreitet innerhalb der Karbonatfazies auf. Sie ist allgemein in hoch- bis niederenergetischen Karbonatablagerungen belegt (z.B. Wnendt-Juber, 1990). Allerdings meidet *N. oolithica* Ablagerungsräume mit feinklastischer Hintergrundsedimentation, da die Art trotz ihrer Häufigkeit noch nie aus Schlammrückständen mergeliger Sedimente erwähnt wurde. In den mikritischen Kalksteinen des Untersuchungsgebietes fehlt sie dementsprechend. Auch aus dem süddeutschen

Oberjura ist *N. oolithica* bekannt. Aus faziellen Gründen erscheint sie im Gegensatz zum zentralen Schweizer Jura (Bollinger & Burri, 1970: Oxfordium) dort aber erst im höheren Malm (z.B. Fay, 1976).

Comaliamma gediki (Tasli, 1993) nov. comb.
(Taf. 11/5)

? 1966 *Haplophragmoides* sp. – Turnšek & Buser, 534, Taf. 2/5.

? 1993 *Mayncina* cf. *termini* Hottinger. – Bucur et al., Taf. 5/10.

* 1993 *Mayncina gediki* n. sp. – Tasli, 50, Taf. 1/3-8.

Beschreibung: Das lenticuline, im Nabelbereich etwas schmalere Gehäuse ist evolut bis leicht involut. Es erreicht durchschnittlich 0.3-0.4mm, maximal 0.45mm Durchmesser. Es besteht aus 1.5 bis über 2 Umgängen; in der Umbilikal-Region liegt der kugelige Proloculus (meistens nicht angeschnitten). Die Kammerhöhe ist schmaler als die Kammerbreite (ca. 1 zu 1.5). Die Kammern nehmen erst langsam, zum Ende des Wachstums – nach ca. 1.5 Umgängen – deutlich an Breite zu. Sie tendieren terminal zur Entrollung. Der letzte Umgang hat bei ausgewachsenen Exemplaren 10-13 Kammern. Die Suturen sind leicht nach hinten gebogen. Da die Kammern nicht aufgebläht sind, prägen sich die Suturen auch nicht auf der Gehäuseoberfläche durch und das Gehäuse erscheint glatt. Die Wand ist feinkörnig agglutiniert und einfach gebaut.

Diskussion: Diese Art gehört der von Loeblich & Tappan (1985) aufgestellten Gattung *Comaliamma* an. Von der einzigen bekannten Art – *C. charentiiformis* Loeblich & Tappan – unterscheidet sich die vorliegende Art durch ihr kleineres Gehäuse und dem weitgehenden Fehlen eines terminalen kurzen entrollten Gehäuseabschnittes. Sie ist identisch mit der von Tasli (1993) aus dem Kimmeridgium der Türkei aufgestellten *Mayncina gediki* n.sp.. Da die Gattung *Mayncina* durch eine keriothekale Wandstruktur gekennzeichnet ist (ausführlich von Hottinger, 1967 illustriert), die Tasli (1993) auch bei *Mayncina gediki* anführt, sollte dies eine Synonymie ausschließen. Allerdings ist dieses Merkmal weder durch seine Dünnschliffaufnahmen belegt, noch durch Tasli (1993) ausreichend begründet (Seite 51: „Chez quelques individus, elle [agglutinierte Wand] est striée radialement, ce qui peut représenter une structure kérothécale.“), so dass erhebliche Zweifel an der Existenz eines keriothekalen Wandaufbaus bei *M. gediki* bestehen. Darüber hinaus fehlt auch die multiple Mündung, die für die Gattung *Mayncina* typisch ist (Hottinger, 1967). Aufgrund der Ausbildung einer einfachen Wand und Übereinstimmungen im Bauplan ordne ich deshalb die Art der Gattung *Comaliamma* zu.

Comaliamma gediki steht auch der aus oberjurasischem Kalkstein bekannten *Freixialina planis-*

piralis Ramalho nahe. Sie ist jedoch großwüchsiger, hat mehr Umgänge (3-4) und Kammern pro Umgang (Ramalho, 1969, 1971). Ähnlich sind Arten der Gattung *Haplophragmoides* – insbesondere *H. canui* Cushman aus dem Oxfordium (Bizon, 1958; Septfontaine, 1980: Taf. 1/3: Dünnschliffaufnahme). Sie unterscheiden sich u.a. durch geringere Kammernanzahl pro Umgang (<10) und mehr oder weniger aufgeblähten Kammern, die durch eingesenkte Suturen voneinander getrennt sind (z.B. Schmalzriedt, 1991). Weitgehende Übereinstimmungen bestehen dagegen mit der von Turnšek & Buser (1966) aus der Unterkreide (Barreme) beschriebenen und abgebildeten Foraminifere *Haplophragmoides* sp.. Sie ist wahrscheinlich in die Synonymie von *C. gediki* zu stellen.

Fazielle und regionale Verbreitung: Diese charakteristische, im Dünnschliff gut ansprechbare Art ist nur mit wenigen Exemplaren aus dem Kalkoolith (MF-Typ 1), dem *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2) und Cortoid-Kalksteinen (MF-Typen 9-11) belegt. Ansonsten kommt die *C. gediki* im Korallenoolith bereichsweise häufig in komponenten- und matrixgestützten Partikelkalksteinen vor, u.a. in der *florigemma*-Bank des Deisters. Die Art wurde erstmals aus Kalksteinen des Kimmeridgium (bis tiefes Tithonium?) der Türkei beschrieben (Tasli, 1993). Weitere Belege liegen aus dem Plassenkalk des alpinen Oberjura vor (Schlagintweit, frdl. mdl. Mitt.). Wahrscheinlich kommt die Art im osteuropäischen Raum auch in unterkretazischen Karbonatablagerungen vor (Turnšek & Buser, 1966: Barremium von Slovenien; Bucur et al., 1993: Lower Pachydon Limestone, Barremium, Rumänien). Somit ergibt sich für *C. gediki* eine stratigraphische Reichweite vom Mittleren Oxfordium (Korallenoolith) bis vermutlich in die Unterkreide.

Ammobaculites und *Haplophragmium*

Im Material sind einfach gebaute Sandschaler mit aufgewundenem, terminal entrolltem Gehäuse vertreten. Sie lassen sich *A. suprajurassicus* und *Ammobaculites* cf. *coprolithiformis* zuordnen. Wahrscheinlich sind noch weitere Arten der Gattung *Ammobaculites* bzw. *Haplophragmium* vertreten. Sie lassen sich jedoch durch die zufälligen Gehäuseanschnitte nicht identifizieren und auseinanderhalten (cf. *Haplophragmium aequale* / *H. subaequale*). Zudem erscheint die Taxonomie dieser einfach gebauten Sandschaler sehr verwirrend, da bisher zahlreiche Arten ohne Berücksichtigung von Variationsbreiten existierender Arten aufgestellt wurden (z.B. durch Said & Barakat, 1958). Kontrovers werden ebenfalls die Zuordnungen der Arten zu einer Gattung (*Ammobaculites* versus *Haplophragmium*) diskutiert (s. Bartenstein, 1952; E. & I. Seibold, 1960).

Ammobaculites suprajurassicus (Schwager, 1865) (Taf. 9/1)

- * 1865 *Haplophragmium suprajurassicum* – Schwager, 92, Taf. 2/1a, b.
- 1930 *Ammobaculites subcretacea* n. sp. – Cushman & Alexander, 6, Taf. 2/9-10.
- 1952 *Ammobaculites subcretacea* Cushman & Alexander – Bartenstein, 319, Taf. 1/8, 2/1-9, 7/11.
- ? 1955 *Ammobaculites subcretacea* Cushman & Alexander – Schmidt, 62, Taf. 3C/1.
- 1960 *Ammobaculites suprajurassicus* (Schwager) – Lutze, 442, Taf. 26/10-12, 27/4-5. [dort weitere Synonyma]
- 1960 *Ammobaculites subcretacea* Cushman & Alexander – E. & I. Seibold, 331, Abb. 2v-w., Taf. 7/10.
- ? 1960 *Ammobaculites spongiphilus* n. sp. – E. & I. Seibold, 329, Abb. 2t, u, Taf. 7/10.
- 1970 *Ammobaculites suprajurassicus* (Schwager) – Winter, 8, Abb. 5, Taf. 2/36-37.
- 1991 *Ammobaculites suprajurassicus* (Schwager) – Stinder, 117, Taf. 1/1. [dort weitere Synonyma]

Beschreibung: Das Gehäuse ist im Jugendstadium planspiralig gewunden und später uniserial entrollt. Auf den entrollten Abschnitt entfallen meistens 3 Kammern. Die Wandung ist einfach gebaut; agglutiniert wird relativ grobes kalkiges Baumaterial, das dem Materialangebot des Umfelds bzw. einbettenden Sediments entspricht. Die Länge des Gehäuses beträgt zwischen 0.6 und 0.9mm. Der Durchmesser des uniserialen Abschnitts liegt zwischen 0.2 und 0.3mm; der Durchmesser der Spira ist größer. Da sich die Spira seitlich zur Länge des Gehäuses erstreckt, erscheint das Gehäuse haken- bis keulenförmig.

Diskussion: Die Foraminiferen dieses Formenkreises gehören der Art *A. suprajurassicus* an. Die Art ist synonym mit *A. subcretacea* Cushman & Alexander (Lutze, 1960: 442).

Fazielle und regionale Verbreitung: Ammobaculiten (*A. suprajurassicus* und *Ammobaculites coprolithiformis* u.a) sind in höherenergetischen Karbonatablagerungen mit komponentengestützten Gefügen (Grainstone/Packstone, Rudstone/Floatstone) am häufigsten. Sie kommen sehr häufig in Cortoid-/Bioklasten Kalksteinen (MF-Typen 9-11) vor. Ansonsten treten sie vereinzelt im Kalkoolith (MF-Typ 1) und *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2) aber auch an der Basis der *florigemma*-Bank im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4; vor allem im Profil Roter Stein) und in der Nerineenlage (MF-Typ 7) auf. Diese einfach gebauten Sandschaler gehören zu den wenigen bisher aus der Karbonatfazies des Korallenoolith bekannt gewordenen agglutinierenden Foraminiferen (Lutze, 1960; Stinder, 1991).

Ammobaculites coprolithiformis (Schwager, 1867)
(Taf. 9/2)

- * 1867 *Ammobaculites coprolithiformis* – Schwager, 654, Taf. 34/3.
 1938 *Ammobaculites coprolithiformis* var. *sequana* – Mohler, 11, Taf. 3/1-7.
 1958 *Haplophragmium* aff. *coprolithiformis* (Schwager) – Dufaure, Taf. 1/18.
 ? 1960 *Haplophragmium coprolithiformis sequanum* (Mohler) – E. & I. Seibold, 327, Abb. 3f, g., Taf. 7/11.
 ? 1960 *Haplophragmium aequale* (Roemer) – Lutze, 438, Taf. 26/1-2, 5-6, 27/1-2. [Niedersächsisches Becken]
 1965 *Ammobaculites coprolithiformis* (Schwager) – Gordon, 833, Abb. 2a-g, 3/25-28
 1970 *Ammobaculites coprolithiformis* (Schwager) – Winter, 8, Abb. 6, Taf. 19/1-21.
 1984 *Ammobaculites coprolithiformis* (Schwager) – Bernier, 515, Taf. 19/7.
 ? 1990 *Ammobaculites coprolithiformis* (Schwager) – Zihrl, 93, Taf. 7/20. [Niedersächsisches Becken]
 1995 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Weiss, 221, Taf. 22/2. [Niedersächsisches Becken]

Beschreibung: Das stummelförmige Gehäuse ähnelt *A. suprajurassicus*. Es ist jedoch deutlich größer, gedrungener und erreicht eine Länge von 1.5 bis 2.5mm bei einem Durchmesser von 0.7 bis 1mm. Die Variationsbreite des Aufrollungsmodus der ersten Kammern der Spira ist sehr groß. Sie umfasst sowohl planspiralig gewundene Exemplare mit ca. 8 regelmäßig angeordneten Kammern als auch scheinbar „ungeordnete Kammerhaufen“. Der rectilineare Gehäuseabschnitt besteht i.d.R. aus 3 Kammern. Es kommen aber auch Exemplare mit wesentlich mehr Kammern vor. Die Kammern sind zur Mündung hin zugespitzt. An der „Spitze“ befindet sich ein Durchbruch, der die Verbindung zwischen den Kammern herstellt. Die Wandung ist einfach gebaut. Agglutiniert ist grobes kalkiges Material (Cortoide, Ooide, Peloide, Bioklasten, Foraminiferengehäuse) unterschiedlicher Größe. Die Partikel entsprechen dem Materialangebot des Umfelds bzw. einbettenden Sediments. Die Gehäuseoberfläche ist mehr oder weniger rau, da größere Komponenten die Gehäuseoberfläche überragen.

Diskussion: Die Art zeichnet sich durch eine extreme Variationsbreite der Gehäusemerkmale aus (Gordon, 1965), die Winter (1970) ausführlich durch schematische Zeichnungen von Längsschnitten illustriert. Charakteristisch für *A. coprolithiformis* sind die zu der Mündung hin zugespitzten Kammern. Dieses Merkmal ist jedoch erst im Dünnschliff und nur bei günstigen Schnittlagen verifizierbar (vgl. Bernier, 1984: Taf. 19/7). Somit bestehen Parallelen zu *Ammobaculites irregularis* (Gümbel), der im Dünnschliff ebenso herzförmige Kammerumrisse zeigt (Oesterle, 1968: 736).

Allerdings ist bei *A. irregularis* die Spira stark reduziert. In Längsschnitten durch den entrollten Gehäuseabschnitt bestehen auch mit der Gattung *Rectocyclammina* Übereinstimmungen. Vertreter letztgenannter Gattung weisen jedoch einen komplexeren Wandaufbau auf.

Nach Mohler (1938) treten bei dieser Art megasphärische und mikrosphärische Individuen auf; letztere erreichen eine Länge bis zu 6.5mm. Solche großen Exemplare sind im Material nicht belegt. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die mikrosphärischen Individuen generell wesentlich seltener sind als megasphärische (20 mal seltener, Mohler, 1938). Zu verwechseln wären die megasphärischen Individuen mit *Everticyclammina* sp.; allerdings weist die Wandung von letzterer Art einen komplexeren Bauplan auf. Durch die zufälligen Schnittlagen und ungünstigen Erhaltungsweisen ist eine sichere Abgrenzung der Foraminiferen meistens jedoch nicht möglich.

Die Gehäuse entsprechen wahrscheinlich ebenfalls den von Lutze (1960) zu *Haplophragmium aequale* (Roemer) gestellten Sandschalern. Dafür sprechen u.a. die nach vorne spitz ausgezogenen Kammern (Lutze, 1960: Taf. 27/1-2).

Fazielle und regionale Verbreitung: s. *A. suprajurassicus*.

***Placopsilina* sp.1**

(Taf. 13/6)

Beschreibung: Bei dieser Art ist zwischen einem freien Gehäuseabschnitt und einem späteren, auf Hartsubstrat fixierten Gehäuseabschnitt zu differenzieren. Der nicht-inkrustierende Abschnitt ist planspiral bis leicht streptospiral aufgerollt und erreicht 1.5 bis 2 Umgänge. Pro Umgang sind ca. 5 bis 8 Kammern entwickelt. Äquatorialschnitte des Gehäuses erinnern an Arten von *Charentia* sp. und *Bosniella croatica*. Sobald die Spira einen Durchmesser von ca. 0.3mm erreicht hat, setzt der gestreckte, auf dem Substrat inkrustierende Gehäuseabschnitt ein. Dieser ist sehr unregelmäßig, da er auf kleinem, zugerundeten Kalkdetritus (i.d.R. Ooide, aber auch Cortoide und Bioklasten) <1mm Durchmesser aufgewachsen ist. Längsschnitte zeigen die für die Gattung *Placopsilina* typische Kammergestalt und -anordnung. Die Kammern selbst erreichen 0.1 bis 0.2mm Durchmesser. Die kleinen Substrate können komplett von dem inkrustierenden Gehäuseabschnitt bewachsen sein. Bis auf die erhabene Spira ist das Gehäuse an das Substrat angeschmiegt.

Diskussion: Der planspirale Anfangsteil spricht für eine Zuordnung zu der Gattung *Placopsilina* (Schmidt & Jäger, 1993). Der zweigeteilte Lebensrhythmus unterscheidet *Placopsilina* sp.1 von anderen Arten. Andererseits ist die Inkrustierung von Ooiden und klei-

nem Kalkdetritus bei vergleichbaren Arten nicht ungewöhnlich (Weynschenk, 1951: Taf. 112/5, 8; Ramalho, 1971: Taf. 18/9; Fezer, 1988: 78) und u.a. von *Subbdelloidina luterbacheri* bekannt (Riegraf, 1987). Allerdings ist bei letzterer der aufgewundene Gehäuseabschnitt bereits ab dem Wachstumsbeginn auf dem Substrat fixiert.

Fazielle und regionale Verbreitung: Bei *Placopsilina* sp.1 zeichnet sich eine deutliche Faziesabhängigkeit zu gut ausgewaschenen Partikelkalsteinen (Grainstone, auch Packstone) des turbulenten Flachwassermilieus ab. Dementsprechend kommt sie verbreitet im Kalkoolith (MF-Typ 1) und Cortoid-Kalksteinen (MF-Typen 9-10) vor. In niederenergetischeren Ablagerungsräumen mit entsprechendem Angebot an Harts substrat fehlt sie dagegen. Diesen Lebensraum nutzen offensichtlich artverwandte Foraminiferen. Die Affinität von *Placopsilina* sp.1 zu hochenergetischen Habitaten lässt auf eine extreme Spezialisierung schließen. Offensichtlich stellt die Lebensweise eine Anpassung an ständige Wasserbewegung und Sedimentumlagerung dar. So ist davon auszugehen, dass *Placopsilina* sp.1 noch zu Lebzeiten wiederholt zusammen mit dem Substrat rollend bewegt wurde, ohne dass dies zu Schadensbildern führte. Für fortlaufende Umlagerungsprozesse sprechen auch die Ooidhüllen, die das inkrustierte Substrat und das Gehäuse umgeben (Taf. 13/6B).

cf. *Placopsilina* sp.2
(Taf. 12/1, 3)

1996 unidentified foraminifer – Bucur et al., Taf. 6/8.

Beschreibung: Der Anfangsteil des Gehäuses ist knäuelartig auf dem Substrat fixiert. Der uniseriale Endteil ist von der Unterlage losgelöst. Er erstreckt sich wahrscheinlich senkrecht vom Substrat weg und erscheint nach Befund der Anschnitte wellig gebogen. Die Kammern sind kugel- bis halbkugelförmig und erreichen einen Durchmesser um 0.2mm. Sie sind durch eine große Öffnung miteinander verbunden. Die Wand ist einfach gebaut und aus relativ feinem Kalkdetritus agglutiniert; die Wanddicke liegt bei 0.03mm.

Diskussion: Die von Bucur et al. (1996: Tafel 6/8) aus Korallenriffen des Tithonium als „unidentified foraminifer“ abgebildete Foraminifere ist in allen Merkmalen mit cf. *Placopsilina* sp.2 identisch und mit ihr synonym. Die Zuordnung zu der Gattung *Placopsilina* erfolgt provisorisch. Für eine abschließende Diskussion müsste wesentlich mehr Material einbezogen werden, um zu einem detaillierteren Bild des taxonomisch relevanten Anordnungsmodus der Kammern zu gelangen.

Fazielle und regionale Verbreitung: cf. *Placopsilina* sp. kommt selten im Riffkalkstein vor. Abgebrochene erekte Endteile sind darüber hinaus aus dem Zwischenriffbereich (MF-Typ 4) bekannt.

***Subbdelloidina luterbacheri* Riegraf, 1987**
(Taf. 12/4)

1970 *Placopsilina cenomana* D'Orbigny – Winter, 9, Abb. 8a-h; Taf. 1/23-31, 2/38-40.

? 1970 *Placopsilina* – Bollinger & Burri, Taf. 11/1.

1972 *Placopsilina* – Wagenplast, Taf. 12/1.

? 1980 *Placopsilina* sp. – Septfontaine, Taf. 3/4.

* 1987 *Subbdelloidina luterbacheri* sp. nov. – Riegraf, 32, Abb. 1-16, 20-59.

? 1991 „*Thomasinella*“ *pauperata* (Haeusler) – Schmalzriedt, 95, Taf. 4/11-12.

1997 „*Textularia*“ sp. – Helm, 20, Taf. 14/8, 10, 12-14.

? 1999 *Placopsilina* – Dupraz & Strasser, Taf. 12/1.

? 1999 *Placopsilina* sp. – Schöllhorn, 56, Taf. 10/19.

Beschreibung und Diskussion: Diese großwüchsige Art wird ausführlich von Riegraf (1987) beschrieben und illustriert. Das inkrustierende Gehäuse erreicht mehrere Millimeter Länge und besteht aus einer Abfolge zahlreicher Kammern. Sie sind halb-uhrglasartig übereinander und auf der Seite liegend angeordnet. Die Kammern haben einen Durchmesser um 0.4mm, Suturen sind nur schwach ausgeprägt. Die Wand ist einfach gebaut und relativ dick. Sie besteht aus relativ feinkörnigem Kalkdetritus bzw. erscheint peloidal bis dicht. Typisch ist der hohe Anteil von Schwammnadeln – vor allem Rhaxen. Die Innenwandung ist glatt, während die Außenfläche durch hervorstehende Partikel rau erscheint. Durch eine große, ?runde Wandöffnung sind die Kammern miteinander verbunden. Sie befindet sich zentral in der Wand direkt oberhalb des inkrustierten Substrats. Gehäuselängsschnitte ergeben somit charakteristische Ansichten mit schlitzzartig durchbrochenen Kammerwänden, welche sich entlang des inkrustierten Substrats erstrecken.

Diskussion: Das eigene Material entspricht völlig der Beschreibung von *S. luterbacheri* durch Riegraf (1987). Diese Art ist aufgrund ihrer zahlreichen charakteristischen Merkmale (Konstruktion und Größe des Gehäuses, gemischter Wandaufbau aus Kalkdetritus und Rhaxen) meistens leicht erkennbar und gut gegenüber *Pl. cenomana* und *S. haeusleri* abzugrenzen. Allerdings wurde die Publikation bzw. Artbeschreibung von Riegraf (1987) bisher von Bearbeitern oberjurassischer Riffe kaum aufgegriffen. Daraus ergibt sich eine nur ungenügende Dokumentation von *S. luterbacheri* im Riffbereich. Viele Autoren führen diese Art deshalb unter der informellen Bezeichnung *Placopsilina* sp. auf (s. Synonymieliste).

Weitgehende Übereinstimmungen bestehen mit der unterkretazischen *Acruliammina neocomiana* Bartenstein. Unterschiede bestehen lediglich in der Ausbildung der Mündung, die bei *A. neocomiana* siebförmig (2-5 Öffnungen) ist (Bartenstein, 1962). Dagegen besitzt *S. luterbacheri* lediglich eine einzige runde bis schlitzförmige Öffnung (Riegraf, 1987).

Fazielle und regionale Verbreitung: *S. luterbacheri* kommt faziesübergreifend überall dort vor, wo ausreichend großes Hartsubstrat zur Fixierung des Gehäuses zur Verfügung steht. Häufig tritt sie deshalb im Riffbereich (MF-Typ 8) auf. Ihre Gehäuse befinden sich zumeist in Thrombolith eingewachsen. Sie können durch Überwachsen von mehreren Exemplaren bzw. Generationen dichte Agglomerate bilden.

Auch auf sekundären Hartgründen ist *S. luterbacheri* nachgewiesen. Sie beteiligt sich an der Inkrustierung und dem Aufbau von Onkoiden (MF-Typ 3) und wächst häufig auch auf Biogenen / Bioklasten auf (MF-Typ 4). Selbst die Oberfläche von größeren Ooiden reicht zur Fixierung aus; sie werden z.t. komplett durch das Gehäuse eingehüllt. Darauf weist bereits Riegraf (1987) hin. Demnach kommt *S. luterbacheri* im Untersuchungsgebiet vereinzelt auch im Kalkoolith (MF-Typ 1) vor, eine sichere Unterscheidung von *Placopsilina* sp. 1 ist hingegen in den zufälligen Schnittlagen nur selten möglich.

S. luterbacheri scheint selten und auf süddeutsche Schwammriffe des Oberjura beschränkt zu sein (cf. Riegraf, 1987). Aufgrund charakteristischer Merkmale lassen sich jedoch viele (publizierte) Schliffbilder von agglutinierenden inkrustierenden Foraminiferen *S. luterbacheri* zuordnen. Die Art ist sowohl in oberjurassischen Schwammriffen als auch in Korallen-Thrombolith-Riffen weit verbreitet (z.B. Bollinger & Burri, 1970: Schweizer Jura).

***Subbdelloidina* cf. *haeusleri* Frentzen, 1944**

(Taf. 10/1, 25/3)

- * 1944 *Subbdelloidina haeusleri* nov. gen. nov. sp. – Frentzen, 332, Taf. 18/12-22.
- 1968 *Thomasinella ? pauperata* (Haeusler) – Oesterle, 721, Abb. 1, 2. [fide Riegraf 1987]
- 1983 *Subbdelloidina haeusleri* Frentzen – Gaillard, 213, 215, Taf. 19/3-4. [Dünnschliff-Fotos]
- 1987 *Subbdelloidina haeusleri* Frentzen – Riegraf, 34, Abb. 17-19. [dort weitere Synonyma]
- ? 1991 *Placopsilina haeusleri* (Frentzen) – Schmalzriedt, 102, Taf. 5/12.
- 1994 *Subbdelloidina haeusleri* Frentzen – Munk, 356, Taf. 4/1-12.

Beschreibung: Das inkrustierende Gehäuse ist feinsandig und aus detritischem Quarz agglutiniert. Die

Kammern sind halbkugelig aufgebläht und erreichen zwischen 0.15 und 0.25mm Durchmesser. Bedingt durch die zufälligen Anschnitte des Gehäuses sind Angaben zu ihrem Anordnungsmodus nur eingeschränkt möglich. Offensichtlich sind im Anfangsteil des Gehäuses die Kammern mehr oder weniger spirallig aufgerollt bis knäuelartig angeordnet. Im Endteil sind die Kammern dagegen unregelmäßig uniserial. Einige Exemplare lassen auch mehrreihigen Wuchs erkennen oder sind unregelmäßig gewunden.

Diskussion: Sehr ähnlich – möglicherweise sogar synonym mit *S. haeusleri* – ist *Placopsilina cenomana* D'Orbigny. Uniserial Exemplare werden zu *Pl. cenomana* und mehrzeilige zu *S. haeusleri* gestellt (Schmalzriedt, 1991). Da beide Arten sehr unregelmäßig wachsen und sowohl unregelmäßig uniserial und polyseriale Gehäuse entwickeln sollen, ist eine sichere Abgrenzung nicht möglich. Zum Beispiel sind die von Riegraf (1987) abgebildeten Exemplare von *S. haeusleri* alle uniserial.

Die ebenfalls ähnliche *Pl. argoviensis* Haeusler unterscheidet sich von *S. cf. haeusleri* durch Kammern, die durch tief eingeschnittene Nähte voneinander getrennt sind.

Fazielle und regionale Verbreitung: Sämtliche Exemplare sind in Thrombolith eingewachsen. *S. cf. haeusleri* ist häufiger als die ebenfalls aus feinem Quarz agglutinierte *Tolypamma vagans*, dennoch kommt sie innerhalb der Riffe nur gelegentlich in isolierten Exemplaren vor.

S. cf. haeusleri ist anscheinend während des Oberjura weitgehend an die Schwammfazies gebunden (z.B. Gaillard, 1983; Munk, 1994). Nachweise aus Korallenriffen sind mir nicht bekannt.

aff. *Ammosphaeroidina* sp.

(Taf. 24/7)

Beschreibung: Das Gehäuse besteht aus wenigen streptospiral aufgewundenen Kammern, die rasch an Größe zunehmen. Sobald das Gehäuse einen bestimmten Durchmesser erreicht hat (ca. 0.3-0.4mm), lösen sich die nachwachsenden Kammern von der Spira und bilden einen kurzen, entrollten Gehäuseabschnitt. Dieser besteht höchstens aus einer Kammer, in seltenen Fällen aus zwei Kammern (Taf. 24/7E). Die Kammern sind regelmäßig kugelig- bis halbkugelig aufgewölbt. Dieses Merkmal ergibt im Dünnschliff charakteristische – *Globigerina*-artige – Schnittbilder. Neu gebildete Kammern überragen große Teile des Gehäuses (involut), so dass (rekonstruiert) von außen nur ca. 3-4 Kammern sichtbar sind. Die Wandung ist aus feinem Kalkdetritus – vor allem Peloiden – aufgebaut. Markant ist die gute Größensortierung des Materials, da der Durchmesser des Baumaterials auch der

Dicke der Wand entspricht. Im Schnittbild resultiert daraus eine „perlschnurartige“ Aneinanderreihung von Komponenten (z.B. Taf. 24/7A). Im Laufe des Wachstums nehmen Kammergröße und Wanddicke zu. Ebenfalls wird zunehmend gröberes Material verbaut.

Im Material sind unterschiedliche Wachstumsstadien von aff. *Ammosphaeroidina* sp. dokumentiert. Durchschnittliche Gehäusedurchmesser liegen bei 0.3mm. Häufig kommen aber auch kleinere Stadien (z.B. Taf. 24/7C) und wesentlich größere Gehäuse mit terminal entrollter/n Kammer(n) bis 0.7mm Länge vor (Taf. 24/7E).

Diskussion: Diese Foraminifere lässt sich keiner bekannten Art zuweisen. Am plausibelsten ist eine systematische Zuordnung zu der Unterfamilie Ammosphaeroidininae. Diese Unterfamilie vereint nach Loeblich & Tappan (1988) 5 Gattungen vor allem rezenter Foraminiferen (stratigraphische Reichweite insgesamt: Santon – rezent). Untergeordnete Taxa unterscheiden sich insbesondere durch die Lage und Ausbildung der Mündung. Da von keiner Art Dünnschliff-Untersuchungen bzw. Schnittbilder vorliegen und jurassische Vertreter bis dato unbekannt sind, erschwert dies eine nähere Zuordnung. Zudem ist terminale Entrollung der letzten Kammer(n) – dieses Merkmal zeigen im untersuchten Material nur wenige Exemplare – innerhalb dieser Unterfamilie nicht bekannt. Möglicherweise handelt es sich bei dieser Art um einen jurassischen Vorläufer mit Tendenz zur Entrollung des terminalen Gehäuseabschnittes.

Ungünstige Schnittlagen lassen im Dünnschliff keine Abgrenzung zu *Everticyclammina virguliana* und einfach agglutinierten Sandschalern (vor allem *Ammobaculites*) zu. Ähnlichkeiten im Schnittbild besitzt ebenso *Audienusina fourcadei*. Diese Art weist jedoch einen komplexeren Wandaufbau und zahlreichere Kammern auf.

Fazielle und regionale Verbreitung: aff. *Ammosphaeroidina* sp. ist auf fossilreiche mikritische Faziestypen (MF-Typ 4) und die Nerineenlage (MF-Typ 7) beschränkt. Sie tritt vergesellschaftet mit *Everticyclammina virguliana* und *Ammobaculites coprolithiformis* auf. Auffällig ist ihre Affinität zur Rifffazies, da sie besonders häufig im Riffbereich vorkommt – insbesondere in den Profilen Haddessen, Bakeder Berg und Pötzen.

cf. *Navarella* sp.
(Taf. 13/5)

? 1985 *Everticyclammina* – Heinz, 125, Taf. 12/8.

Beschreibung: Von dieser agglutinierenden Foraminifere liegt lediglich ein schiefer Äquatorialschnitt des Gehäuses vor. Die Kammern – insgesamt sind 8 an-

geschnitten – sind planspiral aufgewunden. Der Aufrollungsmodus der Initialspira ist unbekannt (außerhalb der Schnittebene). Jüngere Kammern lösen sich zunehmend von der Spirale, so dass der terminale Gehäusebereich rectilinear erscheint. Ein Übergang vom aufgewundenen zum entrollten Abschnitt ist fließend und die „Spirale“ öffnet sich sukzessive. Daraus resultiert ein hochmündiges Gehäuse. Kammersuturen sind schwach angedeutet. Die Kammerlumen nehmen im Anschnitt eine charakteristische halbmondförmige Gestalt an. Im Lauf des Wachstums werden die Kammern kontinuierlich größer, dabei verschiebt sich das Verhältnis von Kammerdurchmesser zu Höhe zunehmend in Richtung Kammerhöhe. Vor allem die letzte Kammer ist in Richtung der Mündung extrem aufgedomt. Die gemessene Länge des Gehäuses beträgt ca. 2mm, der gemessene Durchmesser der letzten Kammer liegt bei 1mm.

Die Wanddicke neu gebildeter Kammern nimmt während des Gehäusewachstums sukzessive zu; die terminale Kammer weist bereits eine Stärke von ca. 0.15mm auf. Zum Gehäusebau wird relativ grober Kalkdetritus (vor allem Peloide) von mehr oder weniger einheitlicher Größe genutzt. Die Wand erscheint einfach gebaut; einen komplexeren Wandbau möchte ich aber (Material-bedingt) dennoch nicht ausschließen.

Diskussion: Die Foraminifere, die durch einen ganz charakteristischen Wachstumsmodus geprägt ist, lässt sich keiner mir aus Karbonatablagerungen des Oberjura bekannten Taxa zuordnen. Wahrscheinlich gehört die von Heinz (1985: Taf. 12/8) abgebildete, als *Everticyclammina* determinierte Foraminifere aus dem alpinen Oberjura der Schweiz der selben Art an, da das Schnittbild gravierende Übereinstimmungen zeigt. Ähnlichkeiten bestehen insbesondere mit der Gattung *Everticyclammina*, z.B. *Ev. virguliana* (vgl. Ramalho, 1971: Taf. 18; Pélissié & Peybernès, 1982: Taf. 3/17). Deren Gehäuse sind jedoch u.a. wesentlich unsymmetrischer aufgebaut. Hier erfolgt die provisorische Zuordnung zu der Gattung *Navarella*, von der bisher nur wenige kretazische Arten bekannt geworden sind. Für eine nähere Ansprache und Diskussion müsste weiteres Material hinzugezogen werden.

Fazielle und regionale Verbreitung: Das Exemplar stammt aus dem Intrariffbereich bzw. der Nerineenlage (MF-Typ 7) des Steinbruchs Haddessen.

Charentia cf. *evoluta* Gorbachik, 1968
(Taf. 13/4, 14/2)

? 1966 *Hemicyclammina praesigali* n.sp. – Banner, 185, Taf. 2/1-7, 3/1-3.

* 1968 *Tonasia evoluta* n.sp. – Gorbachik, 8, Taf. 2/1-5.

? 1991 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Darga & Schlagintweit, Taf. 4/13.

- ? 1991 *Charentia cuvillieri* Neumann – Altiner, Taf. 7/18.
 ? 1993 *Charentia cuvillieri* Neumann – Bucur et al., Taf. 5/14-15.
 1996 *Charentia evoluta* (Gorbachik) – Bucur et al., Taf. 1/9.
 2001 *Charentia evoluta* (Gorbachik) – Olszewska & Wiczeorek, Abb. 3/2.
 ? 2003 *Nautiloculina oolithica* Mohler – Gawlick et al., Taf. 2/9, 11.

Beschreibung: Das Gehäuse, von dem lediglich Achsialschnitte vorliegen, ist planspiral, ?involut und hat zwei bis drei Umgänge. Es erreicht bis 1mm Durchmesser, die Durchschnittsgröße liegt unter 0.5mm. Bei größeren Exemplaren mit drei Umgängen sind im finalen Umgang ca. 10-12 Kammern entwickelt, kleinere Exemplare weisen im letzten Umgang 8 bis 10 Kammern auf. Die letzten Kammern tendieren zur Entrollung; dieses Merkmal ist jedoch nur bei einem Exemplar sichtbar (Taf. 14/2B). Die Kammerwände verlaufen leicht schräg. Benachbarte, im Anschnitt raufenförmige Kammern sind durch einen schlitzzartigen Durchbruch miteinander verbunden. Die Gehäusewand ist schlecht erhalten (mikritisiert) und erscheint deshalb einfach agglutiniert.

Diskussion: Die Foraminiferen gehören der Gattung *Charentia* an. Arten dieser Gattung sind durch keriothekalen Wandbau der Kammern +/- des letzten Umgangs gekennzeichnet (Loeblich & Tappan, 1985). Dieser filigrane Bau ist im eigenen Material aufgrund von Mikritisierung nicht mehr dokumentiert. Der scheinbar einfache Wandbau widerspricht deshalb keinesfalls der systematischen Zuordnung, da bei dieser Gattung die Kammern der ersten Umgänge einfach agglutiniert sind (Hottinger, 1967). Der keriothekale Wandbau, der für die Gattung typisch ist, wurde erst durch Hottinger (1967) anhand von besser erhaltenem Material geklärt. Bisher wurden 3 verschiedene Arten der Gattung beschrieben: *Ch. cuvillieri* Neumann (Synonym: *Hemi-cyclammina praesigali* Banner nach Loeblich & Tappan, 1988: 89), *Ch. (Tonasia) evoluta* (Gorbachik) und *Ch. atlasica* Fares. Das eigene Material steht *Ch. (Tonasia) evoluta* (Gorbachik) am nächsten. Diese Art beschreibt Gorbachik (1968) erstmals aus dem Berriasium/Valanginium. Sie wurde in Unkenntnis der Erstbeschreibung von *Ch. cuvillieri* aufgestellt. Loeblich & Tappan (1988) fassen *Ch. (Tonasia) evoluta* als eigenständige Art auf. Das Fehlen einer Differentialdiagnose macht jedoch ein Vergleich mit der kretazischen *Ch. cuvillieri* (Schlagintweit & Ebli, 1999: Karbonatablagerungen des Grenzbereichs Jura/Kreide, allerdings nicht älter als oberes Tithonium) aber auch mit *Hemicyclammina praesigali* Banner schwierig. Unterschiede beziehen sich im wesentlichen auf die Anzahl der Kammern pro Umgang (*Ch. cuvillieri*: >10 gegenüber *Ch. evoluta*: <10).

Fares (1975) beschreibt *Ch. atlasica* als weitere Art aus Ablagerungen des Unteren Kimmeridgium. Diese

Art wurde von nachfolgenden Bearbeitern nicht wieder aufgegriffen, da alle Nachweise den beiden erstgenannten Arten zugeordnet wurden. Nach Befund der Abbildungen ist das Material vergleichsweise schlecht erhalten. Die Differentialdiagnose gegenüber *Ch. cuvillieri* ist dürftig und fehlt gegenüber *Ch. evoluta* (Gorbachik) und *Hemicyclammina praesigali* Banner vollkommen; die Eigenständigkeit der Art ist m.E. fraglich. Ein vergleichbares Schnittbild weist auch *Lituola nautiloidea minor* (Groiss & Winter, 1967) aus dem süddeutschen Tithonium auf. Möglicherweise ist sie ebenfalls mit einer der hier genannten *Charentia*-Arten synonym. Dagegen grenzt sich die ebenfalls ähnliche *Bulbobaculites maynci* aus dem Oxfordium (Bizon, 1958) durch die geringere Anzahl der Kammern pro Umgang ab. Von *Bosniella croatica* unterscheidet sich *Ch. cf. evoluta* durch die planspirale, regelmäßige Aufwindung der Kammern und zahlreichere Umgänge.

Eine monographische Bearbeitung der Gattung würde mehr Klarheit in die verworrene Systematik und Synonymie bringen.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Ch. cf. evoluta* ist nur durch wenige Exemplare aus dem Kalkoolith (MF-Typ 1) und der Nerineenlage (MF-Typ 7) belegt.

Bosniella croatica (Gušić, 1969)
(Taf. 14/3; Abb. 10)

- * 1969 *Mesoendothyra croatica* n. sp. – Gušić, 65, Taf. 11/1-8, 12/1-2.
 1975 *Mesoendothyra croatica* Gušić – Bassoullet & Poisson, 14, Taf. 2/1-5.
 1976 *Mesoendothyra croatica* Gušić – Hagen & Kemper, Taf. 5/1, 7/3.
 1980 *Mesoendothyra croatica* Gušić – Septfontaine, Taf. 1/16, 3/6.
 1982 *Mesoendothyra croatica* Gušić – Pélissié & Peybernès, Taf. 3/5-6.
 1984 *Mesoendothyra croatica* Gušić – Pélissié et al., Taf. 2/12.
 1985 *Mesoendothyra* sp. – Heinz, 123, Taf. 12/4.
 1988 *Mesoendothyra croatica* Gušić – Septfontaine, 242, Taf. 1/1.
 ? 1987 *Mesoendothyra* sp. – Bulundwe Kitongo, Taf. 5/5.
 1991 *Mesoendothyra croatica* Gušić – Darga & Schlagintweit, 212, Taf. 4/11. [dort weitere Synonyma]
 1993 *Mesoendothyra croatica* Gušić – Tasli, 49, Abb. 3, Taf. 1/12-14
 1994 *Bosniella croatica* (Gušić) nov. comb. – Bassoullet.
 1998 *Mesoendothyra croatica* Gušić – Geleta, Taf. 10/3-4.

Beschreibung: Das feinagglutinierte Gehäuse ist unregelmäßig plan- bis streptospiral aufgerollt. Es endet nach ca. zwei Umgängen mit einem kurzen, entrollten Abschnitt (Gehäusegröße bis 0.8mm).

Diskussion: Die für die Art bzw. Gattung typische keriothekale Wandstruktur ist im eigenen Material erhaltungsbedingt nicht dokumentiert. Die Wandung erscheint deshalb einfach gebaut. Dieses Phänomen ist jedoch weit verbreitet (z.B. Septfontaine, 1988; Darga & Schlagintweit, 1991). Aufgrund dieser Beobachtung entfällt nach Septfontaine (1988) eine Abgrenzung zwischen der Gattung *Mesoendothyra* (nicht-keriothekal) und *Bosniella* (keriothekal); er betrachtet beide Gattungen als synonym. Konsequenterweise ordnet Bassoullet (1994) deshalb die als „*Mesoendothyra*“ *croatica* in der Literatur etablierte Art der Gattung *Bosniella* zu; dem wird in dieser Arbeit gefolgt.

Eindeutig bestimmbar ist *B. croatica* erst dann, wenn günstige Schnittlagen mit dem entrollten Endteil vorliegen. Solche charakteristischen Schnittlagen der Art zeigt Tasli (1993). Im eigenen Material liegen aufgrund der zufälligen Anschnitte zumeist subtransversale Schnittlagen vor. Diese lassen sich nicht eindeutig von den von cf. *Bosniella* sp. und *Charentia* cf. *evoluta* abgrenzen, zumal die Arten mit *B. croatica* assoziiert vorkommen. Sobald der abgerollte Gehäuseendteil fehlt, besteht ebenfalls Verwechslungsmöglichkeit mit *Haplophragmoides* (Heinz, 1985), jedoch ist diese Gattung im Untersuchungsmaterial nicht belegt. Mehr oder weniger planspiral aufgewundene Exemplare erinnern im Schnittbild an *Lituola nautiloidea minor*, die Groiss & Winter (1967) aus dem süddeutschen Tithonium aufstellen. Das trifft ebenso auf *Bulbobaculites maynci* aus dem Oxfordium von Villers-Sur-Mer zu (Bizon, 1958). Cf. *Bosniella* sp. zeigt im Vergleich zu *B. croatica* eine deutliche streptospirale Gehäuseaufrollung, bleibt kleiner und ist seitlich abgeflacht. Dagegen unterscheidet sich *Charentia* cf. *evoluta* durch das aus zahlreicheren Umgängen aufgebaute, planspirale Gehäuse.

Fazielle und regionale Verbreitung: *B. croatica* ist generell im Korallenoolith verbreitet und auch im Untersuchungsgebiet in verschiedenen Faziestypen belegt. Häufig kommt sie in fossilreichen mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 4), in der Nerineenlage (MF-Typ 7) und in Cortoid-Kalksteinen (MF-Typen 9-11) vor.

cf. *Bosniella* sp.

(Taf. 14/4)

2000 textulariide Foraminifere – Reuter, Taf. 10/7.

Beschreibung: Das Gehäuse ähnelt *Bosniella croatica*. Es ist seitlich abgeflacht (ca. 0.13mm Durchmesser) und erreicht um 0.4mm Länge; im Endteil ist eine Entrollung der letzten Kammer(n) angedeutet.

Diskussion: cf. *Bosniella* sp. ähnelt *Bosniella croatica*, weist aber ein kleineres, stets streptospirales

Gehäuse auf. Die zufälligen Schnittlagen lassen in den meisten Fällen jedoch keine sichere Unterscheidung beider Arten zu.

Fazielle und regionale Verbreitung: cf. *Bosniella* sp. tritt faziesbrechend in verschiedenen Karbonatablagerungen auf, fehlt jedoch in mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 6). Besonders häufig ist sie in der Nerineenlage (MF-Typ 7) und in fossilreichen mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 4).

Haddonina sp.

(Taf. 9/4, 12/2, 24/6)

? 1991 *Placopsilina* sp. – Fürsich & Werner, Abb. 5e.

? 1996 ?*Haddonina* sp. – Bucur et al., Taf. 1/3, 6/4, 6-7.

Beschreibung: Die Kammeranordnung des inkrustierenden Gehäuses ist uniserial und entspricht weitgehend den Gattungen *Placopsilina* und *Subbdelloidina*. Die Gesamtlänge des Gehäuses erreicht bei einigen Exemplaren über 5mm, so dass *Haddonina* sp. einen besonders großwüchsigen riffassoziierten Sand-schaler repräsentiert. In den zufälligen Schnittlagen erscheinen die Kammern häufig unregelmäßig neben- und übereinander angeordnet. Sie bilden dabei einen klumpenförmigen Verband. In ihm kann nicht zwischen verschiedenen Exemplaren oder übereinanderwachsenden, unterschiedlich alten Gehäuseabschnitten differenziert werden. Deshalb sind auch keine genauen Angaben zur initialen Kammeranordnung möglich.

Die Kammern erscheinen im Schnittbild i.d.R. regelmäßig haubenförmig aufgewölbt. Der Kammerdurchmesser erreicht bei den terminal gebildeten bis fast 1mm. Die Wanddicke liegt konstant bei 0.1mm. Innen- und Außenwand sind scharf begrenzt und glatt. Als Baumaterial wird feinkörniger Kalkdetritus benutzt. Vereinzelt ist aber auch gröberes Material (Rhaxen) agglutiniert. Die Wand ist von zahlreichen radial bzw. senkrecht zur Wandoberfläche verlaufenden Kanälen durchzogen (canaliculat). Durch Einbau von größerem Material, vor allem Rhaxen, wird dieser charakteristische Wandaufbau leicht modifiziert, bleibt aber dennoch erkennbar.

Diskussion: Hierbei handelt es sich um eine unbekannte, großwüchsige inkrustierende Foraminiferenart des Oberjura. Aufbau des Gehäuses, insbesondere aber die canaliculate Wandstruktur mit dem Kanalsystem, ermöglichen die Zuordnung zu der Gattung *Haddonina* (Schmidt & Jäger, 1993). Diese Gattung ist bisher nur aus Ablagerungen nicht älter als Oberkreide bekannt. Höchstwahrscheinlich ist die von Bucur et al. (1996: Taf. 1/3, Taf. 6/4, 6, 7) abgebildete ?*Haddonina* sp. synonym mit *Haddonina* sp. aus dem Korallenoolith. Die Autoren liefern allerdings keine Beschreibung dieser Art.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Haddonia* sp. bleibt auf den Riffbereich beschränkt, ist dort aber häufig und aufgrund ihrer Größe der wichtigste inkrustierende Sandschaler. Exemplare befinden sich aufgewachsen auf Korallenstöcken oder eingewachsen in Thrombolith. Bei geselligem Auftreten entstehen klumpenförmige Gehäuse-Verbände. Dementsprechend fungiert *Haddonia* sp. als Binder. ?*Haddonia* sp. sensu Bucur et al. (1996) aus dem Tithonium von Sizilien ist ebenfalls aus Korallenriffen bekannt.

***Audienusina fourcadei* Bernier, 1984**
(Taf. 11/7)

* 1984 *Audienusina fourcadei* nov. sp. – Bernier, 509, Abb. 160, Taf. 17/1-8.

? 1995 *Audienusina* cf. *fourcadei* Bernier – Carras, Taf. 9/3.

Beschreibung: Das Gehäuse ist annähernd kugelig bis abgeflacht und erreicht maximal 0.7mm Durchmesser. Es besteht aus involut angeordneten, streptospiral aufgerollten Kammern (Schemazeichnung des Aufrollungsmodus und Kammeranordnung bei Bernier, 1984: Abb. 160). Die Kammern nehmen graduell an Größe zu und sind kalottenartig aufgebläht. Zum Bau werden etwa gleichgroße Komponenten (Peloide) genutzt. Die Außenwand schließt mit einer dichten Epidermis ab und erscheint deshalb verhältnismäßig glatt. Dagegen greifen die Komponenten zahnradartig nach innen, was zu charakteristischen Anschnitteffekten im Dünnschliff führt.

Diskussion: Im Vergleich zu dem Material von Bernier (1984) sind die Exemplare aus dem Korallenoolith durchschnittlich etwas kleiner und bestehen aus weniger Kammern.

Fazielle und regionale Verbreitung: *A. fourcadei* kommt ausschließlich in foraminiferenreichen Cortoid-Kalksteinen (MF-Typ 11) des Profils Mattenberg vor. Die Art ist vergesellschaftet mit Alveosepten, Milioliden, *Ammobaculites/Haplophragmium*, *Rectocyclammina chouberti*, *Glomospira* sp. und der Dasycladacee *Rajkaella* cf. *iailaensis*. Weitere fragliche Belege stammen aus der florigemma-Bank des Deisters.

A. fourcadei wurde von Bernier (1984) aus dem französischen Jura (oberes Kimmeridgium bis Tithonium) beschrieben. Wahrscheinlich handelt es sich um ein charakteristisches Faziesfossil, da *A. fourcadei* auch im französischen Jura an Kalkarenite bis Wackestones mit Sandschalern und Milioliden gebunden ist.

***Alveosepta jaccardi* (Schrodt, 1894)**
(Taf. 16/2; Abb. 19, 25-26)

- * 1894 *Cyclammina jaccardi* – Schrodt, 734.
- 1955 *Pseudocyclammina sequana* (Merian) – Schmidt, 62. [Niedersächsisches Becken]
- 1958 *Pseudocyclammina jaccardi* (Schrodt) – Maync, Taf. 1/1-8, 2/1-18.
- 1960 *Pseudocyclammina jaccardi* (Schrodt) – Maync, 107, Taf. 1/1-11, 2/1-23.
- 1964a *Pseudocyclammina jaccardi* (Schrodt) – Redmond, 406, Taf. 1/2-4.
- 1967 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Hottinger, 79, Abb. 40, Taf. 15/9-13, 16/1-9.
- 1970 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Bollinger & Burri, 43, Taf. 11/3.
- 1975 Foraminiferen der Gattung *Pseudocyclammina* – Schulze, Taf. 4/7. [Niedersächsisches Becken]
- 1976 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Peybernès, Taf. 10/1-4.
- 1980 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Septfontaine, Taf. 1/5-6.
- 1984 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Bernier, 507, Taf. 16/1-2.
- ? 1987 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt)? – Bulundwe Kitongo, 73, Taf. 4/5-6.
- 1988 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Fezer, Taf. 4/4.
- 1988 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Leinfelder et al., 1988, Taf. 2/9.
- 1990 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Wnendt-Juber, 82, Taf. 3/1. [dort weitere Synonyma]
- 1990 *Pseudocyclammina sequana* (Merian) – Zihrl, 92. [Niedersächsisches Becken]
- 1991 *Alveosepta* gr. *jaccardi* (Schrodt) – Altiner, Taf. 3/11-16.
- ? 1994 *Alveosepta powersi* (Redmond) – Simmons & Al-Thour, Taf. 4.3/5, 4.4/3-4, 7-8.
- 1993 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Tasli, Taf. 1/15-22. [dort weitere Synonyma]
- 1994 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Matos, Taf. 5.1/5.
- 1995 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Carras, Taf. 4/3.
- 1995 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Weiss, 221, Taf. 22/2. [Niedersächsisches Becken]
- 1997 *Alveosepta* sp. – Gramann et al., Taf. 1/4. [Niedersächsisches Becken]
- 2000 *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Grossowicz et al., Taf. 5/5.
- v 2001b *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Helm et al., Abb. 4. [Niedersächsisches Becken]
- 2003a *Alveosepta jaccardi* (Schrodt) – Schlagintweit et al., Taf. 2/4.
- 2004 *Alveosepta jaccardi* – Reyle, Taf. 5/6.

Beschreibung und Diskussion: Eine detaillierte Beschreibung dieser in oberjurassischen Flachwasserkarbonaten kosmopolitischen Art geben Maync (1958, 1960) und insbesondere Hottinger (1967).

Fazielle und regionale Verbreitung: Diese „faziesbrechende“ Art ist im Untersuchungsgebiet außerordentlich weit verbreitet und in diversen Kalkstein-Litho-

typen belegt (Abb. 33). Sie gehört zu den wenigen Foraminiferenarten, die auch noch im mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6) sporadisch vorkommen. Auch in Schlammproben mergeliger Kalksteine ist sie nachgewiesen (Profile Falldal und Pötzen. In der Nerineenlage (MF-Typ 7) und in Cortoid-Kalksteinen (MF-Typ 9, vor allem 11) des Profils Mattenbergs tritt sie am häufigsten, nahezu massenhaft, auf. Sogar im Kalkoolith (MF-Typ 1) ist sie mit umgelagerten Exemplaren noch vergleichsweise häufig.

Everticyclammina virguliana (Koechlin, 1942)
(Taf. 14/1)

- * 1942 *Pseudocyclammina virguliana* n. sp. – Koechlin 195, Taf. 6/1-7.
 1952 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Maync, Taf. 12/5.
 1955 *Pseudocyclammina ? virguliana* (Koechlin) – Schmidt, 63, Taf. 4/13. [Niedersächsisches Becken]
 non 1955 *Pseudocyclammina ? virguliana* (Koechlin) – Schmidt, Taf. 3B. [Niedersächsisches Becken]
 1967 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Hottinger, 84, Abb. 43, Taf. 9/10-16.
 1971 *Everticyclammina virguliana* Koechlin – Ramalho, 149, Taf. 12/3, 18/1-6, 10.
 1975 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Brun & Rey, 20, Abb. 4, Taf. 1/1-7, 2/1-9, 3/1-5. [dort weitere Synonyma]
 1976 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Peybernès, Taf. 10/5-8.
 1979 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Bellier et al., Taf. 2/1-2.
 1980 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Septfontaine, Taf. 1/7.
 1984 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Pélissié & Peybernès, Taf. 2/3.
 1984 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Bernier, 512, Taf. 18/1-9.
 1985 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Benest, Taf. 13, Fig. 11-13.
 1986 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Leinfelder, Taf. 5/2, 6/7.
 1990 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Wnendt-Juber, 82, Taf. 3/2. [dort weitere Synonyma]
 1991 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Darga & Schlagintweit, 213, Taf. 4/5.
 1994 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Simmons & Al-Thour, Taf. 4.2/7, 4.3/1-6.
 1994 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Simmons & Al-Thour, Taf. 4.2/7, 4.3/1-6.
 1995 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Carras, Taf. 13/1-2.
 1996 *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Bucur et al., Taf. 1/7.

2000 *Everticyclammina* gr. *E. virguliana* (Koechlin) – Grossowicz et al., Taf. 5/11-12.

2003a *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) – Schlagintweit et al., Taf. 2/13.

Beschreibung und Diskussion: Diese verhältnismäßig großwüchsige Art kommt weltweit verbreitet vor. Sie ist sowohl aus Schlammproben als auch aus Dünnschliffen bekannt und deshalb gut dokumentiert (s. Synonymieliste). Eine ausführliche Beschreibung der Art geben Koechlin (1947), Hottinger (1967) und Brun & Rey (1975). Mit der Gattung *Everticyclammina*, ihren Arten und Entwicklungslinien setzen sich Banner & Highton (1990) und Banner & Whittaker (1991) auseinander. Am eigenen Material lässt sich der Bauplan von *E. virguliana* (erst planspiral aufgerollt, terminal entrollt) nur schwer erkennen, da die Foraminifere sehr unterschiedliches und i.d.R. grobes Baumaterial, vor allem Kalkdetritus, gelegentlich auch Foraminiferegehäuse, benutzt (vgl. Darga & Schlagintweit, 1991: Taf. 4/5). Häufig sind die Komponenten von Pyrit durchsetzt und erscheinen im Dünnschliff dunkelbraun bis opak. Insgesamt wirken die Gehäuse in den Dünnschliffen deshalb „schmutzig“ und lassen sich aufgrund dieser Eigenschaft (spezifische Substratauswahl bzw. Diagenese!) *E. virguliana* zuordnen (vgl. Benest, 1985: Taf. 13/11-13).

Mit Hilfe von REM-Studien der Wand (Gesteinsabschläge) dokumentieren Bellier et al. (1979: Taf. 2/1-2) anschaulich den alveolaren Wandaufbau. Anhand von Dünnschliffuntersuchungen lässt sich dieser Aufbau nicht belegen. Das Phänomen trifft jedoch auf fast alle in der Synonymieliste aufgeführten Abbildungen zu und steht keinesfalls der vorgenommenen Determinierung entgegen. Allerdings ist gerade deshalb die Art bei ungünstigen Schnittlagen leicht mit großen, einfach gebauten Sandschalern, z.B. *Ammobaculites coprolithiformis*, zu verwechseln. Insbesondere deshalb, weil solche Arten gewöhnlich zusammen mit *E. virguliana* auftreten.

Nach den phylogentischen Studien von Banner & Highton (1990) und Banner & Whittaker (1991) entwickelt sich die Gattung *Everticyclammina* während des Callovium/Oxfordium aus der Gattung *Ammobaculites*. Nach den Autoren entsteht *E. virguliana* erst während des Kimmeridgium aus einer Vorläuferform (*Everticyclammina* sp.). Offensichtlich reicht die Art *E. virguliana* aber bis in das Mittlere Oxfordium zurück.

Fazielle und regionale Verbreitung: *E. virguliana* bleibt auf fossilreiche mikritische Kalksteine (MF-Typ 4) und die Nerineenlage (MF-Typ 7) beschränkt, erscheint in diesen Faziestypen jedoch gesellig (vor allem in den Profilen Föhrdal, Roter Stein und Haddessen). Am häufigsten ist sie an der Basis der *florigemma*-Bank (Wackestone) und im Intrariffbereich.

Nach Gramann et al. (1997) tritt *E. virguliana* im Niedersächsischen Becken frühestens in den *humeralis*-Schichten (Grenze Oxfordium-Kimmeridgium) auf (nach Schmidt, 1955: 63: ab höherem „Unteren Kimmeridge“).

Everticyclammina sp.

[cf. *Ps. ammobaaculiti-formis* Maync]
(Taf. 15/1, 16/1A; Abb. 11, 13-14, 21-22)

- ? 1938 *Ammobaaculites coprolithiformis* var. *sequana* n. var. – Mohler, 11, Fig. 8.
? 1950 *Pseudocyclammina lituus* Yabe et Hanzawa – Weynschenk, Taf. 3/26.
? 1952 *Pseudocyclammina ammobaaculiti-formis* n. sp. – Maync.
? 1974 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Beauvais et al., Abb. 2B.
1975 Intraklaste – Schulze, Taf. 4/1. [Niedersächsisches Becken]
? 1995 ?*Everticyclammina* sp. – Baumgärtner & Reyle, Abb. 14.
2000 Foraminifere vom Typ *Ammobaaculites*?/*Haplophragmium*? sp. – Reuter, Taf. 10/1. [Niedersächsisches Becken]
v 2001b Foraminiferen vom Typ *Otaina magna* – Helm et al., Abb. 4. [Niedersächsisches Becken]
v 2003c *Everticyclammina* sp. – Helm et al., Taf. 4/3. [Niedersächsisches Becken]

Beschreibung: *Everticyclammina* sp. ist ein großer, komplex gebauter Sandschaler. Das Gehäuse besitzt einen planspiralen Anfangsteil mit wenigen involuten Kammern (ca. 5), dem sich ein langer, entrollter Gehäuseteil anschließt. Auf den rectilinearen Gehäuseteil entfallen bis zu 7 aufgeblähte Kammern, die im Längsschnitt halbmondförmige Kammeranschnitte ergeben. Der Durchmesser des Gehäuses liegt zwischen 1.5 und 2.5mm; die Länge ausgewachsener Exemplare beträgt bis über 7mm. Das Gehäuse ist zweiwandig. Es besteht aus einer inneren dicken, komplex gebauten Lage (mikrogranulären Schicht), der sich eine dünne, imperforate Deckschicht bzw. Epidermis anschließt (vgl. Kaefer, 1967). Letztere ist nur ausnahmsweise erhalten bzw. sichtbar (Taf. 15/1D, F). Die mikrogranuläre Schicht ist von verzweigten Kanälen durchbrochen („alveolar“). Innerhalb des Gehäuses (Kammerscheidewände) ist der labyrinthische Wandaufbau nicht mehr belegt (reduziert) und die Wandung erscheint einfach agglutiniert: Es liegt lediglich gröberer Kalkdetritus vor, der punktuell über „Zementbrücken“ miteinander rigide verbunden ist. Dementsprechend sind zahlreiche Verbindungen zwischen den Kammern vorhanden, deren Gestalt und Anordnung vom Baumaterial abhängen.

Zum Gehäusebau werden unterschiedliche karbonatischen Materialien variabler Größe genutzt; die Materialauswahl ist weitgehend vom Angebot abhängig. Exemplare aus dem Kalkoolith und *Everticyclammina*-

Kalkstein nutzen vor allem Ooide (Taf. 15/1A-D). Dagegen sind Exemplare aus Cortoid-Kalksteinen großteils aus Cortoiden agglutiniert (Taf. 15/1E-G). Insbesondere bei ihnen zeichnet sich eine bimodale Größenverteilung des agglutinierten Wandmaterials ab: Für das „Gerüst“ werden Cortoide mit einem Durchmesser um 0.2mm benutzt, während für die Ausgestaltung des „Labyrinths“ wesentlich kleinerer Kalkdetritus verwendet wird.

Diskussion: Diese auch außerhalb des Niedersächsischen Beckens vorkommende Foraminifere (s. Synonymieliste) lässt sich anscheinend keiner bisher aufgestellten Art zuordnen. Sie wurde in offener Nomenklatur behandelt oder bestehenden Arten zugeordnet. Beispielsweise dürfte die von Weynschenk (1950: Taf. 3/26) abgebildete Foraminifere (*Pseudocyclammina lituus*) aus oberjurassischem Riffkalkstein des Sonnwendgebirges (Österreich) ebenso *Everticyclammina* sp. angehören. Von der Aufstellung einer neuen Art wird jedoch im Rahmen dieser Arbeit abgesehen. Der Gehäusebau und die Wandstruktur erlauben eine provisorische Zuordnung dieser Foraminiferen zu der Gattung *Everticyclammina* (vgl. Redmond, 1964a). Die größten Übereinstimmungen bestehen mit *Ammobaaculites coprolithiformis* var. *sequana* Mohler. Zwar soll *A. coprolithiformis* var. *sequana* durch eine einfach gebaute Wandung gekennzeichnet sein, doch betont Maync (1952), dass auch sie eine komplexe Wand besitzt, da er anhand einer Photographie (Mohler, 1938: Abb. 8) labyrinthische Strukturen erkennt. Maync (1952) stellt deshalb für diese Variante eine neue Art, *Pseudocyclammina ammobaaculiti-formis* n. sp., auf. Ohne weitere Untersuchungen des Materials aus dem Schweizer Jura lässt sich diese Aussage nicht überprüfen. Sollte Maync's Aussage jedoch zutreffen, dann sind *Ps. ammobaaculiti-formis* Maync und *Everticyclammina* sp. synonym.

Übereinstimmungen bestehen auch mit *Otaina magna*. Nach Ramalho (1990) besitzt diese Art jedoch einen mehr oder weniger streptospiralen Anfangsteil (Seite 56, Diagnose: „[Stade initial].....plus ou moins streptospiralé; ...“. Außerdem besteht das Gehäuse von *Everticyclammina* sp. im Vergleich zu dem von *O. magna* aus gröberen Material. Es zeigt zudem Materialeinsparungen im Verbindungsbereich aneinanderhängender Kammern und ist unregelmäßiger aufgebaut. Eine Synonymie zwischen beiden Arten möchte ich dennoch nicht ausschließen, da die zufälligen Schnittlagen beispielsweise eine sichere Ansprache des Aufrollungsmodus nicht zulassen. Möglicherweise lassen sich die Unterschiede im Gehäusebau auch auf ein abweichendes Materialangebot zurückzuführen. Denkbar wäre ebenso eine Zuordnung zu der Gattung *Rectocyclammina*. Deren Arten zeichnen sich jedoch durch terminal gelegene Kammeröffnungen aus, die bei *Everticyclammina* sp. nicht vorkommen.

Die robusten Gehäuse von *Everticyclammina* sp. sind fast immer leicht abgerollt und/oder mehr oder weniger intensiv mikritisiert. Der komplexe Wandaufbau geht dadurch verloren und das Gehäuse erscheint einfach agglutiniert. Schlecht erhaltene Gehäuse von *Everticyclammina* sp. erinnern ebenfalls an großwüchsige, einfach gebaute Sandschaler mit gleichem Bauplan (*Ammobaculites*, *Haplophragmium*). Schulze (1974) verwechselte sie deshalb mit Intraklasten (Mikrofazies 3.1 und 3.2 sensu Schulze, 1974).

Fazielle und regionale Verbreitung: *Everticyclammina* sp. ist allgemein im Korallenoolith weit verbreitet und darüber hinaus in manchen Horizonten die einzige Foraminifere mit gesteinsbildenden Häufigkeiten (Helm et al., 2001b). Auch im Untersuchungsgebiet ist *Everticyclammina* sp. in fast allen Faziestypen mehr oder weniger häufig anzutreffen. Gesteinsbildend tritt sie im *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2) auf (Abb. 13), sehr häufig ist sie auch in Cortoid-Kalksteinen (MF-Typen 9, 11). Dagegen meidet sie Ablagerungsräume mit feinkörnigem Substrat. Deshalb ist sie im mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6) nur durch wenige, umgelagerte Exemplare belegt.

Lithocodium aggregatum Elliott, 1956 und
Troglotella incrustans Wernli & Fookes, 1992
(Taf. 5/1, 10/3-4, 38/2)

Beschreibung und Diskussion: Die Foraminiferen *L. aggregatum* und *Tr. incrustans* sind jüngst durch Schmid (1996) und Schmid & Leinfelder (1996) monographisch bearbeitet worden (dort ausführliche Synonymie-Listen). Sie treten gewöhnlich vergesellschaftet auf (*L. aggregatum* - *Tr. incrustans* foraminiferale consortium sensu Schmid & Leinfelder, 1996) und sind in der flachmarinen Karbonatfazies des Oberjura ubiquitär. Innerhalb des „Konsortiums“ tritt *Tr. incrustans* im Zentrum auf und wird von der loftusiiden Foraminifere *L. aggregatum* umspannt. Zusammen bilden sie auf Hartsubstraten bis mehrere cm²-große Überzüge. Der Kontakt zum inkrustierten Substrat ist i.d.R. diffus. In einzelnen Fällen ergeben sich aber auch scharfe Grenzflächen, die auf ein erosives Einschneiden in den Untergrund hinweisen (Taf. 10/3).

Häufig kommt das Foraminiferen-Konsortium auch zusammen mit *Bacinella irregularis* und Solenoporen vor. Dabei entstehen manchmal charakteristische Knollen (cf. Taf. 5/1; Helm et al., 2001b: Fig. 5).

Fazielle und regionale Verbreitung: Das Foraminiferen-Konsortium ist weit verbreitet und kommt faziesübergreifend vor. Voraussetzung ist jedoch die Existenz von Hartsubstrat. Innerhalb der Riffe bevorzugt das Foraminiferen-Konsortium *Th. dendroidea*-Äste, die sie direkt, ohne Zwischenschaltung von Thrombolith, überzieht. Stellenweise ist *L. aggregat-*

um manchmal so häufig, dass es „Brücken“ zwischen benachbarten Korallenästen aufbaut. Solche Beispiele weisen darauf hin, dass *L. aggregatum* in bestimmten Fällen auch als Riffbinder innerhalb der Rifffazies auftritt. Vergleichbare Beobachtungen schildern Beauvais et al. (1988) und Ourribane et al. (2001). Vereinzelt kommt das Foraminiferen-Konsortium auch im Onkolith (MF-Typ 3) vor, wo es sich am Aufbau der Onkoide beteiligt. Ansonsten können alle denkbaren größeren Komponenten wie Biogene, Bioklasten oder Cortoide überwachsen werden.

Pseudocyclammina lituus (Yokoyama, 1890)
(Taf. 13/1)

- * 1890 *Cyclammina lituus* n. sp. – Yokoyama, 26, Taf. 5/7.
- 1958 *Haplophragmium* aff. *coprolithiformis* (Schwager) – Dufaure, Taf. 2/2-3.
- 1959 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Maync, 158, Taf. 1-5. [dort weitere Synonyma]
- 1967 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Kaefer, 201, Abb. 2, Taf. 22/1-5, 23/1-7.
- 1967 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Hottinger, 57, Abb. 29a, b, Taf. 10/11-13.
- 1970 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Bollinger & Burri, 42, Taf. 11/2.
- 1971 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Ramalho, 146, Taf. 14/5-6.
- 1981 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Steiger, 246, Taf. 19/1, 20/6.
- 1984 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Bernier, 513, Taf. 19/5-6.
- 1985 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Hüßner, 155, Taf. 20/1, 3
- 1985 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Benest, Taf. 14/1-3.
- 1989 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Dragastan, Taf. 21/5
- 1990 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Wnendt-Juber, 83, Taf. 4/3. [dort weitere Synonyma]
- 1991 *Pseudocyclammina lituus* Yokoyama – Altiner, Taf. 4/10, 7/9, 14.
- 1991 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Darga & Schlagintweit, 213, Taf. 4/6. [dort weitere Synonyma]
- 1994 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Gielisch, 154, Taf. 7/6.
- 1995 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Carras, Taf. 9/4, 12/1, 13/5, 35/5-7, 37/6.
- 1998 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Dozet & Šribar, Taf. 7/4.
- 1999 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Moshammer & Schlagintweit, Taf. 2/8, 15.
- 2001 *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) – Olszewska & Wieczorek, Abb. 3.5.

2003 *Pseudocyclamina lituus* (Yokoyama) – Gawlick et al.,
Taf. 2/2, 5.

Beschreibung und Diskussion: Eine detaillierte Beschreibung dieses allgemein bekannten, komplex gebauten Sandschalers geben Maync (1959), Kaefer (1967) und Hottinger (1967). Nach Hottinger (1967) gehören einige der von Maync (1959) beschriebenen Exemplare zu *Pseudocyclamina maynci*.

Im untersuchten Material ist *Ps. lituus* nur durch Achsialschnitte und parallel dazu verlaufende Schnittlagen nachweisbar. Äquatorialschnitte sind dagegen nicht belegt (Einkippung der scheibenförmigen Gehäuse parallel zur Schichtung; Schnittlage der Dünnschliffe dagegen senkrecht zur Schichtung). Bei den (ungünstigen) Achsialschnitten ist dagegen eine Unterscheidung von ähnlich aufgebauten Alveosepten und Schwesterarten der Gattung *Pseudocyclamina* ohne entrollten Gehäuseabschnitt (vgl. Hottinger, 1967) schwierig bzw. nicht möglich. Eventuell treten also im untersuchten Material neben *Ps. lituus* noch weitere Arten auf.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Ps. lituus* kommt im Steinbruch Haddessen vereinzelt in der Nerineenlage (MF-Typ 7) vor. Ein Einzelfund stammt aus dem *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2) des Profils Dachtelfeld.

Nach Bollinger & Burri (1970: 43) ist *Ps. lituus* „anspruchsvoll“ und bleibt auf Karbonat-Ablagerungsräume ohne terrigenen Eintrag beschränkt. Im Korallenoolith ist er an lagunäre, fossilreiche mikritische Kalksteine (eigene Beobachtungen) bzw. bestimmte Karbonat-Lithotypen gebunden.

***Rectocyclamina chouberti* Hottinger, 1967**
(Taf. 16/1)

* 1967 *Rectocyclamina chouberti* n. sp. – Hottinger, 55, Abb. 26, 27a-c, Taf. 9/19-21.

1971 *Rectocyclamina chouberti* Hottinger – Ramalho, 144, Taf. 14/1-4.

1975 *Rectocyclamina chouberti* Hottinger – Dragastan, Taf. 36/3, 57/3, 65/2.

1984 *Rectocyclamina chouberti* Hottinger – Bernier, 513, Taf. 20/3.

? 1995 ?*Rectocyclamina chouberti* Hottinger – Carras, Taf. 13/6.

Beschreibung: Die Art wird ausführlich von Hottinger (1967) beschrieben und illustriert. Im untersuchten Material liegen nur wenige (schräge) Längsschnitte des zylinder- bis keulenförmigen Gehäuses vor. Die planspiral aufgewundene Spira ist entweder tangential getroffen bzw. liegt bereits außerhalb der Schnittebene. Rekonstruiert ergibt sich eine Gesamtlänge von 1.5 bis 2mm bei einem maximalen Durchmesser des rectilinearen Gehäuseabschnitts von 0.6mm. Im rectilinearen

Abschnitt sind 4 bis 5 kugelige, sich z.t. überlappende Kammern ausgebildet. Sie nehmen mehr oder weniger gleichmäßig an Durchmesser und Höhe zu. Terminal befindet sich jeweils eine Öffnung, die in zentralen Gehäuse längsschnitten ein charakteristisches Erscheinungsbild ergibt (Taf. 16/1A). *R. chouberti* zeichnet sich ferner durch einen von Hottinger (1967) näher charakterisierten alveolaren Wandaufbau aus. Er ist in den vorliegenden Exemplaren erhaltungsbedingt (Mikritisierung der Gehäuseoberfläche) nur noch undeutlich wahrnehmbar.

Diskussion: Aufgrund des Vorkommens zahlreicher ähnlicher Arten in den untersuchten Korallenoolith-Ablagerungen ist die Art nur anhand zentraler Gehäuse längsschnitte sicher identifizierbar. Ungünstige Schnittlagen lassen dagegen keine sichere Abgrenzung von *Everticyclammina* sp., *Otaina magna* und großen, einfach gebauten Sandschalern zu. Gehäuse von *Everticyclammina* sp. und *Otaina magna* sind hingegen deutlich größer (vgl. Taf. 16/1A).

Fazielle und regionale Verbreitung: *R. chouberti* bleibt auf den foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein (MF-Typ 11) des Profils Mattenberg beschränkt. Weitere sind aus dem Korallenoolith nicht bekannt.

R. chouberti ist bisher nur von wenigen Fundorten (Marokko, Portugal, Südfrankreich, ?Griechenland) bekannt geworden. Bernier (1984: 513) weist darauf hin, dass diese Art in Karbonatablagerungen des französischen Jura gewöhnlich mit *Audienusina fourcadei*, *Nautiloculina oolithica* und Milioliden vergesellschaftet ist. Diese Beobachtung trifft ebenfalls für das fazielle Auftreten von *R. chouberti* im Korallenoolith (MF-Typ 11) zu.

***Otaina magna* Ramalho, 1990**
(Taf. 16/3)

* 1990 *Otaina magna* n. gen. n. sp. – Ramalho, 56, Taf. 1-5.

1994 *Otaina magna* Ramalho – Leinfelder, 26, Abb. 38.

1995 ?*Everticyclammina* sp. – Baumgärtner & Reyle, Abb. 14.

Beschreibung: Die Foraminifere wird ausführlich von Ramalho (1990) beschrieben und gegenüber vergleichbaren Foraminiferentaxa abgegrenzt. Es handelt sich um eine großwüchsige loftusiide Foraminifere mit komplexem Wandaufbau. Das Gehäuse besteht aus einem streptospiralen Anfangsteil, dem sich ein zylinderförmiger, rectilinearer Endteil aus ca. 4-6 Kammern anschließt. *O. magna* ist ausgesprochen großwüchsig; Ramalho (1990) gibt für die Gesamtlänge der Gehäuse mehrere Millimeter (maximal 6.4mm) an.

Im untersuchten Dünnschliff-Material sind nur Querschnitte (Durchmesser ca. 1.5mm, maximal >2mm) und schräge Querschnitte durch das Gehäuse – meistens durch den zylindrischen Endteil – belegt. Die labyrinth-

thische Wandung ist ausgesprochen dick und robust. Sie schließt nach außen mit einer dünnen Deckschicht ab. Als Baumaterial werden Pelloide, Bioklasten, Foraminiferengehäuse und Rhaxen benutzt.

Diskussion: *Otaina magna* ist bereits in Ablagerungsräumen der *florigemma*-Bank außerhalb des Untersuchungsgebietes (Deister) durch charakteristische Gehäuseanschnitte gut dokumentiert, so dass an der Zuordnung der Gehäusequerschnitte zu dieser Art kein Zweifel besteht. Der Gehäusebauplan von *O. magna* entspricht weitestgehend dem von *Everticyclammina* sp.. Beide Arten kommen in den gleichen Faziestypen vor, so dass bei schlechter Erhaltung und/oder ungünstigen Schnittlagen eine sichere Differenzierung nicht möglich ist (s. dort). Insbesondere bei Schnittlagen durch den aufgewundenen Gehäuseteil bestehen Verwechslungsmöglichkeiten mit der in Flachwasserkarbonaten weit verbreiteten *Pseudocyclammina lituus* (vgl. Benest, 1985: Taf. 14/3).

Große Ähnlichkeiten bestehen auch mit *Coscino-phragma cribrosum* (Reuss) (vgl. Schlagintweit & Ebli, 1999: Taf. 5/6). Die inkrustierende Lebensweise dieser Art lässt sie aber dennoch leicht von *O. magna* abgrenzen, da erstere auf Hartsubstrat aufwächst.

Fazielle und regionale Verbreitung: *O. magna* bleibt auf die Nerineenlage (MF-Typ 7) beschränkt. Besonders häufig ist sie in den Profilen Föhrtal und Bohrberg; in anderen Profilen tritt sie dagegen mengenmäßig zurück. Möglicherweise kommt *O. magna* auch zusammen mit *Everticyclammina* sp. im *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2) vor. Die relativ schlechte Erhaltung bzw. Mikritisierung des Gehäuses lässt aber keine sichere Aussage zu.

O. magna wurde erstmals aus dem Lusitanischen Becken von Portugal (Kimmeridgium, Ota-Plattform) beschrieben (Ramalho, 1990). Nachweise dieser Art beschränken sich auf Portugal (Leinfelder, 1994) und Spanien (Baumgärtner & Reyle, 1995: Kimmeridgium des Keltiberikums). *O. magna* tritt auch im Niedersächsischen Becken auf, und zwar bereits in wesentlich jüngere Ablagerungen (Mittleres Oxfordium) der *florigemma*-Bank. Wahrscheinlich ist diese großwüchsige und auffällige Art während des Oberjura regional wesentlich weiter verbreitet und wurde bis dato anderen Arten zugewiesen bzw. in offener Nomenklatur behandelt.

Das Erscheinen bzw. Ausbleiben der Art im Korallenoolith zeigt fazielle Abhängigkeiten an. *O. magna* ist stets an lagunäre, feinkörnige Karbonatsedimente (bioklastenreiche Pelmikrite/Pelsparite, Kalkarenite usw.) gebunden, fehlt dagegen in mikritischen Kalksteinen (z.B. MF-Typ 6) oder höherenergetischen Karbonat-ablagerungen. Dieser Befund korreliert mit Angaben aus der Literatur (Baumgärtner & Reyle, 1995). Leinfelder (1994: 26) weist zudem auf Massenauf-treten („Foraminiferensande“) hin, die auf besonders günstige Lebensbedingungen für diese Art schließen lassen.

Trochammina inflata (Montagu, 1808) (Taf. 13/3)

- * 1808 *Nautilus inflatus* n. sp. – Montagu, 81, Taf. 18/3.
- 1890 *Trochammina inflata* (Montagu) – Haeusler, 65, Taf. 10/25-26.
- 1960 *Trochammina inflata* (Montagu) – Lutze, 447, Taf. 28/1-3. [Niedersächsisches Becken]
- 1991 *Trochammina inflata* (Montagu) – Stinder, 123, Taf. 1/7. [Niedersächsisches Becken] [dort weitere Synonyma]

Beschreibung und Diskussion: Von dieser Art liegt lediglich ein Äquatorialschnitt des Gehäuses vor. Das aus feinem Kalkdetritus agglutinierte, planspiralige Gehäuse hat zwei Umgänge und erreicht ca. 0.35mm Durchmesser. Es besteht aus wenigen, leicht aufgeblähten Kammern (insgesamt 11, davon entfallen 5 ½ auf den letzten Umgang) mit deutlich nach hinten gebogenen Suturen. Die Kammern nehmen kontinuierlich an Größe zu.

Nach Interpretation des Äquatorialschnitts gehört die Foraminifere der Gattung *Haplophragmoides* oder *Trochammina* an. Von beiden Gattungen wurden bisher – aus Schlämmrückständen – mehrere Dutzend mesozoische Arten beschrieben, so dass eine nähere Bestimmung kaum durchführbar erscheint. Da jedoch die Übereinstimmungen mit der von Lutze (1960) aus den Heersumer Schichten und der von Stinder (1991) aus dem Korallenoolith nachgewiesenen *Trochammina inflata* so gravierend sind, stelle ich das Exemplar zu dieser Art.

Fazielle und regionale Verbreitung: Von cf. *Trochammina inflata* liegt lediglich ein Exemplar vor. Es stammt aus fossilreichem mikritischem Kalkstein der *florigemma*-Bank (MF-Typ 4).

Tritaxis lobata (E. & I. Seibold, 1960) (Taf. 10/2)

- * 1960 *Valvulina lobata* n. sp. – E. & I. Seibold, 336, Abb. 4f, g, Taf. 8/11.
- 1960 *Valvulina ? fusca* (Williamson) – Lutze, 447, Taf. 28/4a, b.
- 1968 *Tritaxis lobata* (E. & I. Seibold) – Oesterle, 752.
- 1970 *Tritaxis lobata* (E. & I. Seibold) – Winter, 12, Taf. 2/46.
- 1983 *Valvulina lobata* Seibold – Gaillard, 316, Taf. 19/1-2. [Dünnschliff-Fotos]
- 1989 *Valvulina lobata* E. & I. Seibold – Lang, 233, Taf. 60/5. [Dünnschliff-Fotos]
- 1991 *Tritaxis lobata* (E. & I. Seibold) – Schmalzriedt, 103, Taf. 6/10-12. [dort weitere Synonyma]
- 1994 *Tritaxis lobata* (E. & I. Seibold) – Munk, 356, Taf. 1/6-8, 5/6, 10.

Beschreibung: *Tr. lobata* hat ein napf- bis flachkegelförmiges triseriales Gehäuse mit zahlreichen Um-

gängen (maximal 6). Die Umbilalkalseite, mit der das Gehäuse am Harts substrat festgeheftet ist, ist abgeflacht. Das Gehäuse erreicht 1 bis 1.5mm Durchmesser bei einer Höhe von <1mm und ist somit deutlich flacher als breit. Die Wand ist dünnwandig und aus feinen Quarzkörnern agglutiniert; sie erscheint im Dünnschliff transparent. E. & I. Seibold (1960: 336), Schmalzriedt (1991: 103) und Munk (1994: 356); betonen die große Variationsbreite der Art (Höhe-Breite-Verhältnis, unregelmäßiger Wuchs). Dementsprechend vielgestaltig ist auch die Schnittspur des Gehäuses in den Dünnschliffen.

Fazielle und regionale Verbreitung: Es handelt sich um eine nicht-inkrustierende Foraminiferen-Art, die dennoch an die Rifffazies gebunden ist. Die Gehäuse sind stets mit ihrer Unterseite auf dem Harts substrat, fast immer ein Korallenstock, festgeheftet. Nur vereinzelt befinden sie sich auch in Thrombolith eingewachsen. Im Untersuchungsgebiet tritt *Tr. lobata* relativ selten auf; lediglich im Profil am Grünen Altar kommt sie häufig vor (clusterartiges Auftreten im Handstückbereich). Ansonsten ist die Art noch aus der *florigemma*-Bank des Deisters (Pofile Hirschkopf und Speckhals) bekannt; auch dort sitzt sie Korallenstöcken auf. Im Hainholz-Member des Steinbruchs am Hainholz im Osterwald tritt die Art häufig im Lösungsrückstand von Riffkalkstein auf.

Tr. lobata wurde bisher mehrfach aus Schlamm- und Ätzrückständen oberjurassischer Kalksteine aus Süddeutschland genannt. Sie ist typisch für die „Schwammfazies“, wo sie i.d.R. Schwämme besiedelt oder innerhalb der Schwämme vorkommt (E. & I. Seibold, 1960; Gaillard, 1983; Lang, 1989; Munk, 1994). In der süddeutschen „Normalfazies“ wurde sie dagegen noch nicht beobachtet (Schmalzriedt, 1991: 103). Nach Lutze (1960: 447) kommt die Art auch in Callovium-zeitlichen Tonmergeln des Niedersächsischen Beckens vor. Der Nachweis von *Tr. lobata* im Korallenoolith zeigt, dass die Art auch (lagunäre) Korallenriffe besiedelte. Wahrscheinlich lässt sich die „Seltenheit“ von *Tr. lobata* in Korallenriffen auf ihren ungenügenden Bekanntheitsgrad zurückführen. Dünnschliffaufnahmen dieser Art liegen nämlich nur in Gaillard (1983: Taf. 19/1-2) und Lang (1989: 60/5) vor.

***Gaudryina heersumensis* Lutze, 1960**
(Taf. 17/1-2; Abb. 10)

- * 1960 *Gaudryina heersumensis* n. sp. – Lutze, 445, Taf. 27/8-9.
- 1962 *Gaudryina heersumensis* Lutze – Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen, 190.
- 1963 *Gaudryina heersumensis* Lutze – Lutze, 371.
- 1991 *Gaudryina heersumensis* Lutze – Stinder, 121, Taf. 1/5.
[dort weitere Synonyma]
- v 2000 *Bitaxa?* sp. – Reuter, Taf. 9/2.

Beschreibung: *G. heersumensis* hat ein langgestrecktes bis gebogenes Gehäuse. Es ist im ersten Gehäuseabschnitt triserial und geht dann in einen biserialen Abschnitt über. Der triserialer Anfangsteil weist einen ausgeprägten dreieckigen Querschnitt mit scharfen Kanten auf. Die Wandung ist eben bis leicht konkav. Im biserialen Abschnitt schließen sich noch wenige weitere Umgänge an. Sämtliche Kammerscheidewände sind stumpf-kegelartig gegen den Apex gestreckt. Insgesamt erreicht das Gehäuse eine Länge von bis zu 0.4mm. Als Baumaterial wird feines, kalkiges Material benutzt.

Lutze (1960) betont in der Diagnose der Art, dass der triserialer Anfangsteil höchstens 1/3 der Gehäuselänge einnimmt. Später (1963) weist er jedoch darauf hin, dass die innerartliche Variationsbreite groß ist, da auch Gehäuse mit stark verlängertem, biserialerem Gehäuseabschnitt vorliegen (Adams, 1962; Stinder, 1991). Nach Kemper (1987) zeigen Vertreter der Gattung *Gaudryina* generell eine beträchtliche intraspezifische Gehäusevariabilität. Dieses Phänomen soll Milieu-abhängig sein und vor allem durch die Temperatur gesteuert werden (Kemper, 1987).

Diskussion: Die artliche Zuordnung der Foraminiferen im Dünnschliff gelingt erst dann, wenn aus demselben Material mehrere Schnittlagen vorliegen. Der triserialer Abschnitt allein lässt sich leicht mit *Tritaxia*-Arten, die dreieckige Gehäusequerschnitte aufweisen, verwechseln (Lutze, 1960: *Tritaxia* sp.1; Schöllhorn, 1998: Taf. 10/4-5: *Tritaxia* sp.), letztere Taxa erreichen jedoch größere Gehäusedurchmesser. *G. heersumensis* unterscheidet sich von den anderen Arten der Gattung *Gaudryina* vor allem durch den scharfkantigen, triserialen Gehäuseabschnitt. Ähnlich ist die Kimmeridge-Form *G. hawkinson* Cushman, die ebenfalls im Korallenoolith vorkommen soll (Plote, zitiert in Lutze, 1960: 445). Ihr Gehäuse ist jedoch gedrungener.

Fazielle und regionale Verbreitung: *G. heersumensis* kommt sehr häufig, örtlich sogar massenhaft (Profile Bakeder Berg und Föhrtal) im Kalkoolith (MF-Typ 1) vor. In allen untersuchten Profilen ist sie weitgehend an feinkörnigen Kalkarenit gebunden. *G. heersumensis* ist vor allem aus dem höheren Abschnitt der Heersumer Schichten bekannt (Lutze, 1960, 1963; Stinder, 1991). Lutze (1960: 445) und Adams (1962) weisen darauf hin, dass die Häufigkeit der Art mit Einsetzen der oolithischen Fazies zunimmt.

cf. *Tritaxia* sp.1 (sensu Lutze, 1960)
(Taf. 11/6)

Beschreibung: Es liegt lediglich ein Querschnitt des dreikantigen, triserialen Gehäuses vor. Die ca. 0.4mm breiten Seitenflächen sind leicht konkav, die Kanten zugerundet.

Diskussion: Der charakteristische Anschnitt erlaubt eine provisorische Zuordnung zu *Tritaxia* sp.1 sensu Schulze (1960: 444, Taf. 27/12). Vom Gehäusehabitus ähnlich sind die ebenfalls im Korallenoolith belegten Arten der Gattung *Triplasia* (bzw. *Tristrix*) (Schulze, 1960). Deren Gehäuse sind jedoch uniserial und weisen lediglich dreieckige Kammerquerschnitte auf. Querschnitte von *Triplasia* sind deshalb durch ein andersartiges Schnittmuster der Kammerwände gekennzeichnet. Sehr ähnlich sind auch Querschnitte durch den triserialen Gehäuseteil von *Gaudryina heersumensis*. Gehäuse dieser Art erreichen jedoch im triserialen Abschnitt nicht den Durchmesser von cf. *Tritaxia* sp.1. Außerdem weicht das Schnittbild durch die drei radial verlaufenden Kammersuturen von cf. *Tritaxia* sp.1 ab.

Fazielle und regionale Verbreitung: Ein Einzelfund von cf. *Tritaxia* sp.1 liegt aus dem Intrariffbereich vor (Profil Haddessen).

„*Paleopfenderina*“ cf. *gracilis* (Redmond, 1964b)
sensu Bassoulet & Lorenz (1995)
(Taf. 17/6; Abb. 25)

- ? 1964b *Paleopfenderina gracilis* n. sp. – Redmond, 254, Taf. 1/14-16.
? 1993 *Arenobulimina* aff. *corniculum* Arnaud-Vanneau – Bucur et al., Taf. 5/12.
? 1994 *Verneuilinoides* cf. *minuta* Said & Barakat – Gielisch, 156, Taf. 7/9.
1995 *Paleopfenderina* cf. *gracilis* (Redmond) – Bassoulet & Lorenz, 20, Taf. 2/7-8.

Beschreibung: Das kalkig-feinagglutinierte Gehäuse ist ausgestreckt haubenförmig und erreicht eine Höhe bis ca. 0.4mm. Das Verhältnis von Höhe zu Durchmesser beträgt bei großen Exemplaren etwa 2:1. Das Gehäuse ist deutlich trochospiral und besteht aus 3 bis 5 Umgängen. Es sind einheitlich 5 bis 5.5 (im Mündungsbereich selten 6) Kammern pro Umgang ausgebildet. Sie stehen auf der Nabelseite durch eine Öffnung mit benachbarten Kammern in Verbindung. Die Kammern nehmen langsam und regelmäßig an Größe zu. Sie sind nur leicht aufgebläht, so dass die Suturen gar nicht oder sehr schwach ausgeprägt erscheinen. Die Kammern berühren sich im Zentrum des Gehäuses nahezu und lassen dabei auf der Nabelseite einen kleinen „Kanal“ frei. I.d.R. ist dieser Kanal nicht oder nur angedeutet zu beobachten, da das Lumen (eingetiefter Nabel) anscheinend mit agglutiniertem Material aufgefüllt ist („Nabelpfropf“?).

Diskussion: Im Dünnschliff ist „*P.*“ cf. *gracilis* in unterschiedlichen Schnittlagen leicht identifizierbar. Aufgrund von Übereinstimmungen des Schnittbildes stelle ich diese Foraminifere provisorisch in die Synonymie von „*Paleopfenderina*“ cf. *gracilis* (Red-

mond), die Bassoulet & Lorenz (1995) aus dem Dogger des Pariser Beckens kurz beschreiben und abbilden (zwei Gehäuselängsschnitte). „*P.*“ cf. *gracilis* ist nach Beurteilung des charakteristischen Schlibfbildes möglicherweise ebenfalls synonym mit Gielisch's (1994: Taf. 7/9) *Verneuilinoides* cf. *minuta* Said & Barakat.

Ich folge dem Vorgehen von Bassoulet & Lorenz (1995) und ordne die Art der Gattung *Paleopfenderina* Septfontaine zu, da sich die Gattungen *Pfenderina* Henson und *Pseudopfenderina* Hottinger durch einen komplexeren Bauplan („Kanalsystem“, Vielzahl von Kammern pro Umgang) unterscheiden. Zudem sind die Gehäuse deutlich größer (z.B. Septfontaine, 1980, 1988). Morphologisch bestehen ebenfalls Übereinstimmungen mit der Gattung *Arenobulimina*, von der eine Vielzahl vor allem kretazischer Arten bekannt ist.

Fazielle und regionale Verbreitung: „*P.*“ cf. *gracilis* ist in Cortoid-Kalksteinen des Profils Mattenberg (MF-Typ 9, 11) häufig und darüber hinaus nur noch im *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2) des Profils Oberberg belegt. Ansonsten ist die Art noch aus der Nerineenbank im Deister (s. Helm & Schülke, 2000b) bekannt (eigene Beobachtungen). Auch dort tritt sie zahlreich in Cortoid-Kalksteinen auf. Es handelt sich wahrscheinlich um ein typisches Faziesfossil, das an (höherenergetische) komponentengestützte Karbonatgesteine gebunden ist. Diese Interpretation korreliert mit Fundangaben von *P.* cf. *gracilis* aus dem französischen Dogger (Bassoulet & Lorenz, 1995).

Eggerella (*Eomarssonella*) *meentzeni* (Klinger, 1955) (Taf. 11/1)

- * 1955 *Valvulina meentzeni* n. sp. – Klinger, 201, Taf. 12/13a-c.
1955 *Valvulina* n. sp. – Schmidt, 63, Taf. 3A/44-46.
? 1959 *Eggerella?* *meentzeni* (Klinger) – Lloyd, 317, Abb. 5f-h, Taf. 54/32.
1962 *Valvulina meentzeni* Klinger – Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen, 189, Taf. 27/28.
1990 *Valvulina meentzeni* Klinger – Zihrl, 95.
? 1993 Valvulinidae – Tasli: Taf. 2/9-10.

Beschreibung: Das kalkig-feinagglutinierte, trochospirale Gehäuse ist gedrunken-kegelförmig und besteht aus mindestens 3 Umgängen. Es erreicht einen Durchmesser von bis zu 0.3mm und eine Höhe von ca. 0.25-0.3mm. Die triserial angeordneten Kammern sind bauchig aufgebläht, so dass die Gehäuseoberfläche durch deutliche Suturen gegliedert ist.

Nach den Gehäuseanschnitten zu urteilen verlaufen die Kammern nicht immer durchweg triserial bzw. in einer Reihe, sondern sind leicht gegeneinander verschoben und schief zur Aufrollungsachse gewunden.

Diskussion: Die auf Gehäuseanschnitten beruhende Rekonstruktion ist identisch mit der Erstbeschreibung

von *E. meentzeni* durch Klinger (1955). Nach Klinger (1955) erreicht die Art bis über 0.4mm Höhe und Durchmesser. Diese Ausmaße werden im eigenen Material nicht ganz erreicht. Die im Jahr der Erstbeschreibung von Schmidt (1955) beschriebene *Valvulina* n. sp. ist synonym mit *E. meentzeni*. Ausgewachsene Exemplare weisen nach Schmidt (1955) 5 bis 6 Umgänge auf, also deutlich mehr als für das eigene Material angegeben. Die Abweichung lässt sich einerseits auf den „Anschnitteffekt“ zurückführen. Andererseits führt Lloyd (1959) aus dem englischen Jura Exemplare mit 4 bis 4.5 Umgängen an, die gut mit dem eigenen Material übereinstimmen. Nach Klinger (1955) und Schmid (1955) ist das Gehäuse von *E. meentzeni* „durchweg triserial“ bzw. „durchlaufend konisch-triserial“. Dagegen betont Lloyd (1959), dass *E. meentzeni* während des fortgeschrittenen Wachstums dazu tendiert, die Anzahl der Kammern pro Umgang zu reduzieren: „Later whorls show a regular reduction in the number of chambers though triserial to biserial or uniserial“. Ähnlich ist *Verneuilinoides minuta* aus dem Kim-meridgium von Ägypten (Said & Barakat, 1958; *Verneuilina minuta* nach Said & Barakat, 1959), diese Art (bzw. Gattung *Verneuilina*) weist jedoch einen subtriangularen Gehäusequerschnitt auf. Klinger (1955) ordnet die Art der Gattung *Valvulina* zu. Allerdings stellt bereits Schmidt (1955) solche Zugehörigkeit in Frage und diskutiert die Affinität zur Gattung *eggerella*. Dafür spricht nach Schmidt (1955) u.a. das kalkig-agglutinierte und zementierte Gehäuse. Gramann et al. (1997: Abb. 17) stellen die Art zur Gattung *Eomarssonella*.

Fazielle und regionale Verbreitung: *E. meentzeni* tritt vereinzelt in der Nerineenlage (MF-Typ 7) und zahlreich in Cortoid-Kalksteinen des Profils Mattenberg (MF-Typ 9-11) auf. Vorkommen direkt oberhalb der Hauptdiskontinuität (MF-Typ 12) bleiben auf das Profil Falltal beschränkt. *E. meentzeni* ist bisher nur aus dem Niedersächsischen Becken (Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen, 1962) und Südengland (Lloyd, 1959) bekannt. Stratigraphisch handelt es sich um eine typische „Kimmeridge“-Form, die in bestimmten Horizonten des Niedersächsischen Beckens massenhaft vorkommt (Schmidt, 1955). Nach dem Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen (1962) und Zihrl (1990) tritt sie vereinzelt bereits im Unteren „Kimmeridge“ auf. Eigene Ergebnisse belegen sie bereit für das Mittlere Oxfordium (Korallenoolith).

Pseudomarssonella cf. *dumortieri*

(Schwager, 1866)

(Taf. 17/3; Abb. 10)

* 1866 *Textularia dumortieri* Schwager, M.S. – Schwager in Oppel, 309, Textabbildung.

- ? 1917 *Textularia conica* d'Orbigny – Paalzow, 24, Taf. 42/5.
- 1958 *Marssonella* cf. *oxycona* (Reus) – Said & Barakat, 243, Taf. 3/12a, 4/17.
- 1963 *Textularia dumortieri* Schwager – Groiss, 37, Taf. 1/3a, b.
- 1963 *Textularia haeusleri haeusleri* nom. nov. – Groiss, 38, Taf. 1/5.
- 1963 *Textularia haeusleri crassa* n. ssp. – Groiss, 38, Taf. 1/6.
- ? 1963 *Textularia haeusleri longa* n. ssp. – Groiss, 38, Taf. 1/4.
- 1965 *Textularia dumortieri* Schwager – Gordon, Abb. 3/30-32
- 1989 *Pseudomarssonella dumortieri* (Schwager) – Riegraf & Luterbacher, 1023, Taf. 2/1-8. [ausführliche Synonymieliste]
- ? 1985 Biseriale (triserial?) Form – Hüssner, Taf. 19/2. [Dünnschliff-Foto]
- ? 1989 *Textularia* sp. – Pomoni-Papaioannou et al., Taf. 57/18. [Dünnschliff-Foto]
- ? 1991 unidentified foraminifer – Altiner, Taf. 8/29-30. [Dünnschliff-Fotos]

Beschreibung: Das kegelförmige Gehäuse ist unten abgeflacht. Es erreicht bis 0.45mm Höhe und bis zu 0.35mm im Durchmesser. Der Gehäusewinkel liegt bei ca. 45°. Das Gehäuse weist ca. 6 Umgänge auf, pro Umgang sind zwischen 2 und <3 Kammern entwickelt (bi- bis triserial). Die Kammern fügen sich in Gehäuselängsschnitten häufig in einer zickzackartig ausgebildeten Naht aneinander oder die Kammerwände sind schräg gegeneinander geneigt. Die Außenwände der Kammern sind ausgebeult und folgen der Geometrie des Kegels, so dass sich mehr oder weniger kreisrunde Gehäusequerschnitte ergeben. Dementsprechend sind auch die Suturen nur undeutlich ausgeprägt. Die Gehäusewand ist feinkörnig-kalkig und dünn.

Diskussion: Bisher sind eine Vielzahl von Arten beschrieben worden, die in die Synonymie von *Ps. dumortieri* (Schwager) einzubeziehen sind. Die Aufstellungen zahlreicher Arten führen Riegraf & Luterbacher (1989) auf die große intraspezifische Variabilität zurück. Allein Redmond (1965), der die Gattung *Pseudomarssonella* gründet, stellt anhand von Material aus dem Jura von Saudi-Arabien 10 verschiedene Arten auf. Sie unterscheiden sich z.T. nur anhand des abweichenden Verhältnisses zwischen Gehäusehöhe und -durchmesser. Die im Material vorliegenden Gehäuse(anschnitte) stimmen morphologisch und biometrisch mit *Ps. dumortieri* überein, so dass alle Exemplare – mit Vorbehalten – zu dieser Art gestellt werden.

Von *Ps. cf. dumortieri* sind bisher ausschließlich isolierte Gehäuse aus Schlämmproben bekannt (Synonymieliste in Riegraf & Luterbacher, 1989). Die von den Autoren unter Vorbehalt in der Synonymieliste aufgenommene, lediglich aus Dünnschliffen bekannte *Valvulina lugeoni* Septfontaine ist sicherlich nicht in die Synonymie von *Ps. dumortieri* einzuordnen, da sie intern einen wesentlich komplexeren Bauplan aufweist. Ebenfalls gehört das von Simmons & Al-Thour (1994:

Taf. 4.2/3) abgebildete Gehäuse-Schnittbild nicht zu *Pseudomarssonella*. Stattdessen rechne ich zu dieser Gattung bzw. Art alle im Dünnschliff informell als „*Tetraxis*“-artigen Foraminiferen bezeichneten Exemplare (s. Synonymieliste) mit charakteristischer zickzack-artiger Schnittpur der Suturen.

Ein ähnliches Schnittbild weist auch *Discobolivina elongata* E. & I. Seibold auf. Diese Art ist jedoch deutlich gestreckter und im Übergangsbereich vom Proloculus zu den ersten Kammern gedrungener.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Ps. cf. dumortieri* kommt i.d.R. mit *Gaudryina heersumensis* assoziiert vor. Sie ist eine charakteristische und häufige Foraminifere im Kalkoolith (MF-Typ 1) und somit an hochenergetische, gut ausgewaschene Partikelkalksteine gebunden. Häufig bildet sie auch den Kern von Ooiden. Besonders häufig ist sie in den Profilen Profil Bakeder Berg, Münchhausen Ställe und Kessihäusen (Lesesteine).

Allgemein ist *Ps. cf. dumortieri* eine während des Oberjura überregional verbreitete Art (Süddeutschland, England, Nordatlantik, Saudi-Arabien).

Bigenerina sp.

(Taf. 13/2)

Beschreibung und Diskussion: Das kleine Gehäuse, von dem ein Längsschnitt vorliegt, ist durch einen stummeligen, biserialen Gehäuseabschnitt gekennzeichnet. Es schließt sich ein gestreckter, uniserialer Abschnitt aus zwei Kammern an. Bei dieser charakteristischen Foraminifere besteht je nach Schnittlage Verwechslungsmöglichkeit mit *Gaudryina heersumensis*. Letztere unterscheidet sich aber durch das wesentlich größere Gehäuse. Die Gattung *Bigenerina* gehört zu den wenigen Textulariiden, die Stinder (1991) vollkörperlich aus Korallenoolith-Sedimenten separierte. Die von ihm als *B. arcuata* Haeusler determinierten Exemplare unterscheiden sich von *Bigenerina* sp. durch ihren Gehäusebau.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Bigenerina* sp. liegt als Einzelfund aus dem quarzsandreichen Kalkarenit (MF-Typ 12) vor.

„*Textularia*“ spp.

Beschreibung und Diskussion: Hierunter werden einfach gebaute, biserialer Sandschaler zusammengefasst, deren generische Zuordnung aufgrund ihres charakteristischen Längsschnittes (vgl. Flügel & Steiger, 1981: Fig. 16/B) möglich ist.

Die meisten dürften der Art *T. jurassica* (Gümbel) angehören. Diese Art zeichnet sich durch große Variationsbreite des Gehäusehabitus' aus. Deshalb wur-

den sie in der Vergangenheit unter verschiedenen Namen beschrieben (Riegraf & Luterbacher, 1989: 1026, auch Synonymieliste).

Fazielle und regionale Verbreitung: Die *Textularia*-Arten sind fazielle Durchläufer und kommen in hoch- bis niederenergetischen Karbonatablagerungen vor. Einzelne Nachweise liegen auch aus dem mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6) vor.

Textularia-Arten gehören zu den wenigen von Stinder (1991) aus dem Korallenoolith angeführten Sandschalern; er nennt *T. jurassica* (Gümbel) und *T. elongata* (E. & I. Seibold).

In Süddeutschland kommt *T. jurassica* faziesübergreifend in der Bank- und Schwammfazies vor (Munk, 1994: 355).

cf. *Textularia* sp.

(Taf. 17/5)

? 1985 Form mit stark gewölbten Kammern; Typ Ataxophragmiidae – Hüssner, Taf. 19/4.

v 2000 dünnwandig-aufgeblähte textulariide Foraminifere – Reuter, Taf. 9/3.

Beschreibung: Das Gehäuse ist biserial und besteht aus ca. 10 alternierend angeordneten Kammern. Die Kammern sind stark (+/- kugelig) aufgebläht. Sie rufen deshalb auf der Gehäuseoberfläche deutliche Suturen hervor. Im Gehäusequerschnitt zeigt sich ein zapfenartiger Einschnitt, der von der einen zur anderen Kammer überleitet. Das Gehäuse ist ausgesprochen kalkig-feinagglutiniert und sehr dünnwandig. Es erreicht eine Länge bis 0.65mm bei einer Breite von bis zu 0.3mm.

Diskussion: Cf. *Textularia* sp. ist eine im Dünnschliff leicht zu erkennende Art. Sie lässt sich keiner der bekannten *Textularia*-Arten zuordnen. Möglicherweise ist auch die von Hüssner (1985: Taf. 19/4) abgebildete Foraminifere aus dem Oberjura von Marokko zu dieser Art zu stellen. Sie unterscheidet sich von ihr jedoch durch die stärkere Zunahme der Kammergröße, die zu einem gedrungeneren Gehäuse führt.

Fazielle und regionale Verbreitung: cf. *Textularia* sp. ist als Einzelfund aus fossilreichen mikritischen Kalksteinen des Intrariffbereichs (MF-Typ 4) des Profils Ramsnacken belegt. Die Art ist jedoch innerhalb der *florigemma*-Bank bzw. des Hainholz-Member weit verbreitet, allerdings nie häufig (eigene Beobachtungen; Reuter, 2000: Steinbruch am Hainholz).

3.2.2 Unterordnung Involutinina Hohenegger & Piller, 1977

Trocholina nodulosa E. & I. Seibold, 1960 (Taf. 19/1A?, B)

- * 1960 *Trocholina nodulosa* n. sp. – E. & I. Seibold, 376, Abb. 7i, m, n, Taf. 7/1.
- 1960 *Trocholina nodulosa* E. & I. Seibold – Lutze, 478, Taf. 33/9-10.
- 1968 *Ichnusella ? nodulosa* E. & I. Seibold – Oesterle, 772, Abb. 48. [Dünnschliffaufnahme]
- ? 1971 *Neotrocholina* sp.2 – Ramalho, 155, Taf. 21/9.
- 1974 *Trocholina nodulosa* E. & I. Seibold – Bielecka & Geroch, 194, Taf. 2/10.
- ? 1975 *Trocholina nodulosa* E. & I. Seibold – Dragastan 49, Taf. 13/19-20, 14/1-2.
- non 1990 *Trocholina nodulosa* E. & I. Seibold – Wnendt-Juber, 93, Taf. 1/5.
- 1991 *Trocholina nodulosa* E. & I. Seibold – Stinder, 169, Taf. 3/18a, b.
- ? 2001 *Trocholina molesta* Gorbachik – Olszewska & Wiczorek, Abb. 8.4. [Dünnschliffaufnahme]
- ? 2003c *Trocholina* sp. – Helm et al., ?Taf. 4/3, Taf. 5/7.

Beschreibung: Das Gehäuse ist haubenförmig und auf der Nabelseite abgeflacht. Der gemessene Gehäusedurchmesser beträgt zwischen 0.2 und 0.48mm, die gemessene Höhe zwischen 0.15 und 0.2mm. Das Verhältnis von Gehäusehöhe zu -durchmesser beträgt zwischen 1:2 und 1:3. Das Gehäuse besteht aus einer ungegliederten, trochospiral aufgewundenen Kammer. Es sind 4-6 Umgänge ausgebildet, die eine glatte bis schwach treppenartig gestufte Spiralseite ergeben. Einige Exemplare zeigen eine Verbreiterung des terminalen Umgangs. Der ventrale Innenbereich (Nabelbereich) ist mit Allomikrit aufgefüllt, so dass Pfeilerstrukturen (Knötchen) sichtbar werden.

Diskussion: Die Trocholinen sind mehr oder weniger rekristallisiert und häufig schwer erkennbar. Dieses Phänomen der intensiven diagenetischen Veränderungen (Zementation, Neomorphismus, Rekristallisation, usw.) ist allgemein für Involutiniden typisch (Bollinger & Burri, 1970: 50; Hohenegger & Piller, 1975) und betrifft ebenfalls Spirillinen und Bolivinen.

Höchstwahrscheinlich gehören alle im Material belegten Trocholinen einer einzigen Art an, und zwar *Tr. nodulosa* E. & I. Seibold, 1960 (Lutze, 1960; Stinder, 1991). Dafür spricht der gesamte Bauplan des Gehäuses und Übereinstimmungen im Verhältnis von Durchmesser zu Höhe, die Variationsbreite von letzterem gibt Stinder (1991: 170) mit 1:1.8 bis 1:3.1 an.

Biometrisch übereinstimmend (innerhalb der Variationsbreite von *Tr. nodulosa*, allerdings etwas hochwüchsiger, vgl. Guillaume, 1963) und möglicherweise synonym mit *Tr. nodulosa* ist *T. molesta* Gorbachik, die Gorbachik (1959) etwa zeitgleich aus unterkretazischen Ablagerungen beschreibt. Zum Vergleich müssten jedoch vollkörperliche Exemplare untersucht werden.

Nach Lutze (1960) und Stinder (1991) ist *Tr. nodulosa* die häufigste *Trocholina*-Art im Korallenoolith. Da-

gegen sind *Tr. nodulosa* (Schlumberger) und *Tr. cf. solecensis* Bielecka & Pozaryski nur durch Einzelfunde belegt (Stinder, 1991). Erstgenannte Art ist im Vergleich mit *Tr. nodulosa* hochwüchsiger, letztgenannte flacher.

Fazielle und regionale Verbreitung: Die robusten Gehäuse von *Tr. nodulosa* kommen relativ häufig in gut ausgewaschenen Partikelkalksteinen des hochenergetischen Milieus vor, fehlen jedoch in den anderen Faziestypen. Am häufigsten sind sie im Kalkoolith (MF-Typ 1), wo die Gehäuse die Kerne von Ooiden bilden. Außerdem sind sie im foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11) des Profils Mattenberg nachgewiesen.

Auch im Osterwald treten Trocholinen (cf. *Tr. nodulosa*) massenhaft in Partikelkalksteinen (Cortoid-Kalkstein) des Barenburg-Member auf (Helm et al., 2003c). Die Beobachtungen korrelieren mit Angaben aus der Literatur (z.B. Bassoullet & Lorenz, 1995). Demnach sind Trocholinen typische Faziesfossilien und extrem faziesabhängig; darauf weist bereits Wicher (1952) hin. Nach Wagenplast (1972: 18) und Péliissié & Peybernès (1982) zeigen Trocholinen allgemein stark bewegtes Wasser an. Im sogenannten „Massivkalk“ der Prealpes Medianes (Schweiz) konzentriert sich ihr Auftreten auf die Bewegtwasser-Bereiche des Plattformrandes, während sie in der lagunären Stillwasserfazies weitgehend fehlen (Heinz, 1985; Heinz & Isenschmid, 1988). Wnendt-Juber (1990: 93, Abb. 4) erwähnt sie vor allem aus oolithischen Kalksteinen (Oberjura, Iberische Kette), Fezer (1988: 78) führt sie aus Kalkoolithen an (Oberjura des Keltiberikum, Spanien).

Ventrolamina cribrans Weynschenk, 1950 (Taf. 19/8, 9?)

- * 1950 *Ventrolamina cribrans* n. sp. – Weynschenk, 17, Abb. 2-4, Taf. 3/23-25.
- 1961 *Ventrolamina cribrans* Weynschenk – Leischner, 32, Taf. 7/14-19, 13/3.
- 1973 *Ventrolamina cribrans* Weynschenk – Weynschenk, Abb. 1. [dort weitere Synonyma]

Beschreibung und Diskussion: Es liegen nur wenige Gehäuseanschnitte vor, von denen lediglich ein vertikaler Längsschnitt (Taf. 19/8) sicher *V. cribrans* zuzuordnen ist. Das Gehäuse ist z.t. agglutiniert (Kammerwände), ansonsten kalkig perforat. Ventral schließt sich ein ausgebuchteter Gehäuseteil an, der von Weynschenk (1950) als spongiöse Siebplatte bezeichnet wird. Sie geht nach Weynschenk (1950) sukzessive in einen durch kalkige Lamellen strukturierten Bereich über. Diese Unterscheidung lässt sich im eigenen Material nicht vornehmen.

Nach Weynschenk (1950) handelt es sich bei *V. cribrans* um eine aberrante Foraminifere. Andere

Autoren, z.B. Farinacci (1964), deuten die Schnittbilder als Fragmente einer verwandten Foraminiferenart – *Protoneroplis striata* Weynschenk; sie wurde ebenfalls von Weynschenk (1950) aus Karbonatablagerungen des alpinen Oberjura beschrieben. Dieser Interpretation folgen auch Loeblich & Tappan (1988) und stellen *V. cribrans* in die Synonymie von *Pr. striata*. Weynschenk wiederum greift in einer weiteren Arbeit (1973) die kontroverse Diskussion auf und plädiert für die Eigenständigkeit von *V. cribrans*. Das eigene Material liefert zu dieser Problematik keinen Lösungsansatz.

Fazielle und regionale Verbreitung: Sämtlichen Exemplare stammen aus dem foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11) des Profils Mattenberg.

3.2.3 Unterordnung Spirillinina Hohenegger & Piller, 1975

Spirillina sp. (Taf. 19/2, 12)

Beschreibung: Das scheibenförmige Gehäuse hat einen Durchmesser zwischen 0.3 und 0.38mm. Es besteht aus einer einzigen planspiral-evolut aufgerollten, hyalinschaligen, ungekammerten Röhre. Es sind ca. 5 bis 6 Umgänge ausgebildet. Die Kammer nimmt zur Peripherie hin nur sehr langsam an Breite zu, während die Höhe nahezu konstant bleibt. Deshalb ist in Richtung der Peripherie das Breiten-Höhen-Verhältnis zugunsten der Kammerbreite verschoben.

Diskussion: Auf eine artliche Bestimmung wird verzichtet, da die Fassung einzelner Arten umstritten ist (Riegraf & Luterbacher, 1989). Die im Material vorliegenden Formen stehen *Sp. polygyrata* Gümbel nahe. Möglicherweise sind im Material mehrere Arten vertreten.

Fazielle und regionale Verbreitung: Spirillinen sind im Untersuchungsgebiet weit verbreitet. Aufgrund ihrer geringen Größe und Unscheinbarkeit im Dünnschliff sind sie jedoch leicht zu übersehen. Sie sind deshalb fast nur in Faziestypen mit mikritischer Grundmasse belegt, da die einbettende Matrix einen deutlichen Kontrast bildet. Häufig sind Spirillinen in fossilreichen mikritischen Kalksteinen der *florigemma*-Bank (MF-Typ 4). In Partikelkalksteinen bzw. höherenergetischen Karbonatgesteinen (z.B. Kalkoolith, MF-Typ 1) mit ausgewaschener Matrix wurden sie dagegen nur sehr selten beobachtet.

Obwohl Spirillinen nicht inkrustierend sind, treten sie gelegentlich auch gesellig im Riffbereich auf. Dort sind sie in Thrombolith eingewachsen (Taf. 19/12). Bei diesen Exemplaren ist von einer auf dem Substrat (mikrobielle Krusten) festgehefteten Lebensweise auszugehen. Auf die Affinität von Spirillinen zu Korallen-

riffen weist ebenfalls Stych (2002) hin: Im Korallenbiostrom von Dielmüssen im Ith sitzen sie, ähnlich wie *Tritaxia lobata* (s. diese Arbeit), Korallenstöcken direkt auf.

Nach zahlreichen Autoren (z.B. E. & I. Seibold, 1960; El Khoudary, 1974: 326; Munk, 1980) sind Spirillinen ausgesprochene fazielle Durchläufer, die häufig massenhaft auftreten. Dennoch zeigen Gaillard (1983) und Schmalzriedt (1991) im französischen bzw. süddeutschen Oberjura eine eindeutige Affinität zur Schwammfazies bzw. zu Schwämmen auf. Der Bezug von Spirillinen zur offenmarinen Plattform und zum tiefmarinen Milieu sowie ihr postuliertes Ausbleiben im Flachwasser (Bollinger & Burri, 1970: 48) lässt sich dagegen durch die eigenen Untersuchungen nicht bestätigen. Nach Bouhamdi et al. (2001) ist ihr Erscheinen eher an die Existenz nährstoffreicher Lebensräume gekoppelt.

3.2.4 Unterordnung Miliolina Delage & Hérouard, 1896

Porzellanschalige Foraminiferen sind durch sieben verschiedene „Gruppen“ belegt: 1) nubeculariide (inkrustierende) Foraminiferen, 2) „*Tubiphytes*“ *morroneis*, 3) epiphytische? Milioliden, 4) knäuelig aufgerollte Milioliden, 5) Ophthalmidien, 6) *Meandrospira* cf. *favrei* und 7) *Triloculina* sp..

nubeculariide (inkrustierende) Foraminiferen (Taf. 8/4, 12/6, 33/2)

Als nubeculariide Foraminiferen werden in dieser Arbeit sessile Porzellanschaler verstanden, die eingewachsen in Mikrobialith auftreten. Bereichsweise bilden sie Massenbestände. Im Schliffbild ergeben sich i.d.R. nebeneinander aufreitende, haubenförmige Kammeranschnitte, wie sie auch Dupraz & Strasser (1999: Taf. 12/6) abbilden. Röhrenförmige Anschnitte, die möglicherweise auf *Vinelloidea crussolensis* Canu (s. Voigt, 1973; Schmid, 1996: 200) oder auf formverwandte Taxa zurückzuführen sind (vgl. Adams, 1962), treten dagegen zurück.

„*Tubiphytes*“ *morroneis* Crescenti, 1969 (Tafel 8/1)

Beschreibung und Diskussion: „*T.*“ *morroneis* wird ausführlich von Schmid (1995, 1996, mit umfassender Synonymieliste) bearbeitet. Die Struktur interpretiert er als inkrustierende Foraminifere mit zweilagigem Gehäuse: Das Zentrum („innere Gehäuse“) besteht aus einer dünnen, durch Einschnürungen ge-

gliederten Röhre mit porzellanartiger Wandstruktur. Ihr schließt sich eine dickere, mikritische (mikro-peloidale) Wandstruktur („äußere Gehäuse“) an.

Fazielle und regionale Verbreitung: „*T.*“ *morronensis* ist lediglich aus dem Steinbruch Pötzen belegt. Wenige Exemplare kommen dort umgelagert im Riff-schuttkalkstein (MF-Typ 5) vor.

Während des Oberjura ist „*T.*“ *morronensis* in der Riff-fazies weit verbreitet und tritt z.t. in gesteinsbildenden Häufigkeiten auf. Zwar wurde der Organismus auch im Niedersächsischen Becken (Korallenoolith) nachgewiesen, er bleibt jedoch auf wenige Fundorte beziehungsweise stratigraphische Niveaus mit Korallenriffen beschränkt (Helm & Schülke, 2001: Ith, aufgewachsen auf Korallenästen; Helm et al., 2003c: Hainholz/Osterwald, Riff-schuttkalkstein des Hainholz-Member).

epiphytische? Milioliden

(Taf. 18/7)

Beschreibung und Diskussion: Bei der systematischen Sichtung der Gesteinsanschliffe fallen in mikritischen Kalkstein der *florigemma*-Bank in vielen Proben regellos verteilte „weiße Flämmchen“ auf. Oftmals treten sie sehr zahlreich auf. Die im Anschliff weiß erscheinenden Anschnitte weisen auf porzellanschalige Milioliden hin (Schmid, 1995). Sobald von den entsprechenden Handstücken Dünnschliffe vorliegen, sind die „Flämmchen“ jedoch aufgrund des fehlenden farblichen Kontrasts zur dunklen mikritischen Matrix unscheinbar und leicht zu übersehen.

Hierbei handelt es sich mit aller Wahrscheinlichkeit nach um epiphytisch lebende Porzellanschaler, die sich als Aufsitzer auf Pflanzenresten spezialisiert haben. Systematisch lassen sie sich nicht näher einordnen. Sie besitzen ein aus einer gewundenen, röhrenförmigen Kammer bestehendes Gehäuse, das abgeflacht-knäuelig dem Substrat aufsitzt. In günstigen Schnittlagen zeichnet sich die abgeformte Anheftungsfläche zum Substrat ab. Sie ist als halbkreisförmige bis zangenförmige Sutura ausgebildet (Taf. 18/7A). Ihr Durchmesser liegt zwischen ca. 0.2 bis 0.3mm. Als Substrat ergeben sich höchstwahrscheinlich stängelförmige Pflanzenteile. Die filigranen Pflanzenreste sind im Gestein jedoch nicht mehr nachzuweisen.

Fazielle und regionale Verbreitung: Die epiphytischen? Milioliden sind auf mikritische Faziestypen beschränkt. In fossilreichen mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 4) treten sie zurück oder fehlen. Besonders häufig sind sie in den Profilen Föhrthal, Dachtelfeld, Falltal, Hohennacken und Pötzen.

In heutigen Meeren sind epiphytisch lebenden Milioliden im lagunären Bereich mit schlammigem Meeresboden nicht ungewöhnlich. Damit bestehen Analogien zu Vor-

kommen in rezenten (Williams & Heck, 2001) und fossilen (Höfling, 1985) seegrassbestandenen Lagunen. Aus oberjurassischen Lagunen sind solche Milioliden mit ausgeprägter Anhaftungsfläche nach meiner Kenntnis noch nicht bekannt.

knäuelig aufgerollte Milioliden

(Taf. 18/5-6; Abb. 25)

Beschreibung und Diskussion: Hierunter werden hier verschiedene Milioliden-Taxa zusammengefasst. Sie lassen sich im Dünnschliff mit Ausnahme einer kleinen, charakteristischen Art mit schlaufenartig angeschnittenen Kammern (Taf. 18/2) nicht näher differenzieren.

Fazielle und regionale Verbreitung: Im Untersuchungsgebiet sind diese Milioliden an höherenergetische Karbonatablagerungen mit komponenten-gestützten Gefügen gebunden. Verbreitet sind sie im Kalkoolith (MF-Typ 1). Ihre größte Häufigkeit erreichen sie jedoch im foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein (MF-Typ 11) des Profils Mattenberg (Taf. 18/6).

Ophthalmidien

(Taf. 18/1)

Beschreibung und Diskussion: Es sind Porzellanschaler, deren äußere Gehäusegestalt einem abgeplatteten Ellipsoid gleicht. Sie sind in den Dünnschliffen anhand von Achsialschnitten leicht erkennbar und gehören einem Formenkreis um *Ophthalmidium* an. Eine spezifische Zuordnung – bisher wurden mehrere 100 Arten dieser Gattung beschrieben – ist anhand von Anschnitten nicht möglich. Stinder (1991) belegt zwei Arten von Ophthalmidien aus dem Korallenoolith: *Ophthalmidium* cf. *carinatum* Kuebler & Zwingli sowie *Ophthalmidium strumosum* (Guembel).

Fazielle und regionale Verbreitung: Ophthalmidien kommen außer in den mikritischen Faziestypen vereinzelt bis häufig in Vergesellschaftung mit anderen Milioliden vor. Am häufigsten sind sie im Kalkoolith (MF-Typen 1), wo sie i.d.R. den Kern von Ooiden bilden, und im Cortoid-Kalksteinen des Profils Mattenberg (MF-Typen 9-11).

Meandrospira cf. *favrei*

(Charrolais, Brönnimann & Zaninetti, 1966)

(Taf. 18/3)

Die Gattung *Meandrospira* umfasst knäuelige Milioliden mit meandrospiral aufgewundenen Kammern. Dieser Bauplan erzeugt im Anschnitt ein „rosenförmiges“ Erscheinungsbild (Gielisch, 1994: 161). Er ermöglicht

im Dünnschliff bei zentralen Schnittlagen eine sichere Abtrennung solcher Foraminiferen auf Gattungsebene. Im Material ist die Gattung nur durch ein kleines Exemplar (Durchmesser im Anschnitt ca. 0.14mm) aus der Nerineenlage (MF-Typ 7) nachgewiesen. Das Schnittbild (Taf. 18/3) erlaubt eine spezifische Zuordnung („cf“-Bestimmung) zu *M. cf. favrei* (Charrolais, Brönnimann & Zaninetti, 1966) (vgl. Altiner, 1991: Taf. 13/1-5).

***Triloculina* sp.**
(Taf. 18/4, 6)

***Triloculina* sp.** umfasst sehr kleine, dünnwandige Porzellanschaler mit einem Gehäusedurchmesser von 0.1 bis <0.2mm. Sie bestehen vermutlich aus knäuelig (streptospiral) aufgewundenen Kammern. Im Anschnitt erscheinen die Kammern gleichmäßig halbkreisförmig aufgebläht. Sie umspannen größere Bereiche des Gehäuses. Dadurch ergibt sich eine kugelige Gesamtgestalt.

Triloculinen treten nur selten auf. Einzelnachweise sind aus dem Kalkoolith (MF-Typ 1), *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2, eingebaut in *Everticyclammina* sp.) und der Nerineenlage (MF-Typ 7) bekannt.

3.2.5 Unterordnung Lagenina
Delage & Hérouard, 1896

„Lagenide“ Foraminiferen (Familie Lagenidae)
Im Untersuchungsgebiet kommen in den verschiedenen Faziestypen gelegentlich hyalinschalige, uniseriale Foraminiferen vor, die sich der Familie Lagenidae zuordnen lassen (Taf. 19/7-11; Abb. 9). Nach Befund der Schnittbilder handelt es sich um ein größeres Artenspektrum (cf. *Nodosaria* spp., cf. *Dentalina* spp., cf. *Marginulina* sp., *Rectoglandulina* gr., cf. *Frondicularia* sp.), einige werden nachfolgend näher beschrieben.

***Rectoglandulina* (*Pseudonodosaria*) gr.**
(Taf. 19/11)

Beschreibung: Das hyalinschalige Gehäuse besteht aus wenigen (meistens 5), uniserial angeordneten Kammern, die mehr oder weniger kontinuierlich an Größe zunehmen. Die Kammern sind (halb)kugelig bis oval. Sie überlappen sich teilweise, so dass das Gehäuse „geringelt“ erscheint. Bestimmte Schnittlagen zeigen eine lochförmige Kammeröffnung im Scheitelbereich. Die Länge des Gehäuses liegt zwischen 0.5 und 0.6mm, der Durchmesser der Endkammer beträgt um 0.23mm.

Diskussion: Die beschriebenen Formen gehören der

Gattung *Rectoglandulina* an (ausführliche Diskussion zur Nomenklatur und Taxonomie bei Lutze, 1960) bzw. *Pseudonodosaria* nach Winter (1970) und Kaefer et al. (1976: 24). Es handelt sich um eine formenreiche Gattung, die Lutze (1960) und Stinder (1991) jedoch auf wenige (3), formvariable Arten beschränken (ausführliche Synonymieliste in Stinder, 1991). Wenn man dieser Systematik folgt, dann handelt sich bei den vorliegenden Exemplaren um *R. vulgata* (Bornemann) und/oder *R. tenuis* (Bornemann).

Sehr ähnlich sind Vertreter der Gattung *Lingulina* (vgl. Said & Barakat, 1958; Riegraf & Luterbacher, 1989). Sie weisen jedoch stets ein abgeflachtes Gehäuse mit ellipsoiden oder abgeplatteten Kammerquerschnitten auf.

Fazielle und regionale Verbreitung: Arten von *Rectoglandulina* kommen vereinzelt im Kalkoolith (MF-Typ 1), *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2), Riffschuttkalkstein (MF-Typ 5) und der Nerineenlage (MF-Typ 7) vor.

cf. *Frondicularia* sp.
(Taf. 19/8)

Beschreibung: Es liegt ein schräger Querschnitt durch das uniseriale Gehäuse vor. Die Kammern sind seitlich abgeflacht. Eine abgeflachte Seite ist längs eingebuchtet und erzeugt in dem schrägen Gehäusequerschnitt eine nierenförmige Schnittlinie der Kammerwand. Im Zentrum ist zusätzlich noch die zur Mündung hin ausgestreckte Wandung der vorhergehenden Kammer angeschnitten (Kreisschnitt).

Diskussion: Das Schnittbild dieser Art ist sehr charakteristisch; weitere Exemplare liegen aus Proben (Dünnschliffen) außerhalb des Untersuchungsgebietes vor. Die Foraminifere ordne ich dem Formenkreis um *Frondicularia* bzw. *Lingulina* zu (vgl. Lutze, 1960), allerdings sind die von Lutze (1960) aufgeführten Arten alle beidseitig abgeflacht bzw. eingefurcht.

Fazielle und regionale Verbreitung: Die ?*Frondicularia* liegt als Einzelfund aus dem quarzsandreichen Kalkarenit (MF-Typ 12) vor.

***Lenticulinen* („*Lenticulina*“ spp.)**
(Taf. 19/5A?, B-D)

Beschreibung und Diskussion: Unter dem Begriff Lenticulinen werden hier planspirale, lenticuline Foraminiferen zusammengefasst („*Lenticulina*“ spp.). Sehr selten liegen Gehäuseanschnitte vor, die möglicherweise der Gattung *Epistomina* zuzuordnen sind (Taf. 19/5A).

Lenticulinen sind im Dünnschliff i.d.R. leicht und sicher identifizierbar (Bollinger & Burri, 1970: 48). Die

artliche Bestimmung ist hingegen bei Dünnschliffuntersuchungen nicht möglich, sondern erfordert vollkörperliche Exemplare aus Schlämmrückständen. Nach Stinder (1991) kommen im Korallenoolith 23 verschiedene Arten bzw. Formen vor. Demnach dürfte *Lenticulina* sicherlich zur artenreichsten Gattung im Untersuchungsgebiet zählen. Das trifft ebenso auf oberjurassische Foraminiferen-Vergesellschaftungen vergleichbarer Ablagerungsräume zu (z.B. El Khoudary, 1974: 25 Arten aus der Iberischen Kordillere in Spanien).

Fazielle und regionale Verbreitung: Als fazielle Durchläufer sind Lenticulinen in allen Faziestypen belegt. Am häufigsten sind sie im Kalkoolith (MF-Typ 1). Sogar im mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6) kommen Lenticulinen gelegentlich vor.

Citharina sp. (Taf. 19/3)

Beschreibung und Diskussion: Als Einzelfund (Gehäuselängsschnitt) liegt ein kräftig beripptes, raufenförmiges bis subtrianguläres Gehäuse mit einer Länge von 0.64mm vor. Tafel 19/3 zeigt zusätzlich eine Rekonstruktion, aus der der Gehäuseumriss sowie die Kammer- und Rippenanordnung hervorgehen.

Die Gattungs-Diagnose ist anhand des Schnittbildes eindeutig. Das Exemplar lässt sich keiner der von Stinder (1991) aus dem Korallenoolith beschriebenen *Citharina*-Arten zuordnen.

Fazielle und regionale Verbreitung: Es liegt ein Einzelfund aus dem Cortoid-/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9) des Profils Mattenberg vor.

Hyalinschalige riffassozierte Foraminiferen

In den Riffkalksteinen kommen verbreitet 1) inkrustierende und 2) dem Harts substrat „aufliegende“ bzw. angeheftete hyalinschalige Foraminiferen vor. Sie sind entweder in Hohlräumen von Korallenstöcken eingewachsen, auf Korallenstöcken aufgewachsen oder kommen innerhalb von mikrobiellen Krusten (Thrombolith) vor. Solche Foraminiferen lassen sich den Gattungen *Bullopورا*, *Ramulina*, *Ramulinella*, *Tentilenticulina* und evtl. *Tentifrons* zuordnen. Problematisch sind die Gattung *Bullopورا* und *Ramulina*, von denen bis dato mehrere dutzend Arten jungpaläozoischer bis känozoischer Arten anhand von vollkörperlich erhaltenen Exemplaren beschrieben wurden. Bei den meisten Beschreibungen sind Differentialdiagnosen ungenügend oder fehlend. Eine Revision würde nach heutigen Gesichtspunkten die Anzahl bisheriger Arten deutlich reduzieren (z.B. Bartenstein & Bolli, 1986). Da die Wuchsform (Kammeranordnung, Ausformung der Kammern) der Foraminiferengehäuse

auch von dem inkrustierten Substrat beeinflusst wird, wäre eigentlich bei einer spezifischen Zuordnung der inkrustierenden und aufsitzenden Hyalinschaler anhand von Schnittbildern große Skepsis angebracht. Dennoch lassen sich die im Material vorliegenden Taxa anhand charakteristischer Merkmale differenzieren. Einige zeigen im Schliffbild sogar Merkmale, die sie deutlich von den zahlreichen existierenden Arten abgrenzen. In dieser Arbeit werden sie provisorisch bestehenden Arten zugeordnet oder in offener Nomenklatur abgehandelt. Einschränkend muss betont werden, dass anschnittbedingt nur ein Bruchteil des reichhaltigen Materials eine nähere Ansprache oder Bestimmung zulässt. Einen tabellarischen Überblick der aufgeführten Taxa gibt Abb. 34.

aff. *Tentifrons barnardi* Loeblich & Tappan, 1957 (Taf. 23/3A-C, 2E?)

Beschreibung: Das Gehäuse beginnt mit mehreren, sich stark überlappenden, seitlich abgeflachten Kammern. Sie sind in einer Reihe angeordnet und nehmen kontinuierlich an Größe zu (Taf. 23/3A-B). Das Gehäuse ist in diesem Stadium lediglich am Substrat festgeheftet, da Anwuchsstrukturen nicht erkennbar sind. Die nachfolgend gebildeten Kammern sind ebenfalls in einer Reihe angeordnet, jedoch deutlich voneinander getrennt. Sie sind unregelmäßig gewachsen und am Untergrund festgewachsen (Taf. 23/3C). Abbildung 3B in Tafel 23 zeigt den Übergangsbereich beider Stadien.

Diskussion: Die (aufgrund der geringen Datenmenge provisorische) Rekonstruktion des Gesamtgehäuses ergibt sich aus verschiedenen Gehäuseanschnitten. Es zeichnen sich Parallelen mit der unterkretazischen Foraminifere *Tentifrons barnardi* Loeblich & Tappan ab (vgl. Barnard, 1958: Taf. 25/2: ?*Neoflabellina* cf. *angulosa*; Loeblich & Tappan, 1988: Taf. 453/6-7). Die größte Abweichung besteht in dem Fehlen einer Berippung der Anfangskammern bei aff. *T. barnardi*.
Fazielle und regionale Verbreitung: Die Foraminifere kommt eingewachsen in Thrombolith (MF-Typ 8) vor, ist aber nur in wenigen Proben aus dem Profil Haddessen belegt.

Tentilenticulina latens Hitchings, 1980 (Taf. 21/1)

* 1980 *Tentilenticulina latens* n. sp. – Hitchings, 216, Abb. 1, 2a, b, 3, Taf. 1/1-7.
non 2001a *Tentilenticulina latens* – Reuter et al., Abb. 8/4.

Beschreibung und Diskussion: Von der monospezifischen Gattung ist lediglich *T. latens* Hitchings

	allgemeine Charakterisierung Dimensionen	Fixierung am Untergrund	Wandaufbau und -dicke	Gehäuseoberfläche	
aff. <i>Tentifrons barnardi</i>	die ersten Kammern sind abgeflacht und uniserial angeordnet, sie überlappen sich großteils; nachfolgende Kammern folgen perlschnurartig und sind auf dem Substrat festgewachsen	erst angeheftet, später festgewachsen	? <0.01mm	glatt	
<i>Tentilenticulina latens</i>	die ersten Kammern sind spiraling angeordnet (" <i>Lenticulina</i> "), dann folgen in irregulärer Anordnung große auslappende Kammern; Gehäuse bis 2mm Durchmesser	angeheftet	prismatisch	glatt, selten stachelartige Auswüchse	
Bullopora	<i>B. tuberculata</i>	unserial angeordnete, im Umriss ovale Kammern; kurze Verbindungsstücke; Kammerlänge 0.5 bis 0.6mm	festgewachsen / inkrustierend	prismatisch 0.01 - 0.02mm	bestachelt
	<i>B. laevis</i>	unserial angeordnete, im Umriss ovale Kammern mit kurzen Verbindungsstücken; Kammerlänge 0.3 bis 0.5mm	festgewachsen / inkrustierend	? <0.01mm	glatt, selten kleine Stacheln
	<i>B. cf. rostrata</i>	unserial angeordnete, im Umriss tropfenförmige Kammern mit relativ langen Verbindungsstücken	festgewachsen / inkrustierend	? <0.01mm	glatt
	<i>B. cf. negevensis</i>	kleine, unserial angeordnete, im Umriss ovale Kammern, die dicht gedrängt angeordnet sind; Kammerlänge 0.1 bis 0.25mm	festgewachsen / inkrustierend	? <0.01mm	glatt
Ramulina	<i>R. cf. laevis</i>	an- und abschwellige, schlauchförmige Röhre mit unregelmäßigen Verdickungen, von denen Verzweigungen ausgehen	angeheftet	? <0.01mm	glatt
	<i>R. aff. spandeli</i>	große beulenförmige Kammern (Durchmesser 0.5 bis 1mm) mit kurzen Verbindungsstücken, sehr kräftige Bestachelung	angeheftet	prismatisch 0.03 - 0.04mm	kräftig entwickelte Stacheln
	<i>Ramulina</i> sp.1	schlauchförmige Röhre, die von zahlreichen filigranen nadelartigen Fortsätzen umgeben ist	angeheftet (in kryptischen Habitaten)	? ca. 0.01mm	zahlreiche nadelartige Fortsätze
	<i>Ramulina</i> sp.2	kräftige und lange Röhre bis über 5mm Länge, Röhrenquerschnitt unregelmäßig gebogen und häufig abgeflacht	angeheftet	prismatisch ca. 0.04mm	glatt, selten borstenartige Auswüchse
<i>Ramulinella</i> aff. <i>ecphyma</i>	wenige große, ausgelappte Kammern, mützenartige Anordnung der Kammern, Kammern bis >1mm Durchmesser	angeheftet	?prismatisch 0.02 - 0.025mm	bestachelt	
riffassozierte Hyalinschaler (aff. <i>Ramulina</i>)	"Sammeltopf", umfaßt mehrere Formkreise, die sich nicht den anderen hier aufgeführten Foraminiferen zuordnen lassen	angeheftet		glatt	
<i>Dentalina</i>-artige riffassozierte Foraminiferen	unregelmäßig gewachsenenes und gewundenes <i>Dentalina</i> -artiges Gehäuse bis 1mm Länge	angeheftet	? ca. 0.01mm	glatt	

Abb. 34 - Bestimmungstabelle bzw. charakteristische Merkmale inkrustierender oder am Hartsubstrat festgehefteter hyalinschaliger Foraminiferen des Riffbereichs.

Fig. 34 - Characteristic features of reef dwelling attached and adherant hyalinid forminifers.

bekannt (Hitchings, 1980). Das dem Substrat aufliegende Gehäuse dieser Art besteht nach Hitchings (1980) aus mehreren sehr unregelmäßig aufgewundenen Kammern, die die zuvorgebildeten z.t. umspannen. Insbesondere die letzte Kammer ist sehr groß und unregelmäßig ausgelappt. Sie entspricht ungefähr dem Durchmesser des kompletten Gehäuses. Die Wandung zeigt eine feine Prismenstruktur und weist nach Hitchings (1980) auch spärlich verteilte Stacheln bzw. „Dornen“ auf. Obwohl *T. latens* in der Typusregion recht verbreitet sein soll und eigentlich genügend Material verfügbar sein sollte, wurde die Art von Hitchings (1980) trotzdem nur unzureichend im Abbildungsteil illustriert. Zudem gehören einige der publizierten Schnittbilder m.E. zu anderen Gattungen bzw. Arten. Zum Beispiel ist das Exemplar der Abbildung von Tafel 1/2 (Hitchings, 1980) wahrscheinlicher zu *Bullopore tuberculata* zu stellen. Das ergibt sich aus dem nierenförmigen Kammeranschnitt und den zahlreichen, in der Abbildung gut erkennbaren Stacheln. Dennoch besteht an der Selbständigkeit der Art kein Zweifel, da mir von ihr eindeutige Gehäuseanschnitte aus hier nicht behandeltem Material vorliegen (*florigemma*-Bank im Deister, unveröffentlicht). Auch im untersuchten Material gibt es einige Gehäuseanschnitte, die ich *T. latens* zurechne. Allerdings liegen lediglich Schnittlagen vor, die nicht durch das Gehäusezentrum (Initialstadium) verlaufen (randliche Schnittlagen bzw. Tangentialschnitte). Im Vergleich zu den Exemplaren aus englischen Vorkommen sind die niedersächsischen Exemplare deutlich größer; sie erreichen bis 2mm Durchmesser. Der Beschreibung der Art durch Hitchings (1980) ist ansonsten nichts hinzuzufügen, da Schnittbilder insbesondere bei dieser variablen Art individuell sehr verschieden ausfallen. Stattdessen werden sämtliche sicher der Art zugeordneten Exemplare im Abbildungsteil dargestellt (Taf. 21/1A-D). Eine besondere Bedeutung messe ich der Ausbildung der Stacheln zu, auf deren Aufbau Hitchings (1980) nicht näher eingeht. Bei den vorliegenden Exemplaren sind keine Stacheln angeschnitten, womit sich weiterführende Angaben erübrigen.

Fazielle und regionale Verbreitung: Die im Untersuchungsgebiet seltene *T. latens* ist an die Rifffazies (MF-Typ 8) gebunden und sitzt Korallenstöcken auf. In einem Fall ist die Besiedlung einer Eintiefung auf einer *Solenopora*-Knolle dokumentiert (Taf. 21/1C). *T. latens* ist in Oxfordium-zeitlichen Korallenriffen von England recht verbreitet (Insalaco, 1999) und auch in den etwa zeitgleichen nordwestdeutschen Korallenriffen nachgewiesen (diese Arbeit). Weitere Belege der Art gibt es trotz zahlreicher Untersuchungen oberjurasischer Korallenriffe nicht, das legt ein endemisches Vorkommen von *T. latens* nahe. Einschränkend muss jedoch betont werden, dass der Bekanntheitsgrad von *T. latens* gering ist.

Gattung *Bullopore* Quenstedt

Zur Gattung *Bullopore* werden in dieser Arbeit alle **inkrustierenden** Hyalinschaler gezählt. Aufgrund ihrer Lebensweise zeigen die Gehäuse stets eine deutliche Anwachsstruktur, da im fixierten Bereich die Wandung direkt das Harts substrat (Korallenstock, Thrombolith) abformt. Solche Gehäusemerkmale fehlen den Vertretern der Gattungen *Ramulina*, *Ramu-linella* und *Tentilenticulina*.

Typisch für *Bullopore* sind Gehäuse aus uniserialen, kuppelartig aufgewölbten Kammern. Die Kammern stehen durch stolonartige Verbindungsstücke in Verbindung. Einige Arten haben eine glatte Schale. Bei anderen wiederum sind stachelartige Auswüchse ausgebildet. Die Gesamtgestalt ihres Gehäuses wird durch das Relief des Untergrundes beeinflusst. Das kann zu variablem Wuchs, beispielsweise Einschnürungen von Kammern führen. Im untersuchten Material sind folgende *Bullopore*-Arten dokumentiert:

Bullopore tuberculata (Sollas, 1877)

(Taf. 20/1)

? 1839 [ohne Benennung] – Roemer, 16, Taf. 17/35.

* 1877 *Webbina tuberculata* n.sp. – Sollas, 104, Taf. 6/4-9.

1962 *Bullopore tuberculata* (Sollas) – Adams, Taf. 24/12, 14-15.

1983 *Bullopore tuberculata* (Sollas) – Gaillard, 214, Abb. 99, Taf. 20/1?, 3-4.

non 1983 *Bullopore tuberculata* (Sollas) – Gaillard, Taf. 20/2.

1986 *Bullopore tuberculata* (Sollas) – Brachert, Taf. 42/4.

? 1996 *Bullopore* sp. – Pomoni-Papaoiannou et al., Taf. 58/1.

1996 *Bullopore tuberculata* (Sollas) – Schmid, 201, Abb. 138.

non 1996 *Bullopore tuberculata* (Sollas) – Schmid, Abb. 139.

? 1999 *Bullopore tuberculata* (Sollas) – Bantel et al., 21, Taf. 11/1.

1999 *Bullopore tuberculata* – Dupraz & Strasser, 112, Taf. 12/7.

2004 *Bullopore tuberculata* – Reyle, Taf. 10/3.

Beschreibung: *B. tuberculata* ist durch im Umriss tropfenförmige Kammern von ca. 0.5 bis 0.6mm Länge gekennzeichnet. Sie weist eine vergleichsweise dicke, prismatische Schale auf. Zum inkrustierten Substrat hin dünnt die Schale aus und zeichnet im Anschnitt als irregulär gewundene Linie das Relief des Untergrundes nach. In die prismatische Wandung sind zahlreiche, im Längsschnitt rautenförmige Stacheln keilartig eingesenkt. In ihrem Zentrum befindet sich eine kanalartige Struktur. Tangentiale Schnittlagen belegen einen viereckigen Stachelumriss und dokumentieren eine pyramidenförmige Gesamtgestalt. Eine gute Schemazeichnung eines Kammeranschnittes mit dem Feinbau der Stacheln gibt Gaillard (1983).

Diskussion: *B. tuberculata* ist durch diese Merkmale gegenüber allen anderen *Bullopore*-Arten gut ab-

gegrenzt. Schnittlagen durch einzeln Kammern, die außerhalb des inkrustierenden Kammerbereichs verlaufen, lassen sich dagegen nicht von der ebenfalls bestachelten *Ramulina* aff. *spandeli* unterscheiden; letztere entwickelt allerdings größere Kammern. Die Schwierigkeit der Abgrenzung ist darin begründet, dass der Feinbau der Stacheln bei beiden Gattungen identisch ist.

Fazielle und regionale Verbreitung: *B. tuberculata* ist ein selten auftretender riffgebundener Hyalinschaler. Sie wächst Korallenstöcken auf oder ist in Thrombolith eingewachsen (MF-Typ 8). Ferner inkrustieren die Gehäuse andere skelettale Hartteile, z.B. Riffschutt und Muschelschalen. Gelegentlich besiedelt *B. tuberculata* als Cryptobiont auch leere Kammen von großwüchsigen Sandschalern (*Everticyclammina* sp.). Die Art ist allgemein in Korallen-Thrombolith-Riffen und Schwamm-Mikrobialith-Riffen des Oberjura verbreitet (s. Synonymieliste) und neben *B. rostrata* die am häufigsten angeführte *Bullopora*-Art.

Bullopora laevis (Sollas, 1877)
(Taf. 20/2)

* 1877 *Webbina laevis* n.sp. – Sollas, 103, Taf. 6/1-3.

1962 *Bullopora laevis* (Sollas) – Adams, 158, Taf. 23/6-8, 24/9, 11.

Beschreibung: Das Gehäuse besteht aus einer uniserialen Abfolge von im Umriss ovalen bis ellipsenartigen Kammern. Die Kammerlänge liegt zwischen 0.3 und 0.5mm. Die endgültige Kammergröße wird bereits in den ersten Kammern nach dem Proloculus erreicht (Taf. 20/2F). Verbindungsstücke sind sehr kurz oder fehlen. Deshalb erscheinen die Kammern in Gehäuselängsschnitten dicht aneinandergereiht, ohne dass es jedoch zu aufeinander aufreitenden Kammern mit Suturen kommt. Die Kammern sind großteils glatt, an manchen deutet sich eine feine Bestachelung an.

Diskussion: Die Merkmale erlauben eine spezifische Zuordnung des Materials zu *B. laevis*. Von *B. rostrata* unterscheiden sich die Art insbesondere durch die abweichende Kammergestalt (keine stolonartige Verlängerung), von *Bullopora* cf. *negevensis* u.a. durch wesentlich größere Kammern.

Fazielle und regionale Verbreitung: *B. laevis* ist die häufigste *Bullopora*-Art und an die Rifffazies (MF-Typ 8) gebunden. Meistens wächst sie mikrobiellen Krusten auf bzw. ist in Thrombolith eingewachsen.

Bullopora cf. *rostrata* Quenstedt, 1858

* 1858 *Bullopora rostrata* – Quenstedt, 580, Taf. 73/28.

1953 *Bullopora parasitica* n. sp. – Wetzel, 38, Abb. 1-3.

1958 *Bullopora rostrata* Quenstedt – Barnard, Taf. 24/4.

1960 *Bullopora rostrata* Quenstedt – Lutze, 494, Taf. 33/13.

1960 *Bullopora rostrata* Quenstedt – E. & I. Seibold, 372, Abb. 7k.

1962 *Bullopora rostrata* Quenstedt – Adams, 157, Taf. 24/4. [dort weitere Synonyma]

1962 *Bullopora rostrata* Quenstedt var. *irregularis* var. nov. – Adams, 157, Taf. 24/7-8, 10, 13.

1970 *Bullopora rostrata* Quenstedt – Winter, 40, Taf. 4/139. [dort weitere Synonyma]

1972 *Bullopora* – Wagenplast, Taf. 12/2.

1976 *Bullopora rostrata* Quenstedt – Kaever et al., 26, Taf. 5/2.

1988 *Bullopora rostrata* Quenstedt – Loeblich & Tappan, 422, Taf. 459/20-23.

1989 *Bullopora rostrata* Quenstedt – Riegraf & Luterbacher, 1036, Taf. 4/13.

Beschreibung: *B. rostrata* zeichnet sich durch perlschnurartig aneinandergereihte, im Umriss tropfenförmige Kammern (Kammerdurchmesser ca. 0.2mm) aus. Die Schale ist dünn und glatt.

Diskussion: Diese Art ist im Dünnschliff nur dann sicher erkennbar, wenn in Gehäuselängsschnitten das schnabelartig ausgezogene Verbindungsstück getroffen ist. Solche eindeutigen Schnittlagen sind im Material nicht vertreten, so dass die spezifische Zuordnung fraglich ist („cf.-Bestimmung“).

Fazielle und regionale Verbreitung: Bei *B. rostrata* handelt es sich um eine während des Oberjura im Flachwasserbereich weit verbreitete Art. Sie wächst wahllos Hartsubstraten, z.B. Muschelschalen, auf und ist somit nicht an die Rifffazies gebunden. Lutze (1960) führt die Art bereits aus klastischen bis karbonatischen Ablagerungen des Niedersächsischen Beckens an. Im Untersuchungsgebiet kommt *B. rostrata* sehr selten vor, was sicherlich Methoden-bedingt ist (Interpretation von Dünnschliffen). Einzelnachweise liegen lediglich aus dem Riffbereich (MF-Typ 8) vor.

Bullopora cf. *negevensis* Avnimelech & Reiss, 1954 (Taf. 21/3)

* 1954 *Bullopora negevensis* n. sp. – Avnimelech & Reiss, 838, Abb. 1-9.

Beschreibung: Das Gehäuse besteht aus dicht aneinanderhängenden Kammern mit ovalem bis ellipsenartigem Umriss. Die Kammern sind insgesamt klein (0.1 bis 0.25mm Länge) und glattschalig.

Diskussion: Kammergestalt, -größe und -anordnung machen eine Zuordnung zu *Bullopora* cf. *negevensis* am plausibelsten (vgl. Avnimelech et al., 1954). Ähnlich ist auch *B. globulata* Barnard, sie weicht jedoch durch halbkugelige Kammergestalt ab.

Fazielle und regionale Verbreitung: Von dieser sehr selten vorkommenden Art liegen nur Einzelfunde aus dem Riffbereich (MF-Typ 8) vor.

Gattungen *Ramulina* Jones und *Ramulinella* Paalzow

Im Gegensatz zu Arten der Gattung *Bullopورا* sind *Ramulina*- und *Ramulinella*-Arten durch nicht-inkrustierenden, „freien“ Wuchs charakterisiert. Dementsprechend fehlen Anwachsstrukturen. Gehäuse- bzw. Kammerquerschnitte lassen i.d.R. noch nicht einmal erkennen, in welchem Bereich sie dem Substrat aufgelegt haben. Dennoch sind im untersuchten Material alle Ramulinen in Lebendstellung überliefert, da ihr Gehäuse während des Wachstums sukzessive von Thrombolith umwachsen und fixiert wurden. Da sich die Gehäuse allgemein in Form von umgelagerten Fragmenten auch in Schlammproben wiederfinden, beruhen die Artbeschreibungen und Nachweise von *Ramulina* und *Ramulinella* auf Bruchstücken vollkörperlicher Exemplare. Charakteristisch für beide Gattungen sind schlauchartige Gehäuse mit mehr oder weniger deutlichen rhythmischen Aufblähungen (Kammern). Typisch sind Verzweigungen, die sich im Dünnschliff jedoch nur sehr selten nachweisen lassen.

Die Gattungen *Ramulina* und *Ramulinella* werden u.a. von E. & I. Seibold (1960) und Riegraf & Luterbacher (1989) in der Gattung *Ramulina* vereinigt. Ich folge jedoch Loeblich & Tappan (1988). Sie halten die Trennung auf Gattungsebene aufrecht, da sich *Ramulinella* durch Gehäuse mit aneinandergehefteten bis aufeinanderreitenden Kammern – vergleichbar mit *Nodosaria* – von *Ramulina* abgrenzt.

Ebenso wie bei der Gattung *Bullopورا* sind Arten mit oder ohne Stachelbesatz bekannt. Deshalb erlauben die Existenz oder das Fehlen von Stacheln keine systematische Einordnung auf Gattungsebene. Als wichtiges, bisher nur ungenügend beachtetes Merkmal betrachte ich dagegen den (spezifischen) Aufbau der Stacheln.

Ramulina cf. laevis Jones, 1875 (Taf. 23/1, 34/5)

* 1875 *Ramulina laevis* n. sp. – Jones, 88, Taf. 3/19.

1964 *Ramulina laevis* Jones – Loeblich & Tappan, C537, Abb. 420/9.

1988 *Ramulina laevis* Jones – Loeblich & Tappan, Taf. 461/8.

? 1999 [Röhrenquerschnitt links oberhalb *B. tuberculata*] – Dupraz & Strasser, Taf. 12/7.

Beschreibung: Diese charakteristische, im Dünnschliff verhältnismäßig leicht zu determinierende Art,

ist durch ein verzweigtes röhrenartiges Gehäuse gekennzeichnet. Die Röhren sind gewunden und schwelgen unregelmäßig an und ab. Sie sind im Querschnitt kreisrund und erreichen Durchmesser zwischen 0.04mm und 0.2mm. Außerdem treten deutlich verdickte Gehäusebereiche mit Durchmessern von ca. 0.2mm auf. Dort ist der Röhrenquerschnitt unregelmäßiger – angedeutet amöbenartig. Von diesen Bereichen gehen regellos Verzweigungen aus (Taf. 23/1B, C). Das Röhrensystem ist ungegliedert, eine Segmentierung in einzelne Kammern ist nicht festzustellen. Die Wandung ist ausgesprochen dünn und die Oberfläche glatt, also frei von stachelartigen Fortsätzen. Das regellose Verzweigungsmuster führt dazu, dass im Dünnschliff i.d.R. immer mehrere Röhren in mehr oder weniger weiten Abständen angeschnitten sind.

Diskussion: Die Merkmale erlauben eine Zuordnung zu *Ramulina cf. laevis*. Diese von Loeblich & Tappan (1964) revidierte Art ist in der europäischen Oberkreide („british and french chalk“) verbreitet. Oesterle (1968: 768) erwähnt sie zudem aus dem Schweizer Oberjura, gibt aber weder Beschreibung noch Abbildungen. Weitere Hinweise auf jurassische Vorkommen sind mir nicht bekannt.

Ähnlich ist auch *Ramulina abscissa* Loeblich & Tappan aus der Unterkreide. Diese Art unterscheidet sich von *Ramulina cf. laevis* durch einen mehr oder weniger gleichen Röhrendurchmesser und dichotomen Verzweigungsmodus (Loeblich & Tappan, 1946).

Fazielle und regionale Verbreitung: *Ramulina cf. laevis* ist an die Rifffazies (MF-Typ 8) gebunden und tritt dort eingewachsen in Thrombolith auf. Insgesamt ist die Art relativ häufig.

Ramulina aff. spandeli Paalzow, 1917

* 1917 *Ramulina spandeli* n.sp. – Paalzow, 246, Taf. 47/15.

? 1996 *Bullopورا tuberculata* (Sollas) – Schmid, Abb. 139.

v 2001a *Tentilenticulina latens* – Reuter et al., Abb. 8/4.

Beschreibung: Aus dem Untersuchungsgebiet liegt ein Einzelfund vor; weitere Exemplare, die bei der Beschreibung mit berücksichtigt werden, stammen aus der florigemma-Bank des Deisters und dem Hainholz-Member des Osterwaldes (Reuter et al., 2001a: Abb. 8/4). Das Gehäuse besteht aus hintereinandergereihten Kammern, vergleichbar mit Arten der Gattung *Bullopورا*. Die Kammern sind in der Grundform variabel (kugelig, oval, spindelrig) und von unregelmäßiger Gestalt. Die Kammerübergänge sind in den zufälligen Schnittlagen nur unzureichend dokumentiert. Deutliche Einschnürungen mit kurzen Verbindungsstücken sind wahrscheinlich. Die Kammern sind groß und erreichen eine Länge und einen Durchmesser von 0.5 bis 1mm. Die Wand ist prismatisch und dick (0.03 bis 0.04mm).

In ihr sind sehr kräftig entwickelte Stacheln eingebaut, deren Aufbau mit denen von *Bullopore tuberculata* und *Ramulinella* aff. *ecphyra* identisch ist.

Diskussion: Die größten Übereinstimmungen bestehen mit *Ramulina spandeli* Paalzow [?syn.: *Ramulina aculetata* Wright], einer kräftig bestachelten Form die während des Oberjura weit verbreitet ist. *Ramulina* aff. *spandeli* lässt sich am ehesten mit *Bullopore tuberculata* verwechseln (s. dort).

Fazielle und regionale Verbreitung: Das Exemplar aus dem Untersuchungsgebiet stammt aus dem Riffbereich (MF-Typ 8). Es liegt einem Korallenstock auf und ist von Thrombolith überwachsen.

***Ramulina* sp.1** [„Pseudoostracoden“ sensu Schlagintweit (1991)]
(Taf. 22/2)

- 1983 *Bullopore tuberculata* (Sollas) – Gaillard, Taf. 20/1?, 2.
1991 „Pseudoostracoden“ – Schlagintweit, S. 31, Taf. 8/18-19.
[dort weitere Synonyma]
1995 „Pseudoostracode“ – Baumgärtner & Reyle, Abb. 12.
1998 „Foraminifera dubia“ – Schöllhorn, 55, Taf. 66/2, 5-6.
1998 « white circles » – Helm & Schülke, Taf. 16/5.
? 1999 *Bullopore tuberculata* – Krautter & Hartmann, Abb. 5.
v2000 *Bullopore rostrata* – Reuter, Taf. 9/9.
2004 „Pseudoostracoden“ – Reyle, Taf. 10/4.

Beschreibung: Das Gehäuse besteht aus einer leicht an- und abschwelldenden schlauchförmigen Röhre mit einem Durchmesser von 0.1 bis 0.3mm. Verzweigungen der ungekammerten Röhre sind durch die zufälligen Schnittlagen im Material nicht belegt. Sie sind jedoch auch bei dieser Art sehr wahrscheinlich, da Röhrenquerschnitte und Längsschnitte im Dünnschliff gesellig auftreten. Die Röhren sind dünn und bestachelt, letzteres Merkmal ist im untersuchten Material nur schwer verifizierbar. Besser erhaltenes Material aus der *florigemma*-Bank des Deister zeigt eine dichte Bestachelung der Röhre. Die Stacheln sind demnach filigran und haarartig. Sie erreichen den Radius bzw. halben Durchmesser der Röhre.

Diskussion: *Ramulina* sp.1 lässt sich keiner beschriebenen Art zuordnen. Dies beruht sicherlich darauf, dass die Systematik der Gattung auf (umgelagerten) vollkörperlichen Exemplaren aus Schlammrückständen beruht. Da *Ramulina* sp.1 jedoch an räumlich abgeschirmte kryptische Riffbereiche gebunden ist (s.u.), schließt dies eine Umlagerung und Erfassung der Art durch Schlammprobenaufbereitung nahezu aus.

Ramulina sp.1 ruft im Dünnschliff sehr charakteristische Schnittbilder hervor. Demzufolge ist die Art schon mehrfach in oberjurassischen bis unterkretazischen Riffen nachgewiesen und abgebildet worden (s. Synonymieliste). In den vorliegenden Arbeiten wird

sie häufig unter der informellen Bezeichnung „Pseudoostracode(n)“ genannt. Ich ordne sie der Gattung *Ramulina* zu.

Der Aufbau der nadelartigen Stacheln ist einfach; sie stellen sich lediglich als externe Auswüchse der Gehäuseoberfläche dar. Eine Verwechslung mit *Bullopore tuberculata* ist deshalb ausgeschlossen.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Ramulina* sp.1 ist an die Rifffazies (MF-Typ 8) gebunden und insgesamt selten. Die Art bevorzugt kryptische Habitats und bleibt innerhalb der Riffe auf pharetronide Schwämme und Bohrlöcher endolithischer Organismen beschränkt. In einem Fall ist die Besiedlung eines *Bullopore* cf. *laevis*-Gehäuses belegt. Wesentlich häufiger tritt *Ramulina* sp.1 in den Korallen-Thrombolith-Riffen der *florigemma*-Bank des Deisters auf.

Die Art scheint in oberjurassischen Korallen- und Schwamm-Thrombolith-Riffen allgemein verbreitet zu sein. Wie die Synonymieliste zeigt, wurden sie z.t. aufgrund der Bestachelung irrtümlicherweise der Art *Bullopore tuberculata* zugewiesen.

Der in den niedersächsischen Riffen konstatierte Bezug von *Ramulina* sp.1 zu kryptischen Riff-Mikrohabitats kann für die Art verallgemeinert werden. Schlagintweit (1991) und Schöllhorn (1998: 55) weisen bereits auf ihre Eigenschaft als Kommensale hin, da sie die Art im Interseptalraum von Korallen und im „Gewebe“ von Schwämmen“ fanden. Auch Baumgärtner & Reyle (1995: 355) weisen auf einen bevorzugten Lebensraum in Skeletthohlräumen von Korallen hin.

Anwachsstrukturen sind nicht erkennbar und auch die nadelartigen Stacheln umgeben die Röhre komplett. Offensichtlich stützen sich die Foraminiferen mit den Nadelenden ab, um einer vorzeitigen Überwachsung durch Mikroben entgegenzuwirken. Schlagintweit (1991) geht zusätzlich von einer Verankerungshilfe in den Mikrohabitats der Skeletthohlräume aus.

***Ramulina* sp.2**
(Taf. 22/1)

Beschreibung: Das Gehäuse ist als große, hyalinschalige, ungekammerte Röhre ausgebildet. Die Röhre lässt sich in günstigen Anschnitten über eine Länge von über 5mm verfolgen, ohne dass ein Ende oder Anfang erkennbar ist. Auch der Durchmesser der Röhre ist auffällig groß; er liegt bei ca. 0.5mm. Die Röhre liegt dem Substrat, i.d.R. Korallenstöcken auf, ohne mit ihm zu verwachsen. Sie formt in ihrem Verlauf dessen Oberfläche ab. Dementsprechend nimmt die Röhre eine unregelmäßig gebogene Gestalt ein. Ihr Durchmesser bleibt weitgehend konstant. Der Windungsquerschnitt ist sehr variabel, bevorzugt jedoch

unregelmäßig abgeflacht und erinnert an ein Ellipsoid. Die Oberfläche ist für gewöhnlich ein- und ausgedellt. Die Wandung ist prismatisch aufgebaut (Taf. 22/1E) und dick (ca. 0.04mm stark). Stacheln sind nicht ausgebildet; vereinzelt kommen jedoch unregelmäßig krallenartig gebogene Ausstülpungen vor (Taf. 22/1G, I). Sie haben wahrscheinlich zur Verankerung am Substrat gedient. Bei einer Röhre (Taf. 22/1C) ist im Anschnitt möglicherweise der Mündungsbereich erfasst. Dort zeichnen sich mehrere geweihartige Strukturen ab (Taf. 22/1F).

Diskussion: Die Foraminifere lässt sich keiner bisher bekannten Art zuordnen und wird der Gattung *Ramulina* angegliedert. Aufgrund der absoluten Größe ließe sich der Organismus auch problemlos zu den Serpuliden stellen, dagegen spricht aber bereits der abweichende Feinbau der Wandung.

Bereits durch ihre Größe ist *Ramulina* sp.2 von den anderen hyalinschaligen Foraminiferen des Riffbereichs gut abgegrenzt. Isolierte Röhrenquerschnitte sind dagegen nur schwer gegen andere großwüchsige, unbestachelte Formen oder randliche Schnittlagen durch *Tentilenticulina latens* abzugrenzen.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Ramulina* sp.2 ist an den Riffbereich (MF-Typ 8) gebunden und ist entweder an Korallenstöcken fixiert oder in Thrombolith eingewachsen (Kontakt zum Substrat außerhalb des Schnittbereichs). Häufig tritt *Ramulina* sp.2 nur im Profil Ramsnacken auf, ansonsten ist die Art relativ selten.

Riffassoziierte hyalinschalige Foraminiferen (aff. *Ramulina*) (Taf. 24/1-5)

Beschreibung und Diskussion: Mit diesem Überbegriff werden verschiedene Formen nicht-inkrustierender, glattschaliger Foraminiferen vereint, die sich nicht den anderen beschriebenen Taxa zuordnen lassen.

Ein Formenkreis umfasst große, vermutlich aus einer einzigen Kammer oder wenigen Kammern bestehende Gehäuse über 1mm Durchmesser. Sie weisen eine gardinenartig gefaltete bzw. amöbenartig ausgebuchete Kammeroberfläche auf und sitzen Korallenstöcken auf oder sind in kleinen Zwickeln verkeilt (Taf. 24/1, 5). Zu diesem Formenkreis gehören auch das von Lang (1989: Taf. 60/6: *Bullopora*) abgebildete Exemplar, das seine Kammern den räumlichen Gegebenheiten zwischen den Schwammnadeln anpasst.

Fazielle und regionale Verbreitung: Solche Foraminiferen kommen vereinzelt im Riffbereich (MF-Typ 8) vor und sind meistens an den Interseptalbereich oder Kelchbereich von Korallenstöcken gebunden.

Ramulinella aff. *ecphyma*

Loeblich & Tappan, 1950

(Taf. 21/2)

Beschreibung: Es liegt lediglich von einem Exemplar ein Schnitt durch das Gehäuse vor. Man erkennt die Schnittspur von zwei Kammern, die ineinandergeschachtelt sind. Die Schnittspur der inneren Kammer ist vom Umriss amöbenartig und deutet eine unförmig ausgebeulte Kammergestalt an. Diese Kammer wird nahezu komplett von einer zweiten Kammer umgeben. Nach der Schnittspur zu urteilen wächst diese z.T. auf der älteren Kammer auf, was zur Verdickung des Gehäuses führt. In mehreren Bereichen löst sie sich von der ersten Kammer, woraus beulenartige Kammerausstülpungen resultieren. Dementsprechend ergibt sich eine stark reliefierte Kammer- bzw. Gehäusemorphologie mit kräftigen domartigen Ausstülpungen. Der größte gemessene Durchmesser dieser Kammer (bzw. des Gehäuses) beträgt 1.36mm.

Die Wand ist relativ dick (ca. 0.02 bis 0.025mm) und höchstwahrscheinlich prismatisch aufgebaut. In die Wand sind zahlreiche Stacheln eingesenkt, die in ihrem Feinbau mit denen von *Bullopora tuberculata* identisch sind. Sie sind kräftig entwickelt und relativ lang ausgezogen (Taf. 21/2B-D). Eine Anwachsstruktur (Kontakt zum Substrat) des Gehäuses ist im Anschnitt nicht zu beobachten.

Diskussion: Solche hyalinschaligen riffassoziierten Foraminiferen mit irregular wachsenden und formvariablen Gehäuse wurden bisher nur ungenügend oder gar nicht dokumentiert. Eine systematische Zuordnung dieser Form ist deshalb nach dem heutigen Kenntnisstand aus Mangel an Vergleichsmaterial nicht möglich. Die erkennbaren Merkmale erlauben eine Zuordnung zu der Gattung *Ramulinella* Paalzow. Dafür spricht vor allem die sich kapuzenartig anschließende Kammer. Von der Gattung *Ramulinella* sind lediglich zwei Arten bekannt, die über die Erstbeschreibungen hinaus nicht wieder aufgegriffen wurden. Paalzow (1932) beschreibt *R. suevica* aus dem Oxfordium der Schwäbischen Alb. Diese Art unterscheidet sich von dem vorliegenden Exemplar durch Kammern, die sich z.T. überwachsen, ansonsten jedoch in einer Reihe angeordnet sind. Ähnlicher ist die ebenfalls aus dem Oxfordium beschriebene *R. ecphyma* (Loeblich & Tappan, 1950). Sie ist durch wenige unregelmäßig halbkugelige, sich irregulär überlappende Kammern gekennzeichnet. Das Gehäuse bleibt mit einem maximalen Durchmesser von 0.49mm deutlich kleiner als das von *R. aff. ecphyma* (Loeblich & Tappan, 1950).

Riegraf & Luterbacher (1989) stellen beide Arten (*R. suevica* und *R. ecphyma*) in Synonymie und ordnen sie der Gattung *Ramulina* zu; somit wäre die Gattung *Ramulinella* „aufgehoben“. Nach diesem Konzept wären solche Formen generell *Ramulina suevica*

(Paalzow) zuzuordnen. Diesem Vorgehen folge ich nicht, da erhebliche Unterschiede in der Kammeranordnung vorliegen. Sie legen eine Abtrennung auf Gattungsebene nahe (*Ramulina*: ungegliedert, Kammerung lediglich durch Gehäuseeinschnürungen; *Ramulinella*: Gliederung des Gehäuses durch Kammern, deutliche Kammersuturen). Deshalb haben beide Gattungen auch noch bei Loeblich & Tappan (1988) bestand. Aufgrund dieses Unterschieds gehört die von Riegraf & Luterbacher (1989: Taf. 4/14) abgebildete *Ramulina suevica* (Paalzow) zwar zur Gattung *Ramulina*, weist aber durch die fehlende „echte“ Kammerung (nur Einschnürung des Gehäuses) keinen Bezug zu den Arten *R. suevica* oder *ecphyma* auf.

Fazielle und regionale Verbreitung: *R. aff. ecphyma* ist durch ein Exemplar aus der Rifffazies (MF-Typ 8) des Profils Bakeder Berg-SW belegt.

Dentalina-artige riffassozierte Foraminiferen (Taf. 23/2)

Beschreibung: Hierunter werden hyalinschalige Foraminiferen zusammengefasst, deren Gehäuse an den Bauplan der Gattung *Dentalina* erinnern. Die Exemplare sind am Substrat (Thrombolith) lediglich festgeheftet, eine Anwachsstruktur des Gehäuses fehlt. Sie erreichen eine Länge von 0.5 bis 1mm. Das Gehäuse windet sich irregulär und die Kammern nehmen eine variable Gestalt an. Dementsprechend vielgestaltig sind die Gehäuselängsschnitte (vgl. Taf. 23/2). Weitere Exemplare – als Kommensalen in einem pharetroniden Schwamm – bilden Helm & Schülke (1998: Taf. 16/5-6) ab.

Diskussion: Dass es sich um Jugendstadien der anderen hier beschriebenen hyalinschaligen riffassozierten Foraminiferen handelt, ist aufgrund der Gehäusegröße auszuschließen. Vergleichbare Foraminiferen sind bisher noch nicht aus oberjurassischen Riffen erwähnt worden.

Fazielle und regionale Verbreitung: Diese Foraminiferen kommen im Riffbereich vereinzelt eingewachsen in Thrombolith vor (MF-Typ 8), einige Exemplare besiedelten pharetronide Schwämme.

3.2.6 Unterordnung Rotaliina Delage & Hérouard, 1896

***Bolivina* sp.** (Taf. 19/6)

v 2002 Textulariide Foraminifere (cf. *Textularia* sp.) – Stych, Taf. 3/7.

Beschreibung: Das kleine, biserialle Gehäuse ist langgestreckt und erreicht eine Gesamtlänge von maximal

0.25mm. Die Wandung ist transparent, schlecht erhalten (rekristallisiert) und ohne scharfen Kontakt zum einbettenden Sediment oder Zement.

Die Foraminifere ist im Dünnschliff schon aufgrund ihrer Größe kaum wahrnehmbar. Sie fällt erst dadurch auf, dass opake Mineralsubstanz das Kammerlumen ausfüllt und einen scharfen Kontrast zum rekristallisierten Gehäuse bildet (insbesondere Taf. 19/6B).

Diskussion: Die hyaline Schale und der biserialle Bau erlauben eine Zuordnung zu der Gattung *Bolivina*. Die Gehäuseerhaltung entspricht der von den Trocholinen und Spirillinen. Der Verlust der Schalenstruktur beruht auf der Kalzitisierung der ehemals aragonitischen Schale (Hohenegger & Piller, 1975).

Fazielle und regionale Verbreitung: *Bolivina* sp. ist lediglich aus dem Cortoid-/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9) des Profils Mattenberg belegt, kommt in einigen Proben jedoch recht häufig vor. Stych (2002: Taf. 3/7) bildet höchstwahrscheinlich die gleiche Art aus Riffschuttalksteinen des Korallenbiostroms der Unteren Korallenbank von Dielmissen ab.

3.2.7 Diskussion

Fazielle Beziehungen

Da sich bei vielen Arten bzw. Taxa der nachgewiesenen benthonischen Foraminiferen eine ausgeprägte Milieuabhängigkeit abzeichnet (Abb. 33), lassen sie sich als wichtige paläoökologische Indikatoren zur Faziesinterpretation nutzen (vgl. E. & I. Seibold, 1960; Lutze, 1963; Hallock & Glenn, 1986). Viele Arten sind anscheinend in ihren ökologischen Bedürfnissen so stark spezialisiert, dass sie an bestimmte Faziestypen des Korallenoolith gebunden sind. So hat die Höhe der Wasserturbulenz nicht nur einen großen Einfluss auf die Karbonat-Lithologie, sondern insbesondere auch auf die Ausbildung bestimmter Foraminiferen-Assoziationen (Hallock & Glenn, 1986; Chicchini et al., 1988). Andererseits sind einige Arten fazielle Durchläufer und dementsprechend in unterschiedlichen Faziestypen präsent (z.B. Lenticulinen, Bollinger & Burri, 1970: 48; Munk, 1980: 194ff). Allerdings zeichnen sich die meisten „faziesbrechenden“ Arten durch hohe Abundanz in bestimmten Faziestypen aus (z.B. Alveosepten oder *Everticyclammina* sp.), so dass auch sie zur Charakterisierung von Faziestypen brauchbar sind.

Der Auffassung, dass der Bildungs- und Ablagerungsraum von **Kalkoolith** (MF-Typ 1) einer „Ooidwüste“ entspricht, die keinen geeigneten Lebensraum für benthonische Mikroorganismen darstellt (Lutze, 1963: 372), stehen die eigenen Beobachtungen entgegen. Foraminiferen sind im Oolith sogar insgesamt häufig, gut erhalten und bilden meistens den Kern von Ooiden. Individuen von *Nautiloculina oolithica* entsprechen ungefähr dem Korngrößenbereich (kleiner) Ooide und

scheinen aufgrund ihrer kugeligen Gestalt an mobiles Lockersubstrat (MF-Typ 1 und 11) angepasst zu sein (vgl. Reyle, 2004: 173). Für *Gaudryina heersumensis* und *Pseudomarssonella* cf. *dumortieri* stellten entsprechende Ablagerungsräume sogar den bevorzugten Lebensraum dar, da sie in anderen Faziestypen stark zurücktreten oder fehlen. Ob *Gaudryina heersumensis* generell die Oolith-Fazies charakterisiert, lässt sich derzeit nicht beurteilen. Stinder (1991: 69) erwähnt, dass im Wesergebirge die Art nur „aus den obersten Bänken des Hauptoolith oder dem *Florigemina*-Horizont“ belegt ist (entspricht MF-Typen 1 bis 4). Diese Angaben widersprechen einer allgemeinen Verbreitung von *G. heersumensis* in oolithischen Kalksteinen. Trocholinen wiederum zeigen generell stark bewegtes Wasser an (Wagenplast, 1972: 18, vgl. Strohmenger et al., 1987) und sind im Untersuchungsgebiet an die Mikrofaziestypen 1 und 11 gebunden.

Mit dem ***Everticyclammina*-Kalkstein** (MF-Typ 2) liegt ein Faziestyp vor, der von einer Foraminiferenart (*Everticyclammina* sp.) bestimmt wird. Deren Gehäuse liegen in gesteinsbildender Häufigkeit vor. Allerdings kommt diese Art „faziesbrechend“ auch in allen anderen Faziestypen vor.

Der **Onkolith** (MF-Typ 3) lässt keine Foraminiferen-Vergesellschaftung erkennen, da das Gesteinsvolumen im wesentlichen aus Onkoiden besteht.

In dem **mikritischen Kalkstein** (MF-Typ 6) treten Foraminiferen stark zurück. Es sind lediglich fazielle Durchläuferformen belegt.

Eine wesentlich reichere Foraminiferenfauna weist dagegen der **fossilreiche mikritische Kalkstein** (MF-Typ 4) auf. *Ammobaculites coprolithiformis*, *Everticyclammina virguliana*, aff. *Ammosphaeroidina* sp. erreichen in diesem Faziestyp ihre größte Häufigkeit.

Der **Nerineen/Solenoporen-Kalkstein** (MF-Typ 7) weist neben zahlreichen Makrofossilien auch eine arten- und individuenreiche Foraminiferenfauna auf. Sie wird von großen, komplex gebauten Sandschalern bestimmt.

Im **Riffkalkstein** (MF-Typ 8) treten erwartungsgemäß inkrustierende, auf Hartsubstrat, z.B. Korallenstöcken, festgeheftete Formen auf. Es sind mindestens 23 Arten, von denen etwa die Hälfte Erstnachweise für den Korallenoolith darstellen.

Partikelkalksteine, im wesentlichen **Cortoid-Kalksteine** (MF-Typen 9-11), sind durch eine ausgesprochen arten- und individuenreiche Sandschaler-Fauna gekennzeichnet. In keinem anderen Faziestyp wird solch eine Artenfülle erreicht. Einige Arten agglutinierender Foraminiferen (*Audienusina fourcadei*, *Rectocyclammina chouberti*) bleiben faziell sogar auf die Cortoid-Kalksteine beschränkt. Andere Arten wiederum („*Paleopfenderina*“ cf. *gracilis*, *Eggerella meentzeni*) haben dort ihr Häufigkeitsmaximum. Die gute Erhaltung der Gehäuse legt eine Lebensweise als

Sandzwickelfauna für zahlreiche Foraminiferen nahe. Auch im **quarzsandreichen Kalkarenit** (MF-Typ 12) sind Foraminiferen präsent. Es handelt sich weitgehend um fazielle Durchläuferformen. Allerdings ist es kaum möglich zwischen aufgearbeiteten Foraminiferen aus dem Liegenden (aufgearbeitete *florigemina*-Bank) und umgelagerten, abgerollten Foraminiferengehäusen aus dem sedimentären Umfeld zu trennen.

Inkrustierende und an Hartsubstrat festgeheftete Foraminiferen

In der Lebensweise ist zwischen obligatorisch inkrustierenden Arten und an Hartsubstrat festgehefteten Arten zu unterscheiden. Zu den inkrustierenden Formen gehören agglutinierende (8 Arten), miliolide (2 Arten bzw. Taxa) und hyalinschalige (5 Arten) Foraminiferen (Abb. 33). Die Sandschaler und nubeculariide Foraminiferen dominieren jedoch, da einige Arten massenhaft auftreten. Im Gegensatz zu fast allen anderen inkrustierenden Sandschalern tritt das *Lithocodium aggregatum* - *Troglotella incrustans*-Foraminiferen-Konsortium auch außerhalb des Riffbereichs weit verbreitet auf (MF-Typen 2-5, 7, 9-10). Grundvoraussetzung ist die Existenz von Hartsubstrat, welches vor allem durch Biogene und Bioklasten bereit gestellt wird. Die in Riffen des Oberjura allgemein verbreitete „*Tubiphytes*“ *morroneensis* (Schmid, 1995, 1996) bleibt im Untersuchungsgebiet auf eine Lokalität (Steinbruch Pötzen) beschränkt und hat keine weitere Bedeutung. Die massenhaft vorkommenden nubeculariiden Foraminiferen treten eng assoziiert mit Thrombolith auf. Schmid (1996) nimmt deshalb eine Mikroben-zehrende Lebensweise an. Die 4 nachgewiesenen Arten von *Bullopore* (vgl. Abb. 34) repräsentieren neben aff. *Tentifrons barnardi* die einzigen inkrustierenden Hyalinschaler innerhalb der Rifffazies.

Trotz umfangreicher Bearbeitung der oberjurassischen Mikroinkrustierer ist der Kenntnisstand über an Hartsubstrat festgeheftete Foraminiferen äußerst kursorisch. Auffällig ist, dass sich die taxonomische Untersuchung solcher Foraminiferen methodikbedingt auf geätzte Schwämme konzentriert (Wagenplast, 1972; Schmalzriedt, 1991; Munk, 1994). Deshalb fehlen im Lösungs-Rückstand sämtliche Kalkschaler (insofern deren Schalen nicht verkieselt wurden) und Quarzsand-agglutinierende Taxa bestimmen das Faunenspektrum (z.B. Schmalzriedt, 1991).

Im eigenen Material ließen sich zahlreiche an Hartsubstrat festgehefteten Foraminiferenarten oder -taxa durch Dünnschliffuntersuchungen nachweisen. Sie werden von Hyalinschalern dominiert (*Spirillinen*, *Tentilenticulina latens*, *Ramulina* aff. *spandeli*, *Ramulina* cf. *laevis*, *Ramulina* sp.1, *Ramulina* sp.2, aff. *Ramulina* sp., *Ramulinella* aff. *ecphyma*, *Dentalina*-artige riffassoziierte Foraminiferen). In dieser Gruppe spielen Sandschaler (*Tritaxis lobata*) nur

eine untergeordnete Rolle. *Tritaxis lobata* tritt im Untersuchungsgebiet ausschließlich an Korallenstöcken festgeheftet auf; Funde umgelagerter Exemplare in dem angrenzenden Sedimentationsbereich blieben bisher aus, so dass es sich bei *Tr. lobata* um eine obligatorisch riffbewohnende Art handelt. Dies geht bereits aus den Untersuchungen von Gaillard (1983) und Lang (1989) hervor. Erstaunlicherweise ist die Art bereits von Lutze (1960) aus Schlammrückständen der Heersumer Schichten nachgewiesen worden. Möglicherweise handelt es sich um umgelagerte Exemplare, die z.B. auf Muschelschalen fixiert lebten.

Spirillinen gehören zu den fakultativ an Hartsubstrat festgehefteten riffbewohnenden Foraminiferen, da sie nur gelegentlich in Thrombolith eingewachsen nachgewiesen wurden. Die nur aus dem englischen Coral Rag (Hitchings, 1980) und Korallenoolith bekannte *Tentilenticulina latens* ist ein typischer Riffbewohner. Die Foraminifere besitzt ein Gehäuse, welches im spätontogenetischen Stadium an Korallenstöcken festgeheftet ist. Am erfolgreichsten waren jedoch hyalinschalige Foraminiferen mit gewundenen oder sich verzweigenden Gehäusen. Dabei gibt es einen eindeutigen funktionsmorphologischen Zusammenhang zwischen dem Bauplan des Gehäuses und der Zwickelbewohnenden Lebensweise im Korallenriff. Die Wuchsform bot einerseits durch Verklemmen einen sicheren Halt in der Kleinhöhle, ermöglichte andererseits eine große räumliche Ausdehnung verzweigter Gehäuse. Zudem waren die filigranen und zerbrechlichen Gehäuse in der Zwickelposition vor mechanischer Beschädigung oder Zerstörung weitgehend geschützt. Eine Besonderheit stellen epiphytische? Milioliden dar, die ausschließlich umgelagert im Zwischenriffbereich belegt sind. Die Gehäuse umgreifen zangenartig stabartige Gebilde – vermutlich Pflanzenreste –, die jedoch nicht fossil überliefert sind.

Einige riffbewohnende Foraminiferen waren bisher nur aus oberjurassischen Schwammriffen bekannt. Hierzu gehören *Sorosphaera cf. argoviensis*, *Tolypammina vagans*, *Subbdelloidina haeusleri*, *Tritaxis lobata* (z.B. Schmalzriedt, 1991; Munk, 1994). In dieser Arbeit werden sie erstmals aus lagunären Korallenriffen nachgewiesen. Wahrscheinlich sind sie jedoch in Korallenriffen des Oberjura weit verbreitet, da sie in Dünnschliffen leicht zu übersehen sind.

Substratauswahl agglutinierender Foraminiferen

Von Arten agglutinierten Foraminiferen ist allgemein bekannt, dass sie befähigt sind, bestimmte Baustoffe auszulesen und anzureichern (z.B. Wagenplast, 1972). Insbesondere einige inkrustierende Arten zeigen eine ausgeprägte Substratauswahl an, da sie ausschließlich detritischen Quarz agglutinieren. Hierzu gehören *Sorosphaera cf. argoviensis*, *Tolypammina vagans*,

Subbdelloidina cf. haeusleri und *Tritaxis lobata*. Auf die selektive Auswahl des Wandmaterials bei *Subbdelloidina haeusleri* und *Tolypammina vagans* weist bereits Schmid (1996: 199) hin. Die Besonderheit besteht darin, dass Gehäuse dieser Arten vorwiegend aus agglutinierten Quarzkörnern bestehen, selbst wenn diese in den umgebenden Mikrobialithen nur vereinzelt auftreten (Schmid, 1996: 199). Diese Aussage steht im vollen Einklang mit den eigenen Beobachtungen. Es ist vielmehr erstaunlich, woher die Foraminiferen ihr Baumaterial in ausreichender Menge rekrutierten, da das sedimentäre Umfeld durch ausgeprägte Armut an detritischem Quarz gekennzeichnet war. Wahrscheinlich wird das vereinzelt, daher insgesamt seltene Auftreten der genannten Arten durch das insgesamt geringe Materialangebot limitiert.

3.2.7.4 Foraminiferen-Biostratigraphie

Der Kenntnisstand der Foraminiferen-Biostratigraphie des Korallenoolith ist allgemein dürftig; er wird von Gramann et al. (1997) zusammengefasst. Die stratigraphischen Reichweiten einzelner Arten im Wesergebirge diskutiert Stinder (1991). Allgemein auffällig an den Reichweitenangaben von Gramann et al. (1997) ist, dass das stratigraphische Auftreten vieler aus den Heersumer Schichten bekannten Arten mit dem Einsetzen der Korallenoolith-Fazies scheinbar endet bzw. sie noch in den basalen Korallenoolith hineinziehen. Andererseits setzen Foraminiferenarten dann wieder erst oberhalb der Hauptdiskontinuitätsfläche (*Alveosepta jaccardi*, *Everticyclammina virguliana*) bzw. später im „Unteren Kimmeridge“ (*Eggerella meentzeni*) ein. Die vorliegende Untersuchung zeigt jedoch, dass Foraminiferenarten, die typisch für die Heersumer Schichten sind, noch im stratigraphischen Niveau der florigemma-Bank existieren (z.B. *Gaudryina heersumensis*; hierzu auch Stinder, 1991: 69). Wiederum andere Arten treten bereits früher, im Liegenden der Hauptdiskontinuitätsfläche, auf (*Alveosepta jaccardi*, *Everticyclammina virguliana*). Damit wären die bisher existierenden stratigraphischen Reichweiten einiger Foraminiferentaxa für den Korallenoolith hinfällig. Zukünftige Arbeitskonzepte sollten deshalb auch unbedingt auf Foraminiferen in Dünnschliffen basieren, mit deren Hilfe eine Biozonierung des Korallenoolith bzw. der kompletten Karbonatfazies des NW-deutschen Oberjura erarbeitet werden könnte. Allerdings sind die meisten Arten, z.B. der Gattung *Textularia*, aufgrund langer Reichweiten biostratigraphisch wertlos (E. & I. Seibold, 1960) bzw. nicht für eine hochauflösende Zonierung brauchbar (vgl. Bassoulet, 1997).

Vergleich mit bisherigen Arbeiten über Foraminiferen des Korallenoolith

Ein Vergleich der Foraminiferen-Fauna auf Art- und Gattungsebene ergibt bereits auf den ersten Blick eklatante Abweichungen. Man gewinnt aufgrund der konträren Befunde sogar den Eindruck, dass sich die Untersuchungen eindeutig nicht auf die selben Karbonatgesteine (des Korallenoolith) beziehen.

Die Ergebnisse von Stinder (1991) zeigen eine Vormacht an Arten und Individuen hyalinschaliger Foraminiferen in Korallenoolith-Sedimenten auf. Sandschaler scheinen dagegen nur durch wenige Arten mit zudem geringer Individuendichte vertreten zu sein, Milioliden fehlen weitgehend.

Stinder (1991: 59) stellt heraus, dass sich „die relative artenreiche Mikrofauna im Wesergebirge durch eine Individuenarmut“ auszeichnet. Wie Stinder (1991: 62) außerdem betont, „ist im Wesergebirge das nahezu vollständige Fehlen der in weiten Teilen von Süddeutschland als Durchläufer vorkommenden Sandschaler [auffällig].“

Die eigenen Untersuchungen belegen dagegen, dass in Korallenoolith-Sedimenten Arten agglutinierender Foraminiferen überwiegen und zudem viele Arten in hohen Individuendichten vorkommen. Auch Milioliden sind in bestimmten Lithotypen häufige bis sehr häufige Faunenelemente.

Ebenso sind die Überschneidungen auf Art- und Gattungsebene (Stinder, 1991 versus diese Arbeit) äußerst gering. Von den 68 im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Taxa (zumeist Arten) sind lediglich 5 Arten bei Stinder (1991) angeführt (*Ammobaculites suprajurassicus*, *Textularia jurassica*, *Gaudryina heersumensis*, cf. *Trochammina inflata*, *Trocholina nodulosa*). Auf Gattungsebene gibt es weitergehende Überschneidungen (*Bigenerina*, *Spirillina*, *Ophthalmidium*, *Rectoglandulina* (*Pseudo-nodosaria*) gr., *Fronicularia* (?), *Nodosaria*, Lenticulinen („*Lenticulina*“ spp.), *Citharina*). Dennoch bleibt die Schnittmenge gering. Damit geht einher, dass sehr viele, wahrscheinlich die meisten nachgewiesenen Arten regionale Erstnachweise für das Niedersächsische Bekken darstellen.

Die unterschiedlichen Ergebnisse lassen sich vor allem auf die abweichenden Arbeitsansätze (Schlammproben versus Dünnschliffe) zurückführen. Rückblickend erweist sich die Untersuchung von Schlammrückständen in bezug auf qualitative und insbesondere quantitative Aussagen der Foraminiferenfauna von Kalksteinablagerungen als ungeeignet. Zudem verschiebt sich das Faunenspektrum durch Präparationsmethoden zu den Hyalinschalern, da agglutinierte Gehäuse entweder durch die Benzin-Soda-Aufbereitung zerstört oder im Schlammrückstand nicht erkannt werden. Zum Beispiel entspricht die Gehäusegestalt von *Nautiloculina oolithica* einer abgeflachten Kugel und

erinnert an ein Ooid (Reyle, 2004: 173); der Bauplan ergibt sich erst beim Gehäuseanschnitt. Neben der Bearbeitung von Dünnschliffen ist als ergänzende Methoden die Benzin-Soda-Methode sinnvoll. Insbesondere die Hyalinschaler, die sich anhand von Schnittbildern i.d.R. nicht genau ansprechen lassen, können im Schlammrückstand im günstigsten Fall auf Artebene bestimmt werden.

Überregionaler Vergleich der Foraminiferenfauna

Die Foraminiferenfauna des Untersuchungsgebietes umfasst eine Vielzahl von Sandschaler, von denen ein Großteil großwüchsigen, kompliziert gebauten Formen entspricht. Letztendlich handelt es sich um typische Foraminiferentaxa oder -vergesellschaftungen oberjurassischer Plattformkarbonate aus dem Tethys-Bereich. Zu den ausgesprochen tethyalen Elementen gehören beispielsweise *Alveosepta jaccardi* und *Everticyclammina virguliana* (El Khoudary, 1974: 330). Innerhalb Deutschlands ist diese Foraminiferen-Fauna des Oxfordium einmalig und nicht mit solchen aus dem süddeutschen Raum vergleichbar. In Süddeutschland stellen sich vergleichbare Faunen kompliziert gebauter Sandschaler erst im Mittlerem Tithonium ein (Groiss, 1970; Ebli & Schlagintweit, 1998). Faunistische Bezüge ergeben sich vielmehr zum Schweizer Jura (Mohler, 1938; Bollinger, & Burri 1970) und Französischen Oberjura (z.B. Pélissié et al., 1984).

3.3 Porifera

Die ersten kurzen Beschreibungen von Schwämmen aus dem Korallenoolith gehen auf Roemer (1836) und Struckmann (1882) zurück. Sie nennen wenige kleinwüchsige Arten pharetronider und coralliner Schwämme aus Korallenvorkommen, vor allem aus der Unteren Korallenbank von Völksen am Deister. Entsprechend dem damaligen Kenntnisstand wurden einige Arten noch zu den Bryozoen gestellt. Gramann (1963) zeigt erstmals die große Bedeutung von Rhaxen im Übergangsbereich Heersumer Schichten – Korallenoolith auf; Rhaxen sind in diesem stratigraphischen Niveau gesteinsbildend und bilden lagenweise Spiculite (z.B. Vinken, 1974; Klassen, 1984: 396) oder zumindest spiculitische Kalksteine (sensu Geyer, 1962). Diverse andere Typen von Makrosklern in Schlammrückständen (Gramann, 1963) legen jedoch die Existenz weiterer Schwammtaxa im Korallenoolith nahe. Die Bindung der Schwämme an die Korallenvorkommen zeigt bereits Struckmann (1882) auf. Dennoch liefert die makrofaunistische Bearbeitung der „korallengebundenen Choriozöosen“ durch Bertling (1989) fast keine Hinweise auf riffbewohnende Schwämme. Erst mikrofazielle Bearbeitungen einiger

niedersächsischer Riffe erbrachten den Nachweis einer arten- und individuenreichen Schwammfauna (Reitner, 1994; Delecat et al., 2001: Exogyrenriffe des

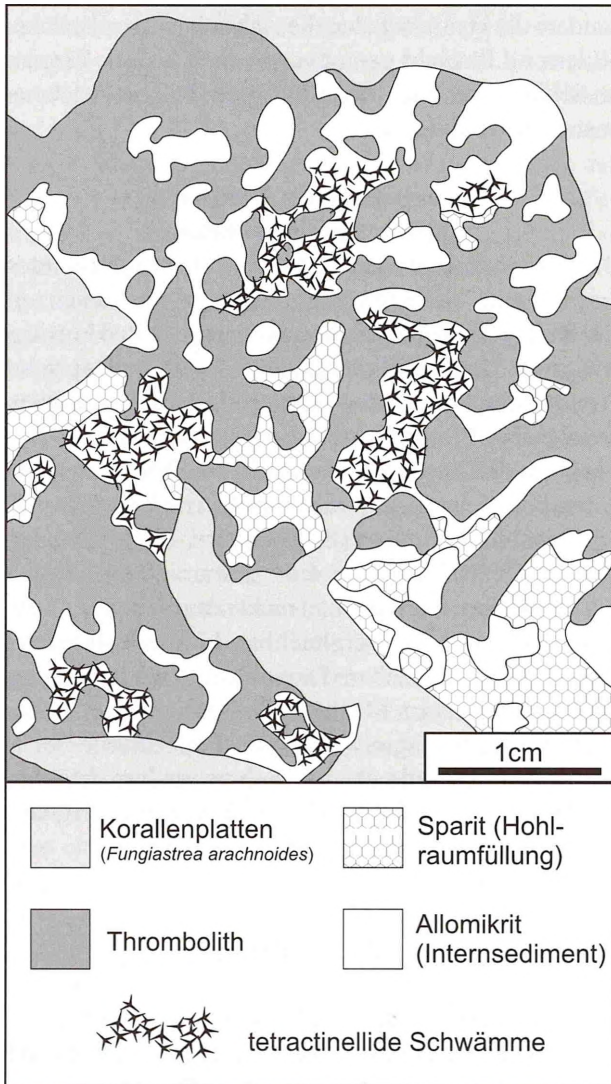


Abb. 35 - Schemazeichnung von Riffkalkstein (MF-Typ 8). Mehrfach sind Korallenplatten von *Fungiastrea arachnoides* (hellgrau) angeschnitten. Verbleibende Hohlräume sind großteils mit mikrobiellen Karbonaten aufgefüllt. Das verbleibende kleinräumige und verwinkelte Hohlräumensystem ist großteils von tetractinelliden Weichschwämmen durchsetzt, deren Nadeln in situ überliefert sind. Resthohlräume sind teilweise mit Allomikrit aufgefüllt (weiß). Das Restlumen wird von Sparit-Zement (Wabenmuster) eingenommen. Profil Steinbruch Haddessen; Gesteinsanschliff Had-(9.4/3.55).

Fig. 35 - Line drawing of polished slab showing coelobitic tetractinellid sponge in interstitial cavities of the reef framework (MF type 8). Light grey: *Fungiastrea arachnoides* plates, overgrown by knobby microbial crusts (grey); protected niches within the framework are occupied by soft tetractinellid sponges the spicules of which are preserved in situ. Remaining space is filled with limemud (white) and sparite cement (honeycomb-like hatching). Haddessen quarry; polished slab Had-(9.4/3.55).

Unteren „Kimmeridge“ vom Langenberg; Helm & Schülke, 1998: Korallen-Thrombolith-Riff der florigemma-Bank; Reuter, 2000; Reuter et al., 2001a, b: Korallenriffkomplex des Hainholz-Member; Stych, 2002: Korallenbiostrom der Unteren Korallenbank). Nach diesen Studien handelt es sich bei den Schwämmen des Riffbereichs einerseits um kleinwüchsige (gewöhnlich <1cm Durchmesser), rigide pharetronide und sclerospongide Schwämme. Die zweite Gruppe wird von kryptischen demospongiden „Weichschwämmen“ mit unverbundenen Megaskleren gestellt. Solche Schwammtaxa lassen sich jedoch erst durch Dünnschliffuntersuchungen belegen (Reitner, 1994; Delecat et al., 2001).

Auch eine Chaetetiden-Art – *Ptychochaetetes polyporus* (Quenstedt) – wurde im Riffbereich nachgewiesen. Sie bleibt regional auf den Deister (florigemma-Bank: Helm & Schülke, 2000b) und Osterwald (Hainholz-Member: Reuter et al., 2001a, b) beschränkt. Generell gilt, dass kleine Schwämme in Korallenriffen des Korallenoolith allgemein verbreitet sind. Reuter et al. (2001b) zeigen ihre komplexe räumliche Verteilung innerhalb des Korallenriffkomplexes des Hainholz-Member auf. Dagegen steht die taxonomische Bearbeitung der Schwammfauna des Korallenoolith noch weitgehend aus. Sie ist im Vergleich zu vergleichbaren europäischen Oberjura-Vorkommen (z.B. Süddeutschland: Müller, 1984; Schweiz: Opplinger, 1929; Polen: Hurcewicz, 1975; England: Hinde, 1893; Wilson, 1949) unbefriedigend.

Aufgrund der lithologischen Ausbildung als Riffkalkstein blieb die Untersuchung der Schwammfauna Dünnschliffuntersuchungen vorbehalten. Es ließ sich eine arten- und individuenreiche Schwammfauna kleiner Taxa (Riffbewohner, selten auch Binder) dokumentieren. Die Schwämme gehören den drei Großgruppen 1) demospongiden (Kiesel-)Schwämmen, 2) pharetroniden Schwämmen und 3) sklerospongiden Schwämmen an. Die nur wenige Kilometer entfernt im Deister häufig vorkommenden Chaetetiden fehlen im Süntel.

3.3.1 Demospongier

Die demospongiden Schwämme umfassen „Weichschwämme“, die sich informell sechs Gruppen zuordnen lassen: 1) tetractinellide Demospongier mit calthropen Megaskleren, 2) tetractinellide Demospongier mit triaenen Megaskleren, 3) pachastrellide Demospongier, 4) halichondride Demospongier, 5) Demospongier vom *Rhaxella*-Typ und 6) clionide Demospongier.

Die wissenschaftliche Bearbeitung solcher Demospongier mit unverbundenem Nadelgerüst beschränkt sich bisher auf wenige Pilotstudien (Reitner 1994; Delecat et al., 2001). Eine Determinierung des eigenen Mate-

rials ist nicht möglich, da vergleichbare Taxa aus Korallenriffen des Oberjura nicht bzw. kaum bekannt sind.

Tetractinellide Demospongier mit calthropen Megaskleren

Diese Gruppe umfasst Schwämme mit vierstrahligen, calthropen Megaskleren im Mesohyl und Rhaxen in der Dermallage (Taf. 27/7). Im Untersuchungsgebiet sind es die am häufigsten vorkommenden, kryptisch lebenden Schwämme („Container-Schwämme“) (Abb. 35). Eine verbreitete Art ist durch calthrope Megaskleren mit kräftig entwickelten, verhältnismäßig kurzen Strahlen gekennzeichnet (Taf. 27/2). Bei einer weiteren Art weisen die Megaskleren filigranere und auch längere Strahlen auf (Taf. 27/1, 3). ÄtZRückstände legen die Existenz eines dritten Taxons nahe. Es ist durch terminale, vom Hauptstrahl annähernd im rechten Winkel abzweigende, kurze Nebendornen charakterisiert (Taf. 27/6C; Helm & Schülke, 1998: 90, Taf. 14/8).

Tetractinellide Demospongier mit triaenen Megaskleren

Eine weitere Gruppe tetractinellider Schwämme ist durch ?triaene Megaskleren gekennzeichnet (Taf. 25/1-2). Diese zeigen in günstigen Schnittlagen drei im Winkel von 120° mehr oder weniger in einer Ebene aufgespannte Strahlen. Solche Schwämme sind auch aus der Oberen Korallenbank des Osterwaldes bekannt (Reuter et al., 2001a: Abb. 2/1, 2001b, eigene Beobachtungen).

Vergleichbar mit den Korallenoolith-Schwämmen ist *Discispongia unica* Kolb, die dickplattige, handteller-große „Scheiben“ entwickelt. Es ist die einzige aus Schwammriffen des süddeutschen Oberjura bekannte Art, deren Stützskelett ausschließlich aus unverbundenen triaenen und monaxonen Megaskleren besteht (Kolb, 1910; Schrammen, 1936: 67, Taf. 16/6, 17/6; Lang, 1989: 238, Taf. 65/3).

Möglicherweise sind die vorliegenden Nadelanschnitte als triactine Megaskleren zu deuten. Ähnliche ?pachastrellide Weichschwämme beschreiben Delecat et al. (2001: 244, Taf. 36/7).

Pachastrellide Demospongier mit dichotriaenen Megaskleren

Vereinzelte kommen im Riffbereich pachastrellide Schwämme mit unverbundenen dichotriaenen Megaskleren vor (Taf. 26/1-6). Aus Anschnitten rekonstruiert ergibt sich ein langschäftig gebogener Hauptstrahl (vgl. Schrammen, 1936: Taf. 8/7, 8). Anhand der Ausbildung der drei kürzeren Strahlen lassen sich zwei verschiedene Taxa ausgliedern. Ein Taxon besitzt typisch einfach dichotom aufgegebeltete Enden (Taf. 26/1, 2, 5A). Das zweite ist durch Dichotriaenen mit zweifacher Aufgabelung der Enden gekennzeichnet. Dieses Phänomen führt zu insgesamt vier Enden pro Strahl

(Taf. 26/3, 5B; vgl. Delecat et al., 2001: Taf. 36/2). Durch die zufälligen Schnittlagen ist eine sichere Unterscheidung beider Arten kaum möglich (cf. Taf. 26/4, 6). Die Schwammkörper passten sich der Morphologie des besiedelten Riffhohlraums an und ihre Skleren befinden sich u.a. auch in größeren Bohrkavernen in situ überliefert (Taf. 26/4). Vergleichbare pachastrellide „Containerschwämme“ kommen ebenfalls in Korallenriffen der *florigemma*-Bank des Deisters (eigene Beobachtungen) und in Exogyrenriffen vor (Reitner, 1994; Delecat et al., 2001).

Wenn bei pachastrelliden Demospongiern jeweils die verlängerten Hauptstrahlen der triaenen Megaskleren getroffen sind und die drei kurzen, in einem Winkel von etwa 120° aufeinandertreffenden Strahlen außerhalb der Schnittebene liegen (Reuter et al., 2001a: Abb. 2/1), können sie die Existenz von halichondriden Demospongiern vortäuschen. In diesen Fällen helfen nur Serienschritte weiter.

Halichondride Demospongier

Halichondride Demospongier sind durch wenige Exemplare dokumentiert. Sie besitzen unverbundene, langgestreckte bis leicht bogenförmige monaxone Megaskleren (Amphioxen, Taf. 27/6D). Die Amphioxen erreichen Längen von mehreren Millimetern und sind in Bündeln oder faserartig angeordnet (Taf. 27/4-5; Helm, 1997b: Abb. 2).

Solche halichondriden Demospongier mit unverhakten Amphioxen sind trotz intensiver mikrofazieller Untersuchungen oberjurassischer Metazoenriffe nahezu unbekannt. Reitner (1994) und Delecat et al. (2001) führen vergleichbare mikromorphe Schwämme aus Exogyren-Riffen des Niedersächsischen Beckens an. Aus süddeutschen Schwammriffen nennen Kolb (1910), Schrammen (1936: 67, 167, Taf. 16/6, 17/6) und Lang (1989: 238, Taf. 65/3) den dickplattig wachsenden *Discispongia unica* Kolb. *D. unica* weist aber zusätzlich triasene Nadeln auf. Ebenfalls aus Schwammriffen beschreibt Brachert (1986: 243, Taf. 40/4) den becherförmigen Monaxonier *Opetionella klemmi* Kolb. Möglicherweise ist die Seltenheit halichondrider Demospongier nur scheinbar, indem in einigen Fällen eine Verwechslung mit der Bohrschwamm-Gattung *Aka* vorliegt. Das trifft zumindest alle aus den Süntel-Riffen angeführten Nachweise von *Aka* (Helm, 1997a, 1997b: Abb. 2; Helm & Schülke, 1998, 1999). Immerhin bevorzugen auch *Aka*-Arten geschützte Bereiche in Riffen und haben ebenfalls in Bündeln angeordnete Monaxone (Reitner & Keupp, 1991). Nach Krautter & Hartmann (1999) kommt *Aka* im Oberjura in Korallenriffen jedoch nicht vor und bleibt an die bathymetrisch tiefer eingestufte „Schwamm-Fazies“ gebunden (z.B. Lang, 1989: 238, Taf. 64/1-5; Dimke, 1997: 17; Pisera, 1997). Dagegen kommt nach Delecat et al. (2001) *Aka* auch im Flachwasser vor, und zwar zu-

sammen mit halichondriden Demospongiern. M.E. ist es jedoch wahrscheinlicher, dass halichondride Demospongiere auch als „Containerschwämme“ in verlassenen Bohrkavernen von z.B. Muscheln siedelten und durch ihre Lebensweise als „Nestler“ (Hölder 1972) Bohrschwämme vortäuschen. Demnach wären sämtliche Literatur-Angaben über *Aka*-Vorkommen in Korallen- und Austernriffen hinfällig.

Demospongiere vom *Rhaxella*-Typ (Nadelskelett nur aus Rhaxen bestehend)

In der Nerineenlage (MF-Typ 7) kommen dispers verteilt massenhaft Rhaxen vor (Abb. 23). Es handelt sich um kleine, bohnenförmige Mikrosklere, die sich im Dünnschliff anhand ihres nierenförmigen Umrisses erkennen lassen. Auch außerhalb des Süntels kommen rhaxenreiche (mikritische) Kalksteine in verschiedenen stratigraphischen Niveaus vor (eigene Beobachtungen). An der Basis des Korallenoolith bilden sie sogar Spiculite (Gramann, 1963). Andere, mehrachsige Nadeltypen treten dagegen in diesem Lithotyp in den Hintergrund bzw. fehlen. Auch außerhalb des Niedersächsischen Beckens sind jurassische rhaxenreiche Kalksteine in Schelfablagerungen weit verbreitet (z.B. Bollinger & Burri, 1970: 52).

Die Ableitung der Rhaxen dieser rhaxenreichen Kalksteine als allochthone, weiträumig verfrachtete Mikrosklere von disartikulierten geodiiden Schwämmen aus Korallenvorkommen bereitet erhebliche Schwierigkeiten. Einerseits kommen solche Korallenvorkommen in der Umgebung rhaxenreicher Kalksteine häufig gar nicht vor. Außerdem dürften die riffbewohnenden rhaxentragenden Schwämme wohl kaum diese Mengen an Mikrosklere geliefert haben. Es ist am plausibelsten, diese Rhaxen auf Schwämme zurückzuführen, die ausschließlich aus solchen unverbundenen Sklere bestanden. Ihr fossiles Überlieferungspotential wäre dann gering gewesen. Diese Vorstellung wird von Schrammen (1936: 68) aus statischen Gründen abgelehnt. Ein Schwamm, der die genannten „Kriterien“ erfüllt, wird von Hinde (1890, 1893) als *Rhaxella perforata* Hinde beschrieben (syn.: *Rh. sorbyana* (Black)). Besser erhaltene Überreste dieser Art weisen eine unregelmäßige bis handtellerförmige Gestalt auf. Typisch für *R. perforata* ist die Abwesenheit anderer Nadeltypen, so dass ihr Skelett ausschließlich aus mehr oder weniger dicht angeordneten Rhaxen besteht (Hinde, 1890, 1893).

In diesem Zusammenhang sind auch die Ergebnisse von Schweigert et al. (2000) von Bedeutung. Sie stellen die aus süddeutschen Plattenkalken als fossile Tange gedeuteten fossilen Überreste (*Codites serpentinum* Sternberg, *Sphaerococcites dubius* (Goldfuss)) zu den geodiiden Schwämmen, da sie ausschließlich aus eingelagerten Rhaxen bestehen, dagegen keine Spuren von kohligem Substrat aufweisen. Morphologisch kom-

men „Arten“ vor, die hirschgeweihartige oder unverzweigt-röhrige Schwammkörper mit Einschnürungen ausbilden.

Die Rhaxen, welche außerhalb der Rifffazies innerhalb der Nerineenlage so zahlreich auftreten, führe ich deshalb auf Vertreter der Gattung *Rhaxella* zurück (vgl. Gramann, 1963). Die Erzeuger bzw. Träger der Rhaxen werden hier informell als Demospongiere des *Rhaxella*-Typs bezeichnet. Aufgrund der hervorragenden Erhaltung der Rhaxen ist von parautochthoner Überlieferung auszugehen (vgl. Jach, 2002). Am plausibelsten ist deshalb eine epibenthonische Lebensweise der Schwämme des *Rhaxella*-Typs auf Weich- und Festgründen – also außerhalb der Rifffazies auf Kalkschlammsubstraten.

Rhaxella perforata Hinde führen Delecat et al. (2001) auch aus Exogyren-Riffen an. Die Autoren verstehen darunter jedoch „Containerschwämme“ mit tetractinelliden Megasklere, die von Rhaxen umgeben sind. Dies schließt bereits eine Beziehung zu *Rh. perforata* Hinde aus.

Clionide Demospongiere („Bohrschwämme“)

Clionide Schwämme sind durch lithophage Lebensweise gekennzeichnet und lediglich durch ihre Bohrspuren belegt. Sie werden im Kapitel 3.14 abgehandelt.

3.3.2 Calcarea

Sämtliche Schwämme der Klasse Calcarea gehören den Pharetroniden an.

Pharetronide Calcarea

Bei den pharetroniden Kalkschwämmen handelt es sich um kompakte Schwämme, in deren Skeletten die Kalknadeln in eine solide Kalkspatmasse (Pharetronidenfaser) zementiert sind (Ziegler & Rietschel, 1970; Schmid, 2000). Die Fasern sind anastomisierend verschmolzen und ergeben rigide Skelette von wenigen Millimetern bis Zentimetern Durchmesser. Das Fasergeflecht erfüllt mit Ausnahme von Kanälen und des Osculums den gesamten Schwammkörper (Ziegler, 1964). Die Aufstellung und Unterscheidung der Gattungen und Arten erfolgt vor allem anhand äußerlich sichtbarer Merkmale (z.B. Ausformung des Osculums) (Hinde, 1893; Opplinger, 1929; Wilson, 1949; Wagner, 1964; Hurcewicz, 1975; Müller, 1984; Fürsich & Werner, 1986). Die Determinierung wird jedoch durch die große Variationsbreite der Arten erschwert (Ziegler, 1965). Jüngst wird auch die Ausbildung der „Spiculation“ pharetronider Kalkschwämme bei taxonomischen Untersuchungen hinzuziehend berücksichtigt (Schmid, 2000). Dagegen ist eine nähere taxonomische Ansprache allein durch Untersuchungen zufälliger Schnittlagen im Dünnschliff i.d.R. nicht möglich.

Sämtliche aus dem Korallenoolith insbesondere aus Schlammproben bekannt gewordenen pharetroniden Kalkschwämme sind sehr klein und bleiben fast immer unter 1 Zentimeter Durchmesser (Reuter et al., 2001a, b; Stych, 2002, eigene Beobachtungen). Sie lassen sich nur z.t. etablierten Taxa zuordnen. Viele repräsentieren nach eigenen Beobachtungen sicherlich selbständige Arten, sind deshalb keinesfalls juvenile bzw. zwergwüchsige Abkömmlinge.

Auch im Untersuchungsgebiet sind solche kleinen pharetroniden Kalkschwämme verbreitet (Abb. 36) und i.d.R. in Thrombolith eingewachsen. Häufig wachsen sie auch direkt Korallenskeletten oder anderen Rifforganismen auf (Abb. 55; Taf. 29/1, 38/2).

Die meisten pharetroniden *Calcarea* lassen sich den **minchinelliden Kalkschwämmen** zuordnen (vgl. Delecat et al., 2001). Im Material sind unterschiedliche Wuchsformen vertreten: knollig-kugelig (Abb. 36/A, C, Taf. 29/1, Helm & Schülke, 1998: Taf. 16/4), flach halbkugelig mit sehr breiter Basis (Taf. 25/4, Helm & Schülke, 1998: Taf. 14/9) und flächig inkrustierende Fasergerüste. Ebenso gibt es unterschiedliche Ausbildungen des Fasergerüsts. Demnach liegen mehrere Arten vor, die informell als pharetronide Kalkschwämme (div. sp.) zusammengefasst sind. Mit einer knollig wachsenden Art mit kräftig entwickeltem Fasergerüst (cf. *Holcospongia* sp.) sind sehr häufig hyalinschalige Foraminiferen assoziiert (Abb. 36; Helm & Schülke, 1998: Taf. 16/4). Sie lebten als Kommensalen innerhalb des Fasergerüsts.

Sehr selten sind *Eudea*-Arten, die auch im Dünnschliff leicht anhand ihrer Deckschicht (syn.: Cortex, Dermal-schicht, Epithel, Rinde, s. Schmid, 2000) erkennbar ist. Die Deckschicht umgibt fast den gesamten Schwammkörper. Lediglich wenige kleine Durchbrechungen zeigen die Position der Osculi an (z.B. Hurcewicz, 1972). Die halbkugelige, mit breiter Basis aufgewachsene Wuchsform in Zusammenhang mit der geringen Größe von wenigen Millimetern Durchmesser lässt auf die Art *E. globata* (Quenstedt) schließen (Müller, 1984). Es ist die einzige im Korallenoolith nachgewiesene *Eudea*-Art (Reuter, 2000; Reuter et al., 2001b; Stych, 2002; eigene Beobachtungen).

3.3.3 Sklerospongide Spongien

Sämtliche nachgewiesenen sklerospongiden Schwämme gehören der Gattung *Neuropora* an (vgl. Kazmierczak & Hillmer, 1974). Aufgrund ihrer Skelettorganisation – Basalskelett mit chaetetidem Bau – sind Neuroporen systematisch den Chaetetiden anzugliedern (Reitner, 1992). In vielen älteren Arbeiten werden *Neuropora*-Arten als Bryozoen aufgefasst (z.B. Struckmann, 1882; Wolfer, 1913; Walter, 1969). Dies führte letztendlich zu zahlreichen Parallelbeschrei-

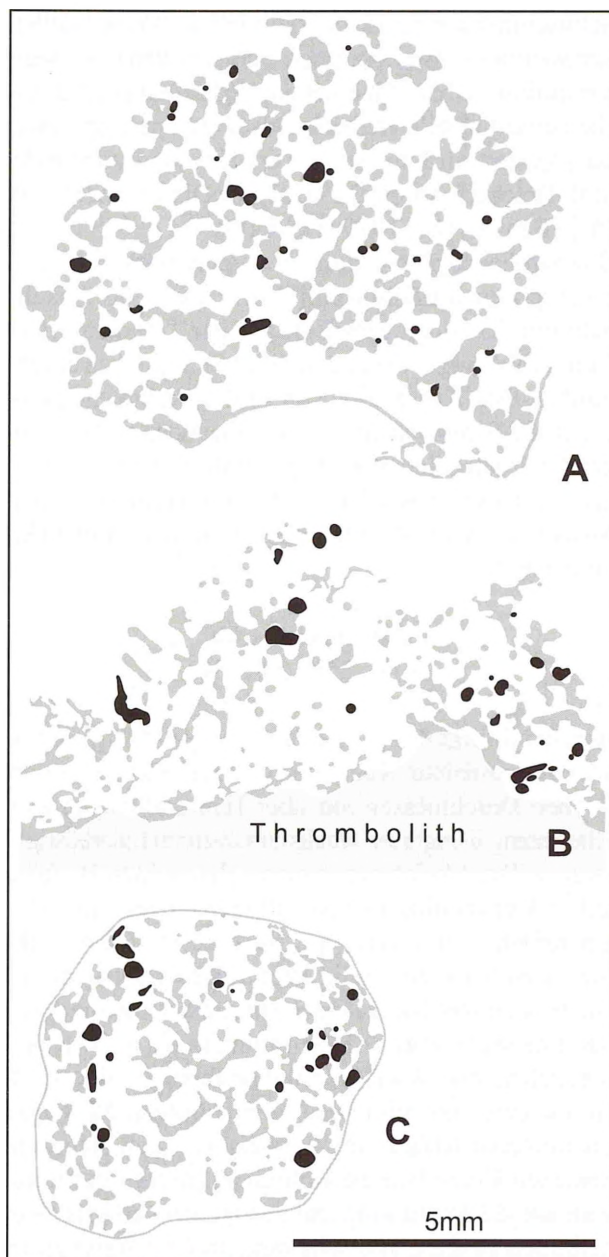


Abb. 36 - Schemazeichnung von pharetroniden Schwämmen (Dünnschliff, grau: Schwammenskelett). Zwischenräume sind von hyalinschaligen Foraminiferen (schwarze Flecken) besiedelt. A-B: Dünnschliff Amelungsberg P41a (GPH 1998 I 19), C: Dünnschliff Amelungsberg P41j.

Fig. 36 - Line drawing of pharetronid sponges as shown in thin section (grey: skeleton). Interskeletal cavities are populated by numerous scattered hyalinid foraminifers (black dots) which are in places attached to the sponge meshwork. A-B: thin section Amelungsberg P41a (GPH 1998 I 19), C: thin section Amelungsberg P41j.

bungen und nachfolgenden verwirrenden Synonymisierungen bzw. Namensänderungen. Neuroporen kommen während des Oberjura in unterschiedlichsten Riffotypen vor (z.B. Lang, 1989:

Schwamm-Biohermfazies; Fürsich & Werner, 1991: Korallenrasen mit korallinen Schwämmen). Sie werden aufgrund ihrer allgemeinen Verbreitung in zahlreichen mikrofaziellen Arbeiten als „*Neuropora* sp.“ oder „Bryozoen“ im Dünnschliff erwähnt und abgebildet (z.B. Brachert, 1986: Taf. 43/1, 4?; Dimke, 1997: Taf. 14/2; Bantel et al., 1999: Taf. 12/3).

Die eigenen Untersuchungen zeigen eindeutig, dass Neuroporen im Dünnschliff sehr charakteristische Schnittbilder aufweisen. Eine artliche Trennung ist im Dünnschliff sogar bei ungünstigen Schnittlagen durchführbar. Eine Korrelation von vollkörperlichen Exemplaren mit Schliffbildern wurde bisher noch nicht durchgeführt, bietet sich aber für zukünftige Untersuchungen an. Deshalb werden die beiden nachgewiesenen *Neuropora*-Arten nachfolgend in offener Nomenklatur behandelt.

Neuropora sp.1 (Taf. 25/5, 29/2-6)

Beschreibung: *N.* sp.1 hat eine unregelmäßige, domartig aufgewölbte Wuchsform. Große Exemplare erreichen Durchmesser von über 1cm und zeigen eine Gliederung in mehrere Wachstumszentren („derbästig“-ramos). Das Skelett weist einen chaetetiden Bauplan auf, jedoch durchziehen die „Röhren“ in unregelmäßiger radialer Anordnung das Kalkskelett. Da es mehr oder weniger dickwandig ist, ergeben sich runde bis zugerundet polygonale Querschnitte mit einem Innendurchmesser von ca. 0.15-0.18mm. In die Röhren sind in regelmäßigen Abständen dünne Tabulae eingeschaltet, die eine unregelmäßige Ausrichtung und konvexe bis konkave Krümmung aufweisen. Auch stehen in manchen Bereichen die Röhren aufgrund ihrer unregelmäßigen Anordnung und gebogenen Verlaufs dicht gedrängt. In diesen Abschnitten sind die Wandungen der Röhren ausgedünnt, so dass sich unregelmäßige Blasenmuster ergeben (Taf. 29/5-6).

Charakteristisch für diese Art ist die Ausbildung von verfilzten Faserzügen im Kontaktbereich zum inkrustierten Substrat. Infolge von Auffüllung der Lumen mit Thrombolith zeichnen sich die Faserzüge i.d.R. deutlich ab (Taf. 29/2-3).

In Gesteinsanschliffen ist *Neuropora* sp.1 leicht erkennbar, da sich angeschnittene Exemplare als helle, weißliche Flecken aus der dunklen Gesteinsmatrix abheben. Sie erinnern deshalb an Anschnitte miliolider Foraminiferen („Porzellanschaler“).

Diskussion: *Neuropora lusitanica* Termier unterscheidet sich von *Neuropora* sp.1 durch die flach inkrustierende bis ramosa Wuchsform mit regelmäßig eingeschalteten Röhren und Böden (Termier et al., 1985; Nose, 1995: Abb. 99). Dagegen weist die ebenso im Hainholz-Member des Osterwaldes verbreitete *N. spinosa* (Lamouroux) langgestreckte bis ramosa

Wuchsformen mit kleinem Stammquerschnitt auf (Reuter, 2000: Taf. 15/4). Auch bei dieser Art sind die Röhren – abweichend zu *N.* sp.1 – regelmäßig angeordnet.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Neuropora* sp.1 kommt sehr häufig eingewachsen in Thrombolith vor und tritt meistens gesellig („clusterartig“) auf. Besonders zahlreich ist die Art in den Riffen, die in den Steinbrüchen im Falltal, Haddessen und Bakeder Berg erschlossen sind.

Neuropora sp.2 (Taf. 25/5-6, 28/1-8)

Beschreibung: *N.* sp.2 ist durch flächig-inkrustierende, domartige bis stumpf-kegelförmige Skelette gekennzeichnet. Sie weisen einen Durchmesser von ca. 3mm auf. Bei größeren Exemplaren kann sich das Wachstumszentrum teilen, so dass Exemplare mit höherer Oberfläche entstehen.

Charakteristisch ist das wiederholte marginale Teilsterben und nachfolgende seitliche Sprossen des Skeletts. In Längsschnitten ergeben sich deshalb keilförmige Einlagerungen von Thrombolith, die an übereinandergestapelte Exemplare („Hütchen“) erinnern (Taf. 28/1-2, 5). Dagegen resultieren aus Horizontalschnitten Halos-artige Muster durch die Abfolge von Kolonianschnitten und Thrombolithüberwachungen (Taf. 25/6; Helm & Schülke, 1998: Taf. 15/2, dort irrtümlich als umkristallisierte Korallenäste angesprochen).

Das Skelett ist stets komplett umkristallisiert. Durch diagenetische Überprägung ergibt sich eine mikrosparitische, im Dünnschliff grieselig erscheinende Struktur. Sie ist auch bei ungünstigen Schnittlagen leicht erkennbar.

Der Aufbau des Skeletts lässt sich nur dort entschlüsseln, wo Thrombolith seine Oberfläche abformt. Dies ist bei tangentialen Horizontalschnitten der Fall (Taf. 28/7-8), wo sich ein symmetrisches wabenartiges Muster abzeichnet. Es beruht offensichtlich auf dicht angeordneten, parallel verlaufenden, polygonalen Röhren. Sie weisen einen Innendurchmesser von ca. 1-1.2mm auf. Tabulae sind im Material nicht belegt, sind jedoch von Exemplaren dieser Art aus dem Deister bekannt (unveröff.). Bei flachen längsgeschnittenen Kolonien ergeben sich zahnstangenartige Ansichten (Taf. 28/6).

Darüber hinaus ist das rekristallisierte Skelett von kleinen opaken Mineralen, wahrscheinlich Pyrit, durchsetzt. Die Pyriteinlagerungen im Kalkskelett können eventuell als Pseudomorphosen der eingelagerten Nadeln interpretiert werden. Solche diagenetischen Phänomene sind *Chaetetopsis favrei* (Deninger) bekannt (Kazmierczak, 1979) für. Allerdings müssten dann die Pyrit-Aggregate in ihrer räumlichen Anordnung die

Gestalt der Nadeln nachzeichnen; das ist im eigenen Material jedoch nicht der Fall.

Diskussion: Diese Art unterscheidet sich von *Neuropora* sp.1 durch das rekristallisierte Kalkskelett und sein wabenartiges Muster in tangentialen Horizontalschnitten. Typischerweise zeigt bereits die Basis des Schwammskeletts von *Neuropora* sp.2 eine ausgeprägte konvexe Sutur, die durch die Abformung des Substrats bedingt ist (Taf. 28/1-4). Dadurch wird die Entwicklung zu aufgedomten Exemplaren forciert. Dieses Phänomen lässt sich nur dadurch erklären, dass sich die Schwammlarven bevorzugt auf Hochpositionen des durch das Thrombolith-Wachstum vorgegebenen Mikroreliefs fixierten.

Nach Kazmierczak (1979: 101) wird die diagenetische Überprägung des Kalkskeletts von Sklerospongiden durch den hohen Anteil eingelagerter Kieselnadeln forciert, da ihre Auflösung das Kalkskelett porös und anfällig für diagenetische Prozesse macht.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Neuropora* sp.1. kommt nur in den Riffen in den Steinbrüchen im Falltal und Haddessen häufiger vor. Weitere Fundorte sind Riffe am Amelungsberg, Hohenstein (Münchhausen Ställe) und im Steinbruch am Roten Stein.

3.3.4 Diskussion

Mit Ausnahme der cloniden Demospongier mit endolithischer Lebensweise und *Rhaxella* mit Rhaxen-Skelett handelt es sich bei den beschriebenen Demospongiern um kleinwüchsige „Weichschwämme“ mit unverbundenen Megaskleren. Sie besiedelten kryptische Mikrohabitate innerhalb der Riffe (Abb. 35). Besonders häufig sind sie in den Astzwischenräumen von *Thamnasteria dendroidea* belegt, wo sie zu den finalen Bewohnern gehören. Die äußere Gestalt dieser „Container-Schwämme“ ist nicht fassbar, da sie sich als Zwickelbewohner den vorgegebenen Hohlräumen anpassten. Trotz ihres unverbundenen Nadelgerüsts sind die Weichschwämme in situ überliefert. Dies beruht auf rascher synsedimentärer Kalzifikation durch „Schwamm-Automikrite“, die wahrscheinlich bereits zu Lebzeiten der Schwämme zu einer beginnenden Fixierung der Skleren führte (Keupp et al., 1993; Reitner, 1993, 1994; Delecat et al., 2001). Als direkten Hinweis auf diese spezielle mikrobielle Zementation sind die peloidalen Gefüge im Umfeld der Skleren zu deuten. Dieser Prozess des sukzessiven Schwammzerfalls ergibt im Endstadium i.d.R. ein leicht disartikulierte Skelett, in dem sich Skleren des Mesohyls und der Dermallage aus ihrem ursprünglichen anatomischen Verband gelöst und z.t. verklumpt haben (Delecat et al., 2001: Abb. 9).

Solche im verborgenen lebenden Schwamm-Vergesellschaftungen aus demospongiden Schwämmen dürften,

wie diese Studie zeigt, generell in oberjurassischen Korallenriffen verbreitet sein (Reuter et al., 2001b). Ihr Überlieferungspotential ist im Vergleich zu Schwämmen mit verschmolzenem Nadelgerüst gering (Rasmussen & Brett, 1985), so dass es bisher auch nur wenige Hinweise auf Weichschwamm-Vorkommen in Riffen gibt. Fürsich et al. (1994) berichten von Weichschwämmen als Zwickelbewohner in Muschelriffen des englischen Oberjura. Lauxmann et al. (1998: 127) betonen, dass Megaskleren von Weichschwämmen sehr häufig in Ätzrückständen verkieselter Riff- und Riffschuttalksteine von Süddeutschland vorkommen. Des weiteren erwähnen Herrmann (1996) und Insalaco (1999) das häufige Vorkommen diartikulierter Megaskleren von demospongiden Schwämmen in oberjurassischen Korallenriffen.

3.4 Scleractinia

Die Erforschungsgeschichte und den derzeitigen Kenntnisstand der Korallenfauna des Korallenoolith schildern Helm et al. (2003a) ausführlich. Demnach sind Korallen des Korallenoolith verhältnismäßig artenreich (52 Taxa), sie bleiben allerdings auf wenige Horizonte beschränkt. Weit verbreitet sind Korallen in der *florigemma*-Bank, die durch regional unterschiedliche Riffotypen gekennzeichnet ist (Kap. 1.8). Im Süntel sind Korallen-Thrombolith-Riffe ausgebildet, die von *Thamnasteria dendroidea* dominiert werden. Ansonsten sind die Süntel-Riffe jedoch durch eine relativ artenarme Korallengemeinschaft charakterisiert (Helm et al., 2003a). Insgesamt wurden 15 Korallenarten in der *florigemma*-Bank des Süntels und E' Wesergebirges nachgewiesen. Abbildung 37 zeigt ihre fazielle Verbreitung und semiquantitative Häufigkeiten, Abbildung 38 ihre Verbreitung in den bearbeiteten Aufschlüssen. Die Riffe der *florigemma*-Bank (MF-Typ 8) setzen sich aus 13 Korallenarten zusammen. Im riffschuttführenden Solenoporen-Kalkstein (MF-Typ 10) des Profils Mattenberg sind 7 Arten belegt. Eine weitere Art kommt im foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein (MF-Typ 11) vor.

Die Korallenstöcke sind allgemein schlecht erhalten und das „Septenbild“ ist durch Rekristallisation zerstört (z.B. Taf. 30/5). Nur selten wittern die Korallenstöcke aus der Gesteinsmatrix heraus und lassen sich dann artlich bestimmen (*Latiastrea* cf. *variabilis*: Taf. 31/3; *Fungiastrea arachnoides*: Taf. 30/3). Da die Oberflächen der Korallenstöcke trotz diagenetischer Überprägung (Ümkristallisation) der Korallenstöcke gut erhalten sind (vgl. Paulsen, 1964: 45; Schöllhorn, 1998: 71), erfolgte die Bestimmung generell über Dünnschliffe – vor allem tangentiale Anschnitte der Korallenstöcke (z.B. Taf. 30/6). Verkieselte Korallenstöcke, die aus dem Kalkstein herausgeätzt wurden, sind nur vom

Thamnasteria dendroidea Fleckenriffe (Riffkalkstein: MF-Typ 8)	
****	<i>Thamnasteria dendroidea</i> (Lamouroux) 
***	<i>Fungiastrea arachnoides</i> (Parkinson) 
**	<i>Thamnasteria concinna</i> (Goldfuss) 
**	<i>Cladophyllia rollieri</i> (Koby) 
*	<i>Goniocora socialis</i> Roemer 
*	<i>Isastrea</i> sp. 
*	<i>Pseudocoenia</i> cf. <i>limbata</i> (Goldfuss) 
*	<i>Stylina tubulifera</i> (Phillips) 
*	<i>Latiastrea</i> cf. <i>variabilis</i> (Étallon) 
•	<i>Latomeandra plicata</i> (Goldfuss) 
•	cf. <i>Meandראה</i> sp. 
•	<i>Pseudocoenia</i> sp. 
•	<i>Stylina</i> cf. <i>limbata</i> (Goldfuss) 

Riffschuttführender Solenoporenkalkstein (MF-Typ 10)	
**	<i>Cladophyllia rollieri</i> (Koby) 
**	<i>Microphyllia</i> sp. 
*	<i>Thamnasteria concinna</i> (Goldfuss) 
*	<i>Thamnasteria dendroidea</i> (Lamouroux) 
*	<i>Pseudocoenia</i> cf. <i>limbata</i> (Goldfuss) 
*	<i>Goniocora socialis</i> Roemer 
•	<i>Fungiastrea arachnoides</i> (Parkinson) 

Foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein (MF-Typ 11)	
**	<i>Cladophyllia</i> cf. <i>conybearei</i> M.-Ed. & H. 


Korallenwuchsform	
 ramos	 dickplattig
 phaceloid/dendroid (dünnästig)	 fladenförmig
 phaceloid/dendroid (dickästig)	 folios
	 flach-halbkugelig
	 halbkugelig
	 knollig
Häufigkeit der Korallenart	**** dominant
	*** häufig
	** vereinzelt
	* selten
	• Einzelfund

Abb. 37 - Zusammensetzung der Korallenfauna (Artenpektrum, Häufigkeiten, Korallenwuchsformen) in den korallenführenden Faziestypen der *florigemma*-Bank.

Fig. 37 - Composition of coral fauna (coral species, frequency, growth forms) occurring in the reef limestone and other coral-bearing MF types of the *florigemma*-Bank Member.

Profil Bakeder Berg-SW bekannt (*Thamnasteria concinna*: Taf. 31/6).

Die ramosen *Thamnasteria dendroidea* dominiert die Korallenfauna der Riffe und bildet gestrüppartige Vorkommen. Korallenstöcke von *Fungiastrea arachnoides* sind häufig, während *Th. concinna*, *Isastrea* sp., *Cladophyllia* cf. *rollieri* und *Goniocora socialis* vereinzelt vorkommen. Die restlichen Arten liegen entweder in sehr wenigen Exemplaren oder als Einzelfunde vor (Abb. 37-38).

3.4.1 Unterordnung Stylinina Alloiteau, 1952

Pseudocoenia cf. *limbata* (Goldfuss, 1829) (Taf. 32/1-2)

* 1829 *Astrea limbata* Goldfuss, 110, Taf. 38/7.

1966 *Pseudocoenia limbata* (Goldfuss) – Roniewicz, 183, Taf. 3/1a-d.

1990 *Pseudocoenia limbata* (Goldfuss) – Errenst, 170, Taf. 3/6. [ausführliche Synonymie]

1993 *Pseudocoenia limbata* (Goldfuss) – Dozet & Turnšek, 69, Taf. 1/4.

1997 *Pseudocoenia limbata* (Goldfuss) – Turnšek, 169, Taf. S. 170, Fig. A-E.

v 2003a *Pseudocoenia limbata* (Goldfuss) – Helm et al., Fig. 7B.

Material: 5 Exemplare: angewitterte und angeschliffene Korallenstöcke (Ram-L-2, Ram-L-7, Ram-L-8c1) sowie mehrere Dünnschliffe (Ram-0,45m, Ram-L-4a, Ram-L-4b, Ram-L-4c1).

Beschreibung: Die kleinen, plocoiden Korallenstöcke sind unregelmäßig knollig und erreichen maximal 4cm Durchmesser. Die Kelche stehen dicht gedrängt und haben einen Durchmesser zwischen 1 und 2.2mm (Abstände der Kelchzentren: 1.5 bis 2.5mm). Von den octomeren eingeschalteten 16 Septen erreichen die Septen des ersten Zyklus ca. 2/3 des Kelchradius. Sie 8 Septen des zweiten Zyklus bleiben auch bei ausgewachsenen Coralliten mit ca. 1/5 des Kelchradius sehr kurz. Eine Columella fehlt.

Diskussion: Unter den octomeren Vertretern der Gattung bestehen weitgehende Übereinstimmungen mit *Ps. limbata*, jedoch werden in der Literatur (Synonymieliste in Errenst, 1990) i.d.R. größere durchschnittliche Abstände der Kelchzentren angegeben. Gut vergleichbar sind die vorliegenden Exemplare mit dem von Roniewicz (1966: Taf. 3/1c) abgebildeten Schliffbild.

Fazielle und regionale Verbreitung: Fundort aller Exemplare ist das Klippenprofil am Ramsnacken. Ein kleiner, umgelagerter Korallenstock kommt aus dem *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2). Die restlichen vier Korallenstöcke stammen aus Hangschuttmaterial (Riffkalkstein, MF-Typ 8) unterhalb des Klippenprofils.

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: *Ps. limbata* kommt vereinzelt in der „Biostrom-Fazies“ der *florigemna*-Bank des Deisters vor (Helm & Schülke, 2000b). Ebenso ist die Art aus dem Korallenriffkomplex des Hainholz-Member im Osterwald belegt (Helm et al., 2003a).

Pseudocoenia sp.
(Taf. 32/3)

Material: 1 kleiner, juveniler Korallenstock, aufgewachsen auf *Thamnasteria dendroidea* (Anschliff), 1 Dünnschliffe (Ke-E).

Beschreibung: Die Kelche des kleinen, plocoiden Korallenstocks (Durchmesser 2cm) erreichen 2-3mm Durchmesser. Sie stehen in verhältnismäßig großen Abständen von 3-4mm voneinander entfernt. Die insgesamt 16 Septen sind octomer eingeschaltet. Die Septen des ersten Zyklus erreichen über 2/3, die des zweiten Zyklus ca. 1/3 des Kelchradius. Eine Columella ist nicht vorhanden.

Diskussion: Die juvenile Kolonie mit wenigen, z.t. nicht voll entwickelten Kelchen macht eine artliche Bestimmung unsicher. Unter den octomeren Pseudocoenien bestehen die größten Übereinstimmungen mit *Ps. suboconis* d'Orbigny, einer in der *florigemna*-Bank des Deisters vereinzelt vorkommenden Art (s. Helm et al., 2003a).

Fazielle und regionale Verbreitung: Riffkalkstein (MF-Typ 8) als Lesestein im kleinen Steinbruch bei Kessiehausen.

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: Pseudocoenien sind mit mehreren Arten im Korallenriffkomplex des Hainholz-Member (Osterwald) vertreten und relativ häufig (Reuter et al., 2001a). Zwei Arten kommen auch in der *florigemna*-Bank des Deisters vor (Helm et al., 2003a).

Stylina tubulifera (Phillips, 1829)
(Taf. 32/5)

* 1829 *Astrea tubulifera* – Phillips, 126, Taf. 3/6.

1990 *Stylina tubulifera* (Phillips) – Errenst, 179, Taf. 6/3a, b. [dort weitere Synonyma]

1991 *Stylina tubulifera* (Phillips) – Lauxmann, 118.

1998 *Heliocoenia variabilis* Étallon – Mönnig & Bertling, 54, Abb. 17-18.

v 2000b *Stylina tubulifera* (Phillips) – Helm & Schülke, Taf. 2/1, 3/3.

v 2003a *Stylina tubulifera* (Phillips) – Helm et al., Abb. 6B.

Material: 1 umkristallisierter Korallenstock in mehreren angeschliffenen Gesteinsanschnitten (Ram-L-8b), 1 Anschliff eines juvenilen Korallenstocks, aufgewach-

Lokalität (Profil)	Korallenarten														
	<i>Cladophyllia</i> cf. <i>conybearei</i>	<i>Cladophyllia</i> cf. <i>rollieri</i>	<i>Fungistrea</i> <i>arachnoides</i>	<i>Goniocora</i> <i>socialis</i>	<i>Isastrea</i> sp.	<i>Latiastraea</i> cf. <i>variabilis</i>	<i>Latomeandrea</i> <i>plicata</i>	cf. <i>Meandrea</i> sp.	<i>Microphyllia</i> sp.	<i>Pseudocoenia</i> cf. <i>limbata</i>	<i>Pseudocoenia</i> sp.	<i>Stylina</i> cf. <i>limbata</i>	<i>Stylina</i> <i>tubulifera</i>	<i>Thamnasteria</i> <i>concinna</i>	<i>Thamnasteria</i> <i>dendroidea</i>
Am-I	○	●												○	●
Am-II		+													+
Am-III	○	○	+	○										○	●
Ba		○	+											○	●
Ba-SW	+	●				+								●	●
Bo-I															
Bo-II															
Bo-III	○														●
Da															
Fa		+	●												●
Fö															+
Gr														○	●
Had	+	●		○										○	●
Had-I	+	●												●	●
He	+		+												
HöI-I															
HöI-II															●
HöI-III														○	●
HöI-IV															
Hona		●												○	○
Ib															●
Ke			○							+	+	+		●	
La															
Mat	○	●	○						○	○		?	○	●	
Mü		●												+	●
Ob			○	○											●
Pa-I															●
Pa-II						+									
Pö-I		●													●
Pö-II		●													
Pö-III		+	●												
Ri															●
Ram	○	+	○	○	○	○	○	○	○	+	+	○	○	●	●
RS															●
Schr															
We															
	+ Einzelfund		○ vereinzelt		● häufig										

Abb. 38 - Verteilung der Korallenarten auf die untersuchten Aufschlüsse und ihre semiquantitativen Häufigkeiten.

Fig. 38 - Occurrence and frequency of corals species in the studied sections.

sen auf *Thamnasteria dendroidea* (Ke-A-1), 9 Dünnschliffe (Ke-A-1a bis Ke-A-1c; Ram-L-8b1.1 bis Ram-L-8b1.5).

Beschreibung: Der knollige, plocoiden Korallenstock (Ram-L-8b) misst maximal 6cm im Durchmesser. Die

Kelche haben Durchmesser zwischen 1.6 und 2.6mm und sind im Abstand (Kelchzentren) von 2-4mm angeordnet. Die Septeneinschaltung erfolgt regelmäßig decamer, man zählt insgesamt 20 Septen. 10 kräftige Septen erreichen 2/3 des Kelchradius oder die Nähe des Kelchzentrums, wo einige mit der styliformen Columella verschmelzen. 10 weitere Septen bleiben mit 1/3 des Kelchradius relativ kurz. Bei günstiger Schnittlage sind 40 Septocostae erkennbar. Die Columella ist häufig erhaltungsbedingt (?) nicht erkennbar.

Diskussion: Das Exemplar ist durch geringe Kelchabstände gekennzeichnet, sie liegen aber noch innerhalb der Variationsbreite der Art. *St. spissa* Becker ist eine ähnliche Art, die sich biometrisch kaum von *St. tubulifera* unterscheidet. Beauvais & Stump (1976: 296) betrachten beide Arten als synonym. Andere Autoren, z.B. Lauxmann (1991) halten die Trennung dagegen aufrecht. Neben den etwas kleineren Kelchen von *St. spissa*, deren Durchmesser mit dem vorliegenden Exemplar übereinstimmen, sind lediglich die Corallite weniger weit herausragend. Letzteres Merkmal lässt sich jedoch am eigenen Material erhaltungsbedingt nicht überprüfen. Ich stelle das Exemplar zu *St. tubulifera*, da diese Art in der *florigemma*-Bank des Deisters allgemein weit verbreitet ist und die anderen Merkmale mit *St. tubulifera* übereinstimmen.

Fazielle und regionale Verbreitung: Ein Korallenstock stammt vom Profil Ramsnacken (Lesestein von Riffkalkstein), der andere aus dem Steinbruch Kessiehausen (ebenfalls Lesestein von Riffkalkstein).

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: *St. tubulifera* tritt im Deister in der *florigemma*-Bank häufig auf. Im Bereich des Speckhalses ist sie neben *Stylosmilia corallina* die häufigste Korallenart innerhalb der *St. corallina*-Fleckenriffe (Helm & Schülke, 2000b). Die Art kommt ebenso im Korallenriffkomplex des Hainholz-Member im Osterwald relativ häufig vor (Helm et al., 2003a). Trotz ihrer Verbreitung im Korallenoolith wurde *St. tubulifera* von anderen Korallen-Bearbeitern nicht erwähnt. Wahrscheinlich determinierten sie sämtlich Exemplare als *Heliocoenia variabilis* Étallon (vgl. Lambelet, 1968; Bertling, 1993a; König & Bertling, 1998).

***Stylina cf. limbata* (Goldfuss, 1826)**
(Taf. 32/4)

- * 1826 *Stylina limbata* – Goldfuss, 22, Taf. 8/7.
- 1866 *Stylina limbata* (Goldfuss) – Bölsche, 451.
- 1964 *Stylina limbata* (Goldfuss) – Beauvais, 133, Taf. 6/5, 8/3.
- 1968 *Stylina limbata* (Goldfuss) – Lambelet, 156.
- 1993a *Stylina limbata* (Goldfuss) – Bertling, 85, Taf. 1/5.
- 1998 *Stylina limbata* (Goldfuss) – Mönning & Bertling, 54, Abb. 9-10.
- 2001 *Stylina limbata* (Goldfuss) – Laternser, Taf. 12/3.

Material: 1 angeschliffener Korallenstock mit teilweise freigewitterter, schlecht erhaltener Oberfläche und erosiv erweiterten Kelchen, 3 Dünnschliffe (Ke-C); 1 umgelagertes Exemplar (Gesteinsanschliff Mat-I-5.15m (1)).

Beschreibung: Der plococidale Korallenstock ist unregelmäßig knollig mit einem maximalen Durchmesser >10cm. Die Kelchdurchmesser liegen zwischen 1.2 und 1.9mm, die Abstände der Kelchzentren zwischen 2 und 3.5mm. Die Septeneinschaltung erfolgt hexamer. Die Septen des ersten Zyklus reichen häufig bis ins Kelchzentrum, wo sie mit der styliformen Columella verschmelzen. Die Septen des zweiten Zyklus erreichen die Hälfte des Kelchradius. Häufig ist ein dritter Zyklus durch rudimentäre Septen angedeutet. Abweichungen von der hexameren Septeneinschaltung führen in einigen Kelchen zu einer größeren Zahl von Septalfeldern.

Diskussion: Die ähnliche *Stylina parvicosta* Koby unterscheidet sich von *St. limbata* durch ihre geringeren Kelchdurchmesser und Kelchabstände.

Fazielle und regionale Verbreitung: Der Korallenstock kommt aus dem kleinen Steinbruch bei Kessiehausen (Lesefund von Riffkalkstein, MF-Typ 8). Ein weiteres Bruchstück stammt aus dem riffschutführenden Solenoporen-Kalkstein (MF-Typ 10) des Profils Mattenberg.

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: *St. limbata* kommt im Deister in der *florigemma*-Bank vor (Helm et al., 2003a). Bertling (1993a) nennt darüber hinaus Funde aus der Unteren Korallenbank und Bölsche (1866) Korallenstöcke von *St. limbata* vom Lindener Berg/Hannover.

***Goniocora socialis* (Roemer, 1836)**
(Taf. 27/4, 31/6)

- * 1836 *Lithodendron sociale* sp. nov. – Roemer, 19, Taf. 1/5.
- 1839 *Lithodendron sociale* – Roemer, 57, Taf. 17/23.
- 1851 *Goniocora socialis* (Roemer) – Milne-Edwards & Haime, 92, Taf. 15/2.
- 1866 *Goniocora socialis* (Roemer) – Bölsche, 449.
- 1886 *Goniocora socialis* (Roemer) – Koby, 306, Taf. 90/10-16.
- 1926 *Goniocora socialis* (Roemer) – Speyer, 242.
- 1968 *Goniocora socialis* (Roemer) – Lambelet, 152, Abb. 79d.
- 1975 *Goniocora socialis* (Roemer) – Turnšek, 10, Taf. 3/3-5.
- 1985 *Goniocora socialis* (Roemer) – Rosendahl, 42, Taf. 4/4.
- 1985 *Goniocora socialis* (Roemer) – Geyer & Rosendahl, 167, Taf. 1/7.
- 1991 *Goniocora socialis* (Roemer) – Lauxmann, 128, Taf. 2/5.
- non 1993a *Goniocora socialis* (Roemer) – Bertling, 86, Taf. 1/7.
- ? 1998 *Goniocora* sp. – König & Bertling, 54, Abb. 15.
- ? 2000 *Goniocora socialis* (Roemer) – Bertling & König, 109, Taf. 2/4.
- v 2001a *Goniocora socialis* – Reuter et al., Abb. 8/6.

Material: mehrere angewitterte und z.T. angeschliffene Korallenstöcke und -äste (He-0.98m-1, L-S-2, Ob-L-1, Ram-L-8.1), mehrere Dünnschliffe (Ke-A-1a, Ob-L-1.1 bis Ob-L-1.3, Ram-L-8b2, Ram-L-8b3).

Beschreibung: Die Art bildet kleine, i.d.R. unter 10cm Durchmesser große, dendroide Korallenstöcke. Sie bestehen aus zylindrischen Coralliten mit 2.5 bis 4mm Durchmesser, die in verhältnismäßig großen Abständen angeordnet sind, annähernd parallel verlaufen und sich nicht berühren. Tochtercoralliten zweigen unter großen Winkeln (bis 90°) vom Muttercoralliten ab und weisen zunächst einen deutlich geringeren Durchmesser auf. Die Septeneinschaltung erfolgt hexamer in 3 Zyklen (insgesamt 24). Septen des 3. Zyklus sind sehr kurz oder fehlen [6 + 6 + 12 (+24)]. Die 6 Septen des ersten Zyklus reichen weit in das Kelchzentrum und können sich mit der styliformen Columella verbinden.

Diskussion: Die Art unterscheidet sich deutlich durch ihre hexamer eingeschalteten Septen von *G. pumila* (pentamer) und *G. octonaria* (octomer). Sehr ähnlicher sind die formverwandten hexameren *Stylosmilia*-Arten *St. michelini*, *St. suevica* und *St. corallina*. Letztere kommt auch im Deister und Osterwald weit verbreitet vor (Helm & Schülke, 2000b, Reuter et al., 2001a). Sie unterscheiden sich durch ihre phaceloiden Korallenstöcke, in denen die Coralliten parallel und dicht gedrängt stehen. Häufig sind auch zwei oder mehrere Äste miteinander verschmolzen, was den Korallenstöcken ein submassives Erscheinungsbild verleiht (Helm et al., 2003a: Abb. 8E).

Fazielle und regionale Verbreitung: *G. socialis* ist im Süntel durch wenige Exemplare bzw. Astbruchstücke von 6 Lokalitäten belegt (Riffkalkstein: MF-Typ 8). Am häufigsten kommt sie am Oberberg vor. Als Riffschutt ist *G. socialis* auch im riffschutführenden Solenoporen-Kalkstein (MF-Typ 10) belegt.

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: *G. socialis* ist in der *florigemma*-Bank regional weit verbreitet (Wesergebirge, Süntel, Deister), aber nie häufig. Im Osterwald kommt sie vereinzelt im Riffkomplex des Hainholz-Member vor (Helm et al., 2003a). Auch aus anderen korallenführenden Horizonten des Korallenoolith ist *G. socialis* bekannt (Unter Korallenbank: Bertling, 1993a; Fossil-schicht im Steinbruch Risenberg/Süntel, Helm et al., 2003a).

3.4.2 Unterordnung Faviina Vaughan & Wells, 1943

Isastrea sp.

Material: wenige angeschliffene Korallenstöcke (z.B. Ob-III-2.7m), 1 Dünnschliff (Am-III-P12e).

Beschreibung: *Isastrea* sp. bildet dick-plattige bis hemispärische, cerioide Korallenstöcke. Die Kelch-

zentren sind 3-8mm voneinander entfernt. Man zählt bis 50 Septen je Kelch.

Diskussion: Die numerischen Angaben stimmen sowohl mit *I. crassa* (Goldfuss) als auch mit *I. helianthoides* (Goldfuss) überein (s.u.). Eine artliche Bestimmung ist nicht möglich, da das Unterscheidungskriterium – die morphologische Ausbildung des Kelchrandes – überlieferungsbedingt nicht studierbar ist.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Isastrea* sp. tritt mit wenigen, dispers verteilten Exemplaren im Riffkalkstein (MF-Typ 8) auf. Kaiser (1979) bildet *Isastrea* (Dünnschliffphoto) aus dem Hohenstein-Gebiet ab.

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: In den Korallenvorkommen des Korallenoolith sind die zwei Arten *I. crassa* und *I. helianthoides* allgemein weit verbreitet (Bertling, 1993a). Innerhalb der *florigemma*-Bank und des Hainholz-Member sind regionale Unterschiede in ihrer Häufigkeit bemerkenswert. Im Korallenriffkomplex des Hainholz-Member im Osterwald dominieren sie mit wenigen anderen Arten die Korallenfauna (Reuter et al., 2001a; Helm et al., 2003a). Dagegen treten sie im Deister, Kleinen Deister, Süntel und Wesergebirge nur selten bis vereinzelt auf.

3.4.3 Unterordnung Amphistraeina Alloiteau, 1952

Cladophyllia cf. *rollieri* (Koby)

[syn.: *Cl. dichotoma* (Goldfuss) forma *flexuosa*]
(Taf. 31/1)

- * 1826-33 *Lithodendron dichotoma* var. *ramis flexuosis* – Goldfuss, 44, Taf. 13/3b.
- 1888 *Schizosmilia rollieri* Koby – Koby, 436, Taf. 114/4.
- 1972 *Schizosmilia rollieri* Koby – Turnšek, 44, 100, Taf. 25/3-4.
- 1976 *Schizosmilia rollieri* Koby – Roniewicz, 110, Taf. 3/5a-c.
- 1990 *Schizosmilia rollieri* Koby – Errenst, 164, Taf. 2/1.
- pars 1990 *Cladophyllia dichotoma* forma *flexuosa* (Goldfuss) – Morycowa & Roniewicz, 175, Taf. 18/2.
- 1991 *Cladophyllia dichotoma* subsp. *flexuosa* (Goldfuss) – Lauxmann, 124, Taf. 2/2.
- ? 1994 *Cladophyllia corallina* (Goldfuss) – Eliášová, 66, Taf. 1/3-4.
- v 1997 *Stylosmilia* sp. – Helm, 28, Taf. 8/7-12.
- 1997 *Cladophyllia rollieri* (Koby) – Turnšek, S. 35-36, Fig. A-D.
- v 1998 *Stylosmilia* sp. – Helm & Schülke, Taf. 14/5-6.
- v 2001a *Cladophyllia rollieri* – Reuter et al., Abb. 7/8.

Material: mehrere angeschliffene, rekristallisierte Korallenstöcke und Bruchstücke (Ba-SW-97.5/0.5, Had-I-1.55m, He-0.8m, L-S-1, L-S-3, Mat-2.2m, Ram); Dünnschliffe Had-I-1.55m und Ram-3.4m-1 bis Ram-3.4m-3.

Beschreibung: Die maximal 10cm großen, dendroiden Korallenstöcke bestehen aus unregelmäßig angeordneten, weit ausladenden Coralliten. Tochtercorallite divergieren in großen Winkeln. Die Corallite weisen einen gebogenen Verlauf, der aus Änderungen der Wachstumsrichtung resultiert. Meistens sind sie wulstig bis quergeschnitten (Wachstumsrhythmen?), was zu unregelmäßigen Umrissen (meist rund-oval bis unregelmäßig verformt) und stark schwankenden Durchmesser von 2-5mm führt. Die Corallite sind innerhalb der Korallenstöcke bereichsweise dicht angeordnet und bedrängen sich. Dies führt zur gegenseitigen Abformung benachbarten Coralliten, ohne dass es zu Verwachsungen kommt. Gut erhaltene Corallite zeigen 24 Septen. Die 6 Septen des ersten Zyklus reichen weit in das Kelchzentrum hinein. Die Septen des zweiten und dritten Zyklus laufen i.d.R. schräg in das Kelchzentrum und können dort mit einem Septum des ersten Zyklus verschmelzen. Vereinzelt sind blasenartige Dissepimente erkennbar. Eine Columella fehlt.

Diskussion: Der schlechte Erhaltungszustand und die fragmentarische Überlieferung erschweren die artliche Bestimmung; hier werden alle Funde *Cl. rollieri* [syn.: *Cl. dichotoma* forma *flexuosa* (Goldfuss)] zugeordnet. Ich folge Morycowa & Roniewicz (1990), die die Gattung *Schizosmilia* in die Synonymie von *Cladophyllia* stellen und Turnšek (1997), die die Arten *Cl. (Schizosmilia) rollieri* und *Cl. dichotoma* forma *flexuosa* synonymisieren.

Cl. conybearei ist ähnlich, weist aber dichotom verzweigte Corallite und zahlreichere Dissepimente auf. *Cl. dichotoma* forma *parallela* (Goldfuss) ist durch parallel angeordnete, dicht gedrängte Corallite gekennzeichnet und von *Cl. rollieri* deutlich unterscheidbar.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Cl. cf. rollieri* ist in zahlreichen Riffen nachgewiesen (Abb. 38), kommt allerdings nur vereinzelt vor.

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: *Cl. rollieri* ist außerhalb des Untersuchungsgebietes nur aus dem Hainholz-Member im Osterwald bekannt (Helm et al., 2003a).

Cladophyllia cf. conybearei
Milne-Edwards & Haime, 1851

* 1851 *Cladophyllia conybearei* – Milne-Edwards & Haime, 91, Taf. 16/2a-c.

1990 *Cladophyllia conybearei* Milne-Edwards & Haime – Morycowa & Roniewicz, 172, Abb. 1, 3, Taf. 17/1-2.

Material: schlecht erhaltene Astbruchstücke in div. Gesteinsanschliffen und Dünnschliffen (z.B. Mat-I-5.9m).

Beschreibung und Diskussion: Die Korallenstöcke sind fragmentiert und zumindest randlich mikritisiert.

Sie gehören höchstwahrscheinlich der Art *Cl. conybearei* an.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Cl. cf. conybearei* bleibt auf den foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein (MF-Typ 11, Basisbereich) im Steinbruch Mattenberg beschränkt.

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: Diese Art ist anscheinend an grobkörnige Partikelkalksteine gebunden. Im Deister tritt sie innerhalb einer Nerineenlage auf, im Ith ist sie innerhalb eines Onkolith-Horizonts belegt (Helm & Schülke, 2000b).

3.4.3 Unterordnung Fungiina Verrill, 1865

cf. Meandראה sp.
(Taf. 27/4)

Material: 1 schlecht erhaltener (angebohrt, umkristallisiert und kollabiert) Korallenstock im Gesteinsanschliff (Ram-L-8.1); 3 Dünnschliffe (Ram-L-8b3 bis L-8b5).

Beschreibung und Diskussion: Der „microsolonide“ Korallenstock ist fladenförmig und klein. Sein mangelhafter Erhaltungszustand und die zufälligen Schnittlagen im Dünnschliff machen eine Beschreibung nicht sinnvoll.

Die generische Bestimmung beruht auf dem Vergleich bzw. auf Übereinstimmungen mit wesentlich besser erhaltenem Material der Gattung (*M. parallela* Lauxmann) aus dem Korallenriffkomplex des Hainholz-Member im Osterwald und der *florigemma*-Bank im Deister.

Fazielle und regionale Verbreitung: Der Korallenstock stammt vom Klippenprofil am Ramsnacken (Lesefund von Riffkalkstein: MF-Typ 8).

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: *Meandראה*-Arten, vor allem *M. parallela*, sind im Deister in der *florigemma*-Bank und im Osterwald im Korallenriffkomplex des Hainholz-Member verbreitet und häufig (Helm et al., 2003a).

Latomeandra plicata (Goldfuss, 1826)
(Taf. 31/2)

* 1826 *Lithodendron plicatum* Goldfuss, 45, Taf. 13/5.

1955 *Latomeandra plicata* (Goldfuss) – Geyer, 147, Taf. 10/13.

1985 *Latomeandra plicata* (Goldfuss) – Rosendahl, 58.

1993a *Latomeandra plicata* (Goldfuss) – Bertling, 99, Taf. 4/11-13. [dort weitere Synonyma]

v 1999 „Koralle“ – Kadagies, Abb. 12.

Material: 1 z.t. herausgewitterter, zersägter und angeschliffener Korallenstock, 2 Dünnschliffe (Kada-1, Kada-2).

Beschreibung: In dem fasciculaten Korallenstock von 10cm Breite und 5cm Höhe stehen die kurzen, robusten Corallite dicht gedrängt. Sie wachsen breit-garbenartig und schließen auf einer Höhe ab. Die Corallite knospen im dichten Abstand, so dass polyzentrische Astanschnitte die Regel und monozentrische Astanschnitte die Ausnahme sind. Dementsprechend nehmen die Astquerschnitte runde, ovale, flabelloide bis mehrfach auslappende Querschnitte mit allen Übergängen an. Zudem variieren die Astdurchmesser erheblich (4-13mm). Neue Kelche entstehen durch Abschnürung vom Mutterkelch und sind häufig durch einen geringen Kelchdurchmesser (um 5mm) gekennzeichnet. Corallitenzentren stehen in Abständen von 6 bis 12mm.

In den Kelchzentren der flachen Kelche befindet sich eine spongiöse Columella, die in den Dünnschliffen erhaltungsbedingt nicht erkennbar ist. Monozentrische Kelche weisen 50-80 Septen auf, polyzentrische über 100. Man zählt am Kelchrand 16-20 Septocostae pro 5mm.

Diskussion: Die Art unterscheidet sich von *L. fromenteli* (Koby) durch die größeren Abstände der Septocostae. *L. dubia* (Becker) unterscheidet sich durch Corallite, die auf Höhe des Kelchrandes stark erweitert sind.

Fazielle und regionale Verbreitung: Der Korallenstock wurde als Lesestein SW' vom Bakeder Berg nahe Vermessungspunkt 327,2 (R: 3524450; H: 5783850) aufgesammelt (Kadagies, 1999: 22) und mir zur Bearbeitung überlassen. Die fazielle Ausbildung des Sediments zwischen den Coralliten (ooidreicher Wackestone) macht eine Zuordnung zu der Basis der *florigemma*-Bank wahrscheinlich (Übergang fossilreicher Kalkstein zum Riffkalkstein).

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: Nach Bertling (1999a) bleibt die Art weitgehend auf den hannoverschen Raum (Lindener Berg, Ahlem, Tönjesberg) beschränkt.

Latiastrea cf. variabilis (Étallon, 1859)
(Taf. 31/3-4)

* 1859 *Microphyllia variabilis* sp. nov. – Étallon, 510.

1991 *Latiastrea variabilis* (Étallon) – Errenst, 19, Taf. 17/5a, b.
[dort weitere Synonyma]

Material: 3 komplett umkristallisierte Korallenstöcke (1 teilweise freigewitterter Korallenstock: Ram-L-5, 2 in Gesteinanschliffen: Ram-L-3, Ram-L-4a), 5 Dünnschliffe (Ram-L-3.1, Ram-L-3.2, Ram-L-4.1 Ram-L-4.2, Ram-L-5).

Beschreibung: Die cerioiden Korallenstöcke sind flach-halbkugelig (Durchmesser bis 15cm, Höhe bis 5cm) mit unregelmäßig gewölbter Oberfläche. Die

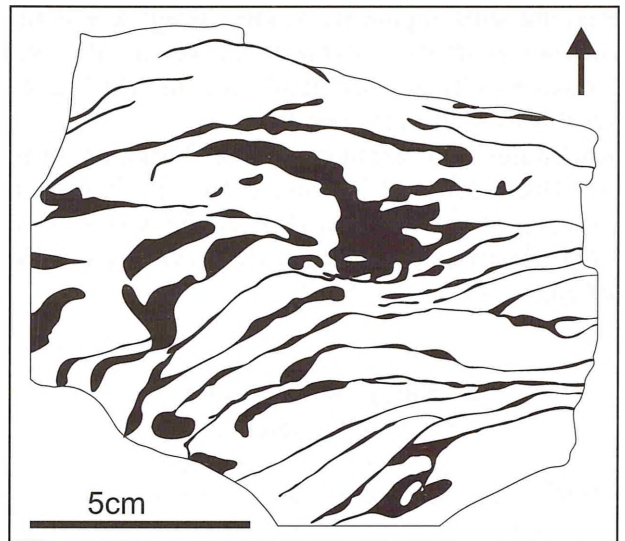


Abb. 39 - Schemazeichnung einer? *Fungiastrea arachnoides*-Kolonie (schwarz). Die Schnittspur der foliosen Korallenplatten (Riffkalkstein senkrecht zur Wachstumsrichtung aufgebrochen) zeigt ihre etagenartige Anordnung innerhalb der Kolonien. Steinbruch Pötzen; Handstück Pö-(11.6/0.25).

Fig. 39 - Line-drawing of a *Fungiastrea arachnoides* colony (black) exhibiting its multi layered "bauplan" of sheet-like plates. View perpendicular to the growth direction. Pötzen quarry; hand specimen Pö-(11.6/0.25).

Kelche erreichen Durchmesser von 2 bis 5mm und weisen ungleichmäßig polygonale Umrisse auf. Sie sind mäßig tief, haben ca. 22-60 confluyente bis subconfluyente Septen. Auf 5mm entfallen umgerechnet ca. 17-20 Septen. Die Kelche haben meistens ein Zentrum. Dizentrische Kelche sind selten und deuten beginnende Teilung des Kelchs an. Die Columella ist spongiös.

Diskussion: Die Gattung *Latiastrea* ist nur schwer von *Microphyllia* zu trennen (Errenst, 1991) und wird von vielen Bearbeitern jurassischer Korallen in diese Gattung eingereiht.

Fazielle und regionale Verbreitung: Die Korallenstöcke stammen aus dem Hangschutt unterhalb des Klippenprofils am Ramsnacken (Riffkalkstein, MF-Typ 8).

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: Erstnachweis für den NW-deutschen Oberjura.

cf. Microphyllia sp.

Material: mehrere abgerollte Korallenstöcke und Bruchstücke (z.B. Anschliff Mat-I-5.15m-1).

Beschreibung und Diskussion: Es handelt sich um wenige Zentimeter große, mäandrierende Kolonien mit teilweise perforierten Septen. Die Exemplare stehen der Gattung *Microphyllia* am nächsten.

Fazielle und regionale Verbreitung: Korallenklasten von cf. *Microphyllia* sp. bleiben auf den riffschuttführenden Solenoporen-Kalkstein (MF-Typ 10) des Profils Mattenberg beschränkt.

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: Die Gattung *Microphyllia* ist im Deister in der *florigemma*-Bank häufig, von anderen Korallenvorkommen dagegen unbekannt (Helm et al., 2003a).

***Fungiastrea arachnoides* (Parkinson, 1808)**
(Taf. 30/3-6, 47/1; Abb. 39, 49/A, 53)

- * 1808 *Madreopora arachnoides* sp. nov. – Parkinson, 54, Taf. 6/4, 5, 7/11.
pars 1851 *Thamnastrea arachnoides* Parkinson – Milne-Edwards & Haime, 97, Taf. 18/1 (non g, j, k).
1887 *Thamnastrea arachnoides* Parkinson – Koby, 358, Taf. 97/5-7, 99/6-7.
? 1964 *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) – Beauvais, 219, Taf. 26/3.
1966 *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) – Roniewicz, 237, Taf. 26/4.
1972 *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) – Turnšek, 206, 256, Taf. 35/5-6.
1976 *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) – Roniewicz, 98, Taf. 29/2.
1976 *Synastrea foliacea* (Quenstedt) – Kaefer et al., 98, Taf. 14/3.
1984 *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) – Ali, Fig. 1A.
1991 *Thamnastrea arachnoides* Parkinson – Errenst, 24, Taf. 18/8a, b.
1993 *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) – Pandey & Fürsich, 36, Abb. 21, Taf. 11/11-12.
? (pars) 1993a *Fungiastrea seriata* – Bertling, 98, Taf. 4/5.
1997 *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) – Turnšek, 93-94, Abb. A-F.
? 1998 *Thamnastrea seriata* (Becker) – König & Bertling, 54, Abb. 14.
? 1999 *Isastrea* sp. – Helm & Solcher, 7, Abb. 6.
? 2000 *Actinarea granulata* (Münster) – Bertling & König, Taf. 2/3.
2001 *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) – Laternser, Taf. 12/2.
2003a *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) – Helm et al., Abb. 6B, 7D.

Material: mehrere Handstücke (Ba-SW-5/0.5, Fa-R-5, Mü-57.6m, Pö-2.5/0.8) und zahlreiche Dünnschliffe (z.B. Fa-6.9/2.5, Mü-57.6m).

Beschreibung: Die Korallenstöcke sind folios bis fladenförmig, i.d.R. mehrere Millimeter, maximal 1cm dick. Von einem Koloniezentrum sprossen i.d.R. mehrfach weitere Korallenplatten, die sich wiederum weitgehend horizontal erstrecken. Einzelne Korallenplatten

erreichen Durchmesser von mehreren Dezimetern. Aufgrund des stockwerkartigen Aufbaus nehmen die Kolonien die Gestalt eines „Teller-Stapels“ ein (viellappiger Wuchs monokolonialer Boundstone sensu Laternser, 2001). Identische Kolonieformen existieren bei einigen rezenten Steinkorallen, z.B. *Montastrea annularis* Ellias & Solander (James, 1983: Abb. 22-23; Jackson & Hughes, 1985: Abb. 3) und *Montipora* sp. (Carbone et al., 1999: Taf. 1/5).

Die flachen, thamnasterioiden Kelche stehen mehr oder weniger regelmäßig in Reihen mit Reihenabständen von 6 bis 9mm. Sie können aber auch dispers verteilt sein, mit Abständen der Kelchzentren von 4 bis 8mm. Innerhalb der Reihen folgen die Kelche in einem dichteren Abstand (3 bis 6mm). In den Kelchen stehen ca. 30-44 Septen dicht gedrängt. Die Septenkanten sind deutlich „geperlt“. Im Kelchzentrum steht eine spongiöse Columella.

Diskussion: *F. arachnoides* ist eine der häufigsten Korallen des Korallenoolith, trotzdem aber aus taxonomischen Korallenarbeiten nahezu unbekannt. Vermutlich werden sie von Lambelet (1968) und Berling (1993a) in die Synonymie von *Thamnastrea seriata* gestellt, wofür u.a. die „papillöse“ Columella spricht; ebenso sind sie vermutlich in die Synonymie von *Actinarea granulata* eingeflossen (Helm et al., 2003a). Auch die von Kaefer et al. (1976) beschriebene von *Synastrea* (syn.: *Fungiastrea*) *foliacea* wird aufgrund weitgehender Übereinstimmungen mit *F. arachnoides* synonymisiert.

Morycowa & Roniewicz (1995) ordnen die Gattung *Fungiastrea* den mikrosoleniden Korallen (Unterordnung Microsolenina) zu. Bemerkenswert ist, dass viele mikrosolenide Korallen große, zusammenhängende Korallenstöcke bilden, die denen von *F. arachnoides* entsprechen. Auf solche Wuchsformen bei mikrosoleniden Korallen weist bereits Bausch (1963: 16, Abb. 12) hin (dort noch als Hydrozoen aufgefasst). In diesem Zusammenhang ist zu betonen, dass diese Kolonieform des Untersuchungsmaterials auf freiem Wachstum im Raum beruht und nicht durch Partialmortalität infolge von kurzfristigen Sedimentationsereignissen (vgl. Berling, 1993a, 1997b, 2002) hervorgerufen worden ist. **Fazielle und regionale Verbreitung:** *F. arachnoides* ist in Riffen der *florigemma*-Bank weit verbreitet und allgemein häufig. In einigen Aufschlüssen bildet sie clusterartigen Bestände, z.B. im Steinbruch Pötzen.

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: *F. arachnoides* ist in Korallenvorkommen der *florigemma*-Bank allgemein verbreitet und häufig. Im Korallenriffkomplex des Hainholz-Member im Osterwald ist sie zusammen mit *Th. concinna* und anderen Korallenarten dominierender Riffbildner. Kaefer et al. (1976) erwähnen sie aus der Unteren Korallenbank des Wesergebietes.

Allgemein besteht bei *F. arachnoides* eine ausgeprägte Affinität zu mikritischen Kalkschlammsubstraten. Sie kommt deshalb sowohl im lagunären Flachwasser als

auch in bathymetrisch tieferen, pelitbelasteten Ablagerungsräumen (Untere Korallenbank) vor (Helm et al., 2003a).

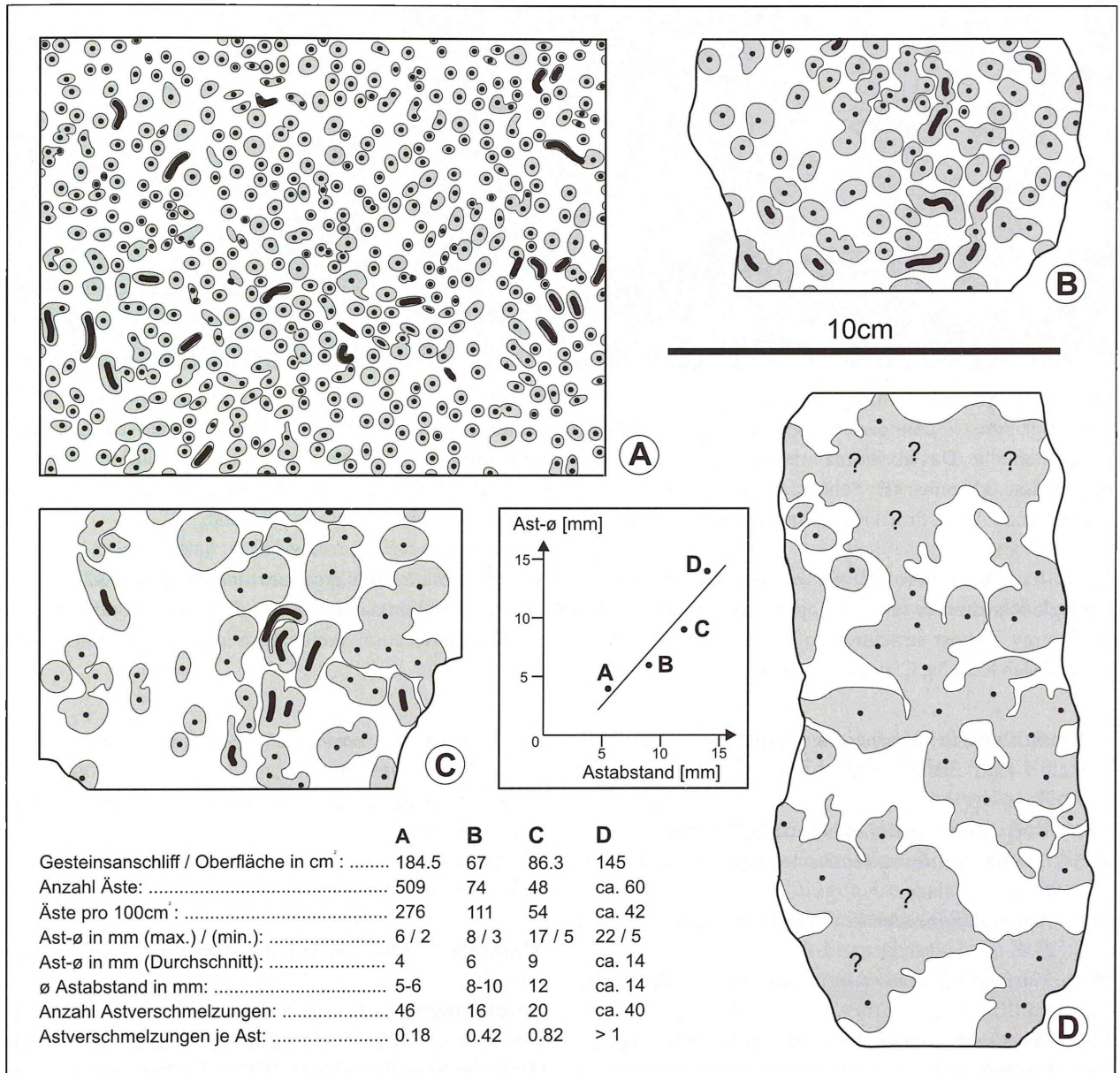


Abb. 40 - Erscheinungsbild von 4 *Thamnasteria dendroidea*-Kolonien mit unterschiedlicher Wuchsform (Zeichnungen von Gesteinsanschnitten, Schnittlage senkrecht zur Asterstreckung, grau: Korallenastanschnitte, schwarz: Astzentrum) sowie statistische Parameter. Alle Kolonien stammen aus dem Steinbruch Haddessen. **A:** Kolonie aus zahlreichen filigranen Ästen. Trotz dichter Anordnung sind Verwachsungen benachbarter Äste selten; Handstück Had-(3.2/1.2). **B:** Kolonie aus vergleichsweise robusten Ästen. Bereichsweise sind die Äste sehr dicht angeordnet, Astverschmelzungen sind häufig; Anschliff Had-(9.25/2.6). **C:** Kolonie aus kräftig entwickelten Ästen. Astverschmelzungen sind die Regel; Anschliff Had-(9.25/2.5). **D:** Kolonie aus extrem kräftig entwickelten Ästen, von denen die meisten zu klumpenartigen Koloniebereichen verschmolzen sind; Anschliff Had-(7.4/2.8).

Fig. 40 - Characteristics of 4 *Thamnasteria dendroidea* colonies (line-drawing of polished slabs; grey cross-sections of branches, black dots: center of branches). All samples originate from the Haddessen quarry. **A:** Colony with densely-spaced slender branches. Fusion of adjacent branches occurs rarely; hand specimen Had-(3.2/1.2). **B:** Stout colony with densely-spaced and fused branches; polished slab Had-(9.25/2.6). **C:** Stout colony with thick branches that are closely spaced and often fused; polished slab Had-(9.25/2.5). **D:** Lumpy colony; fusion of adjacent branches led to submassive "colonies" with amoeba-like outline; polished slab Had-(7.4/2.8).

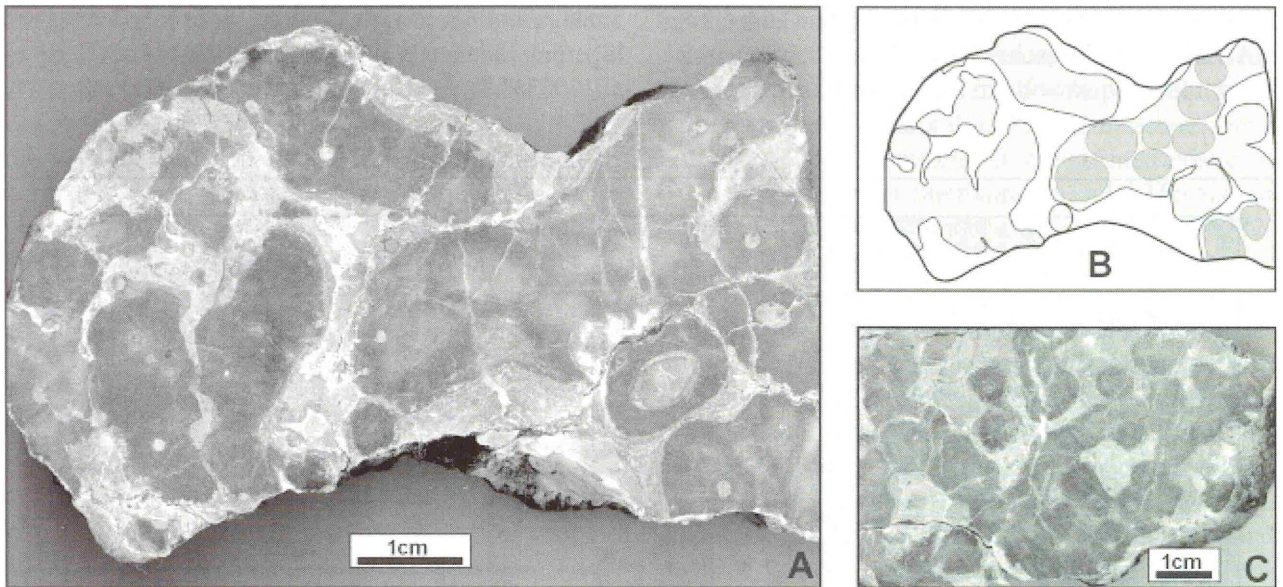


Abb. 41 - Gesteinsanschliffe von dickstämmigen *Thamnasteria dendroidea*-Kolonien (A, C), Schnittlage senkrecht zu den Ästen (vgl. Abb. 42). Bereichsweise sind die Äste seitlich zusammengewachsen und bilden klumpenartige, „submassive“ Koloniebereiche. Das Skelettmaterial ist weit gehend rekristallisiert, zum Teil sind aber noch schemenhaft die ehemaligen Ast-Umrisse erkennbar (B: Schemazeichnung von A, hellgrau: Korallenskelett, dunkelgrau: „Geiststrukturen“ der querschnittenen Äste). Profil Kessiehausen; A: Gesteinsanschliff Ke-E3a, C: Gesteinsanschliff Ke-E3b.

Fig. 41 - Polished slabs of *Thamnasteria dendroidea* colonies (A, C) with branches in cross-section (comp. Fig. 42). Partly, the single branches are fused and appear as submassive coral skeleton. (B: schematic sketch of A, light grey: coral skeleton, darker grey: „ghost structures“ of single branches within the submassive coral skeleton). Section Kessiehausen; A: polished slab Ke-E3a, C: polished slab Ke-E3b.

Thamnasteria dendroidea (Lamouroux, 1821)
(Taf. 30/1-2; Abb. 17, 40-43, 46)

- * 1821 *Astrea dendroidea* – Lamouroux, 85, Taf. 78/6.
- 1887 *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Koby, 363, 105/1-3
- 1955 *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Geyer, 201, Taf. 25/4.
- 1957 *Thamnasteria lamourouxi* (Lamouroux) – Alloiteau, 201, Taf. 1/5.
- 1964 *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Beauvais, 212, Taf. 24/3, 25/1.
- 1966 *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Roniewicz, 236, Taf. 21/1. [dort weitere Synonyma]
- 1973 *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Beauvais, Taf. 1/6.
- ? 1985 *Thamnasteria concinna* (Goldfuss) – Rosendahl, 67, Taf. 2/6.
- 1974 *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Beauvais et al., Abb. 3A-B.
- 1991 *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Geister & Lathuillière, Abb. 51, 53, 59-60, 63-64.
- 1995 *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Bertling, 111ff.
- v 1997 *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Helm, 30, Taf. 3/1-8, 4/1-5.
- 1997 *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Bertling & Insalaco, 150, Abb. 5d, 9b, 9e.

v 1998 *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Helm & Schülke, Taf. 14/1-4, 7, Taf. 17/1.

v 1999 *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Helm & Schülke, 405, Abb. 2.

v 2000a *Thamnasteria dendroidea* (Lamouroux) – Helm & Schülke, 89, Abb. 1A-C.

Material: zahlreiche Gesteinsanschliffe und Dünnschliffe.

Beschreibung: *Th. dendroidea* ist bereits mehrfach aus dem Untersuchungsgebiet beschrieben worden (Helm & Schülke, 1998, 2000a). Es folgen insbesondere ergänzende Beobachtungen, die sich auf die Wuchsform der Korallenstöcke beziehen. Allgemein handelt es sich um eine typische Art der Gattung *Thamnasteria* mit kleinen Kelchen und ramoser Wuchsform. Hervorzuheben sind die seitlichen Verschmelzungen der Äste, die zur Stabilisierung der Kolonien führen (Helm & Schülke, 2000a). Ramoser Wuchs bedeutet, dass die Äste von *Th. dendroidea* während des Wachstums allseitig von Polypen umgeben waren. Solange die Polypen lebten, wurde Skelettsubstanz gebildet, was zum Dickenwachstum der Äste führte. Deshalb variiert der Astdurchmesser intraspezifisch zwischen wenigen Millimetern (minimal 2mm) und mehreren Zentimetern (maximal 3cm). Daraus resultieren Kolonien mit deutlich unterschiedlichem Habitus (Abb. 40, 43).

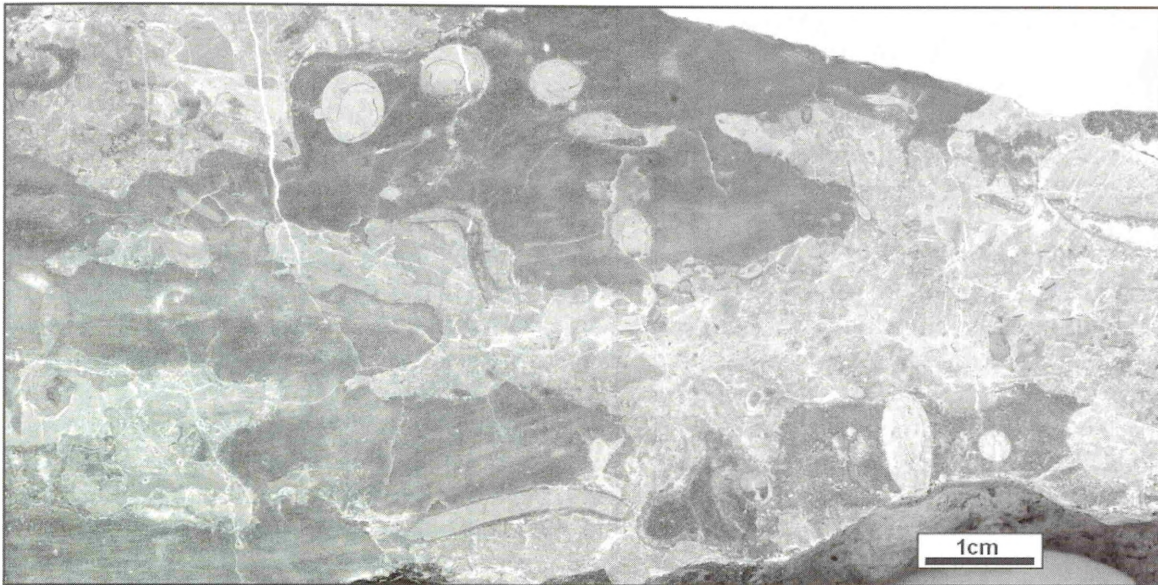


Abb. 42 - Gesteinsanschliff einer dickstäbig-submassiven *Thamnasteria dendroidea*-Kolonie, Schnittlage ungefähr parallel zur Längsachse der Äste (vgl. Abb. 41). Das Schnittbild erinnert an plattig-fladenförmige *Th. concinna*-Wuchsformen. Die Äste weisen Bohrmuschellöcher auf und sind von mikrobiellen Krusten und inkrustierenden Organismen, z.B. Serpuliden, bewachsen. Profil Kessiehausen, Gesteinsanschliff Ke-E1.

Fig. 42 - Polished slab of *Thamnasteria dendroidea* colony with thick branches in longitudinal-section (comp. Fig. 41). Such sections are similar to cuts of plate-like *Th. concinna* colonies. Note bivalve borings in the coral skeleton. Microbial crusts and encrusting organisms, e.g. serpulids, cover the *Th. dendroidea* branches. Section Kessiehausen, polished slab Ke-A1.

Abbildung 40 verdeutlicht anhand von Gesteinsanschnitten von verschiedenen Kolonien (A-D) jeweils Unterschiede in der Wuchsform. In Kolonie A sind die Äste dicht gedrängt und im Abstand von wenigen Millimetern angeordnet. Die Äste weisen lediglich einen Durchmesser von wenigen Millimetern (2 bis 6mm) auf; sie wirken filigran und zerbrechlich. Seitliche Astverschmelzungen sind selten. In Kolonie D sind kaum noch einzelne Äste auszumachen, da sie in vielen Bereichen durch seitliche Verwachungen zu massiven Massen verschmolzen sind. Die Äste dieser Kolonie sind in großen Abständen angeordnet und sehr dick (1-2cm Durchmesser). Die Merkmale der Kolonien B und C vermitteln zwischen der filigranen Kolonie A und der robusten, submassiven Kolonie D (Abb. 40). Ansonsten sind alle denkbaren morphologischen Übergänge verwirklicht (Abb. 43). Am häufigsten treten in den Riffen Morphotypen auf, die den Kolonien A und B entsprechen. Dickstäbige Kolonien oder Koloniebereiche (cf. Kolonien C und D) sind selten, ebenso klumpenartige Verwachungen (cf. Kolonie D; Abb. 41).

Diskussion: Bei *Th. dendroidea* gibt es eine Korrelation zwischen dem Abstand der Äste und dem durchschnittlichen Astdurchmesser der Kolonien (Abbildung 40). Je weiter der Astabstand ist, desto robustere Äste entwickeln sich. Ebenfalls nimmt die Anzahl der seitlichen

Astverschmelzungen zu, was letztendlich zu unförmigen, klumpigen Koloniebereichen führt. Entscheidend für die Entwicklung des Morphotyps der Kolonien ist also der primäre Abstand der Äste. Schwer zu deuten sind jedoch die steuernden Parameter, die zu den großen Abweichungen im Astabstand (wenige Millimeter bis mehrere Zentimeter) führen.

In einer früheren Arbeit favorisieren Helm & Schülke (1998) die Synonymisierung von *Th. dendroidea* und *Th. concinna*, da sie eine von den Umweltbedingungen abhängige, extrem variable Korallenwuchsform annehmen. Nach dem derzeitigen Stand halte ich eine artliche Trennung aufrecht, da sich *Th. dendroidea* und *Th. concinna* bezüglich ihrer Wuchsform deutlich unterscheiden (ramos versus plattig). Sie wachsen auch in enger Nachbarschaft, so dass gravierende standortspezifische Unterschiede der Umweltbedingungen, die einen Einfluss auf die Entwicklung des Morphotyps ausüben, auszuschließen sind. Scheinbare morphologische Übergänge zwischen beiden Arten sind aber existent, da *Th. dendroidea*, wie oben dargestellt, submassive Koloniebereiche ausbilden kann. Bei Anschnitten parallel zur Längserstreckung der Äste, z.B. an Kluftflächen, ergeben sich dementsprechende Anschnitteffekte, die an übereinandergestapelte, fladenförmige Kolonien von *Th. concinna* erinnern (Abb. 42). Da die Kolonien zudem stets umkristallisiert sind, sind i.d.R.

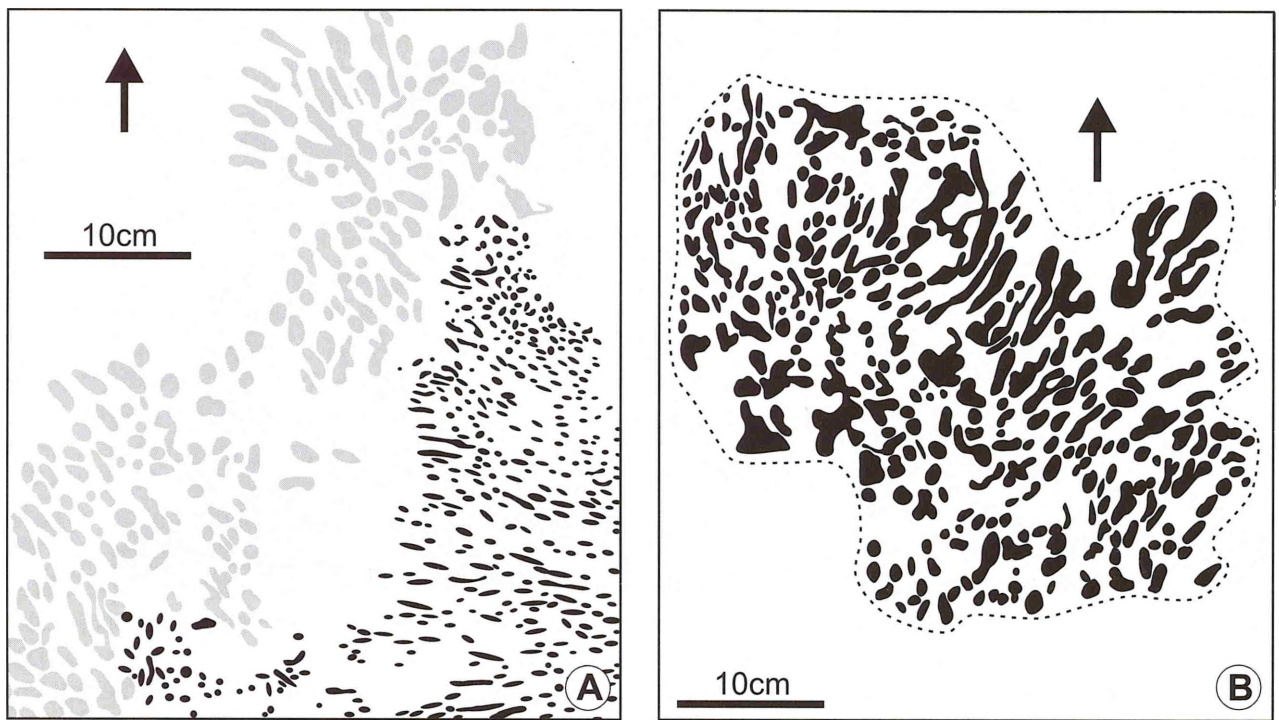


Abb. 43 - Schemazeichnungen von *Thamnasteria dendroidea*-Kolonien, welche an angewitterten Kluffflächen senkrecht zur Schichtung angeschnitten sind (schwarz und. grau: Anschnitte der Korallenäste). Die Pfeile zeigen nach oben.
A: Zwei oder mehrere Kolonien (grau vs. schwarz), die sich durch unterschiedliche Astdurchmesser unterscheiden. Beachte „contact avoidance“ zwischen den Kolonien. Profil Amelungsberg-Südhang.
B: Ausschnitte einer? stämmig gewachsenen Kolonie mit dicken Ästen. Amöbenartige Umrisse weisen auf Astverschmelzungen hin. Weißer Bereich außerhalb der gestrichelten Linie: nicht kartiert. Steinbruch Haddessen.

Fig. 43 - Line-drawing of *Thamnasteria dendroidea* colonies in growth position, exposed at weathered joint surfaces (A) and quarry walls (B). Data derived from plastic sheets and plot technique. Arrows point to stratigraphic top.
A: Different colors mark different specimens of *Th. dendroidea*; black dots: branched specimen with slender and densely spaced branches; grey dots: thicker branched specimen with widely spaced branches. Both specimens can be differentiated by the branch diameter. Note contact avoidance between both specimens. Amelungsberg section.
B: Part of a single? colony consisting of comparably tough branches. Partly, the branches show an amoeba-like outline due to fusion of adjacent branches. Area outside the dashed line: no data available. Haddessen quarry.

ebenso konzentrische Anwachsgefüge von Skelettmaterial um die Äste nicht mehr sichtbar (vgl. Abb. 41). Die Unterscheidung von klumpigen Koloniebereichen von *Th. dendroidea* und Kolonien von *Th. concinna* ist deshalb im Aufschlussbereich i.d.R. nicht möglich.
Fazielle und regionale Verbreitung: *Th. dendroidea* ist die häufigste Korallenart und dominiert in fast allen Riffen (Abb. 37-38).

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: *Th. dendroidea* kommt fast ausschließlich in der *florigemma*-Bank vor. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt im Süntel, wo sie als dominierende Korallenart gestrüppartige Vorkommen bildet. Auch im östlichen Wesergebirge kommt sie häufig vor. Im Deister ist sie relativ selten und ohne nähere Untersuchungen nicht von der formverwandten cf. *Actinastrea ramulifera* (Étallon) zu unterscheiden (vgl. Helm & Reuter, 2003). Im Kleinen Deister bildet sie im Bereich des Raher Berges Korallenrasen (Helm et

al. 2000a, b). Ein aktueller Fund belegt die Art aus dem Hainholz-Member im Osterwald.

***Thamnasteria concinna* (Goldfuss, 1826)**
 (Taf. 31/6; Abb. 52, 54)

* 1826 *Astrea concinna* Goldfuss, 64, Taf. 22/1a.

1993a *Thamnasteria concinna* (Goldfuss) – Bertling, 96, Taf. 4/1-4. [dort weitere Synonyma]

1993b *Thamnasteria concinna* (Goldfuss) – Bertling, Fig. 4. [dort weitere Synonyma]

1993 *Thamnasteria concinna* (Goldfuss) – Dozet & Turnšek, 69, Taf. 2/4.

1995 *Thamnasteria concinna* (Goldfuss) – Bertling, 111ff.

v 1997 ?*Thamnasteria* sp. – Helm, 29, Taf. 8/1.

1997 *Thamnasteria concinna* (Goldfuss) – Turnšek, 42-43, Fig. A-D.

v 1998 *Thamnasteria concinna* – Helm & Elbracht, Abb. 2.

? 2001 *Thamnasteria concinna* (Goldfuss) – Laternser, Taf. 12/10-11.

v 2001a *Thamnasteria concinna* – Reuter et al., Abb. 7/1.

v 2003c *Thamnasteria concinna* (Goldfuss) – Helm et al., Taf. 5/1.

Material: Zahlreiche Korallenstöcke in Gesteinsanschliffen, mehrere Dünnschliffe.

Beschreibung: *Th. concinna* ist eine *Thamnasteria*-Art mit sehr kleinen Kelchen, die vergleichbar mit denen von *Th. dendroidea* sind. Die Korallenstöcke sind gewöhnlich fladenförmig und seitlich getreppt (ragged outline infolge Teilabsterben). Größere Kolonien erreichen mehrere Dezimeter Durchmesser und eine Höhe von mehreren Zentimetern. Bei den herausgeätzten verkieselten Korallenstöcken des Profils Bake-der Berg-SW handelt es sich um filigrane Kolonien aus zahlreichen übereinandergewachsenen, fächerartigen Korallenplatten (Taf. 31/6). Ihre Gestalt (monokolonialer Boundstone sensu Laternser, 2001) erinnert an Korallenstöcke von *Fungia* *arachnoides*.

Diskussion: *Th. concinna* ist eine ausgesprochen formvariable Koralle (Bertling, 1993b). Sie entwickelt plattige, unregelmäßige bis pseudoramose Wuchsformen (Nose, 1995; Laternser, 2001: 113) (s. auch *Th. dendroidea*).

Fazielle und regionale Verbreitung: Die Art ist in den Riffen allgemein verbreitet. Als Riffschutt-komponente kommen Korallenklasten von *Th. concinna* außerdem im riffschuttführenden Solenoporen-Kalkstein (MF-Typ 10) des Profils Mattenberg vor.

Regionales und stratigraphisches Vorkommen in NW-Deutschland: *Th. concinna* ist die häufigste Korallenart des Korallenoolith. Sie fehlt nur in wenigen Korallenvorkommen (Bertling, 1993a; Helm et al., 2003a).

3.5 Bryozoa

Die monographische Bearbeitung der Bryozoenfauna des französischen Jura durch Walter (1969) gibt den umfangreichsten Überblick über diese Fossilgruppe. Bertling (1994) untersucht die koralleninkrustierenden Bryozoen des Korallenoolith. Demnach setzt sich die Bryozoenfauna aus bereniciformen Bryozoen und Bryozoen vom „Läufertyp“ (Gattungen *Stomatopora* und „*Proboscina*“) zusammen. Auf Grundlage von äußeren Merkmalen von auf Korallenstöcken aufgewachsenen Kolonien ergeben sich acht Taxa (Bertling, 1994). Weitere riffassoziierte Bryozoenarten – *Reticulipora* sp. und *Tetrapora suevica* (Quenstedt) – weist Reuter (2000) aus dem Korallenriffkomplex des Hainholz-Member im Osterwald nach.

Material-bedingt wurden bei den eigenen Untersuchungen ausschließlich Dünnschliffe mit Anschnitten von Bryozoen-Kolonien berücksichtigt, die Wuchstypen und

Formengattungen zugewiesen werden. Nach Taylor & Wilson (1999: 828) lassen sich die jurassischen (cyclostomen) Bryozoen in 7 Wuchstypen einteilen: 1) einzeilig inkrustierend (Typ „Läufer“/„runner“), 2) mehrzeilig inkrustierend (Typ „Bänder“/„ribbons“), 3) mehrlagig inkrustierend (Typ „sheets“ und „spots“), 4) erekte einlagige Kolonien (erect unilamellar fronds) (frond=Wedel), 5) erekte mehrlagige Kolonien (erect bilamellar fronds), 6) erekt-dickästig (erect thick-branched dendroid) und 7) erekt-dünnästig (erect narrow-branched dendroid). Bezogen auf das Dünnschliffmaterial stellt diese Einteilung eine brauchbare Grundlage zur Typisierung dar.

Folgende Wuchstypen sind im Untersuchungsmaterial vertreten:

einzeilig inkrustierend („Läufer“):

Formgattung *Stomatopora* bzw. *Stomatopora*-Typ (Taf. 33/1, 7; 46/1)

Die Kolonien bestehen aus fadenartig aneinandergereihten, tropfenförmigen Zooezien, die sich mehr oder weniger häufig dichotom verzweigen. Im Dünnschliff erscheinen die Zooezien i.d.R. mit runden Querschnitten, häufig finden sich mehrere einzeilige Stränge der Kolonien in unmittelbarer Nachbarschaft sowie Kolonienanschnitte im Verzweigungsbereich der Äste. Ausschlaggebend für die Zuordnung zu dieser Formgattung sind isolierte Zooezienanschnitte, die lediglich im Bereich der dichotomen Verzweigung „Tripelpunkte“ bilden. Die dritte, in der Mitte gelegene Röhre bildet dabei das Peristom.

mehrzeilig inkrustierend („Bänder“): Formgattung „*Proboscina*“ bzw. „*Proboscina*“-Typ (Taf. 25/6, 28/4, 6, 33/1-2, 5-6, 44/1)

Diese Formgattung ist dem Läufer-Typ ähnlich, jedoch bestehen die Stränge aus mehreren, parallel zueinander verlaufenden Zooezien. Im Dünnschliff ergeben sich dementsprechend Querschnitte der Bänder, in denen i.d.R. 4-5 Zooezien unterschiedlicher Größe miteinander verwachsen sind (Taf. 33/5). Im Querschnitt sind die Bänder meistens unregelmäßig spindelförmig. Der inkrustierende Bereich ist dem Relief des Untergrundes anpasst und die Oberfläche flach aufgewölbt. Das Zooezium mit dem größten Querschnitt befindet sich in der Mitte des Stranges und endet mit dem terminalen Peristom (Taf. 33/1, 5A, D, G).

mehrlagig inkrustierend („sheets“ und „spots“)
(Taf. 33/1)

Es handelt sich um Kolonien mit fächerförmig verzweigten Zooezien. Während der Astogenese ergeben sich infolge von Selbstüberwachsung der „Fächer“ flach-türmchenförmige Kolonien. Einlagige Kolonien bilden die Vorstufe für (höhere) Fächerstapel, insofern

das Koloniewachstum nicht aufgegeben wird. Demnach sind Übergänge zwischen ein- und mehrlagigen Kolonien fließend (Fürsich & Werner, 1991: Abb. 4f). Bei dem mehrlagig inkrustierenden Wuchstyp lässt sich zwischen zwei verschiedenen Formengattungen differenzieren: Formgattung „*Berenicea*“ und Formgattung *?Hyporosopora*. Zur **Formgattung „*Berenicea*“** (Taf. 33/3) zählen rundliche Kolonien, die ein- oder mehrlagig sind. Sie umfasst verschiedene Gattungen cyclostomater Bryozoen (Schmid, 1996: 203). Im vorliegenden Material erreichen Kolonien der Formgattung „*Berenicea*“ nur wenige Millimeter Durchmesser. Im Dünnschliff zeigen die längs- bzw. quergeschnittenen Kolonien bei einlagigem Bau charakteristische leiterartige Anschnitte (Taf. 33/3; weitere Schliffbilder bei Schmid, 1996). Da die Mündungen verhältnismäßig klein sind, werden sie im Dünnschliff nur selten getroffen (Schmid, 1996: 203). Bei mehrlagig aufgebauten Kolonien verfangern einzelne Lagen häufig mit mikrobiellen Krusten, die sich über ältere Kolonieteile erstrecken (Taf. 33/1).

Arten der **Formgattung *?Hyporosopora*** (Helm & Schülke, 1998: Taf. 16/1, 17/1, dort *Rothpletzella*) entwickeln ausgedehnte, mattenartig wachsende Kolonien bis 5cm Durchmesser. Sie bestehen aus einer Vielzahl übereinandergewachsener Lagen bzw. Fächer, die insgesamt eine Dicke von bis zu 7mm erreichen. Längsschnitte der Kolonien zeigen kettenartig aneinandergereihte Kammern. Anschnitte von Mündungen sind extrem selten, so die Zooezien anscheinend durch kleine, flache Peristome gekennzeichnet sind.

Bisher wurde dieser Organismus als *Rothpletzella*-Art gedeutet und den „Porostromata“ zugerechnet (Helm & Schülke, 1998). Die nicht-mikritische Ausbildung der Wandung schließt diese Interpretation aus. Die im Dünnschliff aus faserigem, gelbbraunlichen Kalzit aufgebaute Wand legt statt dessen die systematische Zuordnung zu den Bryozoen nahe.

Hier werden die „massiven“ Kolonien unter Vorbehalt zu der Gattung *Hyporosopora* gestellt und informell als Formgattung *?Hyporosopora* bezeichnet. So ist von *Hyporosopora portlandica* (Gregory) bekannt, dass sie im englischen Oberjura in Solenoporen-Austern-Riffen sogar am Aufbau der Riffe als Gerüstbildner beteiligt ist (Fürsich et al., 1994). Nach Bertling (1994) ist die Gattung *Hyporosopora* auch im Korallenoolith verbreitet. *Hyporosopora* sp. unterscheidet sich vom eigenen Material durch lediglich zwei- bis dreischichtige Kolonien (vgl. Bertling, 1994).

erekt-dünnästig (erect narrow-branched dendroid): tubuliporide Bryozoen
(Taf. 33/4)

Die Beschreibung und Rekonstruktion dieses Taxons beruht auf umgelagerten Astbruchstücken in Dünnschliffen. Aufgrund ihres einheitlichen Aufbaus lassen

sich sämtliche Funde einer einzigen Gattung zuordnen. Aus den verschiedenen Schnittlagen rekonstruiert ergibt sich eine zentrale Röhre mit kreisrundem Querschnitt von 0.14 bis 0.28mm Durchmesser, um die herum Zooezien angeordnet sind. Die Anzahl der angeschnittenen Zooezien pro Umgang schwankt zwischen 9 und 18, sie erreichen Durchmesser von bis zu 0.17mm. Der Durchmesser der „Ästchen“ selbst liegt bei ca. 0.5mm. Die röhrenförmigen Zooezien entspringen nahe der Zentralröhre und verlaufen im spitzen Winkel zur Längserstreckung der zentralen Röhre langsam nach außen. Sobald die Zooezien frei wachsen, nehmen sie einen runden Querschnitt ein (Taf. 33/4C).

Die dünnästig-erekten Bryozoen gehören der Unterordnung Tubuliporina an. Im Material treten z.t. deutliche Variationen bezüglich Anzahl (bei gleichem Zentralröhrendurchmesser) und Größe der Zooezien (Taf. 33/4F versus Taf. 33/4G). Das spricht dafür, dass zwei Arten tubuliporider Bryozoen vertreten sind.

Darüber hinaus befinden sich viele kleine Bryozoenfragmente im Kalkoolith (MF-Typ 1), die sich systematisch nicht weiter zuordnen lassen.

Die inkrustierenden Bryozoen-Taxa bewachsen entweder die Rifforganismen direkt oder sind, was wesentlich häufiger vorkommt, im Thrombolith eingewachsen. Es dominieren Bryozoen vom „*Proboscina*“-Typ. Bereneciforme Bryozoen, welche sporadisch auch am Aufbau von Onkoiden beteiligt sein können (MF-Typ 3), kommen ebenfalls häufig vor. Wesentlich seltener sind Bryozoen der Formgattung *Stomatopora*. Die Formgattung *?Hyporosopora* ließ sich bisher nur im „klassischen“ Aufschluss am Amelungsberg nachweisen (Helm & Schülke, 1998) und ist dort als Binder einzustufen.

Da Bryozoen schattenliebend sind und empfindlich auf klastischen Eintrag reagieren, bewachsen sie bevorzugt Substratunterseiten (z.B. Schmid, 1996; Krautter & Hartmann, 1999: 352). Anhand des Untersuchungsmaterials lässt sich das nicht bestätigen. Im Thrombolith wachsen Kolonien unterschiedlicher Formgattungen gesellig neben- und übereinander (Taf. 33/1, 46/1), ohne dass räumliche Verteilungsmuster erkennbar sind. Offensichtlich übten Tageslicht (aufgrund Beschattung der Bryozoen-Habitate infolge von Riffwachstum) und Eintrag von Sedimentpartikeln keinen entscheidenden Einfluss auf die Auswahl des Siedlungsortes aus.

Eine Besonderheit stellen einlagige, von Thrombolith überwachsene „*Berenicea*“-Kolonien dar, die extrem ausgezogene Aperturen aufweisen. Hierbei handelt es sich anscheinend um eine lebensverlängernde Strategie von Bryozoen, indem sie durch Verlängerung der Aperturen kurzfristig auf Thrombolith-Überkrustung des Zoariums reagieren konnten (Helm, 2003).

Die erekten tubuliporiden Bryozoen sind ausschließlich durch umgelagerte Fragmente außerhalb der Riffe dokumentiert. Da die Bruchstücke jedoch vorwiegend

aus riffangrenzenden Ablagerungen stammen, ist auch für die erekten tubuliporiden Bryozoen eine Affinität zum Habitat Korallenriff wahrscheinlich. Vermutlich siedelten sie dort auf Korallenstöcken oder anderen Hartsubstraten. Aufgrund ihres delikaten Kolonieaufbaus sind solche rigiden dünnästigen Bryozoen allgemein auf tiefmarine, ruhige Meeresbereiche beschränkt (Smith, 1995). Sie stoßen erst dann in das turbulenterer Flachwasser vor, wenn sie ökologische Nischen mit reduzierten Wasserenergieverhältnissen vorfinden. Dies wären beispielsweise kryptische Habitate im Riffbereich (Smith, 1995).

3.6 Brachiopoda

Der Kenntnisstand über oberjurassische Brachiopoden des Niedersächsischen Beckens ist rudimentär: Art-Beschreibungen gehen auf Roemer (1836, 1839) zurück. Schöndorf (1913) gibt einen kurzen monographischen Überblick über die Terebrateln hannoverscher Oberjura-Vorkommen. Schülke et al. (1993) untersuchen ökophänotypische Variationen von *Epithyris subsella* (Leymerie) aus der Süntel-Formation des Süntels. Insbesondere Untersuchungen der Korallen-vorkommen des Korallenoolith erweitern den Kenntnisstand. Struckmann (1877) beschreibt aus der Unteren Korallenbank von Völksen am Deister fünf Brachiopodenarten. Die artenreichste Brachiopodenfauna ist aus dem Korallenbiostrom der Unteren Korallenbank bei Dielmissen bekannt (Zawischa & Schormann, 1994; Schülke et al., 1998). Stych (2002) führt von diesem Vorkommen sechs Arten an. Unter ihnen sind *Cheirothyris fleuriauxa* (D'Orbigny) und *Rioulina deisteriensis* (Struckmann) typische Riffbewohner (Stych, 2002). Von *R. deisteriensis* gab zuvor Schülke (1997) eine Neubeschreibung. Eine weitere Thecideenart, *R. pustulosa*, stellen Schülke & Helm (2000) anhand von Material aus Korallenvorkommen der florigemma-Bank im Deister auf. Aus dem Riffkomplex des Hainholz-Member im Osterwald weist Reuter (2000) fünf Brachiopodenarten nach.

Die Brachiopodenfauna des Untersuchungsgebietes ist geringdivers und verteilt sich auf drei Gruppen (Thecideen, terebratulide und rhynchonellide Brachiopoden). **Thecideen** (*Rioulina pustulosa* Schülke & Helm) sind fixosessil und an die Rifffazies gebunden. Sehr häufig sind sie doppelklappig überliefert und vollständig von Thrombolith überkrustet (Taf. 25/5, 28/7-8, 34/4-5). Schlammproben (Profile Haddessen und Falltal) führten außerdem zahlreiche (ca. 40) vom Substrat gelöste doppelklappige Exemplare. Wenige isolierte, nicht mit Sediment plombierte Klappen ermöglichten eine Zuordnung der Thecideen zu *Rioulina pustulosa*. *R. pustulosa* kommt in den Riffen sehr häufig vor; im Dünnschliff zählt man bis zu mehrere Exemplare pro

cm² Fläche. Sie wachsen gerne *Th. dendroidea*-Ästen auf und sind in jeder räumlichen Orientierung am Substrat fixiert. Sobald jedoch größere überhängende Riffbereiche – vor allem fladenförmige *F. arachnoides*-Kolonien – vorliegen, sind ausschließlich die dem Meeresboden zugewandten Unterseiten besiedelt (Taf. 34/4). Isolierte Klappen (s.o.) kommen zudem umgelagert im Riffbereich vor (Abb. 18).

Terebratulide Brachiopoden sind durch kleine, stets <1cm große, merkmalsarme glattschalige Formen vertreten. Sie gehören wahrscheinlich einer einzigen Art an – vermutlich *Zeilleria ventroplana* (Roemer, 1836) [älteres Synonym von *Z. humeralis* (Roemer, 1839)] –, die im Korallenoolith allgemein verbreitet ist. Aufgrund der unsicheren Determinierung werden sie nachfolgend als „Terebrateln“ bezeichnet.

In den Riffen kommen Terebrateln bereichsweise massenhaft vor (Profile Amelungsberg-III: Helm & Schülke, 1999, Grüner Altar und Bakeder Berg-SW). Ausnahmslos handelt es sich bei den riffbewohnenden Terebrateln um mikromorphe Exemplare mit Gehäuselängen von wenigen Millimetern (durchschnittlich um 3mm). Sie bevorzugen Positionen zwischen *Th. dendroidea*-Ästen (Taf. 34/1-3) und sind infolge postmortaler Überwucherung durch mikrobielle Krusten autochthon überliefert (Abb. 55, Taf. 34/2).

Selten kommen Terebrateln auch im Zwischenriffbereich vor; ihre Häufigkeit nimmt distal zu den Riffen ab. Die größten Terebrateln stammen aus den riffangrenzenden Sedimenten (MF-Typ 4, Taf. 35/8).

Rhynchonellide Brachiopoden lassen sich alle einem Formenkreis um *Septaliphoria pinguis* (Roemer) zuordnen, einer ausgesprochen formvariablen „Art“ (z.B. Boullier, 1993: Taf. 1/8 vs. Taf. 1/9; vgl. Gervais, 1987). In dieser Arbeit werden sie informell als „Septaliphorien“ bezeichnet. Besonders häufig sind Septaliphorien im Riffbereich – vor allem dort, wo ein verhältnismäßig lockeres Gerüst aus Riffbildnern vorliegt (Abb. 37, 53). Riffbewohnende Septaliphorien erreichen Längen (Ventralklappe) von 1.5 bis 2cm, liegen also unter der für *S. pinguis* angegebene Durchschnittsgröße von 2 bis 2.5cm (Kaever et al., 1976). Ihr Formvariationsspektrum innerhalb eines Habitats ist erheblich. Auf wenige dm³-Riffkalkstein beschränkte Aufsammlungen (Profil Münchhausen-Ställe) belegen Exemplaren mit subzirkularem, subzirkular elongaten oder triangularen Umriss (vgl. Brugger, 1999). Die Häufigkeit der Septaliphorien nimmt im Zwischenriffbereich distal zu den Riffen rasch ab; im mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6) fehlen sie. Septaliphorien des Zwischenriffbereichs sind deutlich größer und erreichen eine maximale Länge und Breite von 3cm.

Diskussion

Thecideen sind in oberjurassischen Riffen weit verbreitet (z.B. Barczyk, 1970; Gaillard & Pajaud, 1971;

Pajaud, 1974; Taylor & Palmer, 1994). Als Coelobiten (syn.: Cryptobionten, Kobluk, 1988) besiedeln sie abgeschirmte Mikrohabitate in mehreren 10er-Metern Wassertiefe. Wenn Kleinsthöhlen auch in Flachwasserbereich vorhanden sind, z.B. im Riffbereich oder in Hartgründen, dann stoßen Thecideen bis in wenige Meter Wassertiefe vor (Wilson, 1998).

Endemismus ist für Thecideen typisch; beispielsweise zeichnet es sich ab, dass derzeit jede Insel im Pazifik ihre eigene Thecideen-Population besitzt (Lüter, frdl. mdl. Mitt. 2003). Nach Baker & Wilson (1999) haben sich bereits während des Jura regionale Unterschiede der Thecideenfauna herausgebildet.

Aus koralligen Ablagerungen des Korallenoolith sind zwei Thecideenarten bekannt, deren Verbreitungsgebiet auf das Niedersächsische Becken beschränkt ist. *R. deisteriensis* ist an Biostrome der Unteren Korallenbank gebunden (Dielmissen im Ith: Schülke, 1997; Stych, 2002; Völksen im Deister: Struckmann, 1882), während *R. pustulosa* in der *florigemma*-Bank (Deister, Schülke & Helm, 2000; Süntel) und im Hainholz-Member (Osterwald, Reuter, 2000; Reuter et al., 2001a) auftritt. Es gibt also kein Korallen-Vorkommen, in dem beide Arten gemeinsam existieren.

Die Häufigkeit von **Terebrateln** und **Septaliphorien** im Riffbereich korreliert mit der Verfügbarkeit von Hartböden zur initialen Festheftung. Demgegenüber boten die Kalkschlamm Böden des Zwischenriffbereichs aufgrund der äußerst ungünstigen Substrateigenschaften des (Kap. 2.2) den Terebrateln und Septaliphorien keinen geeigneten Siedlungsgrund. Eine gegenläufiges Verteilungsmuster schildert Brookfield (1973) anhand von *Torquirhynchia inconstans* (Sowerby). Diese Art bevorzugt im englischen Oberjura „tidale“ Ablagerungsräume mit gewissem Grad an Wasserbewegung außerhalb der Rifffazies. Dort fixiert sie sich initial mit Hilfe des Stiels an Bioklasten. Entscheidend für erfolgreiche Besiedlung sind demnach Bereitstellung von geeignetem Substrat zur Initialbesiedlung und die Umweltansprüche, die die jeweilige Art an ihr Habitat stellt. Demnach waren die Lebensbedingungen in den untersuchten Riffen für Brachiopoden günstig. Dies steht in Einklang mit Boullier (1993), der Septaliphorien als typische Faunenelemente der Rifffazies (Domaine péirécifal) betrachtet.

Das Massenvorkommen von kleinwüchsigen Terebrateln innerhalb von *Th. dendroidea*-Kolonien schildern bereits Helm (1997a) und Helm & Schülke (1998). Ob es sich um juvenile Individuen oder zwergwüchsige Adulte handelt, lässt sich nicht mit Sicherheit klären. Wahrscheinlich sind es adulte Zwergformen, die an ein Leben in den Zwickeln zwischen Korallenästen angepasst waren (Helm & Schülke, 1998). Die Interpretation wird durch die Untersuchungen des Wachstums rezenter artikulatierender und inartikulatierender Brachiopoden in geschützten untermeerischen Höhlen (Ruggiero, 1996)

gestützt. In diesen Habitaten geht das Wachstum der Brachiopoden ganz langsam voran und kann auch stagnieren. Sie benötigen deshalb über 40 Jahre bis zum Erreichen des Adultstadiums.

Die unterschiedlichen Wuchsformen und Größen der Individuen lassen sich als faziesabhängige Phänotypen deuteten (z.B. Sulser & Meyer, 1998). So kann bereits allein das Substrat das Größenwachstum von Brachiopoden erheblich beeinflussen (Brugger, 1999). Offensichtlich steht die verhältnismäßig geringe Größe der Septaliphorien, vor allem jedoch der „Zwergwuchs“ der Terebrateln mit dem eingeschränkten Platzangebot in den Zwickeln des Riffgerüsts in Zusammenhang. Die räumliche Enge macht das Erreichen der durchschnittlichen „Adultgröße“ nicht sinnvoll. Andernfalls käme es bei uneingeschränktem Wachstum einzelner Exemplare zur Einschränkung des Bewegungsspielraumes bzw. zum Berühren mit benachbart wachsenden Rifforganismen. Bei dichter Besiedlung führt Größenzunahme des Gehäuses auch zur Asymmetrie oder sogar zur Deformation der Schalen. Dieses Phänomen schildert Asgaard (1968) anhand von riffbewohnenden Brachiopoden im Faxekalk. Vergleichbare Beobachtungen wurden nachfolgend wiederholt publiziert (z.B. Brugger, 1999: 88) und liegen auch für *S. pinguis* vor (Boullier, 1993).

3.7 Gastropoda

Grundlegende Arbeiten zur Schneckenfauna des NW-deutschen Oberjura stammen aus dem 19ten Jahrhundert (Roemer, 1836, 1839; Struckmann, 1878, 1882; Smith, 1893). Credner liefert eine monographische Abhandlung über Nerineen und Chemnitzien. Huckriede (1967) beschränkt sich auf Mollusken aus limnischen und brackischen Milieus; weitere nennenswerte Arbeiten bzw. Revisionen zur regionalen Schneckenfauna fehlen. Die Bestimmung des Materials erfolgt in Anlehnung an die älteren regionalgeologischen Arbeiten (s.o.). Dadurch ergeben sich zwangsweise erhebliche nomenklatorische Einschränkungen, die einen überregionalen Faunenvergleich auf Art- und Gattungsebene weitgehend unterbinden.

Schnecken kommen in fast allen Faziestypen häufig vor (Abb. 44). Ihrer allgegenwärtigen Präsenz steht eine dürftige oder unsichere artliche Bestimmung entgegen, da Schnecken in vielen Faziestypen sehr schlecht erhalten sind oder aufgrund ihres reliefierten Gehäuses (z.B. cf. *Asperilla* sp.) nicht aus dem Kalkstein herauspräpariert werden können. Lediglich weitgehend glattschalige Taxa, u.a. Pleurotomarien oder *Bourguettia striata* (Sowerby), liegen vorwiegend als mäßig gut erhaltene Steinkerne vor. Somit übersteigt die Gesamtartenzahl der Schnecken die Anzahl der nachfolgend aufgeführten Taxa erheblich. Dies ergibt











Unterklasse		Mikrofazies-Typen											
		Kalkoolith	<i>Eventryclammina</i> -Kalkstein	Onkolith	Fossilreicher mikritischer Kalkstein	Riffschuttalkstein	Mikritischer Kalkstein	Nerineen/Solenoporen-Kalkstein	Riffkalkstein	Cortoid/Bioklasten-Kalkstein	Riffschuttführender Solenoporen-Kalkst.	Foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith	Quarzreicher Kalkarenit
Schneckenart / -gruppe		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Archaeogastropoda	<i>Pleurotomaria</i> spp. 				■								
	<i>Bourguettia striata</i> (Sowerby) 				■								
	<i>Pseudomelania</i> cf. <i>heddingtonensis</i> (S.) 				■								
	Napfschnecken 	<i>Patella minuta</i> Roemer				■				■			
		cf. <i>Emarginula</i> spp.				■				■			
	„Turbo“ <i>princeps</i> Roemer 									■			
	<i>Metriomphalus</i> 	<i>M.</i> cf. <i>muricatus</i> (Sow.)				■				■			
		<i>M.</i> sp.1											
		<i>M.</i> sp.2.											
		cf. <i>Neritopsis</i> sp.											
	„Trochus“ sp.								■				
	cf. <i>Asperilla</i> sp.								■				
	„Bulla“ cf. <i>hildesiensis</i> Roemer 				■				■				
Mesogastropoda	„Nerinea“	„N.“ <i>fasciata</i> Voltz 							■				
		„N.“ cf. <i>visurgis</i> Roemer 							■				
	„Cerithium“ cf. <i>limaeforme</i> Roemer 								■				
	<i>Ampullina turbiniiformis</i> (Roemer)				■								
Neog.	cf. „ <i>Buccinium</i> “ <i>parvulum</i> Roemer				■								

Abb. 44 - Fazielle Verbreitung (Vorkommen in den Mikrofaziestypen 1 bis 12) und semiquantitative Häufigkeiten von Schnecken im Untersuchungsgebiet.

Fig. 44 - Diagram showing the distributional patterns and frequency of gastropods in the different MF types (1-12) of the studied sections.

sich bereits aus dem Nachweis kleiner, offensichtlich skurril bestachelter, jedoch nicht weiter bestimmbarer Schnecken in Dünn- und Gesteinsanschliffen. Andererseits zeigen bestimmte, häufig vorkommende Arten aufgrund z.B. ihrer Ornamentierung solche charakteristischen Schnittbilder, dass eine generische Bestimmung auch bei Untersuchung von Dünn- und Gesteinsanschliffen gelingt. Ergänzende Angaben zur Schneckenfauna ergeben sich durch die Bearbeitung des Lösungsrückstandes („Skelett pseudomorphosen“, s. Helm, 1998 zur Fossilhaltung) aus dem Dachbereich (Nerineenlage, MF-Typ 7) des Amelungsberg-Profiles (Kap. 1.9).

3.7.1 Archaeogastropoda

Im Untersuchungsgebiet sind mehrere Arten der Gattung *Pleurotomaria* durch Steinkerne flachkegelliger Gehäuse belegt. Einige Exemplare lassen sich *Pl. grandis* (Roemer) [Synonyme nach Löwe, 1913: 181: *Pl. tuberculatus* (Roemer) und *Pl. acutimargo* (Roemer)], andere *Pl. cf. münsteri* (Roemer) zurechnen. Pleurotomarien sind selten und bleiben auf den Intrariffbereich bzw. auf die nähere Umgebung der Riffe beschränkt (MF-Typ 4). Nach Janicke (1970) und Bertling & Insalaco (1998) sind Pleurotomarien während des Oberjura typische Riffbewohner.

Bourguettia (Phasianella) striata (Sowerby) ist eine großwüchsige Schnecke mit spindelförmig zulaufendem Gehäuse bis 20cm Höhe. Es besitzt nur wenige Umgänge, die durch vergleichsweise tiefe Nähte ge-

trennt sind. Das Gehäuse ist sehr dünnwandig; auf Steinkernen zeichnen sich deutlich zahlreiche, dicht angeordnete Spiralstreifen ab.

B. striata tritt in mergeligen-mikritischen Lithotypen im unteren Bereich des Korallenoolith allgemein verbreitet auf, z.B. in den Steinbrüchen bei Marienhagen (Thüster Berg). Löwe (1913: 181) betrachtet sie deshalb als „Leitform“ des „Unteren Korallenoolith“. Im Untersuchungsgebiet ist *B. striata* an die Basis der *florigemma*-Bank gebunden, wo sie im Riffbereich und im Umfeld der Riffe häufig in fossilreichen mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 4) vorkommt. Auffälligerweise fehlt *B. striata* in mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 6). In korallenführenden Karbonatablagerungen des Schweizer Jura (Oxfordium) sind Bourguettinen vor allem in mergeligen Biomikriten verbreitet (Dupraz & Strasser, 2002). Insgesamt ergibt sich aus den Beobachtungen eine gewisse Bindung von *Bourguettia*-Arten an matrixgestützte Faziestypen (Kalkschlammablagerungen bzw. Weichböden).

Pseudomelania (Chemnitzia) cf. heddingtonensis (Sowerby) hat ein mäßig großes, verhältnismäßig dickes und glattschaliges Gehäuse (Taf. 35/7). Die Art findet sich vereinzelt in unterschiedlichen Faziestypen. Am häufigsten ist sie an der Basis der *florigemma*-Bank (MF-Typ 4), z.B. in den Steinbrüchen im Falltal (Taf. 35/7) und am Bakeder Berg. In koralligenen Karbonaten von Lothringen (Oxfordium) ist *P. heddingtonensis* in molluskenführenden Mudstones charakteristisches Faunenelement (Laternser, 2001: 123). Nach Fürsich (1976) gehört *P. heddingtonensis* zu den infaunalen Faunenelementen; deshalb zeigt sie auch keine Affinität zu Riffhabitaten.

Durch Dünnschliffuntersuchungen ließen sich mehrere Arten mikromorpher **Napfschnecken** (Taf. 36/5-6, 37/6, 45/1; Abb. 18) nachweisen. Von *Patella minuta* Roemer liegen zwei „Skelettpseudomorphosen“ und ein Steinkern vor. *P. minuta* Sie ist durch ein dünnchaliges, flach-kegelförmiges, im Umriss leicht ovales Gehäuse gekennzeichnet. Die Höhe unterschreitet geringfügig den Durchmesser, der maximal 5mm erreicht. Der Apex ist leicht eingekrümmt; bis auf sehr feine Anwachsstreifung ist das Gehäuse glattschalig. Durch Dünnschliffuntersuchungen konnten weitere Arten von Napfschnecken (**cf. *Emarginula spp.***) belegt werden. Nach Rekonstruktion aus den Schnittbildern handelt es sich um sehr klein flach kegelförmige, im Umriss ovale Gehäuse (Durchmesser und Höhe: maximal 3mm). Sie sind mit kräftigen Radialrippen verziert (Taf. 36/6). Einige Schnittlagen belegen zusätzlich konzentrische, wulstartige Anwachslinien (Taf. 36/5), die in Kombination mit den Radialrippen eine charakteristische Gitterstruktur ergeben. Da je nach Exemplar die Radial- oder Anwachstrukturen stärker betont sind, ist die Gattung wahrscheinlich durch mehrere Arten vertreten.

Die mikromorphen Napfschnecken sind typische Riffbewohner. Sie befinden sich in den Zwischenräumen der *Th. dendroidea*-Gestrüppe in situ überliefert (Taf. 36/5-6, Taf. 37/6). Vereinzelt kommen Napfschnecken auch im Riffschuttkalkstein vor (Abb. 18). Bereits Struckmann (1882: 27) weist auf die Affinität von Napfschnecken des Korallenoolith zur Rifffazies hin. Er bildet zwei Arten ab (*Patella neumayri* Struckmann, *Pileolus mosensis* Buvigner), die Korallenstöcken direkt aufsitzen (Struckmann, 1882: Taf. 4/18-19, 21).

„*Turbo princeps*“ Roemer (Taf. 35/1) hat ein aus 3 bis 5 Umgängen bestehendes, trochiformes Gehäuse bis 4cm Höhe, das mit 4 bis 5 ausgeprägten Spiralrippen verziert ist. Die Spiralstreifen ergeben zusammen mit den zahlreichen feinen, gratartig ausgezogenen Axialrippen ein charakteristisches gitterartiges Muster, anhand dem selbst Steinkernfragmente artlich bestimmbar sind.

„*T. princeps*“ ist ein typischer Riffbewohner. Er kommt vereinzelt in fossilreichen mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 4) des Riffbereichs vor. Durch „Skelettpseudomorphosen“ (Profil Amelungsberg-III) ist sie auch aus der Nerineenlage (MF-Typ 7) belegt. Besonders häufig tritt „*T. princeps*“ im Intrariffbereich der Aufschlüsse „Haddessen“ und „Paschenburg“ auf. Kleine Exemplare kommen auch innerhalb der *Th. dendroidea*-Gestrüppe vor.

Auch im Korallenriffkomplex (Hainholz-Member) im Osterwald ist „*T. princeps*“ häufig (Reuter, 2000; Reuter et al., 2001a). Dort tritt die Art im Riffbereich zurück, stattdessen ist sie in fossilreichen mergeligmikritischen Kalksteinen im oberen Abschnitt des Hainholz-Member sehr häufig (Helm et al., 2003c: Abb. 3). Die Gattung ***Metriomphalus*** ist mit drei Arten vertreten (*Metriomphalus cf. muricatus*, *Metriomphalus* sp.1, *Metriomphalus* sp.2). Anhand der unten genannten Merkmale sind Gehäuseanschnitte von *Metriomphalus*-Arten in Dünn- und Gesteinsanschliffen i.d.R. identifizierbar. Eine artliche Trennung ist aber nicht möglich. ***M. cf. muricatus*** (Sowerby) besitzt ein robustes trochiformes, bis 8mm hohes Gehäuse mit kreisrunder Mündung. Die ca. 3-4 Spiralwindungen und im gleichen Abstand angeordneten Axialrippen ergeben an den Schnittstellen knötchen-förmige Verdickungen, die eine charakteristische Ornamentierung hervorbringen (Taf. 35/6).

M. cf. muricatus ist wahrscheinlich mit Roemers *Turbo granulatus* und/oder *Turbo exiguus* synonym. Beide werden aus dem Korallenoolith von Hoheneggelsen beschrieben (Roemer, 1839: 46, Taf. 20/4, 5). Sehr ähnlich (Größe und Gestalt des Gehäuses, Gehäuseornamentierung) ist auch *Chilodonta clathrata* (Étallon). Die Art unterscheidet sich durch die Ausbildung von Columnarfalten und einer Mündung mit Außenlippe und fünf kräftigen Zähnen (Müller, 1994: 50). Große Ähnlichkeiten bestehen auch mit *Brachytrema*

lorioli Schmidt aus dem Oxfordium von Pommern (Schmidt, 1905: 184, Taf. 9/14-15).

Von *Metriomphalus* sp.1 liegt eine unvollständige „Skelettpseudomorphose“ vor. Die Art ähnelt *M. cf. muricatus*, jedoch ist das Gehäuse durch mehr Umgänge und einen kleineren Gehäusewinkel gekennzeichnet. Außerdem liegen die Nähte der Umgänge tiefer und sind deshalb deutlicher ausgeprägt.

Metriomphalus sp.2 liegt als unvollständige „Skelettpseudomorphose“ vor. Es sind wenige Spiralwindungen mit zwischengeschalteten Axialrippen ausgebildet. Im Vergleich zu *M. cf. muricatus* fehlen die knötchenförmigen Verdickungen.

Im Untersuchungsgebiet sind *Metriomphalus*-Arten weit verbreitet, *M. cf. muricatus* dominiert. Sie kommen in verschiedenen Faziestypen vor – außer im Kalkoolith (MF-Typ 1) und mikritischem Kalkstein (MF-Typ 6). Besonders häufig sind sie im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) und in der Nerineenlage (MF-Typ 7).

Während des Oberjura sind *Metriomphalus*-Arten in Karbonatplattform-Ablagerungen weit verbreitet (z.B. Buvigner, 1852; Werner, 1986). In Oxfordium-zeitlichen Korallenriffen von England ist *M. muricatus* typischer Riffbewohner (Fürsich, 1976, 1977).

Als Einzelfund (Steinkern und Gegenstück mit erhaltener Schale) liegt eine Schnecke der Oberfamilie Neritacea vor (**cf. Neritopsis** sp.). Das dickschalige Gehäuse ist (rekonstruiert) eiförmig mit flachem Gewinde. Es weist nur wenige (ca. zwei), rasch an Durchmesser zunehmende Umgänge auf. Die Gehäusehöhe beträgt ca. 9mm, die Breite maximal 12mm. Die Umgänge des Steinkerns zeigen zudem eine ausgeprägte Anwachsstreifung durch regelmäßiges An- und Abswellen. Vergleichbare Formen sind auch aus dem süddeutschen Oberjura (Janicke, 1970) und dem Oxfordium von Pommern (Schmidt, 1905: *Nerita pallati* De Loriol, Taf. 9/8-9) bekannt. Die Schnecke stammt aus dem fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) des Profils Hohennacken.

Von „*Trochus*“ sp. liegen zwei unvollständige Skelettpseudomorphosen vor. Das Gehäuse ist trochiform; seine Höhe beträgt ca. 8mm, seine Breite ca. 4mm. Es besteht aus ca. 4 Umgängen, die so aneinander schließen, dass eine einheitlich kegelförmige Gehäuseoberfläche entsteht. Auf ihr zeichnen sich zahlreiche feine Spiralstreifen ab. Die Mündung ist leicht abgesetzt, jedoch bei beiden Exemplaren unvollständig. Vergleichbare Exemplare beschreibt Roemer (1836) als *Trochus minutus* und *Scalaria münsteri*. „*Trochus*“ sp. ist nur aus der Nerineenlage (MF-Typ 7) des Profils Amelungsberg-III belegt.

Von **cf. Asperilla** sp. sind zwei Exemplare aus Gesteinsanschliffen bekannt (Taf. 35/3). Aus den Schittbildern rekonstruiert ergibt sich ein niedriges und weit genabeltes trochiformes Gehäuse. Das dickschalige Gehä-

se erreicht eine Breite bis 1.5cm bei etwas geringerer Höhe. Es besteht aus wenigen Umgängen mit kreisrundem Windungsquerschnitt. Die Oberfläche ist von zwei kräftig entwickelten Spiralstreifen verziert. Die im Anschnitt unterschiedlich intensiv ausgeprägten Spiralstreifen weisen auf kurze, stachelartige Fortsätze hin. Insgesamt bestehen große Übereinstimmungen mit der Gattung *Asperilla* (s. Lauxmann et al., 1998: Abb. 18.10). Beide Exemplare stammen aus fossilreichen mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 4) des Riffbereichs. „*Bulla*“ sp. („*B*“ **cf. hildesiensis** Roemer) ist durch einen Steinkern (Taf. 35/2) und mehrere Anschnitte des Gehäuses in Dünn- und Gesteinsanschliffen belegt. Die Art hat ein sehr charakteristisches dünn-schaliges, langgestreckt-eiförmiges, involutes Gehäuse. Es erreicht einen Durchmesser bis 7mm bei einer Höhe bis 12mm.

Der Steinkern lässt sich „*Bulla*“ *hildesiensis* Roemer zuordnen; eine artliche Zuordnung der Gehäuseanschnitte ist nicht möglich (Roemer, 1836, beschreibt insgesamt drei ähnliche „*Bulla*“-Arten aus dem Korallenoolith). „*Bulla*“ sp. bleibt auf den Riffbereich beschränkt und tritt vereinzelt im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4, insbesondere im Steinbruch Pötzen) und Riffschuttkalkstein (MF-Typ 5) auf. Gelegentlich befinden sich die Gehäuse auch im *Th. dendroidea*-Gestrüpp in situ überliefert (MF-Typ 8).

3.7.2 Mesogastropoda

Es sind zwei **Nerineen**-Arten belegt („*Nerinea*“ *fasciata* Voltz, „*Nerinea*“ **cf. visurgis** Roemer), die allgemein im Korallenoolith verbreitet sind (Credner, 1863: 182; Helm et al., 2002c).

„*Nerinea*“ *fasciata* Voltz (Taf. 35/4-5, 10-12; Abb. 20-21) ist eine Art mit vergleichsweise kleinem, turmförmigen Gehäuse bis 5cm Höhe. Es weist 5 bis 6 wenig ausgeprägte Spiralstreifen auf, von denen 3 bis 4 schwach gekörnelt sind. „*N.*“ *fasciata* tritt im Dachbereich der *florigemma*-Bank massenhaft auf und bildet eine Nerineenlage (MF-Typ 7, Taf. 35/10-12). Ansonsten befinden sich zahlreiche Exemplare und/oder Gehäusebruchstücke im *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2), Onkolith (MF-Typ 3), fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) und Riffschuttkalkstein (MF-Typ 5).

„*Nerinea*“ **cf. visurgis** Roemer entwickelt ein robustes trochospirales Gehäuse mit vergleichsweise großem Gehäusewinkel. Die Art ist durch wenige Exemplare aus den Profilen Höllental-I und Oberberg-II belegt; sie sind an die Nerineenlage (MF-Typ 7) gebunden.

„*Cerithium*“ (syn. *Procerithium*) **cf. limaeforme** Roemer ist durch ein kleines, turmförmiges Gehäuse gekennzeichnet. Es weist wenige Spiralwindungen auf,

die an den Schnittstellen mit den Axialrippen deutlich gekörnelt sind. Im Korallenoolith sind noch weitere „*Cerithium*“-Arten verbreitet (*Cerithium struckmannii* de Loriol), die sich nur schwer von „*C. limaeforme*“ abgrenzen lassen. Im Untersuchungsgebiet ist „*C.*“ cf. *limaeforme* in fast allen Faziestypen belegt. Besonders häufig tritt sie im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4, Taf. 35/8-9) und der Nerineenlage (MF-Typ 7) auf.

„*Cerithium*“-Arten bzw. *Procerithium*-Arten sind in oberjurassischen Karbonatplattform-Ablagerungen von Europa weit verbreitet (z.B. Roemer, 1836; Schmidt, 1905). In Oxfordium-zeitlichen Korallenriffen Englands treten sie als typische Riffbewohner auf (Fürsich, 1977). Von *Ampullina turbiniformis* (Roemer) liegt lediglich ein unvollständiger Steinkern des kegelförmigen Gehäuses vor (rekonstruierte Höhe: ca. 3.5cm). Er zeichnet sich durch wenige, stark gewölbte Umgänge und tief eingesenkte Nähte zwischen den Umgängen aus. *A. turbiniformis* stammt aus dem fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) des Steinbruchs Falltal.

3.7.3 Neogastropoda

cf. „*Buccinium*“ *parvulum* Roemer liegt aus Dünn- und Gesteinsanschliffen vor (Taf. 35/9). Aus den Schittbildern rekonstruiert ergibt sich ein kleines, verhältnismäßig dickschaliges, fusiformes Gehäuse mit siphonostomer Mündung. Das Gehäuse ist glattschalig; es erreicht maximal 1cm Höhe. Die ca. 4-5 Umgänge sind leicht gewölbt, so dass sich nur eine undeutliche Naht ergibt.

Die Art kommt verbreitet im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) vor. Besonders häufig ist sie im Steinbruch Pötzen.

3.7.4 Diskussion

Schnecken sind insbesondere an der Basis (MF-Typen 3 und 4) und in der Nerineenlage (MF-Typ 7) arten- und auch individuenreich verbreitet. Es dominieren „Kleingastropoden“ (vor allem *Metriomphalus*- und „*Cerithium*“-Arten) und Nerineen. Zwei Nerineen-Arten sind belegt („*Nerinea*“ *fasciata* und „*N.*“ cf. *visurgis*). Von ihnen ist bekannt, dass sie im Korallenoolith gerne assoziiert auftreten (Credner, 1863: 164, 173, 182), wie es auch in der Nerineenlage verwirklicht ist (Kapitel 2.2: MF-Typ 7). Auch „*Cerithium*“- und *Metriomphalus*-Arten treten miteinander assoziiert auf. Sie bevorzugten offensichtlich die selben Lebensräume. Das ergibt sich ebenfalls aus Untersuchungen verschiedener Faziestypen und Faunenassoziationen des „Corallian“ in England (Fürsich, 1977).

Sehr viele Schnecken-Arten sind Riffbewohner, aber nur wenige sind an die Riffe gebunden. Zu ihnen gehören alle Napfschnecken, die als Weidegänger in den *Th. dendroidea*-Gestrüppen lebten (Kapitel 4.2.6.4). Die meisten Schnecken kommen auch außerhalb des Riffbereichs vor. Vergleichbare Beobachtungen schildert Schairer (1992) aus oberjurassischen Schwammkalken und seitlich angrenzenden Ablagerungen der Frankenalb.

3.8 Bivalvia

Roemer (1836, 1839) erfasst die Muschelfauna des NW-deutschen Oberjura im Überblick. Struckmann (1878, 1882) und Smith (1893) liefern wesentliche Ergänzungen; sie stellen zudem zahlreiche Arten auf. Huckriede (1967) bearbeitet Muscheln aus limnischen und brackischen Ablagerung der oberjurassischen Schichtenfolge während sich Bertling (1989) auf die korallengebundene Muschelfauna des Korallenoolith konzentriert.

Eine Zuordnung des eigenen Materials zu den von Roemer, Struckmann und Smith angeführten Arten ist kaum möglich, da neben den Beschreibungen im „Telegramm-Stil“ meistens auch auf eine Abbildung der Arten verzichtet wurde. Hinzu kommt der nomenklatorisch „überholte“ Bearbeitungsstand.

Im Untersuchungsgebiet sind Muscheln eine individuenreiche Fossilgruppe. Sie liegen in Schalenerhaltung vor, lassen sich jedoch mechanisch kaum präparieren und sind deshalb nur unzureichend dokumentiert (Abb. 45). Insbesondere die für die Systematik wichtigen Schlosstypen sind von Kalkstein umhüllt. Hinzu kommt die schlechte Fossilhaltung (Mikritisierung, mechanische Erosion) in bestimmten Lithotypen (Partikelkalksteinen usw.). Deshalb kann in vielen Fällen allenfalls eine Gattung oder Gruppe genannt werden oder die Beschreibung muss in offener Nomenklatur erfolgen. Taxa mit Bedeutung für das Untersuchungsgebiet bzw. für einen bestimmten Faziestyp werden ausführlicher behandelt.

Einen Einblick in den Artenreichtum und gute Erhaltung der Muschelschalen gewähren Lösungsrückstände aus dem Dachbereich der *florigemma*-Bank des Profils am Amelungsberg-Südhang (Kap. 1.9). Von einer darüber hinaus gehenden Probennahme für eine taxonomische Bearbeitung wurde jedoch abgesehen. **Austern**, die sich mit einer Klappe auf Hartgründen zementieren, bleiben auf den Riffbereich (MF-Typ 8) beschränkt und sind insgesamt selten. Kleine Austern, vermutlich *Nanogyra nana* Sowerby, befinden sich gelegentlich auf Korallenstöcken aufgewachsen. Stark berippte Austern sind durch wenige Exemplare belegt; sie dürften der Gattung *Lopha* angehören (*Lopha* sp.). Außerdem kommen Austern vor, deren Schnittbilder




Lebendstellung	Mikrofazies-Typen											
	Kalkolith	Evericyclamina-Kalkstein	Onkolith	Fossilreicher mikritischer Kalkstein	Riffschuttalkstein	Mikritischer Kalkstein	Nerineen/Solenoporen-Kalkstein	Riffkalkstein	Cortoid/Bioklasten-Kalkstein	Riffschuttführender Solenoporen-Kalkst.	Foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein/Kalkolith	Quarzreicher Kalkarenit
Muschelart / -gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
epilithisch	Austern 	<i>Nanogyra nana</i> Sowerby										
		<i>Lopha</i> sp.										
		cf. <i>Exogyra</i> sp.										
byssat	inoceramide Muschel gen. et sp. indet.											
	<i>Barbatia</i> sp.											
	pteriaceide Muschel gen. et sp. indet.											
	<i>Astarte</i> sp. 											
	pterinide Muscheln gen. et sp. indet.											
	<i>Camptonectes auritus</i> (Schlotheim) 											
epibenthonisch	„Cyrena“ sp.											
	<i>Corbicula</i> sp. / <i>Eocallista</i> sp.											
	<i>Entolium</i> cf. <i>corneolum</i> (Young & Bird)											
lithophag	Bohrmuscheln											
„nistend“	„nistende Muscheln“											

Abb. 45 - Fazielle Verbreitung (Vorkommen in den Mikrofaziestypen 1 bis 12) und semiquantitative Häufigkeiten von Muscheln im Untersuchungsgebiet.

Fig. 45 - Diagram showing the distributional patterns and frequency of bivalves in the different MF types (1-12) of the studied sections.

sich weder *N. nana* noch *Lopha* zuordnen lassen (cf. *Exogyra* sp.).

Die Familie **Inoceramidae** ist durch eine Art vertreten (**inoceramide Muschel gen. et sp. indet.**). Die um 10cm großen Schalen kommen selten im Riffbereich bzw. im riffangrenzenden fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) vor (Profile Amelungsberg, Paschenburg und Pötzen). Sie sind parautochthon überliefert; disartikulierte Klappen befinden sich in unmittelbarer Nachbarschaft.

Barbatia sp. (Taf. 36/9-11) ist durch mehrere Exemplare aus dem Riffbereich (Profile Pötzen und Bakeder Berg) dokumentiert. Sie zählt zu den riffbewohnenden Muschelarten und ist in fossilreichen mikritischen Kalksteinen des Intrariffbereichs in situ überliefert.

Des Weiteren tritt im Riffbereich eine dickschalige Muschelart (**pteriaceide Muschel gen. et sp. indet.**) mit um ca. 5cm langen Schalen auf (Abb. 46, 55). Im Dünnschliff ergibt sich ein zweilagiger Schalen-

bau durch eine umkristallisierte aragonitische „Innenschicht“ (Blockzement), der sich eine prismatische, schuppige „Außenschicht“ anschließt. Aufgrund von Übereinstimmungen in Schalenbau und Lebensweise (s.u.) gehört diese Art in die Verwandtschaft der von Schmid (1996: Abb. 132-133) abgebildeten Muscheln der Superfamilie Pteriacea. Die Art kommt in Nischen innerhalb des *Th. dendroidea*-Gestrüpps vor, wo sie stets gesellig in relativ dichter Anordnung siedelte (Helm, 1997a: Taf. 16/1). Sie lebte byssat an Korallenstöcken angeheftet. Die Exemplare sind meistens doppelklappig und nahezu in Lebendstellung überliefert (Abb. 46).

Astarte sp. ist aus dem Lösungsrückstand des Amelungsberg-Profiles (s.o.) durch mehrere Exemplare belegt. Die Schalen sind klein (bis 7mm) und durch zahlreiche scharfgratige Streifen skulpturiert (Helm, 1997a: Taf. 16/2, 4-5). Nachweise von *Astarte* sp. liegen – Methodik-bedingt – ausschließlich aus dem Dachbe-



Abb. 46 - Die Schemazeichnung (A) zeigt einen Ausschnitt des *Thamnasteria dendroidea*-Gestrüpps (schwarze Flecken: Astanschnitte). Die byssate pterinide Muschel gen. et sp. indet. (schwarze gebogene Linien) besiedelt gesellig Nischen im Gestrüpp oder dessen Randbereich. Die Muscheln sind in Lebendstellung überliefert (doppelklappige Erhaltung). A: Längsschnitt durch ein doppelklappig erhaltenes Exemplar), Schemazeichnung vom Gesteinsanschliff (aus Helm, 1997: Abb. 6). Klippenprofil Amelungsberg-Südhang.

Fig. 46 - Schematic sketch (B) showing *Thamnasteria dendroidea* thicket (black dots: sections through branches), exposed at the cliff section at the Amelungsberg. The pterinid bivalve gen. et sp. indet. (black curved line) occupies niches within the thicket and its margins. The bivalves are preserved in situ (double-valved). A: longitudinal section of a single bivalve specimen, line-drawing of polished slab (redrawn from Helm, 1997: Fig. 6).

reich der *florigemma*-Bank vor. Wahrscheinlich ist die Art jedoch allgemein im Umfeld der Riffe (MF-Typ 4) und in der Nerineenlage (MF-Typ 7) weit verbreitet. Nicht näher bestimmbare **pterinide Muscheln (pterinide Muscheln gen. et sp. indet.)** liegen aus Lösungsrückständen aus dem Dachbereich der *florigemma*-Bank vor; sie stammen aus dem Riffbereich.

Die zu den Pectiniiden gehörige *Camptonectes auritus* (Schlotheim) [syn.: *C. lens* (Sowerby)] ist die charakteristische Muschel der *florigemma*-Bank. Allgemein handelt es sich um eine weltweit verbreitete, stratigraphisch langlebige Art (Johnson, 1984, dort umfangreiche Synonymieliste). Die Schalen erreichen im Untersuchungsmaterial Durchmesser von 3cm. Sie sind durch eine feine Gitterskulptur der Schale gekennzeichnet, die sich aus der Kreuzung radialer und konzentrischer Streifen ergibt (Taf. 36/7). Auch in Dünnschliffen ist *C. auritus* aufgrund des zweilagigen Schalenaufbaus (lamellar + feinprismatisch) in Kombination mit der gezackten Schalenoberfläche (repräsentiert Schnittlagen durch die Gitterstruktur) leicht erkennbar (Abb. 19, 61/C). *C. auritus* ist an mikritische Faziestypen gebunden. Besonders häufig, lagenweise auch massenhaft tritt sie im mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6) auf (Taf. 36/7; Abb. 19). In diesem Faziestyp sind die Exemplare gar nicht selten doppelklappig überliefert.

Plagiostoma cf. laeviuscula Sowerby besitzt eine robuste, feingerippte Schale bis 10cm Durchmesser. *P. cf. laeviuscula* kommt vereinzelt an der Basis der *florigemma*-Bank im fossilreichen mikritischen Kalkstein

vor (MF-Typ 4) – insbesondere im Profil Ramsnacken. „*Cyrena*“ sp. aus der Familie Veneridae hat eine 3 bis 4cm große Schale. In die Schale sind flache radial verlaufende Furchen eingetieft. „*Cyrena*“ sp. tritt verbreitet an der Basis der *florigemma*-Bank im fossilreichen Kalkstein (MF-Typ 4) auf. Besonders häufig ist die Art im Profil Bakeder Berg. Typisch ist geselliges, individuenreiches Vorkommen. Die Schalen sind weitgehend autochthon überliefert.

Eine weitere Art cyrenider Muscheln (*Corbicula* sp. bzw. *Eocallista* sp.) ist deutlich kleiner (Schalendurchmesser 1 bis 2 cm) und zeigt eine feine, konzentrische Berippung. Auch sie stammt aus fossilreichen mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 4).

Entolium cf. corneolum (Young & Bird) kommt vereinzelt in fossilreichen mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 4) an der Basis der *florigemma*-Bank vor. Die Schalen sind häufig doppelklappig, also autochthon überliefert.

Darüber hinaus sind Arten lithophager Muscheln im Riffbereich (MF-Typ 8) verbreitet. Auf sie wird im Kapitel 3.14.1 näher eingegangen, da ihre Bohrspuren wesentlich besser dokumentiert sind als die Erzeuger der Bohrlöcher selbst.

Weiterhin sind im Riffbereich mit Muscheln mit „nistender“ Lebensweise belegt („Nestler“ nach Hölder, 1972). Sie bevorzugen allgemein Bohrmuschellöcher (Pisera, 1987). Die Besiedlung der Bohrkaverne erfolgte nach dem Absterben der Bohrmuschel. Auf nistender Muscheln weisen vor allem ineinander-

geschachtelte Muschelschalen (cone-in-cone Packung, cf. Amler et al., 2000) in Bohrlöchern von Muscheln hin (Hölder, 1972; Gruszczynski, 1979). Eine rein mechanische Anreicherung von Muschelschalen infolge hochturbulenten Wassers (Amler et al., 2000) ist dagegen für das Untersuchungsgebiet auszuschließen, da es auf solche Hochenergie-Ereignisse keine Hinweise gibt.

Diskussion

Es gibt nur wenige Untersuchungen, die die Beziehung zwischen Muscheln – abgesehen von inkrustierenden Austern und Bohrmuscheln – und dem Lebensraum Korallenriff („Riff-Muscheln“ und ihre Taphonomie, usw.) anhand fossiler Vorkommen thematisieren (Jiménez & Braga, 1993; Zuschin et al., 2000; Savazzi, 2001). Angaben über riff- oder korallenbewohnende Muscheln des Oberjura geben Yamani (1974, 1975, 1982, 1983), Fürsich (1977), Werner (1986), Bertling (1989), Nose (1995: 129f), Bertling & Insalaco (1998), Kapitzke et al. (1999) und Laternser (2001: 122-123).

Zahlreiche Muschelarten des Untersuchungsgebietes haben eine Affinität zur Rifffazies oder sind an sie gebunden. Wie in anderen Korallenriffen des Oberjura auch (Yamani, 1974; Bertling & Insalaco, 1998), dominierten in den Riffen epibyssate Muscheln. Sie waren an Korallenstöcken angeheftet und lebten oberhalb des Sedimentspiegels oder es handelt sich um Sediment-Auflieger. Sie sind entweder in Lebendstellung oder zumindest in ihrem Lebensraum überliefert (vgl. Insalaco, 1999: 92). Hierzu gehören insbesondere die pteriaceide Muschel gen. et sp. indet. und *Barbatia* sp.. Nach Fürsich (1977: 372ff), Ali (1983) und Insalaco (1999: 92) leben *Barbatia*-Arten byssat in Korallenriffen. Die im süddeutschen Kimmeridgium und Tithonium verbreitete *Barbatia uhligi* (Boehm) zählt Yamani (1974) zu den Riffbewohnern. Sie kommt sowohl im Riffbereich (Schwammkalken) als auch im angrenzenden Sedimentationsbereich vor und reagierte auf die dort herrschenden unterschiedlichen Lebensbedingungen mit der Entwicklung von Ökophänotypen (Yamani, 1982). Für einige Arten wird eine nistende Lebensweise diskutiert. So charakterisieren Fürsich et al. (1994) die in oberjurassischen Muschelriffen von Südengland vorkommende *Barbatia bourguetti* de Loriol als nistende Muschel. Zudem weist Bertling (1989) *Barbatia* sp. in einem Muschelbohrloch nach. Auch *Plagiostoma* cf. *laeviuscula* hat eine Affinität zur Rifffazies, da sie im fossilreichen mikritischen Kalkstein besonders häufig auftritt, wo auch Korallen zahlreich sind oder Riffwachstum einsetzt. Fürsich (1977) und Nose (1995: 129) nehmen ebenfalls für *Plagiostoma* eine riffbewohnende Lebensweise an. Sie bevorzugt im iberischen Oberjura mergelige Bereiche zwischen den Korallenstöcken und lebte an Riffbildnern angeheftet (Nose, 1995: 129). Bei den inoceramiden

und pterinide Muscheln handelt es sich um epibyssate Muscheln. Die Exemplare stammen alle aus dem Riffbereich bzw. dem unmittelbar angrenzenden Lebensraum; daraus resultiert eine enge Bindung an die Riffe. Außerdem lebten Muscheln (z.B. „*Cyrena*“ sp., *Astarte* sp.) endobenthonisch im Intrariffbereich zwischen den Riffbildnern. Solche infaunalen Muscheln sind insbesondere aus dem fossilreichen mikritischen Kalkstein bekannt.

Auffällig ist das weitgehende Fehlen von Austern. Das beruht darauf, da sie allgemein exponierte Bereiche bevorzugen, die kontinuierlich oder zumindest episodisch der Wasserbewegung ausgesetzt sind (Yamani, 1974). Austern treten deshalb erst außerhalb des Untersuchungsgebietes in höherenergetischen Riffhabitaten individuenreich auf – vor allem im Riffkomplex des Hainholz-Member im Osterwald (Reuter et al., 2001a). Bohrmuscheln sind aufgrund ihrer endolithischen Lebensweise ebenso an die Riffe gebunden. Sie lebten verborgen in Korallenstöcken und mikrobiellen Karbonaten, die ihnen Schutz vor Fressfeinden lieferten (Harper & Skelton, 1993).

Nach Yamani (1983) spricht die tiefe Byssusbucht und das vom frühontogenetischen Stadium an ausgebildete Ctenolium bei *Camptonectes auritus* für eine angeheftete Lebendstellung – z.B. in Riffen. Im Untersuchungsgebiet meidet sie jedoch die Rifffazies und besiedelt stattdessen mit hohen Individuenzahlen Kalkschlamm Böden des Zwischenriffbereichs.

3.9 Polychaeta

Im Korallenoolith sind 1) Serpuliden, 2) Kalkröhren von *Carpathiella* und 3) agglutinierte Röhrenkonstruktionen von terebellomorphen Polychaeten (Terebellen) nachgewiesen.

3.9.1 Serpuliden

Serpuliden sind durch ihre inkrustierende Lebensweise an die Korallen vorkommen des Korallenoolith gebunden. Die korallenassoziierte Serpulidenfauna einiger Vorkommen, vor allem der Unteren Korallenbank, beschreibt Bertling (1989), sie umfasst 10 Arten. Aus dem Korallenriffkomplex des Hainholz-Member im Osterwald gibt Reuter (2000) vier Serpulidentaxa an, Stych (2002) aus dem Korallenbiostrom der Unteren Korallenbank von Dielmüssen 8 Arten. „*Glomerula gordialis* (Schlotheim) kommt in sämtlichen Vorkommen vor; sie dominiert in fast allen Lokalitäten.

Die Ansprache der Serpuliden des Untersuchungsgebietes erfolgt anhand von Dünnschliffen, da keine isolierten Exemplare vorliegen (Taf. 25/1, 37/5, 38/2-3). Eine taxonomisch-systematische Ansprache anhand

von Schnittbildern der Serpulidenröhre ist in der Regel nicht möglich, weil sich nur vollkörperliche Kalkröhren den bekannten mesozoischen Taxa (Parsch, 1956; Jäger, 1983) zuordnen lassen. Anhand der Röhrenquerschnitte lassen sich allenfalls Morphotypen ausgliedern.

Die Vielzahl der Serpuliden ist durch eine spezifische Röhrenskulpturierung wie „Kämme“, Rippen, Bauchsaum und dornenartige Fortsätze gekennzeichnet (Taf. 25/1, 38/2-3). Diese Röhrenanhänge verursachen polygonale Röhrenquerschnitte. Die zahlreichen unterschiedlich gestalteten Röhrenanschnitte belegen die Existenz einer artenreichen Serpulidenfauna in den Riffen. Durch kreisrunde, unskulpturierte Röhrenquerschnitte grenzt sich die Gattung „*Glomerula*“ von anderen Taxa ab (Taf. 46/1). Aufgrund ihrer Merkmalsarmut werden sie zu „*G. gordialis* (Schlotheim)“ gestellt. Höchstwahrscheinlich handelt sich um eine „Sammelart“, die verschiedene (biologische) Arten vereint (Bertling, 1989). Eine weitere Art („*Dorsoserpula*“ sp.) bildet eine gleichmäßig in einer Ebene spiralig aufgerollte, inkrustierte Röhre (Taf. 37/5). Sie erreicht ca. 3mm Durchmesser und 3-4 Umgänge. Die äußere Windung wird von einem Bauchsaum begleitet. Längs der Röhre erstrecken sich jeweils drei Kämme; dieses Merkmal erlaubt die Zuordnung in die Formgattung „*Dorsoserpula*“ sensu Parsch (1956).

Serpuliden sind weitgehend an die Rifffazies gebunden. Sie inkrustieren Korallenstöcke und andere Rifforganismen. Häufig befinden sie sich auch in Thrombolith eingewachsen. Vereinzelt kommen sie auch aufgewachsen auf sekundären Hartgründen vor, z.B. auf Onkolithen (Onkolith, MF-Typ 3).

3.9.2 *Carpathiella* Mišík, Sotak & Ziegler

Carpathiella ist eine wenig bekannte Gattung, die Mišík et al. (1999) mit Vorbehalt zu den Serpuliden stellen. Abweichend zu den meisten anderen Serpuliden-Taxa besteht die Wandung bei *Carpathiella* aus fibrösem Calcit (Schlagintweit et al., 2003c). Bisher sind 3 *Carpathiella*-Arten bekannt, die sich durch ihre Röhrenquerschnitte unterscheiden (Schlagintweit et al., 2003c). Sie sind weitgehend an die Karbonatfazies gebunden und bisher nur in Dünnschliffen nachgewiesen. Das stratigraphische Vorkommen von *Carpathiella* reicht vom Oberjura bis in das Alttertiär; die Funde im Korallenoolith stellen den bisher frühesten Beleg dar. Bisher waren Carpathiellen nur aus oberjurassisch-unterkretazischen Plattformkarbonaten der Alpen (Schlagintweit et al., 2003c: z.B. Plassen-Formation, Tressenstein-Kalkstein) und Karpaten (Mišík et al., 1999) bekannt.

Carpathiella triangulata

Mišík, Sotak & Ziegler, 1999

(Taf. 38/1)

* 1999 *Carpathiella triangulata* n. sp. – Mišík, Sotak & Ziegler, 309, Taf. 2/3-9.

2003c *Carpathiella triangulata* Mišík, Sotak & Ziegler – Schlagintweit et al., 95, Abb. 2-3, 7A, Taf. 4/4-12. [dort weitere Literatur]

Beschreibung: *C. triangulata* ist im Dünnschliff leicht zu erkennen, da sich die Kalkröhre im Durchlicht durch eine dunkel-honigbraune Farbe abhebt. Insgesamt liegen ca. 20 Röhrenanschnitte – meistens Querschnitte – vor. Rekonstruiert ergibt sich eine wenige Millimeter lange, trichterförmige, unregelmäßig gekrümmte Röhre mit mehr oder weniger ausgeprägtem dreieckigem Röhrenquerschnitt. Die drei „Kämme“ sind unterschiedlich stark ausgeprägt und alle abgerundet. Die Kalkröhren erreichen maximal 1.5mm Durchmesser. Die Wandung ist verhältnismäßig dick und erreicht etwa 1/2 bis 1/3 des Röhreninnendurchmessers. Charakteristisch ist ein Röhreneinschnitt, der den ausgeprägtesten „Kamm“ zerfurcht (vgl. Mišík et al., 1999). Schnittlagenbedingt ist dieses Merkmal im eigenen Material nur bei einigen Exemplaren angedeutet. Prägnant ist der Aufbau der Röhre durch faserigen, radial angeordneten Calcit. Diese Struktur ist großteils durch Rekristallisationsprozesse bis zur Unkenntlichkeit überprägt. Auffällig ist außerdem ein mehr oder weniger konzentrischer „Lagenbau“, der sich durch eine regelmäßige Hell-Dunkel-Bänderung äußert (Taf. 38/1G).

Diskussion: Die Carpathiellen tendieren zur Entwicklung eines dreieckigen Röhrenquerschnittes. Deshalb gehören sie alle *C. triangulata*, der verbreitetsten *Carpathiella*-Art (Schlagintweit et al., 2003c), an. Die Kalkröhren liegen frei in der Gesteinsmatrix; wie sie sich am Untergrund fixierten und welche Substrate besiedelt wurden, ist unbekannt. Vermutlich blieb der fixierte Röhrenabschnitt klein oder es wurde kein erhaltungsfähiger fixierter Abschnitt ausgebildet. Es ist denkbar, dass die Röhre seitlich dem Weich- bzw. Festgrund auflag. Eine vergleichbare Strategie diskutiert Jäger (1983) für oberkretazische *Pentaditrupe*-Arten. **Fazielle und regionale Verbreitung:** *C. triangulata* ist parautochthon überliefert und tritt in den riffassoziierten Ablagerungen (fossilreicher mikritischer Kalksteinen, MF-Typ 4) und der Nerineenlage (MF-Typ 7) am häufigsten auf. Einzelnachweise liegen auch aus den MF-Typen 2 und 3 vor. Nach Schlagintweit et al. (2003c) sind Carpathiellen charakteristische Faziesfossilien. In den alpinen Vorkommen ist *C. triangulata* an die Rifffazies (Fleckenriffe und Rückriffbereich) gebunden.

3.9.3 Terebellomorpe Polychaeten (Terebellen)

Hierunter werden (agglutinierenden) Polychaeten zusammengefasst, die ihre Wohnröhre mittels Fremdmaterial (Partikeln) zusammenkitten. Im Untersuchungsmaterial sind Röhrenkonstruktionen vertreten, die drei Morphotypen bzw. Arten der Gattung „*Terebella*“ zugerechnet werden (Taf. 37/1-4): „*T.*“ *lapilloides*, „*T.*“ sp.1 und „*T.*“ sp.2. Ausschlaggebend für die Abgrenzung der Taxa sind Unterschiede im Baumaterial, da von vielen Arten eine spezifische Materialauswahl bezüglich Größe und Gestalt bekannt ist (Hagn et al., 1982; vgl. Weitschat & Gründel, 2002). Die Terebellen sind an die Riffe (MF-Typ 8) gebunden.

„*Terebella*“ *lapilloides* Münster, 1833
(Taf. 37/1-2)

Beschreibung: Die Röhren bestehen aus mikritischem und peloidalem Material. Selten werden auch andere Komponenten, z.B. Rhaxen, mit eingebaut (z.B. Lang, 1989: Taf. 61/6). Der Röhrenquerschnitt ist rund, meistens liegt ihr Durchmesser von zwischen 0.1 und 0.5mm; der maximale Röhrendurchmesser beträgt 3mm (Taf. 37/2). Die Röhrenwand ist innen geglättet, ihre äußere Begrenzung erscheint körnig-rau. Die Röhren haben einen gestreckten bis windenden Verlauf; knäuelartige Aggregate mit sich mehrfach berührenden Röhrenabschnitten sind nicht ausgebildet (vgl. Klieber, 1985: 128, Taf. 5/1).

Diskussion: Die Ausgliederung weiterer Terebellen-Morphotypen aufgrund Unterschiede im Röhrendurchmesser und unterschiedlicher Verhältnisse von Röhrendurchmesser und Wanddicke wird kontrovers diskutiert (Brachert, 1986; Hammes, 1995). Ich sehe von einem „Splitting“ ab und vereine alle Formen in „*T.*“ *lapilloides*.

Fazielle und regionale Verbreitung: „*Terebella*“ *lapilloides* ist die im Untersuchungsgebiet die häufigste Terebellenart und mit mikrobiellen Karbonaten assoziiert (vgl. Helm & Schülke, 1998, 1999). Während des Oberjura spielt „*T.*“ *lapilloides* in allen möglichen Biokonstruktionen mit Beteiligung von mikrobiellen Karbonaten eine herausragende Rolle (Brachert, 1986, Schmid, 1996). Da sie eine ausgeprägte Toleranz in bezug auf die Sauerstoffversorgung aufweist (Leinfelder et al., 1993; Krautter & Hartmann, 1999), werden Massenvorkommen von „*T.*“ *lapilloides* als Milieuindikatoren diskutiert. Ein Hinweis auf ungünstige Umweltbedingungen liegt erst dann vor, wenn andere anspruchsvollere Organismen ausbleiben, das Artenspektrum der Rifforganismen verarmt ist und „*T.*“ *lapilloides* dominiert.

„*Terebella*“ sp.1
(Taf. 37/3)

Beschreibung: Von „*Terebella*“ sp.1 liegen zwei Exemplare vor. Die Röhre besteht aus groben, dicht gepackten Partikeln von etwa gleicher Größe (Peloide, Ooide, Foraminiferengehäuse, Rhaxen, Cortoide und anderer Biodetritus, z.B. Echinodermenreste). Der Röhrendurchmesser liegt zwischen 0.1 und 0.2mm. Die Röhrenwand ist dick und entspricht etwa dem Radius des Röhrenlumens. Der Aufbau der Röhrenwand erfolgt durch Anlagerung mehrerer Schichten von Partikeln. Der Lagenbau ist vor allem dann auffällig, wenn die Partikel abgeflacht und tangential zur Röhrenachse angeordnet sind. Ein Bindemittel der Komponenten ist nicht erkennbar, die Zwischenräume erscheinen mikrosparitisch. Der „Bauplan“ der Röhre spricht dafür, dass die Partikel zu Lebzeiten des Polychaeten mit Hilfe von Schleim verkittet waren (vgl. Weitschat & Gründel, 2002). Der Verlauf der Röhre ist knäuelartig, da die Röhrenanschnitte im Dünnschliff dicht gedrängt angeordnet sind.

Diskussion: Ebenfalls dürften die von Herrmann (1996: Taf. 8/6) abgebildete Polychaetenröhre und die von Krajewski (2000: Taf. 11f) als Intraklast gedeutete Komponente „*Terebella*“ sp.1 zuzurechnen sein.

Fazielle und regionale Verbreitung: „*Terebella*“ sp.1 wächst Korallenstöcken auf.

„*Terebella*“ sp.2
(Taf. 37/4)

Beschreibung: „*Terebella*“ sp.2 ist durch ein Exemplar (Röhrenanschnitt) belegt. Die Röhre hat einen Durchmesser von ca. 2,5mm; die Wanddicke beträgt ca. 0.4mm. Das Baumaterial besteht vor allem aus Schwammnadeln, die vorwiegend parallel zur Röhrenachse angeordnet und in peloidalen Mikrit eingebettet sind.

Diskussion: Auch von „*T.*“ *lapilloides* ist der Einbau von Schwammnadeln (Rhaxen) in die Röhre bekannt (z.B. Brachert, 1986). An der Eigenständigkeit von „*T.*“ sp.2 besteht jedoch kein Zweifel, da aus Riffkalkstein der *florigemma*-Bank mehrere Exemplare mit identischer Röhrenkonstruktion vorliegen (unveröffentlicht), die sich von „*T.*“ *lapilloides* und „*T.*“ sp.1 deutlich abgrenzen.

Zu „*T.*“ sp.2 gehören ebenfalls die von Brachert (1986: Taf. 41/7) und Matyskiewicz (1994: Taf. 4/6) abgebildeten Röhren aus oberjurassischen Schwammriffen der Fränkischen Alb bzw. Südpolens. Die Autoren stellen sie zu der Foraminiferengattung *Bathysiphon*. Wahrscheinlich ist auch der von Fürsich & Werner (1991: Fig. 5a) abgebildete tangentielle Röhrenanschnitt aus oberjurassischen „coralline sponge-coral“

meadows“ von Portugal „T.“ sp.2 zuzuordnen. Darüber hinaus erwähnen Jansa et al. (1982) vergleichbare Röhrenkonstruktionen aus oberjurassischen Schwammriffen von Kanada.

Fazielle und regionale Verbreitung: Das Exemplar ist auf einem Korallenast festgewachsen.

3.10 Crustacea

3.10.1 Ostracoda

Teilabschnitte der oberjurassischen Schichtenfolge des Niedersächsischen Becken wurden hinsichtlich der Ostrakodenführung und ihrer biostratigraphischen Verwertbarkeit bereits durch verschiedene Bearbeiter detailliert untersucht (z.B. Weiss, 1995). Aus den Ergebnissen resultiert eine Gliederung der NW-deutschen Malm-Gruppe durch Ostrakoden-Zonen (Gramann et al., 1997, dort weitere Literatur). Aufgrund ungünstiger fazieller Bedingungen, die mikropaläontologische Beprobungen einschränken oder verhindern, ist der Bearbeitungsstand des Korallenoolith dagegen als kursorisch einzustufen. Die einzige umfassende taxonomisch-biostratigraphische Studie der Ostrakoden-Fauna der Heersum- und Korallenoolith-Formation geht auf Stinder (1991) zurück.

Im Untersuchungsgebiet kommen Ostrakoden in mikritischen Faziestypen verbreitet vor. Sie treten in komponentengestützten Karbonatgesteinen zurück oder fehlen. Dieses Phänomen lässt sich möglicherweise darauf zurückführen, dass Ostrakodenschalen in Dünnschliffen mikritischer Kalksteine leichter zu erkennen sind.

Methodik-bedingt können bei der Untersuchung von Dünnschliffen nur Morphotypen oder Formgruppen ausgewiesen werden. Allgemein lässt sich zwischen glatten, dünnschaligen Formen und ornamentierten, dickschaligen Formen unterscheiden. Die glattschaligen (Abb. 19) sind wahrscheinlich *Schuleridea* zuzuordnen (*Schuleridea* gr.) – einer Gattung, die durch Merkmalsarmut ihrer Schale gekennzeichnet ist. Ostrakoden der *Schuleridea* gr. sind in niederenergetischen matrixdominierten Faziestypen besonders häufig. Sie gehören zu den wenigen Fossilien, die auch in den mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 6) vorkommen, die ansonsten weitgehend fossilfrei sind.

Weiterhin sind in Dünnschliffen dickschalige, ausgeprägt skulpturierte Taxa mit „kantigen“ Gehäuseformen belegt (Taf. 44/3), die häufig noch doppelklappig vorliegen. Ihre Schalenoberflächen weisen eine Ornamentierung durch rippen- oder leistenartige Fortsätze, die wahrscheinlich ein netzförmiges (reticulates) Anordnungsmuster ergeben. Nach Weiss (frdl. mdl. Mitteilung, 2003) handelt es sich um Arten der Gattung *Macrodentina* (*Macrodentina* gr.). Vertreter der *Macrodentina* gr. treten fast ausschließlich im Riff-

bereich im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) auf. In manchen Proben aus dem Intrariffbereich, vor allem aus dem Steinbruch Haddessen, kommen sie massenhaft vor.

3.10.2 Decapoda

Kenntnisse über die Decapodenfauna des NW-deutschen Oberjura sind im Vergleich zum Oberjura der Schwäbischen und Fränkischen Alb äußerst gering. Aus dem Korallenoolith sind bisher nur wenige Scheren(fragmente) oder andersartige Einzelfunde (Teile des Carapax) von Decapoden bekannt geworden. Über Crustaceen-Koprolithen aus dem Korallenoolith berichten Helm & Schülke (2004).

Im Untersuchungsgebiet ergaben sich Nachweise von Decapoden erst durch Schlämmproben (Profil Falltal, Profil Pötzen) mergeliger Kalksteine, die einige Scherenreste lieferten. Diese wurden aber nicht weiter bestimmt. Darüber hinaus ließen sich durch Dünnschliffuntersuchungen drei Formarten von Krebs-Koprolithen (s. Blau, 1993-2000) nachweisen: *Favreina multicanalis* Förster, *Favreina tabasensis* Brönnimann und *Palaxius salataensis* Brönnimann, Cros & Zaninetti. Sie werden separat beschrieben (Helm & Schülke, 2004).

Die Koprolithen-Formarten sind auf Anomuren zurückzuführen (z.B. Brönnimann et al., 1972). Die Erzeuger zeichnen sich durch eine im Weichboden grabende Lebensweise aus, so dass ausgedehnte Gangsysteme entstehen können. Die Gangsysteme sind in den Koprolithen-führenden Karbonaten anscheinend infolge von Bioturbation und Homogenisierung des Sediments weitgehend zerstört worden. Dennoch befinden sich die Koprolithen meistens noch nestartig angereichert. Insgesamt enthielten nur sehr wenige Proben Crustaceen-Koprolithen. Fast alle stammen aus dem Riffbereich, aus riffassoziierten Ablagerungen oder dem unmittelbaren Umfeld der Korallenriffe. Die reichhaltigste Koprolithenführung tritt in den Intrariffsedimenten der Lokalitäten Pötzen und Paschenburg auf, die Koprolithen aller drei Formarten lieferten.

Das Verteilungsmuster der Koprolithen legt nahe, dass die Erzeuger bevorzugt im Riffbereich lebten. Voraussetzung war wahrscheinlich das erhöhte Nahrungsangebot, das sich in diesem Lebensraum darbot (Helm & Schülke, 2004). Den engen Zusammenhang zwischen Decapoden und Riffen zeigen Müller et al. (2000) auf: Während des Oberjura können Krebse im Riffbereich und im Umfeld der Riffe ubiquitär sein; viele Taxa sind sogar an die Rifffazies gebunden (Müller et al., 2000). Demgegenüber betont Laternser (2001: 129) die ausgesprochene Seltenheit von Krebsen in oberjurassischen Korallen-Thrombolith-Riffen.

		Mikrofazies - Typen											
		Kalkoolith	Evertycyclamina-Kalkstein	Onkolith	Fossilreicher mikritischer Kalkstein	Riffschuttalkstein	Mikritischer Kalkstein	Nerineen/Solenoporen-Kalkstein	Riffkalkstein	Cortoid/Bioklasten-Kalkstein	Riffschuttführender Solenoporen-Kalkst.	Foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith	Quarzreicher Kalkarenit
Klasse	Echinodermenart	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seelilien ☆	cf. " <i>Isocrinus</i> " sp.				■								
	cf. <i>Chariocrinus</i> sp.				■								
Seesterne ☆	cf. <i>Pentasteria</i> sp.				■								
	Asteroidea gen. et sp. indet.				■								
Schlangensterne ☆	<i>Ophioderma ? spectabilis</i> Hess				■								
	Ophiuroidea gen. et sp. indet.	■	■		■								
Seeigel reguläre (B) (S)	<i>Paracidaris florigemma</i> (Phillips)	■	■		■								
	<i>Paracidaris</i> cf. <i>blumenbachii</i> (Mün.)				■								
	<i>Hemicidaris intermedia</i> (Fleming)				■								
	<i>Hemicidaris</i> cf. <i>hoffmanni</i> (Roemer)				■								
	cf. <i>Polydiadema</i> sp.				■								
irreguläre (S)	<i>Pygurus</i> sp.				■								
Seegurken (S)	cf. <i>Hemisphaeranthos</i> sp.				■								
	Holothuroidea gen. et sp. indet.				■								

Abb. 47 - Fazielle Verbreitung (Vorkommen in den Mikrofaziestypen 1 bis 12) und semiquantitative Häufigkeiten von Echinodermenresten im Untersuchungsgebiet.

Fig. 47 - Diagram showing the distributional patterns and frequency of echinoderm remains in the different MF types (1-12) of the studied sections.

3.11 Echinodermata

Der Bearbeitungsstand der Echinodermen des Niedersächsischen Oberjura-Beckens ist dürftig. Überblicksdarstellungen und Artbeschreibungen gehen auf Roemer (1836, 1839) und Struckmann (1878, 1882) zurück. Helm et al. (2002b) geben einen taxonomischen Überblick die **Crinoiden**-Fauna des Korallenoolith und diskutieren ihre regionale und fazielle Verbreitung. Insgesamt sind bisher 23 Crinoiden-Arten bekannt geworden. Sie zeigen eine Affinität zu koralligen Ablagerungen oder sind an den Lebensraum Korallenriff und -biostrom gebunden (Helm & Reuter, 2002, Helm et al., 2002b). Besonders artenreich sind sie im Riffkomplex des Hainholz-Member im Osterwald (Helm & Reuter, 2002). Helm et al. (2003d) beschreiben Haarstern-Funde aus dem Korallenoolith und diskutieren ihren Bezug zu den Korallenvorkommen. Über **Seesterne** des Korallenoolith ist nur sehr wenig bekannt. Schilling (1882) gibt eine Artbeschreibung ei-

nes Seesterns anhand eines artikulierten Exemplars aus dem Korallenoolith-Vorkommen am Lindener Berg, Hannover. Eigene Untersuchungen zeigen, dass Seesternreste mehr oder weniger häufig in Schlammrückständen aus dem Riffbereich der korallenführenden Horizonte (Untere Korallenbank, usw.) auftreten. Über die Existenz und Verbreitung von **Schlangensteinern** im Korallenoolith liegen kaum Daten vor. Eigene Untersuchungen von Schlammrückständen aus der Unteren Korallenbank, der *florigemma*-Bank und des Hainholz-Member belegen Schlangensterne in Riffhabitaten; am häufigsten tritt *Ophioderma ? spectabilis* auf (vgl. Zihrl, 1990: Taf. 10/108-111). Außerhalb des Niedersächsischen Beckens ist *O. ? spectabilis* lediglich aus dem Schweizer Jura (Oxfordium) bekannt (Hess, 1975b, c).

Die **Seeigel** sind im Vergleich zu den anderen Echinodermen-Gruppen gut bearbeitet – insbesondere durch die Monographien von Beurlen über die irregulären (1933) und regulären Seeigel (1937) des Norddeutschen

Jura. Für den Korallenoolith ergibt sich eine arten- und individuenreiche Echinidenfauna, bestehend aus 13 Arten irregulärer und 17 Arten regulärer Seeigel. In aktuellen Studien haben Baumeister & Leinfelder (1998) und Baumeister (1999) Gestaltmerkmale von oberjurassischen Seeigeln funktionsmorphologisch untersucht. Die spezifischen Merkmale werden im Zusammenhang mit dem Lebensraum der jeweiligen Art paläoökologisch diskutiert.

Im Untersuchungsgebiet sind Echinodermenreste in fast allen Faziestypen häufige Komponenten, die im Dünnschliff auch noch bei schlechter Erhaltung erkennbar sind. Da Echinodermen gewöhnlich disartikuliert vorliegen und die Sklerite in bestimmten Faziestypen erodiert sind, führt die Interpretation der Sklerit-Anschnitte nur selten zu einer Zuordnung zu einer „Großgruppe“. Nur Seeigelstacheln, Schlangensterne, Trochiten und Holothurien-Rädchen lassen sich anhand ihrer charakteristischen Schnittbilder erkennen (vgl. Adams & MacKenzie, 1998).

Die Rückstände der Schlämmprouben erwiesen sich als sehr brauchbar, da die verhältnismäßig zahlreichen Skelettelemente von Echinodermen in vielen Fällen eine generische oder spezifische Bestimmung ermöglichen. Belegt sind wenige Arten von Seelilien (Crinoidea), Seesternen (Asteroidea), Schlangensternen (Ophiuroidea) und Seeigeln (Echinoidea) (Abb. 47). Der weit aus überwiegende Teil der Echinodermenreste dürfte Seeigeln zuzurechnen sein.

3.11.1 Crinoidea

Ein Lesestein (Riffkalkstein, MF-Typ 8) vom Ramsnacken führt pentagonale Stielglieder um 6mm Durchmesser sowie Stielfragmente mit mehreren Stielgliedern im Verband; sie werden unter Vorbehalt der Familie Isocrinidae zugeordnet (cf. „*Isocrinus*“ sp.). Eine Schlämmproube aus der im Steinbruch Pötzen (Profil II) erschlossenen *florigemma*-Bank lieferte pentagonale Stielglieder, ?Primibrachialen, Sekundibrachialen, Pinnulae und Cirren von Seelilien. Größere Stielglieder (3-5mm Durchmesser) gehören wahrscheinlich zu „*Isocrinus*“ (cf. „*Isocrinus*“ sp.). Die auffallend häufig auftretenden, kleinen, seitlich nur schwach eingebuchteten sternförmigen Stielglieder von <1 bis 2mm Durchmesser werden unter Vorbehalt zu der Gattung *Chariocrinus* gestellt (cf. *Chariocrinus* sp.).

Die vorkommenden Gattungen entsprechen typischen Durchläuferformen. Insbesondere „*Isocrinus*“-Arten sind im Korallenoolith weit verbreitet und scheinen keine speziellen Ansprüche an ihren Biotop zu stellen. Die Stielglieder von *Chariocrinus* sp. sind klein und stammen von nicht-adulten Exemplaren oder „Kümmmerformen“. Robuste Formen der Ordnung Milleriocrinida, die an höherenergetische Milieus adaptiert und

in koralligen Ablagerungen des Korallenoolith verbreitet sind (Helm & Reuter, 2002), fehlen im Untersuchungsgebiet. Wahrscheinlich verhinderte die geringe Wasserzirkulation die Entfaltung von Crinoiden, so dass sie arten- und individuenarm auftreten.

3.11.2 Asteroidea

Seesterne sind durch isolierte Skelettelemente in Schlämmprouben belegt. Es handelt sich vorwiegend um relativ kleine, schlecht erhaltene Marginalplatten ohne besondere Merkmale (**Asteroidea gen. et sp. indet.**). Eine Randplatte aus dem Steinbruch Pötzen gehört vermutlich zu einer *Pentasteria*-Art (cf. *Pentasteria* sp.). Des Weiteren kommen auch noch kreuzähnliche Zwischenplatten und Stacheln von Seesternen vor.

Seesternreste sind in allen Schlämmprouben aus dem Riffbereich und riffnahen Sedimentationsbereich nachgewiesen (Steinbruch Pötzen, Falltal und Haddessen). Berücksichtigt man die Vielzahl der Seesternenelemente in den Schlämmprouben, dann gehören Seesterne zu den mäßig häufigen mobilen Riffbewohnern.

3.11.3 Ophiuroidea

Schlangensterne sind fast ausschließlich durch Skelettelemente der Arme belegt. Von allen drei Lokalitäten, die schlammbares Material aus dem Riffbereich lieferten, liegen verhältnismäßig zahlreiche Schlangensterne vor – insbesondere Lateral-, Dorsal- und Ventralschilder und Bursalstangen; Armwirbel treten auffälligerweise zurück. Fast alle Lateralschilder lassen sich *Ophioderma ? spectabilis* Hess zuordnen. Sie ist eine vergleichsweise „robuste“ Art mit kräftigen Lateralschildern (vgl. Hess, 1966, 1975b, c). Im Material sind noch Lateralschilder weiterer Arten vertreten (**Ophiuroidea gen. et sp. indet.**).

Armwirbel sind aufgrund ihres charakteristischen Umrisses (vgl. Barthel et al., 1971: Abb. 9I) auch im Dünnschliff erkennbar (Taf. 35/4; Abb. 11). Nach Dünnschliffuntersuchungen treten Schlangensterne fast ausschließlich in oolithischen Karbonatgesteinen auf (Kalkoolith, MF-Typ 1; *Everticyclammina*-Kalkstein, MF-Typ 2; selten: fossilreicher mikritischer Kalkstein, MF-Typ 4). Anscheinend lebten Schlangensterne verbreitet auf körnigen, „mobilen“ Substraten; die Schlämmprouben zeigen darüber hinaus ihre Verbreitung im Riffbereich auf.

Nach anderen Autoren (Hess, 1960: 386, dort weitere Literatur; Groiss, 1964) treten Schlangensterne in Karbonaten zurück; ihre größte Häufigkeit erreichen sie in tonigen Schelfablagerungen.

3.11.4 Echinoidea

Es sind fünf Arten regulärer Seeigel und eine Art eines irregulären Seeigels belegt. Funde von kompletten Gehäusen sind selten. In den Steinbrüchen im Falltal und am Bakeder Berg befinden sich Coronen an der Basis von Riffen im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) angereichert. Seeigelstacheln sind allgemein häufig – vorherrschend von *Paracidaris florigemma* (Phillips). Auch die Schlämmrückstände aus den Steinbrüchen Pötzen, Falltal und Haddessen erbrachten reichliches Material (Stacheln, Platten der Corona, Elemente des Kiefernapparates). Insgesamt verteilen sich die determinierbaren Coronen, Stacheln und anderen Skelettelemente auf folgende Arten:

Paracidaris florigemma (Phillips) (Beschreibung und Synonymieliste bei Beurlen, 1937: 12ff) ist die häufigste Art; sie kommt in fast allen Faziestypen (Ausnahme: Cortoid-Kalksteine) vor. Stacheln von *P. florigemma* sind anhand ihrer charakteristischen Oberflächenstruktur in angewitterten Kalksteinen leicht erkennbar. Ihre Ornamentierung zeichnet sich durch Knötchenreihen aus. Die Knötchen innerhalb einer Reihe sind durch feine Leisten miteinander verbunden und alternierend zu den Knoten benachbarter Reihen angeordnet.

Von ***Paracidaris cf. blumenbachii*** (Münster in Goldfuss) liegt ein schlecht erhaltener Stachel vor (Schlämmrückstand von MF-Typ 4, Steinbruch Pötzen). Diese Art unterscheidet sich durch ihre filigraneren, langen und dünnen Primärstacheln mit feinen Dornen von *P. florigemma* (Beurlen, 1937).

Hemicidaris intermedia (Fleming) hat ein „robustes“ kugeliges Gehäuse, welches sich aus verhältnismäßig kräftig gebauten Platten zusammensetzt (Beschreibung und Synonymieliste bei Beurlen, 1937: 12ff) (Taf. 36/1). Die Primärstacheln sind lang-zylindrisch zugespitzt und, abgesehen von einer feinen Längsstreifung, glatt. In den Steinbrüchen am Bakeder Berg und Falltal befanden sich jeweils an der Riffbasis im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) mehre Coronen. Insbesondere für die Exemplare vom Bakeder Berg ist eine in situ-Überlieferung annehmbar, da jeweils eine Ansammlung dazugehöriger Primärstacheln die Coronen umgibt. Im Steinbruch Haddessen kommen Coronen und dazugehörige Primärstacheln in Riffhöhlräumen („Fossilfallen“) vor. Auf eine vergleichbare Fundsituation in einem Mikrosoleniden-Biostrom weist Laternser (2001: 124) hin.

In ausgeschlammten Proben, die dem Riffbereich entnommen wurden, treten Stacheln von *H. intermedia* häufiger auf als Stacheln von *P. florigemma*. Das unterstreicht die enge Bindung von *H. intermedia* an den Riffbereich.

Von ***Hemicidaris cf. hoffmanni*** (Roemer) (Beschreibung und Synonymieliste bei Beurlen, 1937: 85ff) liegt

eine leicht zerdrückte Corona vor (Taf. 36/2). Sie ähnelt *H. intermedia*, ist jedoch wesentlich flacher (vgl. Kutscher, 1992). Die Corona stammt aus dem fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) des Steinbruchs am Mattenberg.

Von ***cf. Polydiadema sp.*** liegt ein Stachelbruchstück aus dem Schlämmrückstand vor (MF-Typ 4, Steinbruch im Falltal). Die Struktur des Stachelringes setzt sich nach treppenartiger Verjüngung direkt – ohne Ausbildung eines Kragens – in den dünnen, mit feinen Längsstreifen verzierten Schaft fort. Solche Primärstacheln sind höchstwahrscheinlich der Gattung *Polydiadema* zuzuordnen.

Überreste irregulärer Seeigel (***Pygurus sp.***) sind nur aus dem fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) des Steinbruchs am Bakeder Berg bekannt. Es handelt sich um artikulierte, teils zerbrochene und/oder zerdrückte Coronen. Verschiedene Schnittlagen durch die großen (ca. 10cm Durchmesser), abgeflachten, dünnschaligen Gehäuse erlauben eine Zuordnung zur Gattung *Pygurus*, die nach Beurlen (1933) im Korallenoolith mit drei Arten vertreten ist.

Trotz Habitatdifferenzierung ist die Seeigelfauna der *florigemma*-Bank artenarm zusammengesetzt. Der verbreitete *P. florigemma* ist ausgesprochener r-Strategie, da er faziesübergreifend in unterschiedlichsten Karbonatablagerungen des Korallenoolith vorkommt. Er stellt keine besonderen Ansprüche an seinen Lebensraum, wie auch Baumeister & Leinfelder (1998a, b) über die fazielle Verbreitung dieser Art betonen. Somit ist die Bezeichnung „*florigemma*-Bank“ irreführend, insbesondere auch deshalb, da im „typischen“ mikritischen Kalkstein die Fossilführung allgemein aussetzt.

H. intermedia zeigt eindeutig eine Affinität zum Lebensraum Korallenriff. Er ist entweder in größeren Hohlräumen im Riffbereich oder in den riffangrenzenden Ablagerungen überliefert. Dieses Verteilungsmuster steht in Einklang mit den Beobachtungen von Hess (1981) und Baumeister (1999); insbesondere letzterer stellt *H. intermedia* als typischen Bewohner von Korallenriffen heraus. Die weiteren Seeigelarten erlauben aufgrund ihrer Seltenheit keine Aussagen bezüglich ihrer Habitatpräferenz.

3.11.5 Holothuroidea

Holothurien besitzen lediglich verkalkte Elemente des Schlundrings und kleine Kalkkörperchen („Angelhaken“, „Holothurien-Rädchen“) in der Körperwandung als erhaltungsfähige Skelett-Hartteile (Hess & Holenweg, 1998). Der Nachweis von Holothurien wird i.d.R. durch disartikulierte Skelettelemente im Schlamm- oder Ätzrückstand geführt (Schairer, 1971; Schmalzriedt, 1991).

In Dünnschliffen sind drei Elemente des Hautskelettes („Rädchen“) belegt (Taf. 36/3; Abb. 9). Sie lassen sich zwei „Morphotypen“ zuweisen. Ein Rädchen ist mit ca. 0.7mm Durchmesser sehr groß und besitzt schätzungsweise ca. 20-22 Speichen. Die beiden anderen erreichen 0.36 bzw. 0.5mm Durchmesser und weisen 12 Speichen mit dreieckigen Speichenzwischenräumen auf (cf. *Hemisphaeranthos* sp., s. Schairer, 1971: 55, Abb. 64). Alle Holothurienreste stammen aus oolithischen Kalksteinen (Abb. 47). In dem Rückstand der Schlammproben ließen sich keine Holothurienreste nachweisen.

3.12 Vertebratenreste

Sämtliche Vertebratenreste sind Fischen zuzurechnen. Fische waren in Riffhabitaten des Korallenoolith gewöhnlich arten- und individuenreich vertreten. Schlammproben aus der *florigemma*-Bank des Deisters belegen eine reiche Fischfauna (Mudroch, 2001). Durch die Untersuchung von Dünnschliffen und Gesteinsanschliffen ist eine detaillierte Dokumentation von Mikrovertebratenresten nicht möglich. Die Schlammproben aus der *florigemma*-Bank führten lediglich nicht näher bestimmbare Fischzähne von, z.B., Actinopterygiern. Weiterhin sind mehrere Flossenstacheln von Haien (Taf. 44/4) in den Dünn- und Gesteinsanschliffen belegt. Aufgrund ihrer charakteristischen Schnittbilder sind sie in Dünnschliffen leicht identifizierbar (Maisey 1978, 1982). Einige lassen sich (altweltlichen) hybodontiformen Haien zuordnen (frdl. mdl. Mitt. Leidner, 2000; frdl. mdl. Mitt. Mudroch, 2000).

3.13 Mikroproblematika

Einen Überblick der Mikroproblematika des Untersuchungsgebietes gibt Abbildung 48.

3.13.1 Incertae sedis

Fächerproblematikum (Taf. 40/1)

Beschreibung: Der Mikroinkrustierer bildet Aufwüchse auf Korallenstöcken, die bis mehrere cm² des Substrates bedecken und maximal 4mm Dicke erreichen. Er besteht aus länglich-wabenförmigen „Zellen“, die unregelmäßig-radialstrahlig (im Dünnschliff fächerartig) angeordnet sind und in der Regel von mehreren Wachstumszentrum radial nach außen wachsen. Die „Zellen“ sind lang-gestreckt und von variabler Gestalt – regelmäßige wabenförmige Querschnitte bilden die Ausnahme. Oft laufen die Wände der „Zellen“ im spit-

zen Winkel aufeinander zu, auch sind konkav- bzw. konvex gebogene Wände verbreitet. Aufgrund der ungleichmäßigen Zellengestalt schwankt ihr Durchmesser stark, er liegt zwischen 0.05 und 0.15mm. Die Länge einer „Zelle“ überschreitet ihren maximalen Durchmesser erheblich. Möglicherweise haben die „Zellen“ auch eine röhrenförmige Gestalt mit polygonalem Querschnitt und Querböden. Die Wandung der „Zellen“ erscheint relativ dunkel, leicht bräunlich-gelb gefärbt und mikroparitätisch; die Lumen sind mit Sparit (Calcit) zementiert.

Diskussion: Das Mikroproblematikum lässt sich bisher keiner bekannten Gattung/Art zuweisen, und auch die großsystematische Zuordnung bedarf noch einer Klärung. Am wahrscheinlichsten ist die Zuordnung zu der Gruppe der Porostromata. Webb (1999: Taf. 30/4-8) beschreibt sehr ähnliche Formen („porostromate calcimicrobes or tubular problematica“) aus Karbonzeitlichen Fleckenriffen von Australien. Aufgrund des Bauplans ist ebenso eine Zuordnung zu „primitiven“ Bryozoen denkbar (Webb, 1999: 127), dafür spricht u.a. der Aufbau der Wandung (vgl. Walter, 1969).

Fazielle und regionale Verbreitung: Im Riffbereich wächst das Fächerproblematikum vereinzelt Korallenstöcken auf. Typisch ist die Vergesellschaftung mit *Koskinobullina socialis* und *Iberopora bodeuri*.

Koskinobullina socialis Cherchi & Schroeder, 1979
(Taf. 39/2, 42/4, 44/1, 45/1)

Beschreibung und Diskussion: s. Helm et al. (2003b)

Fazielle und regionale Verbreitung: *K. socialis* ist ein häufiger Mikroinkrustierer im Riffbereich (MF-Typ 8) und bevorzugt Äste von *Thamnasteria dendroidea*. Darüber hinaus werden im angrenzenden lagunären Ablagerungsräumen (MF-Typ 4) vereinzelt Biogene und Bioklasten instruiert.

Aeolisaccus dunningtoni Elliott, 1958
(Taf. 43/1)

* 1958 *Aeolisaccus dunningtoni* n.gen. n.sp. – Elliott, 422, Taf. 3/5-6.

1981 *Aeolisaccus dunningtoni* Elliott – Senowbari-Daryan, 93, Taf. 19/9, 21/7, 23/10, 25/8-9. [dort weitere Synonyma]

1990 *Earlandia dunningtoni* Elliott – Wnendt-Juber, 88, Taf. 1/1-2. [dort weitere Synonyma]

1999 *Earlandia dunningtoni* Elliott – Dragastan, 214, Taf. 6/5-6, 10.

Beschreibung: Die kleinen konischen, z.T. unregelmäßig gebogenen Röhren erreichen eine Länge bis knapp 1mm (Taf. 43/1B). Sie nehmen nur langsam und

<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> sehr häufig - massenhaft </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: gray; margin-right: 5px;"></div> mäßig häufig / verbreitet </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: lightgray; margin-right: 5px;"></div> selten </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: white; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Einzelfund </div> </div>		Mikrofazies - Typen											
		Kalkoolith	Everticyclamina-Kalkstein	Onkolith	Fossilreicher mikritischer Kalkstein	Riffschuttalkstein	Mikritischer Kalkstein	Nerineen/Solenoporen-Kalkstein	Riffkalkstein	Cortoid/Bioklasten-Kalkstein	Riffschuttführender Solenoporen-Kalkst.	Foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith	Quarzreicher Kalkarenit
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fächerproblematikum													
<i>Koskinobullina socialis</i> Cherchi & Schroeder													
<i>Aeolisaccus dunningtoni</i> Elliott													
Lacry- morphus	<i>Lacrymorphus perplexus</i> Elliott												
	<i>L. aff. barremianus</i> Dragastan												
	<i>Lacrymorphus</i> sp.1												
	<i>Lacrymorphus</i> sp.2												
Calci- sphären	Calcisphaera gen. et sp. indet. 1												
	Calcisphaera gen. et sp. indet. 2												
	Calcisphaera? gen. et sp. indet. 3												
	Calcisphaera? gen. et sp. indet. 4												
	Calcisphaera? gen. et sp. indet. 5												

Abb. 48 - Fazielle Verbreitung (Vorkommen in den Mikrofaziestypen 1 bis 12) und semiquantitative Häufigkeiten von Mikroproblematika im Untersuchungsgebiet.

Fig. 48 - Diagram showing the distributional patterns and frequency of taxa uncertain alignment in the different MF types (1-12) of the studied sections.

unregelmäßig an Durchmesser zu und enden mit einer offenen Mündung. Der Außendurchmesser der Röhre liegt zwischen 0.08 und 0.13mm. Die Röhrenwand ist um 0.01mm dick und scheinbar feinkörnig-dicht. Im Dünnschliff erscheint sie dunkelbraun und bildet einen scharfen Kontrast zum (helleren) einbettenden mikritischen Kalkstein und Sparit-Zement im Röhreninneren. Bei starker Vergrößerung zeichnet sich schemenhaft ein Feinbau der Röhre ab: dachziegelartig angeordnete „Fasern“ verlaufen vom Außenrand der Röhre radial und fiederartig in Richtung Röhreninnenwand. Sie sind dabei im Winkel von ca. 45° in Richtung der Mündung geneigt. Tangentialschnitte der Innenwand offenbaren eine „Ringelstruktur“ (Taf. 43/1C), die sich auf eine feine Anwachsstreifung, eventuell auch auf eine Segmentierung der Röhre durch den regelmäßigen Einbau der „Fasern“ zurückführen lässt.

Diskussion: Das Mikroproblematikum gehört der von Elliott (1958) aufgestellten Gattung *Aeolisaccus* an. Es sind verschiedene Arten bekannt, die sich anhand biometrischer Meßwerte (Außendurchmesser, Wanddicke etc.) unterscheiden lassen. Aufgrund von Überschneidungen der Art-Merkmale ist eine spezifische

Zuordnung oft nicht möglich (Senowbari-Daryan, 1981: 92). Das eigene Material ist *A. dunningtoni* zuzuordnen, da die Meßwerte mit den Angaben der Erstbeschreibung und Angaben anderer Autoren (z.B. Senowbari-Daryan, 1981: 93) übereinstimmen. Die ebenfalls aus oberjurassischen und unterkretazischen Flachwasserkarbonaten genannte *A. inconstans* Radoièiæ unterscheidet sich durch wesentlich größere Dimensionen (z.B. Radoièiæ, 1967; Gielisch, 1994: 167). Brönnimann et al. (1972) betrachten *Aeolisaccus* als fusulinide Foraminifere und ordnen existierende Arten der Gattung *Earlandia* Plummer zu. Diesem Vorgehen die meisten Bearbeiter gefolgt (Wnendt-Juber, 1990), u.a. auch Loeblich & Tappan (1988). Dem gegenüber belasse ich *A. dunningtoni* bei den Mikroproblematika. Einerseits weisen Autoren auf die Existenz eines Proloculus bei dieser Gattung hin (z.B. Wnendt-Juber, 1990: 88, „Einfach gebaute Foraminifere mit kugeligem Proloculus, dem eine röhrenförmige zweite Kammer folgt.“), bilden jedoch solche relevanten Exemplare nicht ab (vgl. Wnendt-Juber, 1990: Taf. 1/1-2). Zudem ist keines der von mir und von anderen Autoren (z.B. Senowbari-Daryan, 1981: 92; Gielisch,

1994: 167; Mišik et al., 1999: 306) untersuchten Exemplare zusammen mit einer Proloculus-artigen Struktur überliefert. Außerdem spricht der bei *A. dunningtoni* belegte Wandaufbau (s.o.) gegen eine Foraminiferen-Natur, da ein vergleichbarer Bauplan innerhalb dieser Organismengruppe nicht bekannt ist. Eine Verwandtschaft mit der Mikroproblematikum-Gattung *Microtubus* Flügel erscheint mir plausibler. Der in alpinen triassischen Riffkarbonaten verbreitete *Microtubus communis* Flügel (Flügel, 1964) unterscheidet sich durch die Verzweigungen der Röhre. Ein Vergleich mit dem von Dragastan (1999) aus dem Jura/Kreide-Grenzbereich beschriebenen *Microtubus cristatus* scheidet bereits an der unzureichenden Bebilderung. Abschließend bleibt festzustellen, dass eine Revision der Gattungen *Aeolisaccus*, *Earlandia* und *Microtubus* dringend geboten ist. Hierbei sollte vor allem berücksichtigt werden, ob die Wandung der *Aeolisaccus*-Arten wirklich – wie in der Literatur immer angegeben – strukturlos ist.

Fazielle und regionale Verbreitung: *A. dunningtoni* ist allgemein an Flachwasserkarbonate gebunden und bevorzugt riffnahe Ablagerungsräume (z.B. Senowbari-Daryan, 1981; Wnendt-Juber, 1990). Im Untersuchungsgebiet ist *A. dunningtoni* aus fast allen Faziestypen (Ausnahme: Kalkoolith/MF-Typ 1 und mikritischer Kalkstein/MF-Typ 6) mehr oder weniger häufig belegt. Am häufigsten tritt die Art in der Nerineenlage (MF-Typ 7) und in Cortoid-Kalksteinen (MF-Typen 9-11) auf.

3.13.2 Calcisphären

In den Dünnschliffen treten gelegentlich „sphärische Komponenten“ auf (Taf. 43/2-6). Sie dürften als kalzitisch erhaltene Mikrofossilien überwiegend zu den Calcisphären bzw. Dinoflagellatenzysten zu stellen sein. Taxonomisch-systematische Studien von Calcisphären anhand von Dünnschliffen wurden in den letzten Jahren insbesondere von osteuropäischen Bearbeitern betrieben (Rehánek & Cecca, 1993; Reháková, 2000; Olszewska & Wieczorek, 2001, dort weitere Literatur). Von einer Zuordnung des eigenen Material zu den bekannten Formen wird in dieser Arbeit abgesehen. Folgende unterschiedliche Typen, die in offener Nomenklatur abgehandelt werden, treten im Material auf:

Calcisphaera gen. et sp. indet. 1 (Taf. 43/3)

Als Einzelfund aus der Nerineenlage (MF-Typ 7) liegt eine „stachelige“ Calcisphäre mit einem gemessenen Durchmesser von 0.09mm vor. Sie weist einen zwei-

lagigen Bau auf; die innere Lage besteht aus radial orientierten Prismen, und die äußere Lage ist durch stachelartige Forsätze gekennzeichnet. Die Innenwand wird (im Dünnschliff) von einer schwarzen „Linie“ nachgezeichnet, die einer Hülle bzw. Membran entspricht (frdl. mdl. Mitt. Jurkschat, 2003).

Calcisphaera gen. et sp. indet. 2 (Taf. 43/6)

Es sind kugelige Kalkhüllen von 0.1 bis 0.14mm Durchmesser, deren Kern fast immer mit Mikrit aufgefüllt ist. Gut erhaltenes Material zeigt eine prismatische Wandstruktur, die auf Calcisphären schließen lässt (frdl. mdl. Mitt. Jurkschat, 2003). Dieser Typ kommt gelegentlich in mikritischen Kalksteinen vor (MF-Typ 6) – vor allem im Profil Riesenberg.

Calcisphaera? gen. et sp. indet. 3 (Taf. 43/5)

Die kugeligen Kalkhüllen mit z.T. gut erkennbarem Lagenbau haben Durchmesser zwischen 0.2 und 0.25mm. Ihr Kern besteht großteils aus Sparit. Die Calcit-Kristalle setzen an der Innenwand der Kalkhülle an und erstrecken sich nach innen. Es verbleibt stets ein Restlumen, das mit einer opaken Masse (organische Substanz?) aufgefüllt ist. Darüber hinaus liegen Formen vor, die aus aneinandergereihten und miteinander „verschmolzenen“ Kalkhüllen bestehen (Taf. 43/5E, G).

Diese Mikrofossilien sind wahrscheinlich zu den Calcisphären zu stellen (frdl. mdl. Mitt. Jurkschat, 2003); allerdings ist eine für Calcisphären charakteristische Prismenstruktur nicht erkennbar (umkristallisiert?). Sämtliche Exemplare stammen aus dem fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4).

Calcisphaera? gen. et sp. indet. 4 (Taf. 43/4)

Es handelt sich um sphärische Körper mit ca. 0.15mm Durchmesser. Sie liegen komplett sparitisch vor; eine Abgrenzung zwischen Kalkhülle und Kern ist nicht erkennbar. Ihre Oberfläche ist grubchenartig eingedellt, so dass Querschnitte der sphärischen Körper eine zackenartige Suturen ergeben.

Anhand der vorliegenden Merkmale ist die Zuordnung zu den Calcisphären fraglich (frdl. mdl. Mitt. Jurkschat, 2003). Aufgrund des Schnittbildes ist eine Verwechslung mit schlecht erhaltenen *Terquemella*-Resten nicht auszuschließen. Möglicherweise handelt es sich auch um Radiolarien (Nasselaria). Morycowa & Marco-

poulou-Diacantoni (2002: Fig. 7L) bilden vergleichbare Formen ab.

Dieser Typ tritt relativ selten auf. Er bleibt auf fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) und die Nerineenlage (MF-Typ 7, insbesondere im Profil Bohrberg-III) beschränkt.

Calcisphaera? gen. et sp. indet. 5 (Taf. 43/2)

Der sphärische Körper hat einen Durchmesser um 0.3mm und weist zahlreiche stachel- bis nadelartige Fortsätze auf. Er besteht komplett aus Block-Zement. Dieser Typ ist durch wenige Exemplare aus dem fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) des Profils Pötzen belegt.

3.13.3 *Lacrymorphus*-Arten

Die systematische Zugehörigkeit der Gattung *Lacrymorphus* Elliott ist unbekannt (Dragastan, 1989: 44). Sie umfaßt Mikroproblematika mit kugeligen mikritischen Hüllen, die einzeln, in Form von Ketten oder als klumpige Aggregate vorliegen. Bisher wurden mehrere *Lacrymorphus*-Arten aus Karbonatgesteinen beschrieben, die taxonomisch nur sehr selten wieder aufgegriffen worden sind.

Lacrymorphus perplexus Elliott, 1958 [„Algen-Aggregat“ cf. Barthel et al., 1971] (Taf. 44/2)

- * 1958 *Lacrymorphus perplexus* n. sp. – Elliott, 424, Taf. 3/10.
1971 „Algen-Aggregat“ – Barthel et al., 15, Abb 7D?, 8G-I, 9A.
1989 Aggregate of calcitic spheres (algal spores?) – Pomoni-Papaioannou et al., Taf. 59/6.
2002 Mikroproblematikum 2 – Stych, 49, Taf. 17/3-4.

Beschreibung: Es handelt sich um Zusammenballungen kugeliger Gebilde, deren Anordnung, Anzahl (maximal Aggregate aus mehreren dutzend „Kugeln“) und Größe (0.2 - 0.7mm Durchmesser) sehr variabel ist. Die „Kugeln“ bestehen aus einer dünnen mikritischen, im Dünnschliff dunkel erscheinenden Hülle. Sie ist kugelförmig bis – selten – leicht oval oder ellipsoid. Der innere Durchmesser liegt zwischen 0.07 und 0.11mm; der Innenraum wird von Sparit eingenommen. Die „Kugeln“ sind dicht und fast immer regellos aneinander geballt (Taf. 44/2A: „perlschnurartig“). Zwar treten häufig größere Abstände auf, das lässt sich jedoch auf den Anschnitteffekt einer Kugelpackung zurückführen. Die „Kugeln“ sind in eine mikritische bis mikroparische „Füllmasse“ eingebettet. Die Abgrenzung der

„Füllmasse“ zu den Hüllen ist diffus oder nicht wahrnehmbar.

Diskussion: Elliott (1958) beschreibt *L. perplexus* aus obertriassischem oolithischem Kalkstein als. Seine Angaben entsprechen meinem Untersuchungsmaterial, jedoch weisen die „Kugeln“ in Elliotts Material etwas geringere Durchmesser (0.65 bis 0.8mm) auf. Barthel et al. (1971) bilden „Algenaggregate“ aus dem Korallen-Riffkomplex von Laisacker ab (Tithonium, S-Deutschland) und diskutieren die Synonymie mit *L. perplexus*. Weitere Nachweise dieses Mikroproblematikums liegen aus der Rifffazies von S-Deutschland (Pomoni-Papaioannou et al., 1989: Taf. 59/6) und NW-Deutschland (Stych, 2002: Mikroproblematikum 2) vor. Elliott (1958) und Barthel et al. (1971) favorisieren die systematischen Zuordnung von *L. perplexus* zu einzelligen Grünalgen. Lediglich Anreicherungen von Rhaxen sind mit *L. perplexus* vergleichbar. Rhaxen weisen jedoch geringere Durchmesser auf. Zudem bleiben sie weitgehend auf (niederenergetische) mikritische Faziestypen beschränkt. Das gemeinsame Vorkommen von Rhaxen und *L. perplexus* ist deshalb auszuschließen.

Fazielle und regionale Verbreitung: *L. perplexus* ist durch wenige Exemplare aus dem Kalkoolith (MF-Typ 1) belegt. Im Korallenbiostrom von Dielmüssen kommt es verbreitet in Riffschuttalksteinen vor (Stych, 2002). Auch im süddeutschen Oberjura zeichnet sich eine Affinität zur Riffschuttfazies ab (Barthel et al., 1971: 15). Pomoni-Papaioannou et al. (1989) führen *L. perplexus* aus der „„Tubiphytes“ packstone/boundstone facies“ an.

Lacrymorphus aff. *barremianus* Dragastan, 1971 (Taf. 42/1)

Beschreibung: Es sind kugelige Gebilde, die aus einer dichten mikritischen Wand bzw. Hülle umschlossen sind. Das Lumen ist großteils oder komplett mit Sparit verfüllt. Die Füllung bildet einen scharfen Kontrast zur Hülle, während die Begrenzung der Hülle zum einbettenden Sediment (Allomikrit) nur schwer erkennbar ist. Besser erhaltenes Material lässt im Gegensatz zum Allomikrit eine dunklere mikritische Hüllenwandung erkennen. Die Wanddicke beträgt bei diesen Exemplaren um 0.025mm. Der Gesamtdurchmesser der kugelförmigen Hülle liegt bei ca. 0.5mm (Meßwerte im Dünnschliff, n=7: ca. 0.3 bis 0.5mm).

Diskussion: Hierbei handelt es sich um einen typischen Vertreter der Gattung *Lacrymorphus*. *Cadosina*-Arten sind im Dünnschliff durch identische Schnittbilder gekennzeichnet, weichen jedoch durch wesentlich geringere Durchmesser ab. Da Deformationerscheinungen infolge Kompaktion weitgehend fehlen, muß es sich um eine stabile Konstruktion handeln.

Im Vergleich mit den bekannten Arten bestehen die größten Übereinstimmungen mit *L. barremianus* Dragastan und *L. globosus* Radoièiæ. *L. barremianus* wird von Dragastan (1971: 189, Taf. 12/1-5) aus der Unterkreide von Rumänien (Karpaten) beschrieben. Weitere Exemplare bildet Dragastan in nachfolgenden Arbeiten ab (1975: Taf. 84/4, 88/1-2; 1989: Taf. 18/1-3). Diese Art unterscheidet sich von *L. aff. barremianus* durch die Ausbildung kugelige Hüllen mit größerem Durchmesser (0.8 bis 1.2mm). Außerdem kommen bei *L. barremianus* sowohl isolierte „Kugeln“ als auch zu „Ketten“ aneinandergereihte „Kugeln“ vor; letztere sind im eigenen Material nicht belegt. Das von Radoièiæ (1967) aus der Oberkreide beschriebene *L. globosus* weicht ebenfalls biometrisch vom eigenen Material erheblich ab (durchschnittlicher Durchmesser der „Kugeln“: 1.6mm). Querschnitte durch den Anfangsteil (bzw. Protoconch) glattschaliger Gastropodengehäuse ergeben identische Anschnitte. Bei ihnen ist die aragonitische Schale umkristallisiert und wird zusammen mit dem Bereich des Lumens (Wohnbereich) von Block-Zement eingenommen. Wenn das Gehäuse nicht randlich mikritisiert ist, besteht ein scharfer Kontrast zum einbettenden Sediment. Entscheidend für die Zuordnung der Anschnitte zu *L. aff. barremianus* ist dann die Existenz einer dunklen mikritischen Hülle.

Fazielle und regionale Verbreitung: Nachweise liegen aus der Nerineenlage (MF-Typ 7) und dem fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) vor. Häufiger erscheint *L. aff. barremianus* nur im Profil Pötzen.

Lacrymorphus sp.1

(Taf. 42/3)

Beschreibung: *Lacrymorphus* sp.1 ähnelt *L. aff. barremianus* Dragastan, jedoch erreichen die mikritischen Hüllen im Dünnschliff nur Durchmesser von 0.15 bis 0.3mm (Gesamtdurchmesser der „Hülle“ um 0.3mm) (Taf. 42/3D-F). Die meisten Exemplare sind durch Zuwachs einer oder mehrerer Hülle(n) gekennzeichnet (Taf. 42/3A-C, G-H). Diese spannen sich blasenartig über weite Bereiche der kugeligen Hülle oder bilden halbkugelige Aufwüchse („Kalotten-Stadium“). Vereinzelt ist *Lacrymorphus* sp.1 von nubeculariiden Foraminiferen bewachsen (Taf. 42/3D, H).

Diskussion: *Lacrymorphus* sp.1 unterscheidet sich durch den geringen Durchmesser der Hülle von *L. aff. barremianus*. Der kalottenartige Zuwachs weiterer Hüllen scheint für *Lacrymorphus* sp.1 typisch zu sein. Das Fehlen dieses Merkmals bei vielen Hüllen lässt sich einerseits auf den Anschnitteffekt zurückführen, ergibt andererseits aber ebenso Sinn, wenn man einzelne kugelige Hüllen als „Juvenilstadien“ interpretiert.

Fazielle und regionale Verbreitung: *Lacrymorphus* sp.1 kommt vereinzelt in der Nerineenlage (MF-

Typ 7) und im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) vor.

Lacrymorphus sp.2

(Taf. 42/2)

Beschreibung: *Lacrymorphus* sp.2 ist durch perl-schnurartig aneinandergereihte, kugelige Gebilde bzw. Hüllen gekennzeichnet, deren Lumen mit Sparit ausgefüllt sind. Im Berührungsbereich der „Kugeln“ sind die Hüllen durchbrochen (Taf. 42/A, F). Ihr Innendurchmesser liegt zwischen 0.15 bis 0.3mm. Maximal treten fünf in Reihe angeordnete „Kugeln“ auf (Taf. 42/2A). Die „Kugelnketten“ scheinen i.d.R. zerbrochen zu sein, so dass von einer größeren Anzahl von „Kugeln“ pro Gesamtkonstruktion auszugehen ist. Die „Kugelnketten“ sind langgestreckt bis leicht gebogen; die maximal gemessene Länge einer „Kugelnkette“ beträgt 1.2mm. Die Wandung ist mikritisch und im Vergleich zu *Lacrymorphus* sp.1 und *L. aff. barremianus* vergleichsweise grobkörnig (agglutiniert?) und dick.

Diskussion: *Lacrymorphus* sp.2 ist morphologisch gut von den anderen Arten abgegrenzt. Querschnitte der perschnurartigen Gesamtkonstruktion lassen sich von *Lacrymorphus* sp.1 unterscheiden, insofern letztere im „Kalotten-Stadium“ vorliegt.

Fazielle und regionale Verbreitung: s. *Lacrymorphus* sp.1.

3.14 Ichnofossilien

Es wird zwischen Bohrspuren in Hartsubstraten und Gängen und Gangsystemen in Weich- und Festgründen differenziert.

3.14.1 Bohrspuren

Es gibt eine Vielzahl von Arbeiten, in denen „fossile“ Bioerosion thematisiert wird; einen guten Überblick gibt Bromley (1994). Dennoch liegen nur wenige Daten über Bioerosion in oberjurassischen Korallenriffen vor, die über allgemeine Angaben oder Faunenlisten hinausgehen. Grundlegende Informationen liefern Fürsich et al. (1994), Bertling (1997a, 1999), Perry & Bertling (2000) und Laternser (2001). Bertling (1989, 1997) setzt sich mit Bohrorganismen und Bioerosionserscheinungen in den Korallenriffen des Korallenoolith auseinander. Helm & Reuter (2002) diskutieren den Zusammenhang zwischen Korallenwuchsform, Skelettorganisation und dem Befall durch Bohrorganismen. Die wichtigsten Bohrorganismen in oberjurassischen Korallen-Thrombolith-Riffen sind (Bohr-)Muscheln (Perry & Bertling, 2000).

Bohrspuren sind in den Riffen relativ häufig. Die Dünn- und Gesteinsanschliffen ermöglichen jedoch keine nähere ichnotaxonomische Ansprache und Zuordnung zu den Erzeugern. Allgemein lässt sich zwischen Muschel-, Schwamm-, Wurm- und Foraminiferenbohrungen differenzieren.

Die weitaus größte Bioerosionsleistung haben Bohrmuscheln erbracht. Bohrspuren von Muscheln sind in Korallenstöcken und Thrombolith allgemein verbreitet (Abb. 41-42; Taf. 25/1, 26/4, 27/4, 30/1-2, 46/1). Die meisten haben eine einfache birnenförmige Gestalt. Vereinzelt sind auch Exemplare mit 8-förmigen Querschnitt des Halsbereichs belegt (*Gastrochaenolites dijugus* Kelly & Bromley; Taf. 36/8). In seltenen Fällen sind Teile der Bohrkaverne von hüllenartigen Karbonatablagerungen ausgekleidet. Dieses Merkmal lässt auf Gastrochaeniden schließen (Savazzi, 2001). Meistens sind die Schalen der Bohrmuscheln in situ in ihren Bohrkavernen überliefert; die unterschiedlichen Schnittbilder der Schalen belegen mehrere Taxa. Zusätzlich ist mit „Nestlern“ (Hölder, 1972) zu rechnen, die nach dem Absterben der Bohrmuschel die verbleibende Bohrkaverne besiedelten. Muscheln mit „nistender“ Lebensweise weist bereits Bertling (1989) aus Korallenstöcken des NW-deutschen Oberjura nach. Auf ihre Existenz weisen ebenso ineinandergeschachtelte Muschelschalen hin (vgl. Hölder, 1972, Gruszczynski, 1979).

Sehr selten sind Bohrspuren clionider Demospongier (*Entobia* ichnosp.). Sie bleiben auf *Thamnasteria dendroidea* beschränkt und folgen der Längserstreckung der Äste (vgl. Helm & Reuter, 2003: Taf. 1/4-5).

Das Ichnogenus *Trypanites* Mägdefrau umfaßt allgemein unverzweigte, zylindrische Bohrgänge. Sie werden von den meisten Autoren (z.B. Kobluk & Nemcsok, 1982) als Bohrspur von Würmern gedeutet. Nach Bromley (1994) kommen aber auch Vertreter anderer Organismengruppen als Erzeuger der Bohrspur infrage. Im Untersuchungsmaterial umfaßt *Trypanites* ichnosp. Bohrgänge von ca. 1 bis 3mm Durchmesser, die bis mehrere Zentimeter Länge erreichen. Sie kommen mäßig häufig in Korallenstöcken und mikrobiellen Karbonaten vor.

Spirichnus spiralis Fürsich, Palmer & Goodyear ist ein als Bohrspur von Würmern interpretiertes Spurenfossil (Fürsich et al., 1994). Der Gangdurchmesser beträgt im Untersuchungsmaterial um 0.5mm (insgesamt 0.35 bis 0.75mm). Der spiralförmige Bohrgangverlauf ergibt je nach Schnittlage kreisrunde (Querschnitt) und charakteristische, bananen- bis nierenförmige (Längs- und Tangentialschnitte) Schnittbilder. Da *Sp. spiralis* gesellig auftritt oder der Bohrgang aufgrund des spiralförmigen Verlaufs i.d.R. in einer Schnittlage mehrfach erfaßt wird, ergeben sich clusterartige Anordnungsmuster der Schnittspuren (Taf. 46/1). *Sp. spiralis* kommt in Korallenstöcken und Thrombolith vor.

Talpina Hagenow tritt clusterartig gehäuft auf (Taf. 41/5, 46/1). Die Bohrgänge sind kreisrund und liegen in dichter Anordnung vor. Sie weisen Durchmesser zwischen 0.12 und 0.2mm auf und sind verzweigt. Voigt (1975) interpretiert sie als Bohrgänge von Phoroniden (Hufeisenwürmer). *Talpina* ichnosp. bleibt auf äußere Bereiche von Korallenstöcken und sekundären Hartböden beschränkt und ist insgesamt selten.

Im Untersuchungsgebiet kommt vereinzelt die bohrende Foraminifere *Troglotella incrustans* Wernli & Fookes vor (s. Kapitel 3.2: *Troglotella incrustans*). Sie erzeugt in skelettalen Hartteilen und anderen sekundären Hartböden kleine, schachtförmige Bohrgänge, die sie mit ihrem juvenilen Gehäuseabschnitt ausfüllt (Taf. 10/4). Die Erosionsleistung von *Tr. incrustans* ist ohne Bedeutung.

3.14.2 Gänge und Gangsysteme im Weich- und Festgründen

Es liegen drei Ichnotaxa vor, die Gangsysteme in Weich- und Festsubstrat repräsentieren: Mycelartige Gangsysteme, Grabgänge von Würmern (Phoroniden?) und cf. *Arachnostega* ichnosp. Bertling.

Mycelartige Gangsysteme ichnogen. et ichnosp. indet. (Taf. 38/2, 40/2)

- 1994 mycelartige Bohrspuren in aphanitischen Automikriten – Reitner, 405, Taf. 2/6-7, 4/5-6.
- 1996 „Bohrgänge“ indet. (Erzeuger: Pilz-Myzelien?) – Delecat, 66, Taf. 8/1, 9/1-6, 19/4.
- 1997 mycelartige Bohrspuren – Helm, 12, Taf. 20/3-5.
- 1998 fungal borings – Helm & Schülke, Taf. 19/7.

Beschreibung: In Leiolithen befinden sich gelegentlich Geflechte dünner Röhren mit variablem Querschnitt und Durchmesser. Die Geflechte sind mit Sparit ausgefüllt, der einen deutlichen Kontrast zum angrenzenden mikritischen Kalkstein bietet. Detailliertere Beschreibungen der mycelartigen Gangsysteme geben Reitner (1994) und Delecat (1996).

Diskussion: Aufgrund der mycelartigen Ausbildung des Geflechts und des Fehlens einer Segmentierung der röhrenartigen Abschnitte führt Reitner (1994) dieses Spurenfossil auf einfach gebaute Pilze zurück. Das Fehlen von Kompaktionserscheinungen lässt auf feste Konsistenz des minierten Substrats schließen.

Fazielle und regionale Verbreitung: Mycelartige Gangsysteme sind nur aus Riffen des Niedersächsischen Beckens bekannt. Reitner (1994) und Delecat (1996) beschreiben sie aus Austern-Riffen des „Unteren Kimmeridge“. Verbreitet und häufig sind sie in

Korallen-Thrombolith-Riffen der *florigemma*-Bank – vor allem im Süntel.

Im Untersuchungsgebiet sind mycelartige Gangsysteme an kryptische Riffbereiche gebunden. Sie befinden sich innerhalb der Korallengestrüppe oder in Bohrlöchern (Taf. 40/2B). Besonders häufig sind sie in den Riffen am Amelungsberg und Bakeder Berg. In vielen anderen Riffen sind sie selten oder fehlen.

Grabgänge von Würmern (Phoroniden?) (Taf. 41/4)

Beschreibung: Es handelt sich um Gangfüllungen in (pel)mikritischen Kalksteinen. Die unverzweigten? Gänge sind röhrenförmig, leicht gebogen und messen 0.25 bis 0.35mm im Durchmesser. Die vorwiegend aus Peloiden bestehende Gangfüllung weist einen charakteristischen Aufbau auf: Im Zentrum befindet sich eine kreisrunde, mit Sparit zementierte dünne Röhre, die von einer dünnen mikritischen Wandung umgeben ist. Der Röhrendurchmesser variiert zwischen 0.02 und 0.06mm. Nach außen schließt sich ein Bereich an, der aus agglutinierten Peloiden mit unregelmäßigen Umrissen besteht. Die äußere Begrenzung ist diffus, da die Wand sukzessive in (Pel)mikrit übergeht.

Diskussion: Die Gänge wurden bei plastischer Konsistenz des Sediments angelegt. Die Wandung entstand durch Auskleidung der Gänge mit Peloiden. Die geringe Größe der Gänge lässt am ehesten auf Würmer als deren Erzeuger schließen; denkbar sind u.a. Phoroniden (Hufeisenwürmer). Aufgrund der Ausbildung der Gänge bestehen ebenfalls Parallelen mit *Ophiomorpha*. Allerdings sind solche, von grabenden Dacapoden erzeugte Gänge deutlich größer (durchschnittlich 1.5cm Durchmesser, Müller, 1989); sie besitzen außerdem kein „Lumen“.

Fazielle und regionale Verbreitung: Die Wohn- oder Grabgänge sind im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) und der Nerineenlage (MF-Typ 7) nachgewiesen. Sie treten gesellig auf.

cf. *Arachnostega ichnosp.* Bertling, 1992 (Taf. 46/1)

Beschreibung: In Dünnschliffen liegen Schnittspuren von Grabgängen vor, die an der Oberfläche von Füllsteinkernen von Bohrmuscheln im Kontaktbereich zum angebohrten Substrat auftreten.

Diskussion: Bertling (1992) interpretiert die Erzeuger als detritusfressende Polychaeten, deren Vorkommen an kryptische infaunale Habitate, z.B. Bohrlöcher von Muscheln, gebunden ist.

Fazielle und regionale Verbreitung: Fossil ist *Arachnostega ichnosp.* nur aus oberjurassischen

Korallenvorkommen des Niedersächsischen Beckens (Bertling, 1992) und oberjurassischen Muschelriffen von Südengland (Fürsich et al., 1994) bekannt.

3.15 Paläobiogeographie

Das Niedersächsische Becken nimmt sich für paläoklimatische und paläobiogeographische Betrachtungen eine Schlüsselposition ein, da es sich während des Oxfordium im Übergangsbereich von tethyal geprägten Ablagerungsräumen im Süden und boreal geprägten im Norden befand. Faunen- und Florenwanderungen oder Verschiebungen von Faunen- und Florenprovinzen machen sich hier deutlich bemerkbar. Untersuchungen der Fauna und Flora des Korallenoolith schlossen deshalb stets paläoklimatische und paläobiogeographische Überlegungen mit ein (Helm et al., 1999, 2001b). Sie ergeben für den Korallenoolith deutliche Bezüge zur Tethys, z.B. durch den Nachweis mehrerer *Dasycladaceen*arten, und deshalb (sub)tropische Bedingungen (Helm et al., 2003b). Die vorliegende Studie liefert noch eine weitaus detailliertere Bild tethyalen Faunen- und Floren im Niedersächsischen Becken während des (Mittleren) Oxfordium. Vor allem das Foraminiferen-Spektrum zeigt deutliche Beziehungen zur Tethys auf. Zu den ausgesprochen tethyalen Elementen gehören beispielsweise *Alveosepta jaccardi* und *Everticyclammina virguliana*. Viele weitere Foraminiferenarten des Untersuchungsgebietes, z.B. *Nautiloculina oolithica* oder *Rectocyclammina chouberti*, sind bisher nur aus Plattformkarbonaten der Tethys bekannt. Während des Oxfordium ist diese Foraminiferenfauna innerhalb von Deutschland einmalig. In Süddeutschland stellten sich vergleichbare Faunen erst im Mittleren Tithonium ein.

Die Ergebnisse stehen im Einklang mit aktuellen Paläotemperatur-Kurven für die Jura-Zeit (vgl. Poulsen & Riding, 2003). Während des Unteren Oxfordium führte deutliche Erwärmung zu einer raschen Verschiebung von Klimagürteln und einer Migration subtropischer Elemente in boreale Ablagerungsräume, wie es zum Beispiel Abbink et al. (2001) anhand von Sporomorphen für den Bereich der heutigen südlichen Nordsee aufzeigen. Faunen-Migrationen aus der Tethys nach Norden machen sich insbesondere während des Mittleren und Oberen Oxfordium bemerkbar. Sie ergeben sich u.a. auch aus Untersuchungen der Ammonitenfauna (Glowniak, 2000), Dinoflagellaten (Brenner, 1988) und allgemein anhand von Isotopen-Untersuchungen (Bartolini et al., 2003).

4 RIFFE DER FLORIGEMMA-BANK

4.1 Einleitung (Klassifikation von Riffen, Rifftypen)

Auf die wenig fruchtbare, philosophische Diskussion, was denn nun ein **Riff** sei oder wie sich unterschiedlich eng- oder weit gefassten Riff-Definitionen unterscheiden, soll an dieser Stelle verzichtet werden. Letztendlich handelt es sich stets um eine „organisch beeinflusste, räumlich begrenzte Struktur“ (z.B. Nose, 1995), wenn man eine weit gefasste Definition zugrunde legt, der auch ich mich anschließe. Um der Diskussion zu entgehen, die aus dem unscharf definierten Riffbegriff resultiert, bevorzugen einige Autoren (z.B. Schöllhorn, 1998) deshalb den neutralen Begriff „**Biokonstruktion**“.

Im Gegensatz zu rezenten Riffen, die fast ausschließlich Korallenriffen sind, treten in oberjurassischen Riffen eine Vielzahl unterschiedlicher Metazoen und auch Mikroben als Riffbildner auf. Dementsprechend ist ein breites Spektrum unterschiedlicher Riffe ausgebildet (z.B. Leinfelder & Nose, 1999). Deren Bandbreite reicht von **Schwamm-Riffen** über **Korallen-Riffen** bis zu **Thrombolith-Riffen** (Leinfelder et al., 1994). Die drei Grundtypen sind durch fließende Übergänge miteinander verbunden (Laternser, 2001: Abb. 15). Sobald ein hoher Anteil von Kalkschlamm-Matrix vorliegt, spricht man nicht von Riffen sondern von „**Mounds**“, z.B. Korallen-Mounds (Schmid et al., 2001: Coral Mounds).

Insalaco et al. (1997) gliedern die Korallenriffe des Oberjura in insgesamt 9 Typen und interpretieren die steuernden Faktoren ihrer Verbreitung. Ihre Kompilation stützt sich allerdings auf eine zu geringe Datenmenge. Auch in dieser Arbeit wird dieses Benennungsschema nicht weiter diskutiert.

Laternser (2001) erarbeitet eine Klassifikation für korallendominierte Riffe, die vor allem Form, inneres Gefüge und Ausmaß der Korallenriffe berücksichtigt. Grundlage der Klassifikation bilden Oxfordium- und Kimmeridgium-zeitliche Korallenvorkommen von Lothringen und der Schwäbischen Alb. Bei der Form bzw. Geometrie unterscheidet er zwischen **Biostrom**, **Bioherm** und **Dickicht**. **Biostrome** sind im Sinne der klassischen Definition flächige Riffkörper mit ausgehnter seitlicher Erstreckung (Kershaw, 1994). **Bioherme** stellen während des Riffwachstums deutlich über den Sedimentspiegel erstreckte Riffkörper von begrenzter seitlicher Ausdehnung dar. **Dickichte** werden volumenmäßig von ästigen Korallenstöcken dominiert (>70% nach Laternser, 2001); die Bezeichnung bezieht sich daher – im Gegensatz zu Biostrom und Bioherm – auf das innere Gefüge. Die weitere Klassifizierung der Korallenriffe ist von ihrem maximalen Durchmesser abhängig; Laternser (2001) differenziert

zwischen 3 Größenstadien (z.B. **Klein-, Mittel-, Groß-Biostrom / -Bioherm / -Dickicht**). Bioherme unter 2m Durchmesser bekommen eine Sonderbezeichnung (**Knollenbioherm** oder **Riffknollen**). Kleindickichte erreichen maximal 10m Durchmesser, Mitteldickichte zwischen 10m und 100m und Großdickichte zwischen 100m und 1000m Durchmesser.

Am intensivsten setzt sich Nose (1995) mit oberjurassischen korallendominierten Riffen auseinander. Er stützt sich auf die Vorkommen von Iberien (Portugal, Spanien). Morphologie der Riffe und ihr Aufbau (Riffbildner, Thrombolith, Riffschutt) bilden die Grundlage seiner Klassifikation. Es resultiert eine Unterteilung in 16 Rifftypen, die zu 4 übergeordneten Rifftypen zusammengefasst werden: 1) **Korallen-Chaetetiden-Stromatoporen-Schutt-Riffe**, 2) **Korallen-Chaetetiden-Stromatoporen-Mikrobenkrusten-Riffe**, 3) **Korallen-Chaetetiden-Stromatoporen-Schlamm-Riffe** und 4) **mergelige Korallen-Stromatoporen-Rasen** (vgl. Leinfelder, 2002: Abb. 3). Basierend auf der kompositionellen und quantitativen Zusammensetzung der Korallenfauna stellt Nose (1995) 15 Korallenassoziationen und -vergesellschaftungen auf. Sie erlauben eine detailliertere Ansprache der Rifftypen.

Insalaco (1998) gliedert fossile Korallenriffe nach der Wuchsform und dem Gefüge der riffbildenden (autochthonen) Korallen im Riffkalkstein. Dies führt zu den Bezeichnungen **Platestone**, **Sheetstone**, **Domestone**, **Pillarstone** und **Mixstone**, um das Wachstumsmuster (growth fabric) der Korallenriffe zu klassifizieren (Insalaco, 1998). Kritisiert wird dieser Ansatz vor allem deshalb, weil er keine ökologischen Aspekte berücksichtigt, z.B. das Artenspektrum der Riffbildner oder die Anwesenheit bzw. das Fehlen von mikrobiellen Karbonaten (Laternser, 2001: 47).

„Kleine“ Riffe werden allgemein als **Fleckenriffe (patch reefs)** bezeichnet, wenn ihr Durchmesser mehrere Meter bis 10er-m bei wenigen Metern Höhe beträgt (James, 1983, dort weitere Literatur). Sobald sie 3m Höhe und 5m Durchmesser unterschreiten, liegen **coral knobs** vor (James, 1983). Ihnen entsprechen die **Riffknospen** (Fezer, 1988). Sie sind nach Schäfer (1979) als ein durch Organismen konstruiertes, autochthones, zusammenhängendes und wellenresistentes Gerüst definiert.

Die Komplexität oberjurassischer Riffe führte bei verschiedenen Bearbeitern zu einer uneinheitlichen Nomenklatur und zur Aufstellung zahlreicher Rifftypen, die bei Anwendung unterschiedlicher Benennungsschema kaum untereinander vergleichbar sind. Die Riffe des Untersuchungsgebietes entsprechen **Fleckenriffen**, **Korallen-Thrombolith-Riffen** bzw. **Klein- und Mitteldickichten**. Eine detailliertere Klassifikation der Riffe und Diskussion erfolgt im Anschluss an ihre Beschreibung in Kapitel 4.4.

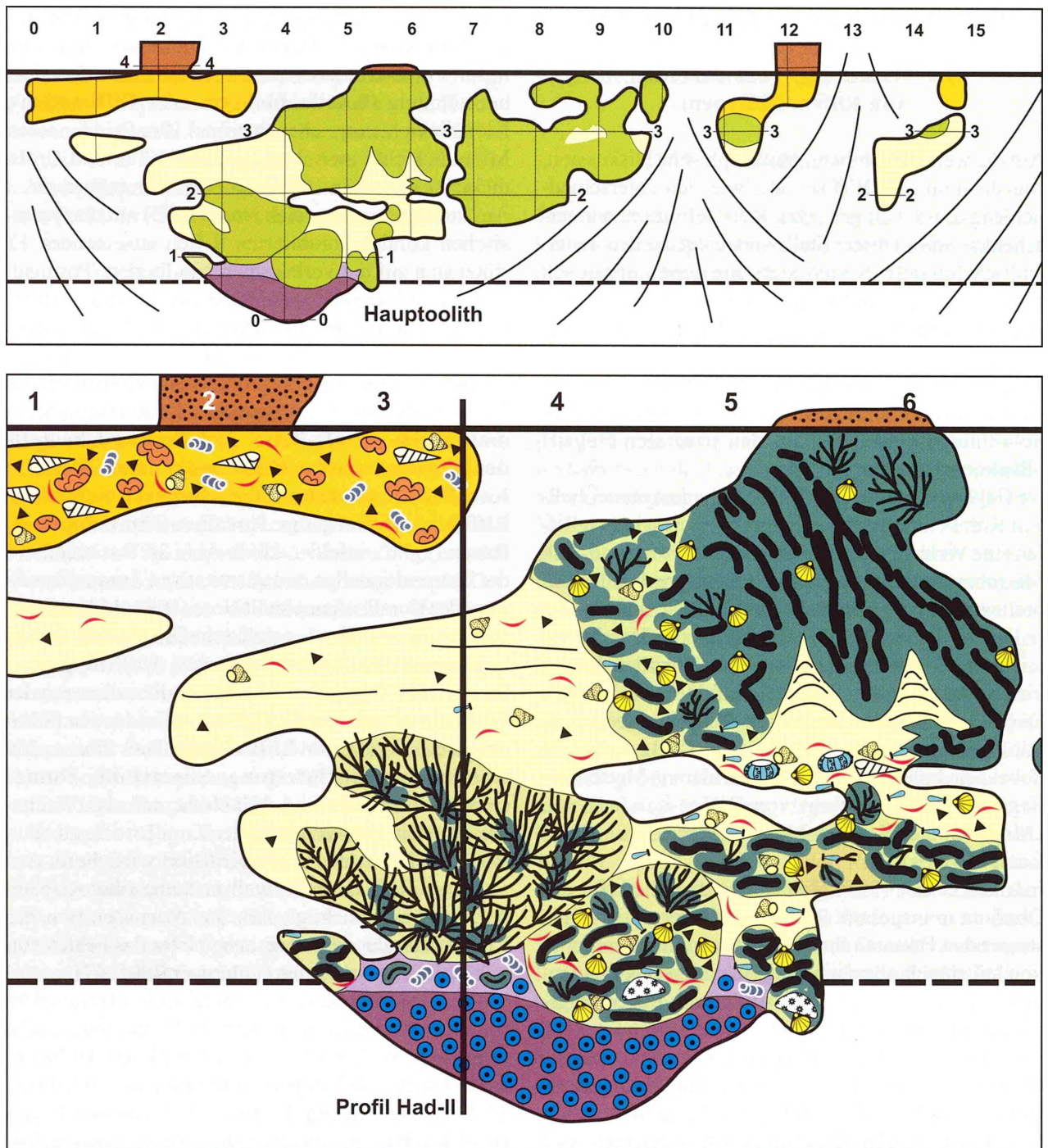


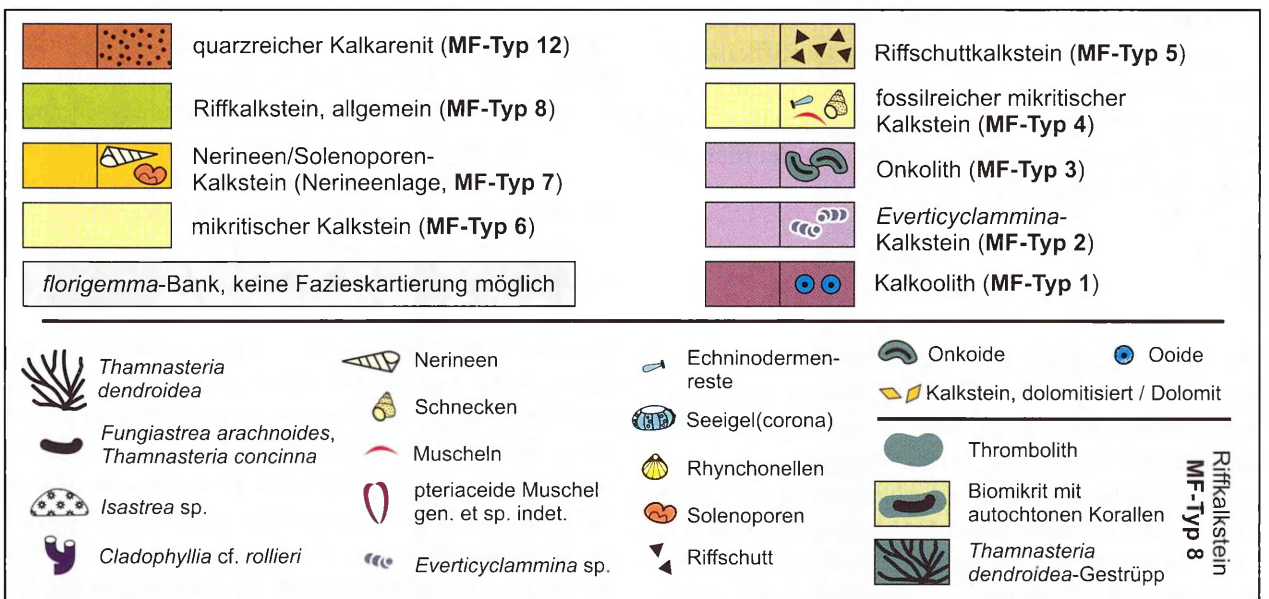
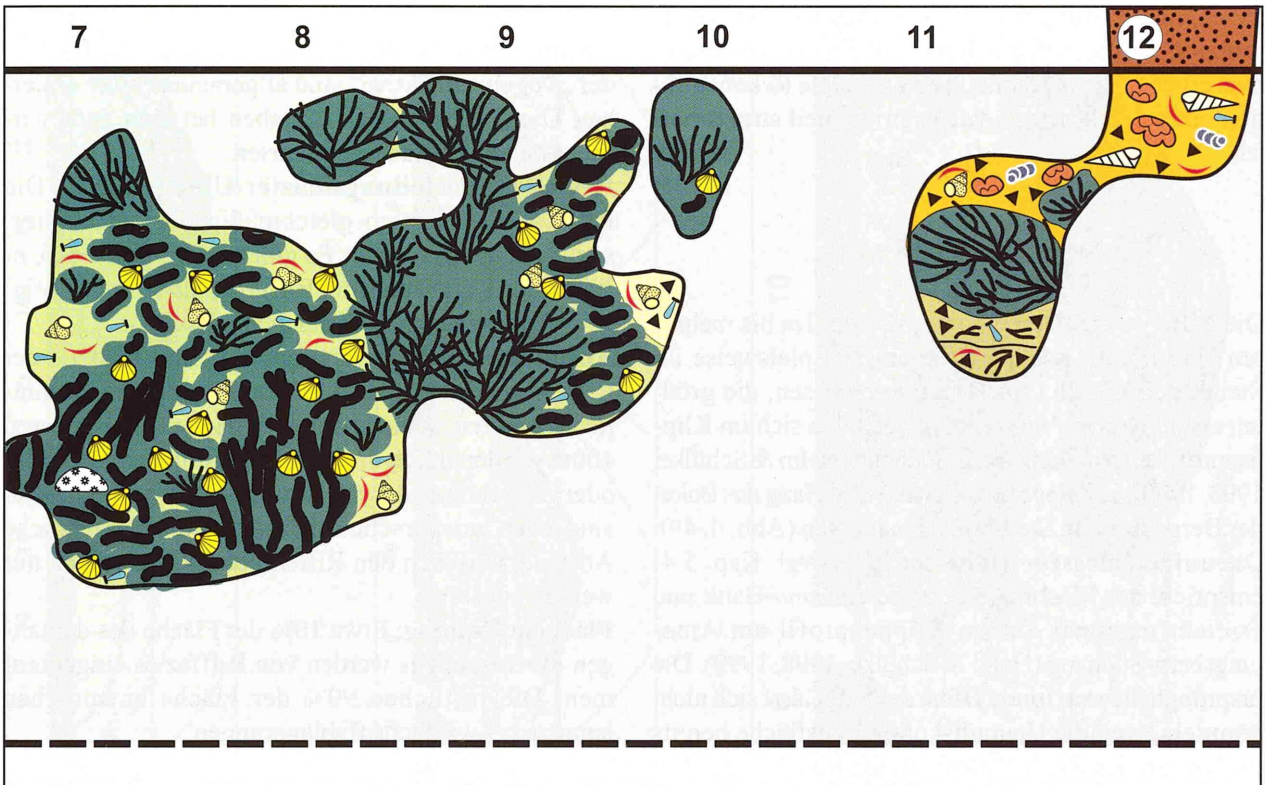
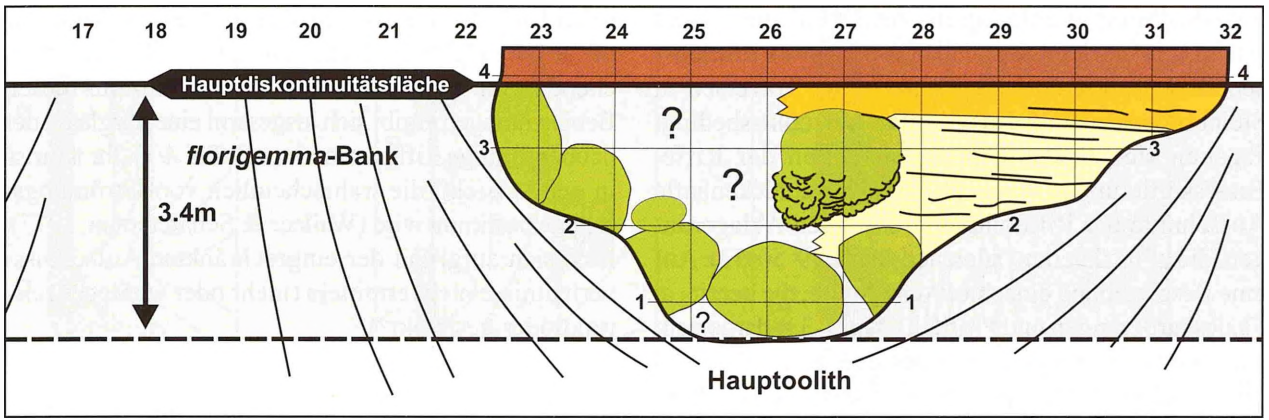
Abb. 49 (oben und gegenüberliegende Seite) - Fazieskartierung der *florigemma*-Bank (grau hinterlegt; weiß: Liegendes and Hangendes) im Steinbruch Haddessen. Östliche Steinbruchwand (Profil Had-II). Obere Abbildung: Übersichtskartierung (Meter-Rasterung) zur Darstellung der Faziesgeometric, *florigemma*-Bank mit Unterbrechungen (Schutfächer) auf 32m im Streichen erschlossen. Untere Abbildung: Detailkartierung des Bereichs zwischen 1m und 12.5m. Legende: rechte Seite.

Fig. 49 (above and opposite page) - Facies mapping of the *florigemma*-Bank Member (grey, in the background; white: footwall deposits and overlying strata) in the Haddessen quarry (eastern quarry wall, section Had-II). Figure at top: Schematic sketch of the facies architecture of the exposed *florigemma*-Bank, scale in meters. Figure below: Detail of figure above showing facies distribution between 1m and 12.5m. Legend: right page.

4.2 Beschreibung der Riffe

Die Riffe sind in situ, mit den Rifforganismen in Lebendstellung überliefert. Mit Ausnahme des Korallenvorkommens bei Kessiehausen (s.u.) ähneln sie sich hin-

sichtlich Größe, Gestalt und Aufbau (Korallenfauna, mikrobielle Karbonate, Gefüge der Riffbildner) und der Zusammensetzung der Rifforganismen weitgehend und entsprechen mehr oder weniger einem Riffotyp (Kap. 4.4). Eines der Riffe, das Vorkommen am Amelungs-



Riffkalkstein MF-Typ 8

berg-Südhang, wurde bereits im Detail untersucht (Helm, 1997a; Helm & Schülke, 1998, 1999). Erschlossen sind die Riffe entlang senkrechter Traversen in Steinbrüchen und an Felsklippen. Aufschlussbedingt ergeben sich bestenfalls Teilansichten der Riffe. Fazieskartierungen zeigen also nur kleine, lückenhafte Ausschnitte der Riffe und angrenzenden Ablagerungen, die „Puzzleteilen“ gleichen (Abb. 49-50-53). Auf eine Beschreibung einzelner Ausschnitte, die bereits in Fazieskartierungen und Profilen (Anl. 3-33) dargestellt sind, wird hier verzichtet. Stattdessen erfolgt eine Kompilation aller Beobachtungen. Sie führt zu einer allgemeinen Beschreibung der Riffe. Weiter führende Angaben, insbesondere zu bestimmten Arten und Fossilgruppen, befinden sich in Kapitel 3. Alle Daten zusammen ergeben die in Abbildung 51 gezeigte Rekonstruktion eines „Idealriffes“, wie es prinzipiell strukturiert ist.

4.2.1 Größe der Riffe

Die Riffe weisen Durchmesser von ca. 10 m bis mehreren 100 m auf. Kleine Riffe sind beispielsweise im Steinbruch Pötzen (Taf. 3) aufgeschlossen, die größten erschlossenen Vorkommen befinden sich im Klippenprofil am Amelungsberg-Südhang (Helm & Schülke, 1998, 1999), in Klippenprofilen am SW-Hang des Bakeder Berges und im Steinbruch Haddessen (Abb. 4, 49). Die **aufgeschlossene Höhe** der Riffe (vgl. Kap. 5.4) entspricht der Mächtigkeit der *florigemma*-Bank und erreicht maximal 4 m im Klippenprofil am Amelungsberg-Südhang (Helm & Schülke, 1998, 1999). Die ursprüngliche **maximale Höhe** der Riffe lässt sich nicht ermitteln, weil die Hauptdiskontinuitätsfläche bereits im Niveau des Riffkalksteins verläuft (z.B. Abb. 50-52) (vgl. Kap. 2.3). Sie dürfte aber nur wenige Dezimeter die aufgeschlossene Höhe überschritten haben, da im Dachbereich der *florigemma*-Bank Riffkalkstein großteils von Nerineen/Solenoporen-Kalkstein (Nerineenlage) überlagert wird (z.B. Helm & Schülke, 1998; Abb. 3). Dadurch zeichnet sich bereits deutlich das Ende vom Riffwachstum ab.

4.2.2 Gestalt der Riffe

Die Gestalt der Riffe lässt sich anhand von Seitenansichten rekonstruieren. Die Riffbasis ist mehr oder weniger eben, da Riffwachstum auf körnigen Lockersubstrat (MF-Typ 2 bzw. 3) oder – seltener – auf einer Erosionsfläche einsetzte. Seitlich ist häufig ein Verfangern mit den riffangrenzenden Ablagerungen (MF-Typ 4) zu beobachten. Im Dachbereich der *florigemma*-Bank wird Riffkalkstein großteils von Nerineen/Solenoporen-Kalkstein (MF-Typ 7) überlagert. Verti-

kales Riffwachstum setzte sich also nur stellenweise bis auf die Höhe der Nerineenlage fort. Dementsprechend ist die Oberfläche der Riffe uneben. Aus diesen Beobachtungen ergibt sich insgesamt eine uhrglas- oder haubenförmige Riffgeometrie (z.B. Taf. 4/1). Ihr Umriss in der Aufsicht, die wahrscheinlich vom Strömungsregime bestimmt wird (Wallace & Schaferman, 1977), lässt sich aufgrund der eingeschränkten Aufschlussverhältnisse nicht ermitteln (mehr oder weniger kreisrund oder gestreckt?).

4.2.3 Räumliche Verteilung der Riffe

Angaben über die räumliche Verbreitung der Riffe in der „Vogelperspektive“ sind allgemein schwer eruiert. Die nachfolgenden Angaben beruhen auf Interpretationen der Faziesgeometrien.

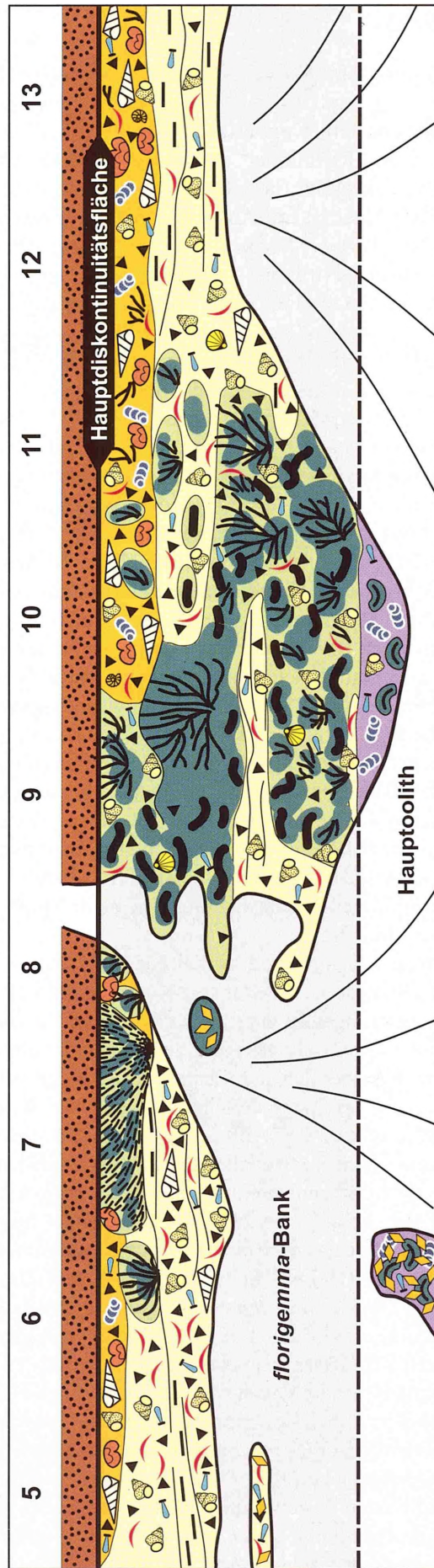
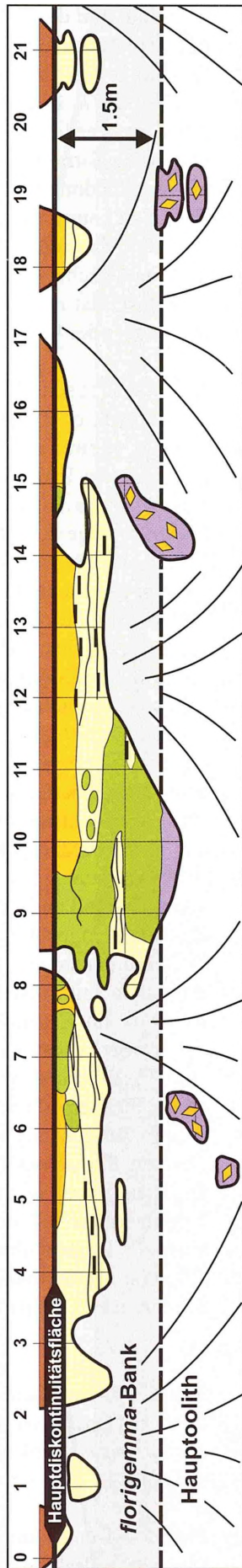
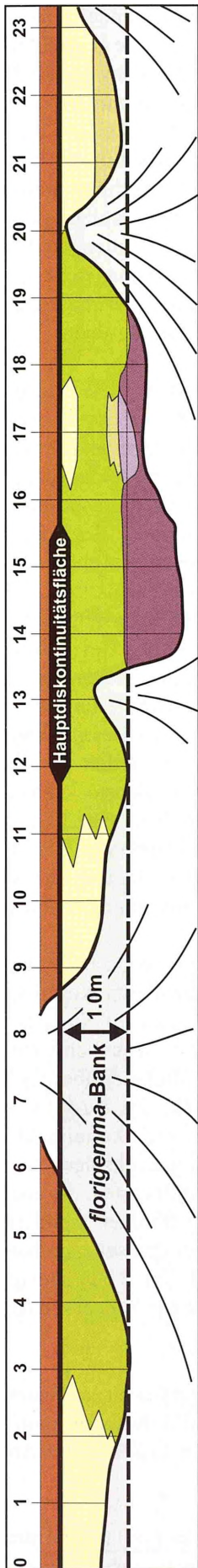
Regionale Verteilungsmuster/Unterschiede: Die Riffe sind allgemein gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilt. Es gibt keine regionalen Unterschiede hinsichtlich der Riffgröße und ihrer Häufigkeit (Rifffazies versus Zwischenrifffazies).

Abstände der Riffe voneinander: Der Abstand der Riffe variiert zwischen wenigen Metern und vermutlich mehreren 100 m. Große Abstände von mehreren 100 m werden durch die zweidimensionalen Traversen oder Aufschlüsse der *florigemma*-Bank vorgetäuscht, sind aber unwahrscheinlich. Der durchschnittliche Abstand zwischen den Riffen beträgt vermutlich nur wenige 10er-m.

Flächenerfüllung: Etwa 10% der Fläche des damaligen Meeresbodens werden von Rifffazies eingenommen. Die restlichen 90% der Fläche entsprechen lagunären Zwischenriffablagerungen.

Abb. 50 - Fazieskartierung der *florigemma*-Bank (grau hinterlegt; weiß: Liegendes and Hangendes) im Steinbruch Pötzen (oben, Profil Pö-III) und im Klippenprofil Paschenburg (mitte und unten, Profil Pa-I); Meter-Rasterung. Obere und mittlere Abbildung: Übersichtskartierung zur Darstellung der Faziesgeometrie. Untere Abbildung: Detailkartierung des Bereichs zwischen 4.5 m und 13.5 m des Klippenprofils an der Paschenburg. Legende: Abb. 49.

Fig. 50 - Facies mapping of the *florigemma*-Bank Member (grey, in the background; white: footwall deposits and overlying strata) in the Pötzen quarry (at top, section Pö-III) and at the cliff section Paschenburg (middle and bottom, section Pa-I); scale in meter. Figure at top and in the middle: Schematic sketch of the facies architecture of the *florigemma*-Bank Member. Figure at bottom: Detail of figure above showing facies distribution of the Paschenburg section between 4.5 m and 13.5 m. Legend: fig. 49.



4.2.4 Aufbau der Riffe und Gefüge der Riffbildner

Nur **wenige Korallenarten** (*Thamnasteria dendroidea*, *Fungiastrea arachnoides*, *Th. concinna*) und **mikrobielle Karbonate (Thrombolith)** beteiligen sich als „Riffbildner“ am Riffaufbau. Eine Zonierung oder sukzessive (horizontale oder laterale) Abfolge der Riffbildner ist mit Ausnahme der *Th. concinna*- und *F. arachnoides*-Inkrustierung der Flanken der *Th. dendroidea*-Gestrüppe (s.u.) nicht erkennbar (Abb. 51). Insgesamt sind 13 Korallenarten innerhalb der Riffe nachgewiesen (Kap. 3.4; Abb. 37); die wenigstens sind jedoch Riffbildner. In den meisten Riffen ließen sich lediglich 3 bis 5 Korallenarten belegen. Das artenreichste Vorkommen umfasst 9 Arten (Klippenprofil am Ramsnacken, Abb. 38).

Thamnasteria dendroidea ist der wichtigste Riffbildner (Abb. 37-38). In der Regel wachsen die ramosen Korallenstöcke innerhalb der Riffe dicht gedrängt und bilden undurchdringliche Dickichte oder **Gestrüppe** (*Thamnasteria dendroidea*-Gestrüpp). Die *Th. dendroidea*-Gestrüppe erreichen Ausmaße von über 10m Durchmesser und 2-3m Höhe (Abb. 51). Ausschnitte solcher ausgedehnten Gestrüppe sind beispielsweise am Klippenprofil am Amelungsberg-Südhang (Helm & Schülke, 1998) oder an einer Forstwegböschung im Höllental (Abb. 53) aufgeschlossen. Ob die Riffe aus einer Ansammlung isolierter *Th. dendroidea*-Gestrüppe oder aus einem einzigen zusammenhängen Gestrüpp mit „amöbenartiger“ Gesamtgestalt bestehen, lässt sich Aufschlussbedingt nicht klären. Wahrscheinlich sind beide Möglichkeiten verwirklicht.

In den Gestrüppen verzahnen sich nebeneinander wachsende *Th. dendroidea*-Kolonien mit den Kolonien nachfolgender Generationen. Einzelne Kolonien sind nur schwer oder gar nicht gegeneinander abgrenzbar. Im Randbereich der Gestrüppe ist die Wuchsorientierung der Äste gewöhnlich schräg zur Seite (Helm & Schülke, 1999: Abb. 2), so dass hier einzelne Kolonien durch ihren fächerartigen oder ausladenden Aufbau erkennbar sind (Abb. 43A; Helm & Schülke, 1998: Abb. 4). Im Zentrum und oberen Abschnitten dominiert eine nach oben gestreckte Wuchsorientierung der Äste (Helm & Schülke, 1998: Abb. 4). Das räumliche Verteilungsmuster der unterschiedlichen *Th. dendroidea*-Wuchsformen (vgl. Abb. 40) lässt innerhalb der Gestrüppe kein System erkennen.

Eine Besonderheit ist in den im Steinbruch Haddessen und in den Klippenprofilen am Südwesthang des Bakeder Berges erschlossenen Riffen ausgebildet. In Randbereichen von *Th. dendroidea*-Gestrüpp befinden sich fladenförmige Korallenstöcke von *Th. concinna* und *F. arachnoides*, die zur Seite bis schräg nach unten wachsen (Abb. 49, 52, 55-56). Die Korallenstöcke sind von mikrobiellen Karbonaten überkrustet,

die wiederum das Substrat für nachfolgende Generationen plattiger Korallenstöcke bilden. Die geschilderte Abfolge lässt sich über eine Erstreckung bis 80cm verfolgen. *Th. concinna* und *F. arachnoides* sind im Aufschluss artlich oft nicht trennbar, weil sie die gleiche Wuchsform aufweisen und umkristallisiert sind. Vermutlich dominiert *Th. concinna*. Anschnittbedingt lässt sich kaum zwischen einzelnen Kolonien unterscheiden, da nach Teilabsterben der Kolonien wiederholt ein seitliches Sprossen von Korallenplatten erfolgte. Typisch ist in Längsschnitten ein sägezahnartiges Auffingern der Kolonieränder nach schräg-oben (Abb. 55A).

Der Bewuchs seitlicher und überhängender Gestrüpp-Bereiche durch *Th. concinna* und *F. arachnoides* ließ sich nur in zwei Vorkommen nachweisen, ist aber typisch für die Riffe. Vergleichbare Auskleidung oder Bewuchs von Riffhöhlräumen durch inkrustierende fladenförmige Korallen (*Thamnasteria*, *Isastrea*?) beschreiben Bertling & Insalaco (1998) aus oberjurasischen Korallenriffen des Pariser Beckens.

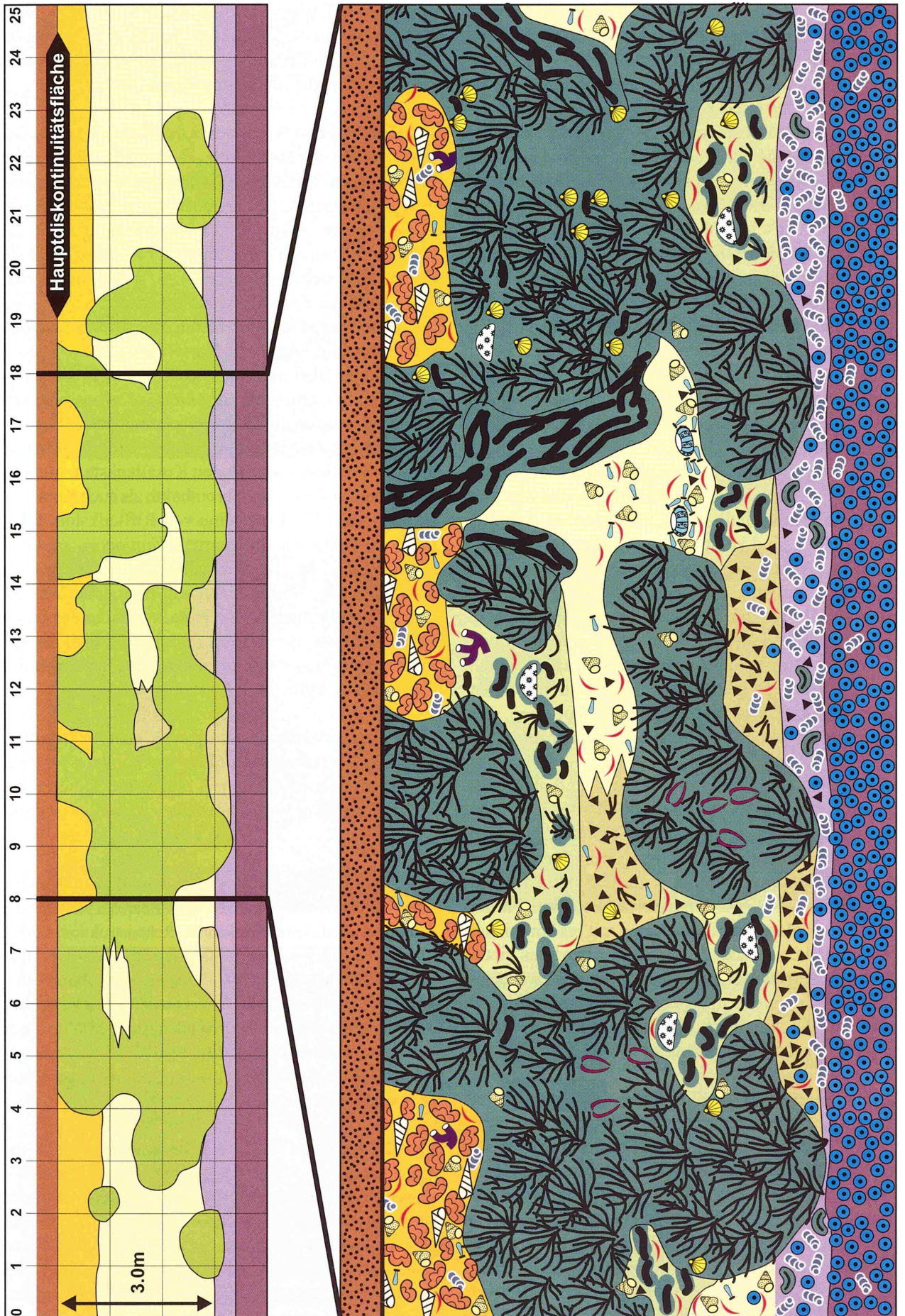
Die mehr oder weniger undurchdringlichen *Th. dendroidea*-Gestrüppe schließen eine Besiedlung durch andere Korallenarten nahezu aus. Es verbleiben aber stets bis mehrere m³-große „Lücken“, die entweder seitlich an Gestrüpp angrenzen oder Gestrüpp unter- bzw. überlagern. Diese Bereiche werden von anderen Korallenarten, insbesondere Korallenstöcken von *Fungiastrea arachnoides* (Taf. 30/3-6; Abb. 39, 54) und untergeordnet *Thamnasteria concinna* (Taf. 31/6) eingenommen. Die Korallenstöcke bilden einen lockeren Bestand und sind im fossilreichen mikritischen Kalkstein eingebettet (Abb. 54).

Der Volumenanteil von *Th. dendroidea*-Gestrüpp und Bereichen mit clusterartig angereicherten Korallenstöcken von *F. arachnoides* und *Th. concinna* am Riffaufbau variiert von Riff zu Riff. Gewöhnlich dominiert *Th. dendroidea*-Gestrüpp. Es kommen aber auch kleine Fleckenriffe vor, in denen *Th. dendroidea*-Gestrüpp (weitgehend) fehlt. Sie sind durch Ansammlungen von *F. arachnoides*-Kolonien gekennzeichnet.

Die Riffe führen noch weitere Korallenarten, die aber aufgrund ihrer Seltenheit keine „Riffbildner“, sondern allenfalls Riffbewohner sind. Unter den seltenen Korallen ist *Cladophyllia cf. rollieri* (Taf. 31/1) häufig. Sie entwickelt kleine Kolonien, die am Außenrand der

Abb. 51 - Schematische Darstellung der Gestalt und Faziesarchitektur eines idealisierten Fleckenriffs (Rekonstruktion!) der florigemma-Bank im Längsschnitt. Legende siehe Abbildung 49.

Fig. 51 - Scheme illustrating morphology and facies distribution of an idealized patch reef (reconstruction!) of the florigemma-Bank Member. See figure 49 for legend.



Gestrüppe und im Niveau der Nerineenlage am häufigsten sind. *Cl. cf. rollieri* kommt auch als Riffschutt-komponente (Koloniebruchstücke) in den MF-Typen 4 und 7 vor. Insgesamt ist die Art im Aufschluss unauffällig, leicht mit *Th. dendroidea* zu verwechseln und deshalb „unterrepräsentiert“. *Isastrea sp.* tritt vereinzelt in isolierten Exemplaren auf (Abb. 51). Kleine Kolonien von *Goniocora socialis* (Taf. 31/5) kommen stets außerhalb der *Th. dendroidea*-Gestrüpp vor und sind insgesamt selten. Weitere Arten (cf. *Meandראה sp.*, *Stylina tubulifera*, *Latomeandra sp.*, *Pseudocoenia sp.*) sind nur durch Einzelfunde oder wenige Exemplare bekannt.

Eine **lokale Besonderheit** ist im Korallenvorkommen am Ramsnacken (Abb. 4B) ausgebildet, da dort neun Korallenarten nachgewiesen sind (Abb. 38). Drei Arten (*Latiastrea cf. variabilis*, *Pseudocoenia cf. limbata*, cf. *Meandראה sp.*) sind nur von dieser Lokalität bekannt (Taf. 27/4; 31/3-4; 32/1-2). Sie ließen sich mit mehreren Exemplaren belegen und sind dort offensichtlich relativ häufig. Da die Korallenstöcke aus dem Hangschutt unterhalb des Klippenprofils stammen (Lesesteine), sind keine Aussagen über fazielle oder räumliche Verteilungsmuster der jeweiligen Arten im Riffbereich möglich.

Mikrobielle Karbonate bzw. **Thrombolithe** (Kap. 4.3) sind wesentlich am Riffaufbau beteiligt, und zwar sowohl als Binder als auch Bildner (Kap. 4.2.6). In den Riffen entspricht das Skelettvolumen der Korallenstöcke ungefähr dem Thrombolith-Volumen. Der Thrombolith-Anteil tritt in Riffen mit nur geringem Anteil an *Th. dendroidea*-Gestrüpp zurück.

Mikrobielle Karbonate sind überwiegend an die *Th. dendroidea*-Gestrüppe gebunden, da die große Gesamtoberfläche der Kolonien die Besiedlung durch Mikroben ermöglichten und forcierten. Einerseits sind die *Th. dendroidea*-Äste von mikrobiellen Krusten eingehüllt (Taf. 30/1-2), andererseits überzieht Thrombolith die Kolonien und Gestrüppe mit bis cm- bis selten dm-dicken Krusten (Abb. 59C). Allerdings gibt es aber auch große Kolonien von *Th. dendroidea* in Lebendstellung ohne mikrobielle Inkrustierung.

Innerhalb der Anschnitte der *Th. dendroidea*-Gestrüppe treten wiederholt bis m³-große Riffbereiche mit Thrombolith auf, worauf bereits Helm & Schülke (1998) verweisen. In den Thrombolith-Massen sind aber stets Korallenstöcke verteilt, von denen das Wachstum mikrobieller Karbonate ausging. Korallenstöcke an der Basis der Riffe weisen allgemein eine weniger ausgeprägte Inkrustierung durch mikrobielle Karbonate auf, zur Dachfläche der *florigemma*-Bank hin nimmt die Intensität des Thrombolith-Bewuchses tendenziell zu. Die fladenförmigen Korallenstöcke von *F. arachnoides* und *Th. concinna* außerhalb bzw. in den „Lücken“ des *Th. dendroidea*-Gestrüpps sind nur im geringen Maße von mikrobiellen Karbonaten umkrustet. Die

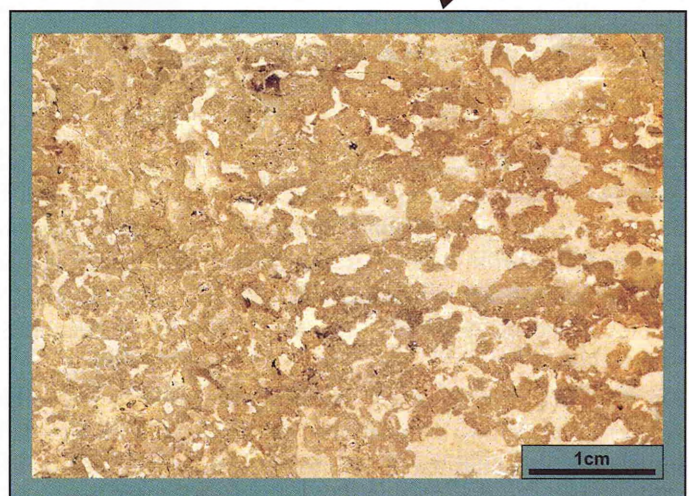
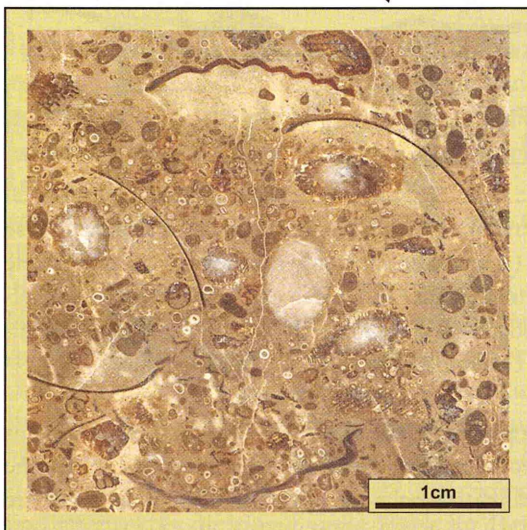
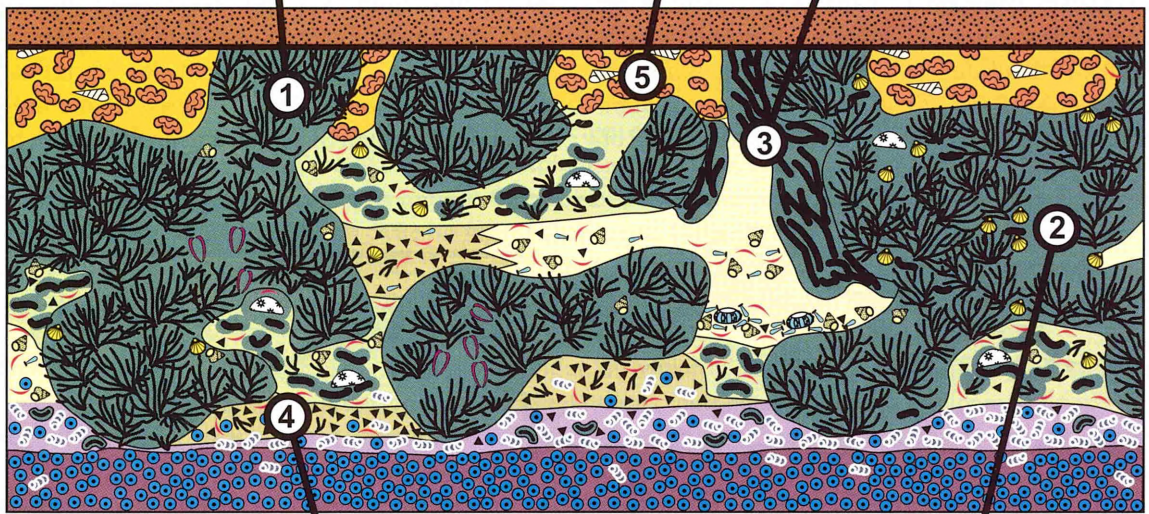
mikrobiellen Karbonate befinden sich bevorzugt auf den Unterseiten der Kolonien. Aufgrund ihrer verhältnismäßig geringen Bedeutung verbinden sie die Korallenstöcke auch nicht zu einem stabilen Gerüst.

Das **Korallenvorkommen von Kessiehausen** im nordwestlichen Süntel (Abb. 4A) weicht von den hier beschriebenen Riffen ab. Es befindet sich in einem kleinen, auflässigen Kalksteinabbau im Niveau der Basis der *florigemma*-Bank. An der Böschung des nahezu zugewachsenen Aufschlusses ist auf wenigen dm² Fläche Riffkalkstein erschlossen. Dort stehen dickstämmige *Thamnasteria dendroidea*-Kolonien an, deren Äste bereichsweise zu submassiven Koloniebereichen verschmolzen sind (Abb. 41). Die Korallenstöcke weisen ausgeprägte Überzüge von inkrustierenden Organismen, z.B. Serpeln, und mikrobiellen Karbonaten auf. Auffällig ist auch die hohe Zerbohrungsrate. Fast alle Bohrspuren (*Gastrochaenolites* und *Trypanites* ichnosp.) befinden sich in den Korallenästen, nur selten schneiden sie sowohl Thrombolith als auch Korallenskelett (Abb. 42). Lesesteine von Riffkalkstein führten noch weitere Korallenarten: *Goniocora socialis*, *Pseudocoenia sp.*, *Stylina tubulifera*, *St. cf. limbata* (Abb. 38), die ästige oder hemisphärische Wachstumsformen repräsentieren. Die Korallenstöcke der Lesesteine sind von fossilreichen, oolithischen Kalksteinen umschlossen und stammen aus dem Basisbereich der *florigemma*-Bank.

Einige Riffe werden von einem **Massenvorkommen von großen Rotalgenknollen** (*Solenopora jurassica*) überlagert (*Solenopora* biostrome facies nach Helm & Schülke, 1998). Am eindrucksvollsten ist diese

Abb. 52 - Darstellung einiger Faziestypen, die maßgeblich am Riffaufbau beteiligt sind bzw. im Riffbereich vorkommen. Bildmitte: idealisiertes Fleckenriff (Rekonstruktion, s. Abb. 51); 1: *Thamnasteria dendroidea*-Gestrüpp (MF-Typ 8); 2: Thrombolith (MF-Typ 8); 3: *Th. concinna*- und *Fungiastrea arachnoides* als seitlicher Bewuchs der *Th. dendroidea*-Gestrüpp (MF-Typ 8); 4: Riffschuttkalkstein (MF-Typ 5); 5: Solenoporen-Anreicherung (MF-Typ 7). 1, 5: Geländeaufnahme; 2-3: Gesteinsanschliff; 4: Dünnschliff. Legende siehe Abbildung 49.

Fig. 52 - Schematic sketch of an idealized patch reef in the center (see Figure 51) and field photographs (1, 5), polished slabs (2-3) and thin sections (4) showing the distribution of a few facies types. 1: *Thamnasteria dendroidea* thicket (MF type 8); 2: thrombolite (MF type 8); 3: *Th. concinna*- and *Fungiastrea arachnoides* encrusting *Th. dendroidea* thicket (MF type 8); 4: reef debris limestone (MF type 5); 5: accumulation of solenoporids (MF type 7). 1, 5: field view; 2-3: polished slab; 4: thin section. See Figure 49 for legend.



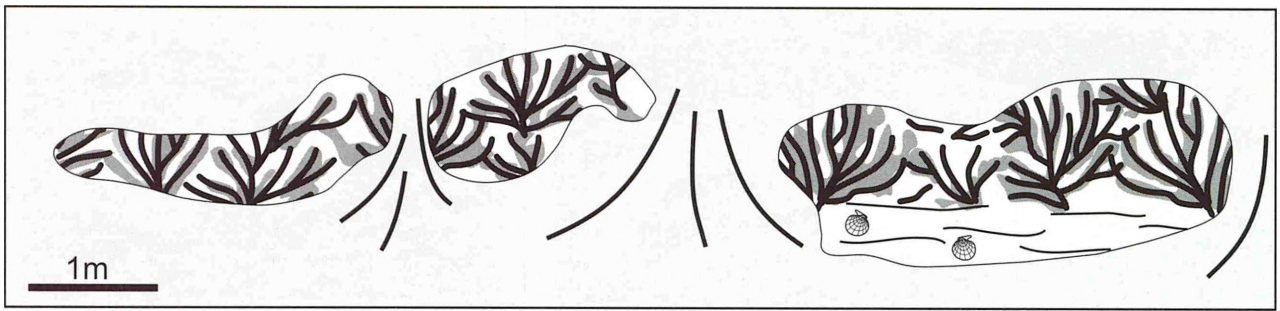


Abb. 53 - Forstweg-Profil (Böschung) erschließt auf ca. 8.5m im Streichen Riffkalkstein der *florigemma*-Bank (hier: *Thamnasteria dendroidea*-Gestrüpp). Rechts: *Th. dendroidea*-Gestrüpp überlagert gebankten mikritischen Kalkstein (MF-Typ 5). Profil Höllental-II.

Fig. 53 - Forestry road cut exposing reef limestone of the *florigemma*-Bank Member (width of the field is about 8.5m) that consists of *Thamnasteria dendroidea* thicket. On the right: *Th. dendroidea* superimposed on bedded micritic limestone (MF type 5). Section Höllental-II.

Fazies im Klippenprofil am Amelungsberg-Südhang aufgeschlossen (Helm & Schülke, 1998, 1999). Weitere Vorkommen befinden sich im Steinbruch Haddessen und im Klippenprofil an der Paschenburg (Abb. 50-52). Dieses Phänomen ist nur verwirklicht, wenn Nerineen/Solenoporen-Kalkstein (Nerineenlage, MF-Typ 7) über Riffkalkstein (MF-Typ 8) hinweggreift, sich jedoch Teile des Riffs (*Th. dendroidea*-Gestrüpp) bis in das Niveau der Nerineenlage erstrecken. Die Rot-

algen-Knollen sind in muldenförmigen Vertiefungen zwischen den Gestrüppbereichen in dichter Anordnung angereichert. Sie sind gewöhnlich bis faustgroß, maximal kopfgroß und weitgehend autochthon überliefert (in Lebendstellung, verkippt, kurzräumig umgelagert). Das Massenvorkommen von Rotalgenknollen repräsentiert ein fazielles Äquivalent des Nerineen/Solenoporen-Kalksteins (Nerineenlage), da die biogenen Komponenten dem Sediment entsprechen, welches das

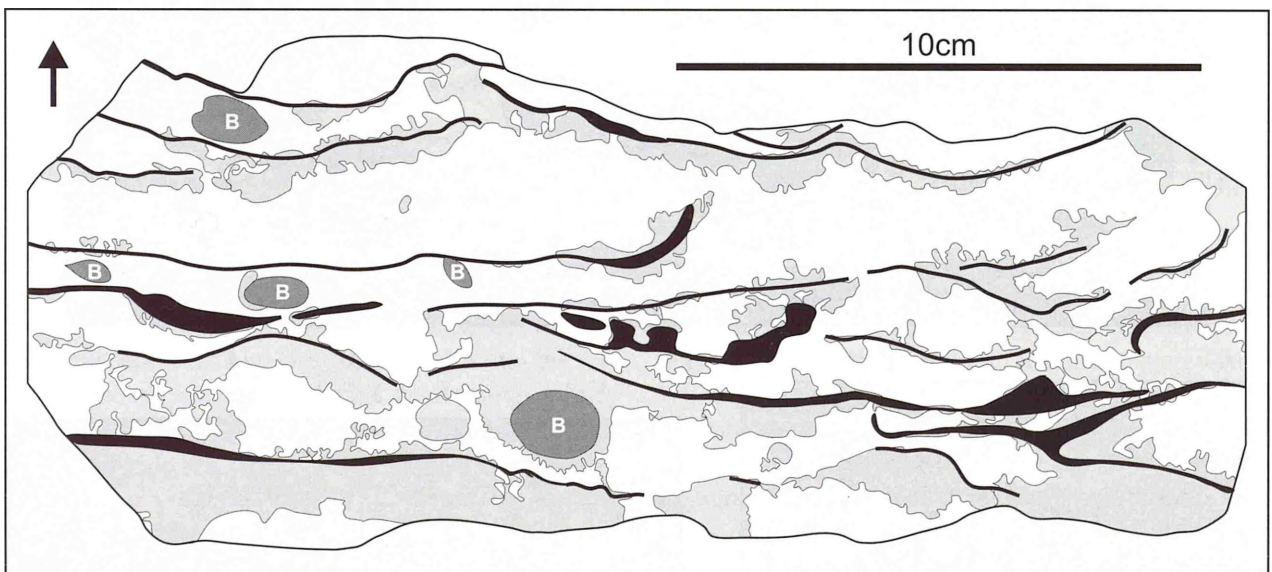


Abb. 54 - Schemazeichnung von Riffkalkstein (Gesteinsanschliff, senkrecht zur Schichtung). Angeschnitten sind foliose übereinandergestapelte Korallenplatten von *Fungiastrea arachnoides* (schwarz,). Sie werden örtlich durch mikrobielle Krusten (hellgrau), die bevorzugt die Unterseiten der Platten überziehen, miteinander verbunden und stabilisiert. In Zwickelposition befinden sich rhynchonellide Brachiopoden (dunkelgrau). Mikritischer Kalkstein (weiß) nimmt verbleibende Hohlräume nach der biogenen Inkrustierung ein. Profil Münchhausen Ställe; Gesteinsanschliff Mü-I-0.9m.

Fig. 54 - Line drawing of reef limestone, cut perpendicular to bedding planes. Laminary *Fungiastrea arachnoides* plates (black) are overgrown by microbial crusts (light grey) that are largely confined to the undersides of the plates. Partly, the microbial crust mutual intergrowth forms a delicate framework. Interstices between the coral plates and microbial crusts are inhabited by rhynchonellid brachiopods (dark grey). The coral plates and thrombolite veneers are embedded in a micritic matrix (white). Section Münchhausen Ställe; polished slab Mü-I-0.9m.

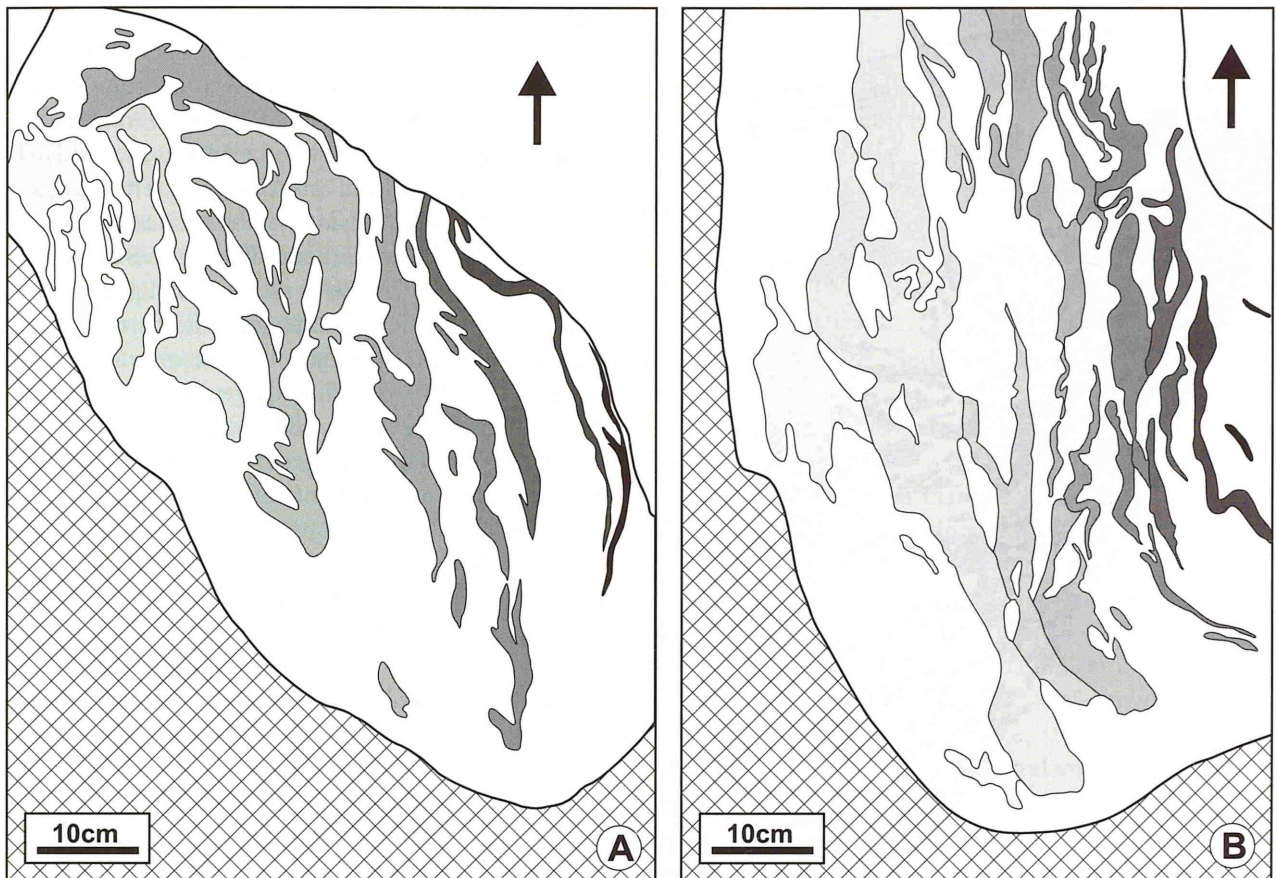


Abb. 55 - Die Schemazeichnungen von Riffkalkstein (Pfeile zeigen nach oben) zeigen eine Wachstumsabfolge von plattigen *Thamnasteria concinna*- und *Fungiastrea arachnoides*-Kolonien (hellgrau bis schwarz) und Thrombolith (weiße Flächen um die Korallenstöcke) am Rand von *Th. dendroidea*-Gestrüpp zweier Fleckenriffe (A und B). Das Wachstum bzw. die Ausrichtung der Korallenstöcke erfolgte zur Seite bis schräg nach unten. Unterschiede in den Grautönen spiegeln das unterschiedliche Alter der Korallenstöcke (schwarz: „alt“, hellgrau: „jung“) und somit die zeitliche Wachstumsabfolge wider. Kreuzsignatur: mit fossilführendem Allomikrit aufgefüllte Riffhöhlräume. A: Profil Bakeder Berg-SW; B: Steinbruch Haddessen.

Fig. 55 - Reef limestone of two patch reefs (A and B) showing an alternation of platy *Thamnasteria concinna* and *Fungiastrea arachnoides* colonies (black to light grey) together with thrombolite (white areas around coral colonies); the arrows point to stratigraphic top. The colonies are in vertical and oblique position with upper surfaces facing sideward-down. They have a flat to slightly knobby surface and taper out to the margins. Growth stages of coral colonies are marked by different color: black (oldest colonies) to light grey (youngest colonies). Cross-hatched: reef cavities filled with fossiliferous allomictrite. A: Section Bakeder Berg-SW; B: Haddessen quarry.

Riff seitlich umgibt (MF-Typ 7). Der Unterschied besteht lediglich in den wesentlich größeren und dichter angeordneten Rotalgenknollen. Mit zunehmender Entfernung vom Riff nehmen Größe und Häufigkeit der Rotalgenknollen rasch ab und das Massenvorkommen geht sukzessive in Nerineen/Solenoporen-Kalkstein der Nerineenlage über.

Die Überlagerung von oberjurassischen Korallen-Thrombolith-Riffen und -Biostromen durch Rotalgenknollen ist ein verbreitetes Phänomen (Geister & Lathuilière, 1991; Schmid, 1996: 220; Dupraz & Strasser, 1999). In seltenen Fällen sind Solenoporaceen sogar so häufig und nestartig angereichert, dass sie Fleckenriffe bilden (Nose, 1995: 37, 86). Solenoporen sind ebenso für die *florigemma*-Bank im Deister typisch. Dort überlagert eine im Streichen über mehrere

Kilometer durchhaltende Solenoporenlage ein Korallen-Thrombolith-Biostrom (Helm & Schülke, 2000b).

4.2.5 Riffhöhlräume und riffinterne Sedimente

Riffhöhlräume

Für fossile und rezente Korallenriffe sind Riffhöhlräume (James, 1983: growth cavities) charakteristisch, die durch das Wachstum der Riffbildner erzeugt werden (vgl. Scoffin, 1993; Laternser, 2001: 109). Sie entstehen durch den Prozess der „Überdachung“ (James, 1983: roofing over).

Während des Oberjura bleiben solche Riffhöhlräume auf Korallen-Thrombolith-Riffe beschränkt (Leinfelder et al., 1994; Bertling & Insalaco, 1998). Sie können



Abb. 56 - In Lebendstellung überlieferter Korallenstock von *Thamnasteria concinna* und seine biogene Überkrustung durch Thrombolith (Schemazeichnung eines Gesteinsanschliffes, der Pfeil zeigt die Orientierung des Handstücks an). Der plattige Korallenstock (grau, jährliche Wachstumschichtung durch Linien nachgezeichnet) wächst schräg nach unten. Die Kolonieoberseite wurde post mortem von dicken mikrobiellen Karbonaten überzogen (schwarz). Sie wachsen digitierend zur Seite; einzelne „Äste“ tendieren dazu, sich schräg nach oben zu erstrecken. Allomikrit füllt verbleibenden Hohlräume auf (weiß). Steinbruch Haddessen; Handstück Had-(7.4/2.3).

Fig. 56 - Line drawing of reef limestone showing *Thamnasteria concinna* colony (grey, with growth banding: black lines) in growth position (arrow points to stratigraphic top). The growth direction of the plate-shaped colony is downward. The downward facing upper colony surface is encrusted by thrombolite (black) which forms finely digitating and anastomosing columns. Individual columns taper downward to oblique upward when place for growth is available. Remaining interstices are filled with lime mud (white). Haddessen quarry; hand sample Had-(7.4/2.3).

nach Laternser (2001) ein Anteil von bis zu 30% am Riffvolumen einnehmen. Auch ihre Größe kann beträchtlich sein; Taylor & Palmer (1994) beschreiben Riffhöhlräume in Korallen-Thrombolith-Riffen (riffbildende Koralle: *Calamophylliopsis* sp.) mit Füllvolumen im Kubikmeterbereich.

Auch in den Riffen des Untersuchungsgebietes sind Riffhöhlräume ausgebildet. Sie haben aber in Relation zum gesamten Riffvolumen nur eine geringe Bedeutung, da sie maximal wenige Volumenprozent des Riffvolumens einnehmen. Gut aufgeschlossen sind Riffhöhlräume in den Riffen am Amelungsberg-Südhang (Helm & Schülke, 1998), im Steinbruch Haddessen und an den Felsklippen am Bakeder-Berg-SW. Sie entstanden dadurch, dass *Th. dendroidea*-Gestrüppe seitlich expandierten und sich überhängende Riffbereiche entwickelten (Abb. 52). Sobald benachbarte Gestrüppe im Laufe des Riffwachstums gegeneinander stießen, wurden bis mehrere dm³-große Riffhöhlräume erzeugt. Die Riffhöhlräume verzüngen sich demzufolge nach oben und haben im Anschnitt eine dreieckige Gestalt. In den Riffen befinden sich nicht nur – wie oben geschildert – Riffhöhlräume, sondern auch eine Vielzahl kleiner Hohlräume. Dazu gehören alle Zwickel, die nach der Inkrustierung der Korallenstöcke durch mikrobielle Karbonate und Organismen innerhalb der (buschförmigen) Kolonien und zwischen den Kolonien verblieben.

Riffinterne Sedimente

In den untersuchten Riffen gab es ursprünglich genügend Riffhöhlräume und kleinere riffinterne Zwickel, die im Laufe des Riffwachstums mit Sediment aufgefüllt wurden (Abb. 51). Das Füllmaterial besteht vorwiegend aus fossilreichem mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4), der auch die Riffe seitlich umgibt. Gute Fossilhaltung und autochthone bis parautochthone Fossilüberlieferung sind typisch; Riffschutt (MF-Typ 5) kommt seltener vor. Insbesondere die mikritische Matrix der Füllsedimente neigt zur Dolomitisierung und fällt im Aufschlussbereich durch Ockerfärbung auf. Eine besondere Situation liegt in den Riffhöhlräumen vor. Sie erweisen sich als regelrechte „Fossilfallen“, da deren Basis durch Fossilanreicherungen gekennzeichnet sein kann. Zum Beispiel führte ein Riffhöhlraum des im Steinbruch Haddessen erschlossenen Riffes (Abb. 51) sehr gut erhaltene Fossilien (reguläre Seeigel, mehrere Schneckenarten, u.a. „*Turbo princeps*“, Taf. 35/1). Auffällig ist, dass die Fossilführung nach oben abnimmt und sukzessive aussetzt, so dass mikritischer Kalkstein die Riffhöhlräume plombiert. Solch eine gradierte Füllung scheint allgemein typisch für Riffhöhlräume zu sein (Scoffin, 1993) und wurde auch in anderen oberjurassischen Korallen-Thrombolith-Riffen beobachtet (Fezer, 1988: 76). Da die Riffhöhlräume nur eingeschränkt mit der „Außenwelt“ in Verbindung standen, erfolgte ihre Auffüllung wahrscheinlich zeitlich verzögert oder langfristig (vgl. Scoffin, 1993).

4.2.6 Gildenstruktur der Riffe

Um die Assoziation der Rifforganismen näher zu beschreiben und zu charakterisieren, folge ich dem Gilden-Konzept (vgl. Fagerstrom, 1987, 1991; Stanton & Flügel, 1987). Fagerstrom (1987) unterscheidet 5 Gilden: Bildner (constructor), Sedimentfänger (baffler), Binder (binder), Bewohner (dweller) und Zerstörer (destroyer). Die Bewohner bilden gewöhnlich die umfangreichste Gilde (Fagerstrom, 1987). Die Riffe des Untersuchungsgebietes zeigen eine sehr charakteristische Gildenstruktur (Abb. 57). Die Bildner-Gilde wird von einer Korallenart, *Thamnasteria dendroidea*, dominiert, daneben sind noch zwei weitere Korallenarten (*Fungiastrea arachnoides*, *Thamnasteria concinna*) am Riffaufbau beteiligt. Organismen der Ablenker- und Binder-Gilde (abgesehen von Mikroben) fehlen. Dagegen ist die Bewohner-Gilde sehr artenreich vertreten. Riffbewohner werden im Rahmen dieser Arbeit in 4 Untergruppen aufgeteilt (Kap. 4.2.6.4), die sich durch Unterschiede in der Lebensweise ergeben. Mikroben bzw. mikrobielle Karbonate haben eine sehr große Bedeutung. Sie sind sowohl Binder als auch Bildner. Eine maßgebliche Schädigung der Riffe durch Riffabbauer ist nicht dokumentiert, so dass die Zerstörer-Gilde ohne große Bedeutung erscheint.

4.2.6.1 Bildner-Gilde (Riffbildner)

Vertreter der Bildner-Gilde bilden das primäre Riffgerüst. Sie sind durch koloniale Lebensweise und ein rigides, voluminöses Skelett gekennzeichnet, deren Hauptwachstumsrichtung nach oben gerichtet ist und erzeugen Mikrohabitate für andere Siedler (Fagerstrom, 1987, 1991; Stanton & Flügel, 1987). Nach Webb (1996) gehören auch Mikroben zu dieser Gilde, wenn mikrobiell ausgefällte Karbonate einen hohen Volumenanteil in den Riffen stellen (vgl. Helm & Schülke, 1999).

Thamnasteria dendroidea ist wichtigster Riffbildner. Ihre Kolonien und -Gestrüppe bilden die Grundlage für eine intensive Inkrustierung durch mikrobielle Karbonate. Weiterhin gehören *Fungiastrea arachnoides* und *Th. concinna* zu den Riffbildnern. Sie spielen gegenüber der dominierenden *Th. dendroidea* nur eine untergeordnete Rolle.

Mikroben, die Erzeuger von **mikrobiellen Karbonaten (Thrombolith)** sind sowohl Bildner als auch Binder. Primär gehören sie der Binder-Gilde an, weil sie auf großflächiges Hartsubstrat angewiesen sind und es in flächigen Krusten einhüllen und stabilisieren. Andererseits tragen sie mit sehr hohen Volumenanteilen, die etwa der Gesamtmasse aller Korallenstöcke gleichkommt (Kap. 4.3), zum Riffaufbau bei. Demzufolge sind sie neben *Th. dendroidea* die wichtigsten Riffbildner.

Diskussion

Es ist eine typische Situation für oberjurassische Korallen-Thrombolith-Riffe, dass mikrobielle Karbonate eine Doppelfunktion als Bildner und Binder erfüllen (z.B. Leinfelder et al., 1994; Laternser, 2001; Olivier et al., 2003). Die Beziehung zwischen buschförmigen Korallen und mikrobiellen Karbonaten, die das inkrustierte Substrat stabilisieren, stellt Nose (1995) heraus.

4.2.6.2 Sedimentfänger-Gilde

Sedimentfänger sind koloniale (z.B. Oktokorallen) oder solitäre Organismen (z.B. Seelilien), deren Hauptwachstum nach oben erfolgt. Ihre Skelette sind im Vergleich zu den Riffbildnern kleiner und delikater gebaut. Sedimentfänger üben einen mäßigenden Einfluss auf die Hydrodynamik aus und forcieren die Akkumulation von Sediment (Fagerstrom, 1987, 1991; Stanton & Flügel, 1987). Häufig sind es Pionierformen, die den Meeresboden besiedeln und die Riffentwicklung einleiten (Samtleben & Munnecke, 1999). Samtleben & Munnecke (1999: 83) weisen zudem darauf hin, dass der Begriff „Sedimentfänger“ unglücklich gewählt sei, da es nicht das Ziel der Organismen ist, Sediment einzufangen. Aus Mangel an Alternativen wird der Begriff hier beibehalten.

Sedimentfänger sind in den Riffen nicht vertreten. Allenfalls Seelilien würden dieser Gruppe angehören. Aufgrund ihrer Seltenheit zählen sie aber zu den Riffbewohnern.

Diskussion

Viele Sedimentfänger, z.B. Seelilien, besitzen biegsame Skelette, die eine Anpassung an Wasserbewegung in höherenergetischen Habitaten darstellen. In solchen Habitaten haben sie einen Vorteil gegenüber wuchsförmlichen rigiden Taxa. In den Riffen des Untersuchungsgebietes ist dieser Standortvorteil für Sedimentfänger mit biegsamen Skeletten allerdings nicht gegeben, da die Rifforganismen durch die geringe Wasserenergie nicht mechanisch beansprucht werden.

4.2.6.3 Binder-Gilde

Organismen der Binder-Gilde sind i.d.R. inkrustierend und haben ein ausgeprägtes seitliches Wachstum. Sie bilden dünne Aufwüchse oder organische „Matten“ auf dem Substrat. Durch „Brücken“ verbinden sie Skelette anderer Rifforganismen. Darüber hinaus stabilisieren sie Riffschutt und erhöhen die mechanische Stabilität der Riffbildner (Fagerstrom, 1987, 1991; Stanton & Flügel, 1987). Binder mit rigidem Skelett werden auch als „Sekundäre Gerüstbildner“ bezeichnet, da sie das „Sekundäre Riffgerüst“ („secondary framework“,

Scoffin, 1992) erzeugen. Da Organismen der Binder-Gilde durch ihre Wuchsform der Hydrodynamik kaum Widerstand entgegensetzen, ist ihr Überlieferungspotential allgemein gut, so dass sie gewöhnlich in Lebendstellung überliefert sind (Fagerstrom, 1987, 1991; Stanton & Flügel, 1987).

In den Riffen des Untersuchungsgebietes sind Mikroben bzw. mikrobielle Karbonate (Thrombolithe) sowohl Binder als auch Riffbildner (Kap. 4.2.6). Ihre Eigenschaft, flächig Hartsubstrate, vor allem Korallenstöcke von *Th. dendroidea*, zu überziehen und zu festigen, sowie ihre allgemeine Verbreitung in den Riffen, machen mikrobielle Karbonate zu hervorragenden „Bindern“. Zahlreiche fixosessile Rifforganismen erfüllen zum Teil ebenso die Definition der Binder-Gilde, da sie flächig bzw. in einer Ebene wachsen. Allerdings gehören sie der Mikro- und Mesofauna an (z.B. Bryozoen, Serpuliden) oder sind allgemein selten, so dass eine Zuordnung zu den Riffbewohnern sinnvoller erscheint. Deshalb repräsentieren ausschließlich Mikroben (bzw. mikrobielle Karbonate) die Binder-Gilde.

Diskussion

Die Auswirkung von mikrobiellen Karbonaten auf den Erhalt der Riffe und die in situ-Überlieferung der Rifforganismen ist beträchtlich. Durch die ramosen Wuchsform von *Th. dendroidea* werden große Flächen Hartsubstrat zur Besiedlung von Mikroben und zur Abscheidung mikrobieller Karbonate bereit gestellt. Zudem wird durch die bindenden Eigenschaften der mikrobiellen Karbonate eine autochthone Überlieferung zahlreicher Rifforganismen garantiert (Taf. 44/1). Das trifft sogar auf nicht-inkrustierende Organismen zu, die sich lediglich byssat (z.B. pteriaceide Muschel gen. et sp. indet.) oder mit ihrem Stiel (Terebrateln) am Riffgerüst fixierten. Sie sind doppelklappig und in Lebendstellung überliefert, da ihre Schalen durch „Brückenstrukturen“ der mikrobiellen Karbonate am Lebensort fixiert wurden (Abb. 46, 58; Taf. 34/1-2).

Mikroben spielen in den Riffen eine so große Rolle als Binder, dass sie Organismen mit flächig inkrustierendem Skelett, die sonst typische Binder sind, zurückdrängen (vgl. Fürsich & Werner, 1991). Davon sind insbesondere die Serpuliden und Bryozoen betroffen. Dies ist allgemein für Korallen-Thrombolith-Riffe typisch. Außerdem sind während des Oberjura krustenbildende Rotalgen, die in jüngeren Riffen einen sehr wichtigen Beitrag zur Stabilisierung von Riffen und Riffschutt bilden, noch unbedeutend (z.B. Leinfelder, 1994; Leinfelder et al., 1996).

4.2.6.4 Bewohner-Gilde (Riffbewohner)

Zu den Riffbewohnern gehören alle Organismen mit Bezug zum Riff, die sich nicht den anderen Gilden zu-

ordnen lassen. Riffbewohner leben im Riffbereich und/oder im Umfeld der Riffe oder haben durch ihre Lebensweise eine starke Affinität zu ihm. Sie tragen weder (maßgeblich) zur Festigung des Riffgerüsts bei, noch zerstören sie sein Gefüge (Fagerstrom, 1987, 1991; Stanton & Flügel, 1987).

In den Riffen des Untersuchungsgebietes weist die Bewohner-Gilde die größte Artenvielfalt auf. Die Riffbewohner gehören Organismen unterschiedlicher systematischer Stellung an; es sind deshalb fast alle Großgruppen der Invertebraten im Riffbereich vertreten. In der Bewohner-Gilde sind Organismen mit unterschiedlicher Lebensweise zusammengefasst. Einerseits sind es 1) auf biogenem Hartsubstrat festzementierte Organismen, die klein und/oder selten sind, also keinen nennenswerten Anteil am Riffaufbau leisten. Weiterhin gehören zu den Riffbewohnern 2) alle nicht-zementierten, sessilen Organismen, 3) epi- und infaunale Sedimentbewohner, sowie 4) vagile Benthonten, die im Riffbereich leben.

1) Auf biogenem Hartsubstrat festzementierte Organismen

Hierbei handelt es sich um die artenreichste Gruppe innerhalb der Bewohner-Gilde. Sie kommen auf Korallenskeletten und anderen Rifforganismen und/oder eingewachsen in mikrobielle Karbonate vor. Viele Arten sind durch flächiges oder allgemein seitliches Wachstum gekennzeichnet. Sie zählen nur deshalb nicht zur Binder-Gilde, da sie entweder sehr klein und unbedeutend (Mikroinkrustierer) oder zu selten sind. Allgemein umfasst die Gruppe zahlreiche Arten von Foraminiferen, Schwämmen, Serpuliden, Terebelliden, Bryozoen, Thecideen, Austern und Mikroproblematika. Selten (Profile Amelungsberg-Südhang, Grüner Altar, Ramsnacken, Bakeder Berg-SW) ist auch *Solenopora jurassica* auf Korallenstöcken festgewachsen (Taf. 34/1; Helm & Schülke, 1998: Abb. 7). Auffälligerweise bleiben die Rotalgen auf den unteren Bereich der Riffe beschränkt.

Besonders artenreich sind die **Foraminiferen** vertreten – vor allem Sandschaler. *Placopsilina*- und *Subbdelloidina*-Arten, die wahllos Karbonatpartikel (Peloide, Biodetritus, usw.) verbauen, dominieren (Taf. 12/1, 3-5). Vor allem *Haddon* sp. (Taf. 9/4, 12/2, 24/6) ist sehr großwüchsig und tritt bereichsweise massenhaft auf. Wenn *Haddon* sp. Aggregate aus neben- und übereinandergewachsenen Exemplaren bildet, die das Substrat festigen, dann ist ebenfalls eine Zuordnung zu der Binder-Gilde möglich. *Lithocodium aggregatum* ist im Riffbereich relativ selten und bewächst ausschließlich Korallenstöcke (Taf. 27/4). Stellenweise kann *L. aggregatum* auch Massenvorkommen entwickeln, die das Substrat (*Th. dendroidea*-Äste) flächig überkrusten. Weitere zementierte Sandschaler, die ausschließlich feine Quarzkörner zum

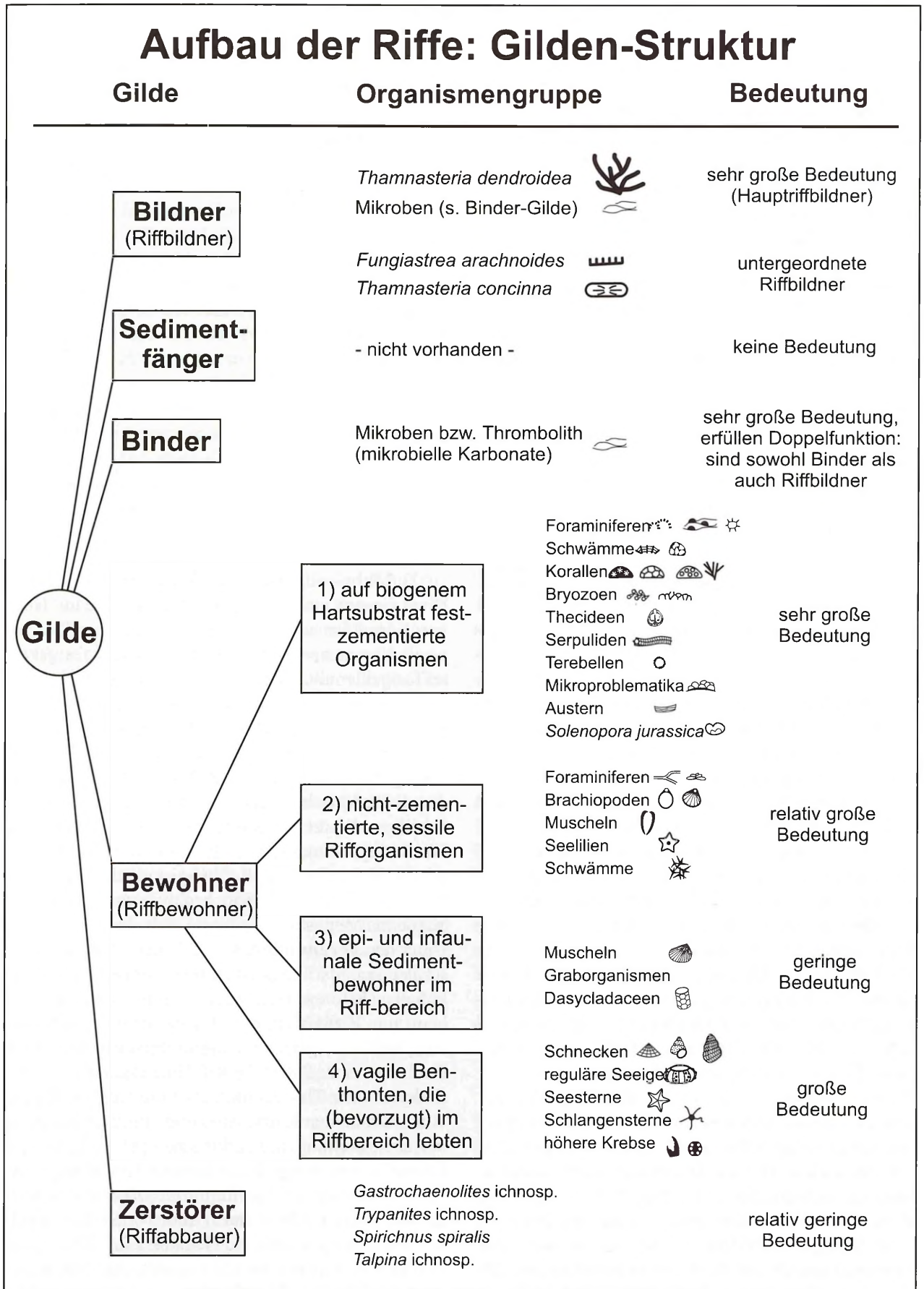


Abb. 57 - Schematischer Überblick der Gilden-Struktur der Riffe des Untersuchungsgebietes mit Auflistung und Bedeutung der Organismen, die die jeweiligen Gilden repräsentieren.

Fig. 57 - Guild structure of the reefs of the study area, assignment of organisms to a certain guild (guild membership) and importance of individual guild.

Gehäusebau nutzen (*Sorosphaera* cf. *argoviensis*, *Tolypammia vagans*, *Subbdelloidina* cf. *haeusleri*), kommen ausschließlich eingewachsen in Thrombolith vor und sind rar (Taf. 8/2-3, 20/1). Inkrustierende nubeculariide Foraminiferen bilden Massenvorkommen in mikrobiellen Karbonaten und sind allgegenwärtig (Taf. 8/4, 33/2). Außerdem treten noch inkrustierende hyalinschalige Foraminiferen der Gattung *Bullopore* auf (*B. tuberculata*, *B. laevis*, *B. cf. negevensis*, *B. cf. rostrata*; Taf. 20/1-2, 21/3).

Sämtliche in den Riffen existierende **Schwämme** gehören der Bewohner-Gilde an. Arten mit rigidem Skelett sind mit ihm auf dem Substrat (Korallenskelett, Thrombolith) festgewachsen. Dazu zählen alle pharetroniden (Taf. 25/4, 29/1; Abb. 36) und sklerospongiden Schwämme (*Neuropora*-Arten; Taf. 25/5-6, 28/1-8, 29/2-6).

Die meisten in den Riffen nachgewiesenen **Korallen**-Arten (Abb. 37-38) sind aufgrund ihrer Seltenheit Riffbewohner (vgl. Bertling, 1993a), die auf Hartsubstrat festzementiert sind. Ihre Häufigkeit sowie ihr räumliches Verteilungsmuster werden in Kap. 4.2.4 näher beschrieben.

Alle nachgewiesenen **Bryozoen**-Arten sind fixosessile, auf Hartsubstrat zementierte Riffbewohner. Taxa mit flächig ausgebreiteter Wuchsform dominieren. Sie gehören unterschiedlichen Formgattungen an (*Stomatopora*, „*Proboscina*“, „*Berenicea*“, ?*Hyporosopora*). Gewöhnlich kommen sie in einzelnen Exemplaren eingewachsen in Thrombolith vor (Taf. 33/1-3, 44/1, 46/1) oder wachsen Skeletten anderer Organismen auf (Taf. 25/6, 28/4). ?*Hyporosopora* sp. ist vor allem aus dem Fleckenriff vom Amelungsberg-Südhang bekannt und bildet dort mattenartige Überzüge am Außenrand von *Th. dendroidea*-Gestrüppen (Helm & Schülke, 1998, dort *Rothpletzella* sp.). Während diese Bryozoe dort Binderfunktion hat (Helm & Schülke, 1998), ist sie in den übrigen Riffen aufgrund ihrer Seltenheit den Riffbewohnern zugeordnet. Eine erekt-dünnstäbige Formspezies aus der Unterordnung Tubuliporina, die Hartsubstrat zur Fixierung benötigt, ist durch umgelagerte Bruchstücke in verschiedenen Faziestypen nachgewiesen. Sie war fakultativer Riffbewohner und kommt auch außerhalb des Riffbereichs vor.

Rioulina pustulosa, eine zu den **Brachiopoden** gehörende Thecideen-Art, ist im Riffkalkstein ubiquitär. Die zementierten Individuen befinden sich gewöhnlich zahlreich in Thrombolith eingewachsen oder auf Korallenstöcken fixiert (Taf. 25/5, 27/2, 28/7-8, 34/5, 45/1). Eine Wuchsorientierung ist nur bei Bewuchs tellerförmiger Korallenarten (*F. arachnoides*, *Th. concinna*) ausgebildet. Sie fixiert sich dort ausschließlich auf den Unterseiten der Kolonien (Taf. 34/4).

Serpuliden sind vermutlich durch zahlreiche Arten vertreten. Sie befinden sich sowohl aufgewachsen auf Korallenstöcken als auch in Thrombolith eingewach-

sen (Taf. 25/1, 27/4, 38/2-3, 44/1, 45/1, 46/1). Trotz ihres zumeist parallel zum Substrat verlaufenden Wachstums ist eine Ansprache als Binder nicht gerechtfertigt, da ihr Anteil am Gesamtvolumen der Riffe unbedeutend erscheint.

Terebellomorphe Polychaeten gehören zu den inkrustierenden Riffbewohner. „*Terebella*“ *lapilloides* ist ubiquitär und kommt massenhaft eingewachsen in Thrombolith vor (Taf. 37/1). Demgegenüber sind „*Terebella*“ sp.1 (Taf. 37/3) und „*Terebella*“ sp.2 (Taf. 37/4), die Korallenstöcken aufwachsen, bedeutungslos. Nur wenige Individuen zementierender Muscheln (**Austern**) ließen sich im Riffkalkstein, aufgewachsen auf Korallenstöcken, nachweisen. Sie repräsentieren insgesamt 3 Arten (*Nanogyra nana*, *Lopha* sp., cf. *Exogyra* sp.).

Verschiedene **Mikroproblematika** (*Koskinobullina socialis*, *Iberopora bodeuri*, Fächerproblematikum) kommen im Riffkalkstein als mattenartige Überzüge auf Korallenstöcken oder, sehr selten, eingewachsen in Thrombolith vor (Taf. 39/1-240/1, 44/1, 45/1). Am häufigsten ist *Koskinobullina socialis*.

2) Nicht-zementierte, sessile Organismen

Diese Gruppe umfasst Organismen, die sich mit Hilfe von Körperfortsätzen, z.B. Byssusfäden, im Riff beweglich verankerten oder an Hartsubstrat festgeheftet/festgeklemmt sind. Sie sind zwar ortsgebunden, i.d.R. jedoch im gewissen Grade beweglich. Hierzu zählen verschiedene Organismengruppen, die unterschiedliche Strategien der Festheftung am Substrat verfolgen (Foraminiferen: z.B. Rhizopoden, Brachiopoden: Stiel, Muscheln: Byssusfäden, nicht-zementierte Seelilien: Wurzeln). Ebenfalls gehören fixosessile Weichkörper-Organismen dazu, die nur ein geringes oder kein fossiles Überlieferungspotential aufweisen (Scoffin, 1992), z.B. Weichschwämme mit unverbundenen Megaskleren.

Unter den **Foraminiferen** sind *Tritaxis lobata* (Sandshaler) und Spirillinen (involutinide Foraminiferen) fakultative Riffbewohner. Sie waren nicht auf den Lebensraum Riff fixiert, da sie auch (oder sogar bevorzugt) in Benthosgemeinschaften auftreten (Lutze, 1960; Bouhamdi et al., 2001). Im Riff lebten sie auf Korallenskeletten oder Thrombolith. Post mortem wurden sie von mikrobiellen Karbonaten überkrustet, so dass sie in Lebendstellung überliefert sind (Taf. 10/2, 19/12). Einige hyalinschalige Foraminiferen (*Tentilenticulina latens*, *Ramulina*- und *Ramulinella*-Arten) waren obligatorische Riffbewohner (Abb. 34). Sie entwickelten wurzelartig verzweigte Gehäuse (Taf. 22/1-2, 23/1) oder Gehäuse mit weiträumig ausgestülpten Kammern (Taf. 21/1-2, 24/1-5). Mit diesen speziellen Gehäusen „klemmten“ sie sich in Zwickeln oder Kleinhöhlen (Bohrlöcher, Interseptalraum von Korallen und Schwammkörpern, Abb. 36, Taf. 34/5) fest.

Terebratulide und rhynchonellide **Brachiopoden** nutzen die Riffe als bevorzugten Lebensraum, kommen aber ebenso im Zwischenriffbereich vor. Sie befestigten sich mit Hilfe ihres Stiels – wahrscheinlich hauptsächlich an Korallenstöcken. Mikromorphe „Terebrateln“, vermutlich *Zeileria humeralis*, sind an die *Th. dendroidea*-Gestrüppe gebunden. Sie sind sehr ungleichmäßig verteilt: Bereichsweise besiedelten sie in sehr hohen Individuendichten die Zwischenräume im Geäst (Abb. 58, Taf. 34/1-2), meistens fehlen sie aber. Rhynchonellide Brachiopoden mieden dagegen die *Th. dendroidea*-Gestrüppe. Sie bleiben im Riffbereich vorwiegend auf Positionen in/zwischen *F. arachnoides*- und *Th. concinna*-Stöcken beschränkt und treten dort gesellig auf (Abb. 54). Mit sehr hohen Abundanz sind sie z.B. im Riffkalkstein des Steinbruchs Haddessen belegt (Abb. 49).

Es kommen wenige Arten von byssaten **Muscheln** vor, die durch ihre spezielle Lebensweise an die Riffe gebunden sind. Sie befestigten sich mit Hilfe von Byssusfäden am biogenen Hartsubstrat (Korallenstöcken). Dadurch sicherten sie sich einen Platz oberhalb des Sedimentspiegels. Hierzu gehört eine Art pteriaceider Muscheln (Abb. 46A, 58), die den Rand der *Th. dendroidea*-Gestrüppe besiedelte. Stets tritt sie clusterartig, also in dichter Anordnung von Individuen auf (Abb. 46B). Unauffälliger und seltener ist *Barbatia* sp. (Taf. 36/9-11), die Riffbereiche außerhalb des Gestrüpps bevorzugte. Zudem fanden „nistende Muscheln“ Schutz in kleinen Hohlräumen des Riffs, insbesondere in verlassenen Bohrlöchern lithophager Muscheln.

Fundumstände sprechen dafür, dass auch **Seelilien** (cf. „*Isocrinus*“ sp., cf. *Chariocrinus* sp.) bevorzugt oder ausschließlich die Riffe als Lebensraum nutzten. Sie verankerten sich mit Hilfe von Wurzeln direkt im Lockersubstrat zwischen den Rifforganismen. Aufgrund ihrer nach oben orientierten Wuchsortorientierung und ihres biegsamen Skelettes wären sie die einzigen Organismen, die der Sedimentfänger-Gilde angehören würden. Wegen ihrer Seltenheit (Kap. 3.11) werden sie hier der Bewohner-Gilde zugerechnet.

Auch demospongide **Schwämme** mit unverbundenen Megaskleren zähle ich zu dieser Gruppe. Es sind verschiedene Arten von tetractinelliden Demospongiern mit calthropen oder triänen Megaskleren (Abb. 35, Taf. 25/1-2, 27/1-3), pachastrelliden Demospongiern mit dichotriänen Megaskleren (Taf. 26/1-6) und halichondriden Demospongiern mit Amphioxen (Taf. 27/4-5). Diese Weichschwämme sitzen zu Lebzeiten mit ihrem Weichkörper dem Hartsubstrat auf. Sie sind Zwickelbewohner und lebten verborgen innerhalb von *Th. dendroidea*-Kolonien oder im -Gestrüpp. Der formvariable Schwammkörper passte sich den räumlichen Gegebenheiten an. Deshalb waren sie befähigt, verwinkelte Resthohlräume auszukleiden (Abb. 35, Taf.

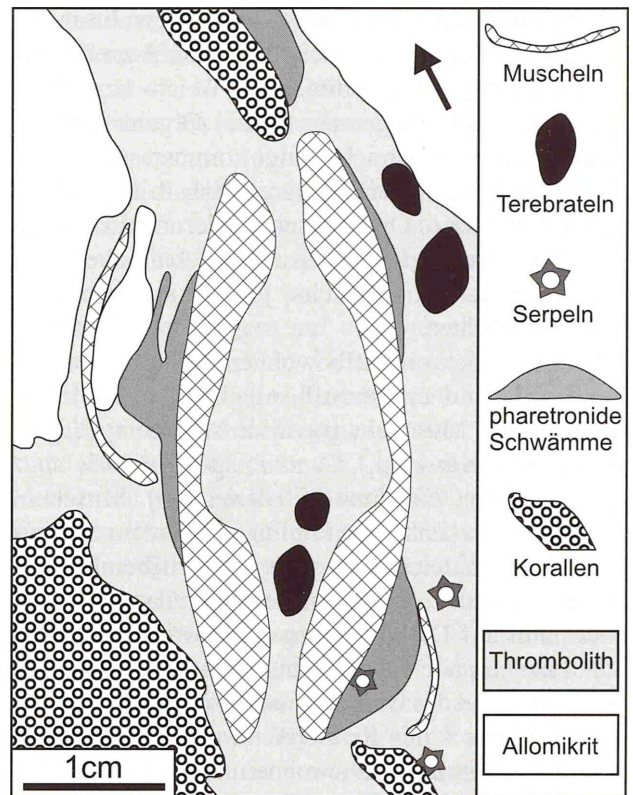


Abb. 58 - Riffkalkstein mit in situ überlieferter pteriaceider Muschel gen. et sp. indet. und mikromorphen Terebrateln zwischen Ästen von *Thamnasteria dendroidea*. Muschelschalen und Korallenäste sind von halbkugeligen pharetroniden Schwämmen bewachsen. Mikrobielle Karbonate (mit eingewachsenen Serpeln) umhüllen die Rifforganismen und verbinden sie miteinander. Schemazeichnung von Dünnschliffen (Dünnschliffe P92a und P92b); Klippenprofil am Amelungsberg (Am).

Fig. 58 - Reef limestone exhibiting an in situ preserved bivalve (pteriaceid bivalve gen. et sp. indet.) and scattered small terebratulid brachiopods between branches of *Thamnasteria dendroidea*. Bivalve shells and coral branches are overgrown by flat, hemispherical pharetronid sponges. Microbial crusts (with intergrown serpulids) envelope the skeletal metazoans resulting in a rigid reef framework. Line-drawing of thin sections (thin sections P92a and P92b); cliff section at Amelungsberg (Am).

27/4). Direkter Kontakt zu Korallenskeletten ist selten, da die Weichschwämme auf kryptische Mikrohabitate im Riffgerüst spezialisiert waren, die erst durch die Inkrustierung der Korallenstöcke durch mikrobielle Karbonate entstanden. Vereinzelt kommen sie auch in verlassenen Bohrmuschellöchern vor (Taf. 26/4). Die rigide Verbindung des Schwammes mit dem Substrat erfolgte erst während seines Absterbens. Dabei werden sukzessive organische Substanz des Schwammes durch mikrobielle Karbonate ersetzt und die Schwammnadeln in situ fixiert (vgl. Delecat et al., 2001).

3) Epi- und infaunale Sedimentbewohner

Hierunter fallen Organismen, die im Riffbereich epi- oder infaunal in den Sedimenten (Weich- bzw. Festgründen) lebten. Allgemein sind es Organismen mit Affinität zum Riffbereich. Einige kommen ausschließlich im Riffbereich vor. Sie waren deshalb an die Riffe gebunden. Andere Organismen wiederum nutzten die Riffe als bevorzugten Lebensraum, lebten aber auch außerhalb des Riffbereichs, jedoch in geringeren Individuendichten.

Dieser Gruppe von Riffbewohnern gehören vorwiegend epi- und endobenthonische **Muscheln** an (inoceramide Muscheln, pterinide Muscheln, *Plagiostoma* cf. *laeviuscula*, „*Cyrena*“ sp. *Corbicula* sp. / *Eocallista* sp., *Entolium* cf. *corneolum*). Muscheln mit solcher Lebensweise kommen allgemein zahlreicher im Riffbereich als im Zwischenriffbereich vor. Aufgrund der unzulänglichen Datengrundlage kann hier aber nicht auf Details eingegangen werden (s. Kap. 3.8). Eine besondere Erwähnung verdient, dass die häufigste Muschel des Untersuchungsgebietes – *Camptonectes auritus* – den Riffbereich mied.

Von obligatorischen Riffbewohnern, die standfeste Substrate im Riffbereich besiedelten, zeugen ausschließlich **Spurenfossilien**. Einerseits sind es mycelartige Gangsysteme (Taf. 38/2, 40/2) in kryptischen Riffbereichen (vorwiegend in *Th. dendroidea*-Gestrüppen). Außerdem kommen sehr selten netzartige Gangsysteme (cf. *Arachnostega* ichnosp.) (Taf. 46/1) vor, die auf kryptische Mikrohabitate – Bohrlöcher von Muscheln – beschränkt sind.

Dasycladaceen verankerten sich mit Rhizomen im weichen Substrat. Allerdings sind alle Dasycladaceen fragmentiert und umgelagert, so dass Aussagen über ihren Lebensort spekulativ erscheinen. Die parautochthone Überlieferung von *Anisoporella? cretacea* (Taf. 7/7-9) spricht aber dafür, dass die Art ausschließlich im Riffbereich und direkten Umfeld der Riffe wuchs. Da die Art faziell an die Nerineenbank (MF-Typ 7) gebunden ist, bleibt sie auf Bereiche beschränkt, wo Nerineen-/Solenoporen-Kalkstein Riffkalkstein überlagert bzw. sich mit Riffkalkstein verzahnt.

4) Vagile Benthonten, die (bevorzugt) im Riffbereich lebten

Taphonomische Studien an rezenten Riffen zeigen, dass **vagile Riffbewohner**, z.B. Schnecken, gewöhnlich post mortem in Riffhohlräume gespült oder im Riffbereich bzw. in den riffumgebenden Sedimenten abgelagert werden (Zuschin et al., 2000). Das heißt, die beweglichen Organismen werden parautochthon überliefert und die Fossilfunde spiegeln normalerweise die Faunenzusammensetzung der vagilen skeletttragenden Riffbewohner wider (Zuschin et al., 2000). Insbesondere in Riffhohlräumen besitzen Organismen ein ausgesprochen gutes Überlieferungspotential, da sie und

das einbettende feinkörnige Lockersediment vor Aufwirbelungs- und Umlagerungsvorgängen verschont bleiben (Scoffin, 1993). Eine nennenswerte Faunenverfälschung durch Umlagerungsprozesse ist auch für alle anderen fossilreichen mikritischen Sedimente des Riffbereichs (MF-Typ 4) auszuschließen, da die geringen Wasserströmungen dazu nicht ausgereicht haben dürften. Ausnahmen bilden See- und Schlangensterne, deren Skelette disartikulieren und in Einzelteilen leicht verdriftet werden (Donovan, 1991; Brett et al., 1997). Fast alle mobilen Organismen (Ausnahme: Napfschnecken), die im Riffbereich auftreten, lebten auch in anderen Habitaten. Sie waren nicht auf die Existenz von Riffen angewiesen. Viele nutzten jedoch das Riff als bevorzugten Lebensraum.

Zu den riffbewohnenden vagilen Benthonten zählen viele Schnecken- und Echinodermenarten. Auch „höhere Krebse“ gehören zu dieser Gruppe. Sie sind fast ausschließlich durch Koprolithen belegt.

Mikromorphe „Napfschnecken“ sind Riffspezialisten (Helm, 2004), von denen mindestens drei Arten (*Patella minuta*, cf. *Emarginula* spp.) dokumentiert sind (Taf. 36/5-6, 37/6). Sie lebten als Weidegänger u.a. in den *Th. dendroidea*-Gestrüppen, wo sie in Zwickelposition in situ überliefert sind (Taf. 45/1). Umgelagerte(?) Exemplare sind auch aus dem Riffschutt-kalkstein (MF-Typ 5) bekannt (Abb. 18).

„*Bulla*“ cf. *hildesiensis* (Taf. 35/2), „*Turbo*“ *princeps* (Taf. 35/1), cf. *Asperilla* sp. (Taf. 35/3), cf. *Neritopsis* sp., „*Trochus*“ sp., *Ampullina turbiniformis*, cf. „*Buccinum*“ *parvulum* und Pleurotomarien sind weitere riffbewohnende Schnecken. *Metriomphalus*-Arten und „*Cerithium*“ cf. *limaeforme* sind sowohl riffintern als auch außerhalb des Riffbereichs in bestimmten Faziestypen (MF-Typen 4 und 7) ubiquitär. Besonders zahlreich sind sie im Riffbereich (Taf. 35/8-9). Dagegen zeigen Nerineen („*Nerinea*“ *fasciata*, „*Nerinea*“ cf. *visurgis*) keine Affinität zu den Riffen (Kap. 2.2: MF-Typ 7, Kap. 3.7).

Paracidaris florigemma, der im Untersuchungsgebiet häufigste **reguläre Seeigel**, ist in verschiedenen Faziestypen verbreitet. Er kommt sowohl im Riffbereich als auch außerhalb vor und war fakultativer Riffbewohner. Reste von weiteren, wesentlich selteneren regulären Seeigeln (*Paracidaris* cf. *blumenbachii*, *Hemicidaris intermedia*, *Hemicidaris* cf. *hoffmanni*, cf. *Polydiadema* sp., Taf. 36/1-2) sind ausschließlich im Riffbereich in fossilreichen mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 4) überliefert. Insbesondere *Hemicidaris intermedia* erweist sich als typischer Riffbewohner (Kap. 3.11). **Seesterne** und **Schlangensterne** (*Ophioderma spectabilis*) sind ebenfalls durch Skelettelemente in Schlamm-rückständen nachgewiesen. Seesterne scheinen häufiger, Schlangensterne insgesamt selten und unbedeutend gewesen zu sein. Darüber hinaus zeigen Anomuren-Koprolithe (*Fav-*

reina multicanalis, *F. cf. tabasensis*, *Palaxius salataensis*) in fossilreichen mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 4) die Existenz von drei Arten „höherer Krebse“ im Riffbereich auf (Kap. 3.10).

Diskussion

Der Artenreichtum der Bewohner-Gilde ergibt sich durch Habitatvielfalt im Riffbereich (Ziegler, 1992). Zudem nutzten die Bewohner die vorhandenen Nahrungsquellen unterschiedlich (Kap. 4.5.5). Insbesondere die *Th. dendroidea*-Gestrüppe bieten verschiedene Mikrohabitate bzw. ökologische Nischen (Kap. 4.2.7), die einer Vielzahl insbesondere kleinwüchsiger Organismen (Mikro- und Mesofauna) als Lebensgrundlage dienen.

Zahlreiche Riffbewohner inkrustieren zwar flächig, werden aber aufgrund ihrer relativen Seltenheit im Vergleich zum Volumen mikrobieller Karbonate nicht zu den Bindern gezählt. In ihrer Gesamtheit verstärken sie jedoch das Riffgerüst, so dass ihnen die Rolle als „sekundäre Riffbildner“ (Scoffin, 1992) zukommt. Auch Weidegänger und Raspeler („rasper“), die mit ihren Zähnen lebende Korallen beschädigen können (z.B. Seeigel und Fische, Kap. 4.2.6.5), zählen zu den Riffbewohnern, da von ihnen keine Zerstörungsspuren belegt sind.

Die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Riff-Biozönose, also die Gemeinschaft lebender Organismen während des Riffwachstums, lässt sich anhand der fossilen Überlieferung nur annähernd ermitteln. Durch die ausgezeichneten Überlieferungsbedingungen der Riffe des Untersuchungsgebietes ergeben sich allerdings eine außerordentlich gute Dokumentation und Rekonstruktion der Riffbewohner. Auf biogemem Harts substrat festzementierte Organismen (1) und alle nicht-zementierten, sessilen Organismen (2) sind in Lebendstellung überliefert. Epi- und infaunale Sedimentbewohner (3) sowie vagile Benthonten, die im Riffbereich lebten (4), sind zumindest parautochthon. Sicherlich lebten noch zahlreiche Weichkörperorganismen in den Riffen (vgl. Rasmussen und Brett, 1985), deren Existenz sich im fossilen Riffkalkstein allerdings nicht belegen lässt. Damit entspricht die Gemeinschaft abgestorbener Riffbewohner weitgehend einer Thanatozönose.

Die Riffbewohner verminderten den „Konkurrenzkampf“ durch Anpassung an unterschiedliche ökologische Nischen im Korallenriff. Die auf dem Untergrund zementierenden Organismen (1) und alle nicht-zementierten, sessilen Organismen (2) waren auf Harts substrat angewiesen. In den *Th. dendroidea*-Gestrüppen sind sie besonders arten- und zahlreich, da die ramosen Kolonien großflächig Harts substrat zum Bewuchs bereitstellten. Zudem kommen sie auch aufgewachsen auf oder eingewachsen in mikrobiellen Karbonaten vor, die die Korallenäste einhüllen. Verfügbarkeit von Hart-

substrat war in den Gestrüppen limitierender Faktor und „Raumkampf“ hatte eine hohe Bedeutung (vgl. Jackson et al., 1971; Jackson, 1977; Sebens, 1982). Vor allem die Inkrustierer mussten sich gegen Mikroben durchsetzen, da letztere omnipräsent waren und kontinuierlich mikrobielle Karbonate erzeugten. Das schnelle Wachstum mikrobieller Karbonate ergibt sich bereits aus dem Aufbau flächig inkrustierender Organismen, z.B. schichtig wachsenden Bryozoen. Deren Kolonieränder fingern auf und verzahnen sich mit Thrombolith (Abb. 33/1). Dementsprechend hielt das Wachstum mikrobieller Karbonate mit dem Höhenwachstum fixosessiler Organismen mit. Dennoch bestand jederzeit die Gefahr des Überwachsen-werdens. Von Vorteil waren deshalb fixosessile Organismen mit linearem Wachstum. Sie entsprechen dem „Läufer-Typ“ (Bishop, 1989: „runner“) oder zählen zu den passiv-mobilen Organismen (Jackson & Hughes, 1985). In diese Kategorie gehören Serpuliden, Terebellen, viele inkrustierende Foraminiferenarten (*Tolypammina* sp., *Haddonina* sp., *Bulloporea*-, *Ramulina*- und *Ramulinella*-Arten) sowie Bryozoen der Formgattungen „*Proboscina*“ und *Stomatopora*. Insbesondere die Bryozoen vom „Läufer-Typ“ waren durch eindimensionales Wachstum befähigt, Distanzen zu überwinden und „neues“ Substrat zu erobern (vgl. Bertling, 1994). Bei ihnen bestand also nicht die Gefahr, dass mikrobielle Karbonate deren Wachstumszentren überwachsen. Nach Jäger et al. (2001) verhindert bei einigen Serpuliden-Arten ein korkenzieherförmiger Endabschnitt zusätzlich das Überwachsen-werden. Stationär lebende, fixosessile Organismen sind allgemein robuster gebaut als die passiv-mobilen (vgl. Jackson & Hughes, 1985). Einige setzten sich gegenüber Raumkonkurrenten durch, indem sie rasch in die Höhe wachsen. Dazu gehören zahlreiche inkrustierende sklerospongide und pharetronide Schwämme mit rigidem Skelett, die sehr klein und durch domartig aufgewölbten oder knolligen Wuchs gekennzeichnet sind. In vergleichbaren rezenten Habitaten zählen den jurassischen Formen nahestehende Taxa zu den „aggressiven“ Raumkonkurrenten (Jackson, 1977). Gewöhnlich setzen sie chemische Stoffe ein, um sich gegen Konkurrenten, z.B. Bryozoen, durchzusetzen (Jackson & Buss, 1975). Ob sich solche Szenarien auch auf das fossile Material übertragen lassen, bleibt ungeklärt, ist aber durchaus wahrscheinlich. Auffällig ist zudem, dass die Larven von *Neuropora* sp.2 das Mikrorelief berücksichtigten, da die Schwamm skelette gewöhnlich aufgewölbten Substratbereichen aufsitzen (Taf. 28/1-4). Dieses Siedlungsverhalten lässt sich als Strategie zur (passiven) Abwehr gegen Raumkonkurrenten deuten.

Auch die Thecideen waren im geringem Maße befähigt, in die Höhe zu wachsen. Sie vergrößerten im Laufe des Lebens die zementierte Klappe, so dass sich die

Kommissur zunehmend vom Substrat weggestreckt bzw. mit dem Wachstum mikrobieller Karbonate Schritt hielt. Entsprechende Beobachtungen an rezenten Thecideen in kryptischen Habitaten schildern Jackson & Hartman (1971).

Bei vielen zementierenden Organismen (Bryozoen vom „*Berenicea*“-Typ, *Koskinobullina socialis*, *Iberopora bodeuri*) wuchsen jüngere über ältere Kolonieteile, jedoch war die vertikale Wachstumsrate sicherlich gering. Die Größenzunahme durch Knospung am Frontalrand führte dagegen zu rascher seitlicher Ausbreitung, insofern Raumkonkurrenten fehlten (vgl. Jackson & Hughes, 1985). Die festzementierten Foraminiferen waren aufgrund ihrer geringen Größe gegenüber Mikroben „konkurrenzschwach“. Sie waren auf raschen Generationswechsel angewiesen, der ihren Fortbestand garantierte.

Einige Foraminiferen – *Tritaxis lobata*, *Tentilenticulina latens* und Spirillinen – hefteten sich lediglich am Hartsubstrat fest. Sie waren befähigt, mit ihrem Substrat, i.d.R. mikrobiellen Karbonaten, mitzuwachsen, so dass keine Gefahr durch Überkrustung bestand.

Der Vorteil der Brachiopoden in den Gestrüppen mit einem Stiel befestigten terebratuliden und rhychnelliden lag in ihrem leicht erhöhten Standort. So bestand kaum die Gefahr zu Lebzeiten von mikrobiellen Karbonaten überkrustet zu werden. Außerdem nutzten die Brachiopoden gegenüber den inkrustierenden Organismen des „Ground-Layers“ andere Nahrungsquellen. Sie gehören deshalb Bestandteil einer anderen trophischen Zone.

Das nestartige Auftreten der Terebrateln ist für diese Organismengruppe typisch (vgl. Palmer & Fürsich, 1981; Fezer, 1988: 47; Vallon, 2003:42) und lässt sich auf ihren Reproduktionszyklus zurückführen. Die Larven der Terebrateln können sich nur einige Stunden bis wenige Tage frei schwimmend fortbewegen. Wenn um den Lebensort der Eltern keine oder nur geringe Strömungen herrschen, siedeln sie in unmittelbarer Nähe (Brugger, 1999).

Byssat am Riffgerüst festgeheftete Muscheln waren durch ihren Standort oberhalb des Sedimentspiegels für viele Fressfeinde unzugänglich. Außerdem profitierten sie von der höheren Wasserzirkulation, die ihnen bessere Ernährungsbedingungen bot.

Als filtrierende Organismen beziehungsweise Detritusfresser profitierten die epi- und infaunalen Organismen riffinterner Weich- und Festböden von den besseren Nahrungsbedingungen durch den Anfall von reichlich Biomasse. Zudem fanden sie im Riffbereich Schutz vor Fressfeinden, beispielsweise besiedelten nistende Muscheln Bohrkavernen und andere Kleinhöhlen (vgl. Harper & Skelton, 1993). Andererseits suchten auch vagile „Räuber“ den Riffbereich als bevorzugten Nahrungsgrund auf (s.u.), da sie durch das reichliche Nahrungsangebot angezogen wurden. Sie

lebten auf dem schlammigen Substrat und waren auf der Suche nach Fressbarem. Die meisten vagilen Benthonten waren wahrscheinlich Weidegänger, allerdings waren die Mikroben oberhalb des Sedimentspiegels in den *Th. dendroidea*-Gestrüppen für sie unzugänglich. Diese Nahrungsquelle erschlossen sich ausschließlich mikromorphe Napfschnecken. Für weitere „Kleingastropoden“ ist ebenso eine Mikroben-zehrende Ernährungsweise anzunehmen. Ihre Spezialisierung war aber nicht so ausgeprägt, da die meisten Arten auch außerhalb des Riffbereichs lebten.

4.2.6.5 Zerstörer-Gilde (Riffabbauer)

Die Zerstörer-Gilde verringert durch Bioerosion das Volumen von Riffkörpern und schwächt oder zerstört dadurch das Riff (z.B. Hutchings, 1986). Zu der Gilde gehört eine Vielzahl von Organismen, die auf unterschiedliche Weise Riffe abbauen: Bohrer (z.B. Bohrmuscheln), Weidegänger (Schnecken, Seegurken, reguläre Seeigel) und „Raspler“ (Fische) (vgl. Bak & Eys, 1975; Bromley, 1975, 1994; Geister, 1983). Der Übergang zu den Riffbewohnern ist fließend. Im engeren Sinne zählen nur die Lebewesen zu dieser Gilde, die massenhaft auftreten und durch ihre Aktivität deutlich zur Bioerosion der Riffe beitragen (Fagerstrom, 1987; Stanton & Flügel, 1987).

Fossil ist diese Gilde meistens nur durch die Zerstörungsspuren im Riffkalkstein, z.B. Bohrungen, und weniger durch die Erzeuger der Spurenfossilien selbst nachweisbar. Am wichtigsten sind allgemein bohrende Organismen, die im Riffgerüst unter der Oberfläche verborgen leben und dort selbst Schutz finden (z.B. Bromley, 1994). Sie tragen durch das Bohren im Riffkalkstein erheblich zur Bildung feinkörniger Karbonat-sedimente im Riffbereich bei (Hallock, 1988; Tudhope, 1989; Dullo et al., 1996).

In den untersuchten Riffen geht die weitaus größte Bioerosionsleistung von Bohrmuscheln aus. Weiterhin sind bohrende Würmer und sehr selten Bohrschwämme belegt (Kap. 3.14). Angebohrt sind sowohl Korallenstöcke (z.B. Abb. 42, Taf. 26/4) als auch mikrobielle Karbonate (z.B. Taf. 30/2, 46/1). Die Zerbohrungsrate der Korallenstöcke ist allgemein gering, so dass von einem vergleichsweise geringen Befall durch Bohrorganismen ausgegangen werden muss. Die Zerbohrungsrate von Thrombolith lässt sich erst durch Untersuchungen von Dünn- oder Gesteinsanschliffen quantifizieren, da die Bohrkavernen im Laufe des Riffwachstums wieder mit mikrobiellen Karbonaten oder – seltener – Allomikrit aufgefüllt worden sind und deshalb makroskopisch nicht auffallen. Insgesamt schwankt die Anbohrungsrate der Thrombolithe erheblich. Großteils weisen sie nur eine geringe Anzahl an Bohrspuren auf (vgl. Abb. 59). Andererseits kommen

auch intensiv und nach Bohrlochausfüllung wiederholt angebohrte mikrobielle Karbonate vor (Taf. 46/1).

Diskussion

Bohrorganismen befallen ausschließlich Hartsubstrate – insbesondere Karbonatuntergrund. Vor allem biogene Hartteile von Organismen (Skelette, Schalen, Gehäuse usw.) sind von Bioerosion betroffen. Korallen sind zwar allgemein anfällig gegenüber Bioerosion, können sich aber durch Polypenüberzug ihres Skelettes wirksam gegenüber bohrenden Organismen schützen (z.B. Highsmith, 1980, 1982). Dieser Schutz ist insbesondere für *Th. dendroidea* anzunehmen, da die ramosen Kolonien zu Lebzeiten großteils von Polypen besetzt waren. Abgestorbene Koloniebereiche wurden anschließend von Mikrobenfilmen überzogen; auch sie stellten einen wirksamen Schutz zumindest gegenüber Bohrmuschelbefall dar.

Die relativ geringe Zerbohrungsrate lässt sich ebenso auf die Wuchsform und den Skelettaufbau der riffbildenden Korallenarten zurückführen. Die filigranen Äste von *Th. dendroidea* stellten anscheinend kein geeignetes Substrat für die Besiedlung von Bohrmuscheln dar. Lediglich dickästige Wuchsformen weisen höhere Befallsraten von Bohrmuscheln auf (Abb. 42). Auch die *F. arachnoides*-Kolonien waren durch ihren foliosen Aufbau in Verbindung mit dem porösen Skelett gut gegenüber Bohrmuschelbefall geschützt. Außerdem ist von großer Bedeutung, dass Bohrmuscheln aufgrund ihrer Ernährungsweise an höherenergetische Habitate im Flachwasser angepasst sind; sie fehlen in niederenergetischen Milieus (z.B. Messing et al., 1990; Bromley, 1994). Darum könnten die für Bohrmuscheln sehr ungünstigen hydrodynamischen Bedingungen in den *Th. dendroidea*-Gestrüppen (Kap. 4.2.7) ein weiterer Grund dafür gewesen sein, dass Bohrmuschel-Befall weitgehend ausblieb. Exponierte Riffbereiche mit ausgeprägter Wasserzirkulation weisen wahrscheinlich deshalb intensiveren Bohrmuschelbefall auf (vgl. Taf. 30/1-2).

Auf die Bedeutung von Bohrschwämmen in oberjurassischen Korallenriffen gehen Bertling (1999), Perry & Bertling (2000), Laternser (2001) und Helm & Reuter (2003) ein. In den meisten Korallenriffen fehlen Bohrschwämme oder sind selten. Dagegen kann in Korallen-Thrombolith-Riffen der Anteil der Bioerosionsspuren von Bohrschwämmen groß sein (Perry & Bertling, 2000). Perry & Bertling (2000) vermuten eine Mikroben-zehrende Ernährungsweise der Bohrschwämme. Die Korallen-Thrombolith-Riffe des Untersuchungsgebietes weisen jedoch nur einen geringen Bohrschwammbefall auf. Dies ist erstaunlich, da Korallen-Thrombolith-Riffe im Deister und Osterwald bereichsweise durch hohe Zerbohrungsraten von Bohrschwämmen gekennzeichnet sind (Helm & Reuter, 2003). Helm & Reuter (2003) verweisen zudem

auf höhere Zerbohrungsraten von ästigen gegenüber „massiven“ Korallenwuchsformen. Sie diskutieren Unterschiede im Skelettbau als ausschlaggebend, da insbesondere dendroide und phaceloide Korallenstöcke mit dicker Korallitenwandung und Korallenstöcke mit kleinen Kelchen Bioerosionsspuren aufzeigen. Prinzipiell wäre also auch bei *Th. dendroidea* ausgeprägter Bohrschwammbefall zu erwarten (kleine Kelche, dichte Anordnung der Skelettelemente). Für das weitgehende Fehlen von Bohrschwämmen sind ungünstige Lebensbedingungen (reduzierte Hydrodynamik) innerhalb der Korallengestrüppe anzunehmen.

4.2.7 Community replacement sequence in den *Th. dendroidea*-Gestrüppen

Allo- und autogene Sukzessionen lassen sich aufgrund der autochthonen Überlieferung der Organismen im Riffkalkstein besonders gut studieren (Copper, 1988; Jones & Hunter, 1991; Scoffin, 1992; Perrin, 2000; Zuschin et al., 2000). Das trifft insbesondere auf die Besiedlung buschförmiger Korallen durch Organismen der Binder-, Bewohner- und Zerstörer-Gilde zu, wie es beispielsweise Jones & Hunter (1991) zeigen. Und zwar ändern sich infolge der kontinuierlichen biogenen Anlagerung in den buschförmigen Kolonien die Lebensbedingungen für die Rifforganismen am Standort, so dass in charakteristischer Abfolge bestimmte, an die jeweiligen Lebensbedingungen angepasste Organismen erscheinen oder aussetzen (Jones & Hunter, 1991). Das bedeutet, es ist als Bewuchs der Korallenäste eine Abfolge stets wiederkehrender Organismen zu beobachten (vgl. Schäfer, 1979: 123). Hierbei handelt sich um eine **autogene Sukzession**.

Auch das im Rahmen der Pilotstudie untersuchte Fleckenriff am Amelungsberg-Südhang zeigt eine charakteristische Besiedlungsabfolge der *Th. dendroidea*-Kolonien und -Gestrüppe. Sie wird von Helm (1997) und Helm & Schülke (1998) in Anlehnung an Jones & Hunter (1991) als „**community replacement sequence**“ („CRS“) bezeichnet und in Stadien eingeteilt, die durch bestimmte Organismen(-Assoziationen) charakterisiert sind. Die im Rahmen dieser Arbeit erfolgte Untersuchung weiterer, dem selben Riffotyp angehöriger Riffe bestätigte letztendlich die Besiedlungsabfolge, die nachfolgend kurz geschildert wird (ausführliche Darstellung und Diskussion bei Helm, 1997 und Helm & Schülke, 1998):

Zu Beginn sind die *Th. dendroidea*-Äste von Polypen besetzt und frei von fixosessilen und bohrenden Organismen. Die Sukzession setzt erst nach dem Absterben der Polypen ein. Sie wird durch Inkrustierung der Äste durch *Lithocodium aggregatum*, *Koskinobullina socialis* und *Iberopora bodeuri* eingeleitet, die in späteren Stadien nicht mehr auftreten. Außer-

dem erfolgt die Anbohrung der Korallenskelette durch Muscheln und andere Bohrorganismen (Spurenfossilien *Gastrochaenolites*, *Trypanites*, *Entobia*, *Spirichnus*). Erst danach setzen die meisten anderen inkrustierenden oder auf Hartsubstrat angehefteten Organismen ein (Serpeln, Terebelln, Bryozoen, Foraminiferen, Thecideen, sklerospongide und pharetronide Schwämme). Ebenso erzeugen Mikroben mikrobielle Karbonate, die die Korallenäste überziehen und dabei die inkrustierenden Organismen einschließen aber auch wieder neues Substrat für eine weitere biogene Inkrustierung liefern. Außerdem besiedeln Terebrateln und Napfschnecken (*Patella minuta*, cf. *Emarginula* spp.) die Gestrüppe. Mit Ausnahme von Terebelln und nubeculariiden Foraminiferen werden die meisten Organismen im Laufe der biogenen Inkrustierung seltener oder bleiben aus. Auch das Wachstum mikrobieller Karbonate setzt sich fort. Zuletzt treten demospongide Weichschwämme mit unverbundenen Nadeln auf. Sie besiedeln im finalen Stadium die verbleibenden Zwickel in den Gestrüppen. Zu den Resten von Weichschwämmen gehören auch die Amphioxen-Anreicherungen (Megaskleren von halichondriden Demospongiern), die Helm & Schülke (1998) unzutreffend als Überreste des Bohrschwammes *Aka* interpretieren (Kap. 3.3).

Diskussion

Insgesamt fällt auf, dass inkrustierende und am Hartsubstrat angeheftete Organismen vorherrschen. Das resultiert aus der großen Oberfläche der buschförmigen Korallenstöcke, die durch das Absterben der Polypen verfügbar werden. Außerdem ist der zur Verfügung stehende Zwischenraum für die Besiedler innerhalb der *Th. dendroidea*-Gestrüppe begrenzt und schließt Makrofauna weitgehend aus (vgl. Vytopil & Willis, 2001); deshalb dominiert Meso- und Mikrofauna. Andererseits schirmt das „engmaschige“ *Th. dendroidea*-Gestrüpp aber auch dessen Bewohner vor Fressfeinden, z.B. Fischen, ab (vgl. Vytopil & Willis, 2001), so dass sich die „CRS“ ungestört entwickeln konnte.

Die steuernden Faktoren der „CRS“ beschreiben und diskutieren bereits Helm & Schülke (1998) ausführlich. Ausschlaggebend ist, dass sich die paläoökologischen Rahmenbedingungen durch die biogene Anlagerung in den Gestrüppen verändern. Einerseits führt die fortschreitende biogene Anlagerung zur Abnahme der Lichtintensität innerhalb der Gestrüppe, was photoautotrophe Organismen in späteren Stadien ausschließt. Außerdem ist eine Abnahme der Hydrodynamik anzunehmen. Sie führt zur reduzierten Sauerstoffversorgung der Organismen, Anreicherung von Stoffwechselprodukten und allgemein zur Änderung des Wasserchemismus (vgl. Chamberlain & Graus, 1975; Tribble et al., 1990). Am Ende der „CRS“ liegen also kryptische Lebensbedingungen vor, die Coelobiten eine Lebensgrundlage bieten.

Die meisten Organismen sind „flexibel“ in bezug auf ihre Ansprüche an die Umweltbedingungen. Sie kommen deshalb in verschiedenen Stadien der „CRS“ vor. Zu ihnen gehören beispielsweise Bryozoen und Serpuliden, die den Korallenästen teils direkt aufsitzen aber auch später noch auf mikrobiellen Karbonaten aufwachsen. Vor allem die bis ins kryptische Stadium omnipräsenten Terebelln und nubeculariide Foraminiferen sind anspruchslos. Es gibt aber auch Organismen, die auf ein bestimmtes Milieu angewiesen sind und sensibel auf den Wechsel der Umweltbedingungen reagieren, indem sie absterben oder gar nicht erst erscheinen. Hierzu gehören einerseits anspruchsvolle Pionierorganismen, die zuerst erscheinen und andererseits Coelobiten, die auf das finale Stadium beschränkt bleiben.

Die **Pionierorganismen** stellen große Ansprüche an die Umweltbedingungen. Vermutlich sind sie vom Sonnenlicht abhängig und photoautotroph. *L. aggregatum* lebte wahrscheinlich mit Zooxanthellen in Symbiose (Schmid & Leinfelder, 1996). Bei *K. socialis* und *Iberopora bodeuri* handelt es sich vermutlich um Kalkalgen, wie es auch Dupraz & Strasser (1999, 2002) und Schlagintweit & Gawlick (2003) annehmen.

Zu den **Coelobiten**, die an kryptische Mikrohabitate mit scheinbar „ungünstigen“ Umweltbedingungen (Dunkelheit, Sauerstoffmangel, usw., Tribble et al., 1990) angepasst sind, zählen die Weichschwämme. Als aktive Filtrierer tolerieren sie geringe oder fehlende Wasserzirkulation. Nach Jackson (1977: 760) dominieren vergleichbare rezente Schämme oft in späten Stadien von Lebensgemeinschaften oder kryptischen Habitaten. Und zwar verteidigen sie sich mit chemischen Stoffen gegenüber Raumkonkurrenten (Jackson & Buss, 1975). Eben solche Strategien sind auch für fossile Vertreter annehmbar. Aufgrund ihrer unverbundenen Megaskleren weisen Weichschwämme generell nur ein sehr geringes Überlieferungspotential auf, so dass sie Rasmussen & Brett (1985) in die „nonpreservable category“ stellen. In den Riffen des Untersuchungsgebietes waren sie jedoch in Zwickelposition vor dem Zerfall geschützt. Eine besondere Rolle spielen die Napfschnecken. Sie haben sich durch morphologische Anpassung („Kleinwüchsigkeit“) perfekt an das Leben als Weidgänger in dem engräumigen, für größere Organismen unzugänglichen Habitat „Korallengestrüpp“ angepasst (Helm, 2004). Entsprechende Beobachtungen schildern Vytopil & Willis (2001) aus rezenten *Acropora*-Beständen des Großen Barriereriffes. Die Autoren zeigen den bemerkenswerten Zusammenhang zwischen der spezifischen Wuchsform ramoser Korallen (Mikrohabitat-Struktur) und kleinen Krebsen, die die „Wirtskorallen“ besiedeln. Demnach ergeben sich bereits durch unterschiedliche Gefüge der Äste („tightly branched coral species“ vs. „open-branched coral species“) ganz spezielle Besiedler-Vergesellschaftungen.

4.3 Mikrobielle Karbonate

Mikrobielle Karbonate (Riding, 2000: microbial carbonates; Leinfelder et al., 1993: microbial crusts) sind Karbonatgesteine, die durch Abscheiden von Kalziumkarbonat in und/oder auf Biofilmen entstehen (Riding, 2000). Sie gehören genetisch zu den Mikrobialithen (Syn.: Mikrobolithen, Riding, 1991), worunter durch die Aktivität von Mikroben (Mikroorganismen) organisch-sedimentär gebildete Gesteine verstanden werden. Ihre Bildung beruht auf Fällung von Mineralen und/oder Einfangen und Binden von Detritus durch Mikroben (Burne & Moore, 1987). Die **Genese von Mikrobialithen**, insbesondere den Prozess der biogen induzierten Karbonatfällung diskutieren u.a. Reitner (1993, 1997), Neuweiler et al. (1997, Hrsg., 1999) und Riding (2000).

Bisher wurde eine **Vielzahl beschreibender und klassifizierender Termini** für Mikrobialithe in die Literatur eingeführt (z.B. Thrombolith, Stromatolith, „mesoclots“, Kennard & James, 1986). Eine Vielzahl der Definitionen und Benennung haben oftmals nicht zur Klarstellung sondern zur Konfusion geführt (Schmid, 1996, hier weitere Diskussion). Auf Widersprüche und Probleme in ihrer Anwendung gehen insbesondere Riding (1999) und Shapiro (2000) ein. Die während des Oberjura verbreiteten Mikrobialithe untersucht Schmid (1996) ausführlich. Darauf aufbauend hat er eine **Klassifikation** erarbeitet, die ausschließlich auf der **Wuchsform** (Aufschlussbereich und Handstückbereich) und dem mikroskopischen **Gefüge** der Mikrobialithe beruht. Seinem Benennungsschema folge ich in dieser Arbeit, ergänzend kommen Benennungen der makroskopischen Wuchsform nach Olivier et al. (2003) hinzu.

Mikrobielle Karbonate sind **allgemein an Riffe gebunden**. Sie beteiligen sich am Aufbau von Schwamm- oder Korallenriffen/mounds des Phanerozoikum (z.B. Reitner & Neuweiler, 1995; Kiessling et al., 1999; Webb, 2001). Mikrobialith-Riffe mit nur geringem oder ohne Anteil an gerüstbildenden Metazoen sind ebenso verbreitet (Tsien, 1994; Webb, 1996). Daneben beteiligen sich mikrobielle Karbonate maßgeblich am Aufbau von Onkoiden oder sie inkrustieren Hartgründe (z.B. Schmid, 1996).

Die **Bedeutung von mikrobiellen Karbonaten** variiert während des Phanerozoikum. „Peaks“ der Mikrobialith-Verbreitung korrelieren mit der Entfaltung von Riffen. Ab der späten Kreide-Zeit nimmt die Bedeutung von mikrobiellen Karbonaten jedoch allgemein ab (Kiessling et al., 1999; Webb, 2001). Die steuernden Faktoren der **räumlichen und zeitlichen Verteilungsmuster** diskutiert Webb (1996, 2001).

Auch **während des Oberjura** sind mikrobielle Karbonate weltweit verbreitet und wichtige Riffbildner (Leinfelder et al., 1993, 1994, 2002; Leinfelder &

Schmid, 2000; Olivier et al., 2003). Sie beeinflussen das Überlieferungspotential oberjurassischer Korallenriffe erheblich (z.B. Leinfelder et al., 1993, 1996; Schmid, 1996; Ourribane et al., 2000; Olivier et al., 2003); Korallenriffe des hochenergetischen Flachwassers ohne Beteiligung von Thrombolith sind lediglich als Riffschutt überliefert (Leinfelder, 1992, 2001). Nach Leinfelder & Schmid (2000) bevorzugen mikrobielle Karbonate während des Oberjura Ruhigwassermilieu. Trotz der Einschränkung ihrer (ökologischen) Verbreitung sind eine Vielzahl oberjurassischer Korallenriffe als Korallen-Thrombolith-Riffe bzw. -Mounds ausgebildet (z.B. Nose, 1995; Insalaco et al., 1997; Schmid et al., 2001; Leinfelder, 2001).

In zahlreichen neueren Arbeiten werden ausführlicher oder zielgerichtet **mikrobielle Karbonate in oberjurassischen Korallen-Thrombolith-Riffen und -Mounds** untersucht (Sun & Wright, 1989; Gygi, 1992; Dromart et al., 1994; Schmid, 1996; Hoffmann et al., 1997; Bertling & Insalaco, 1998; Leinfelder & Schmid, 2000; Ourribane et al., 2000; Schmid et al., 2001; Säsāran, 2001; Dupraz & Strasser, 2002; Olivier et al., 2003). Die Autoren legen ihren Schwerpunkt auf die Beschreibungen und Klassifizierung von Wuchsformen (Morphologie) und Gefügemerkmalen. Zudem interpretieren sie die steuernden Faktoren der Verbreitung mikrobieller Karbonate in Korallenvorkommen und der Ausbildung bestimmter Wuchs- und Gefügemerkmale. Dagegen konzentrieren sich Leinfelder et al. (1993), Schmid (1996), Dupraz & Strasser (1999, 2002) und Schlagintweit & Gawlick (2003) auf die **Mikroinkrustierer-Assoziationen** in mikrobiellen Karbonaten. Nach diesen Autoren kristallisieren sich typische Assoziationen heraus, die von charakteristischen, milieuanzeigenden Organismen bestimmt werden.

Das Verteilungsmuster der Mikroinkrustierer im Riffbereich wird durch das Mikrohabitat kontrolliert (Helm & Schülke, 1998). Beeinflussend wirkt sich in erster Linie die Position im Riffbereich aus, innerhalb dessen z.B. die Lichtintensität neben anderen Parametern variieren. Die bathymetrische Position der Riffe wirkt sich übergeordnet auf die Verbreitung von Mikroinkrustierern und M.-Assoziationen aus (Schmid, 1996).

Angaben zur **Wachstumsgeschwindigkeit oberjurassischer Mikrobialithe** liefern nur wenige Autoren (Schmid, 1996: 117; Helm & Schülke, 1998: 95; Schmid et al., 2001; Olivier et al., 2003: 398). Es sind Schätzwerte, die sich u.a. durch gegenseitige Wachstumsbeeinflussung von skelettalen Hartteilen von Rifforganismen (z.B. in mikrobiellen Krusten eingewachsene und lateral auffingernde Bryozoenkolonien) und mikrobiellen Karbonaten ergeben (Olivier et al., 2003). Gemittelt ergibt sich eine jährliche Wachstumsgeschwindigkeit für oberjurassische Mikrobialithe in Korallenriffen von ca. 1mm im Jahr (Schmid, 1996: 1-2mm/a; Helm & Schülke, 1998: 0.1-1mm/a; Schmid et al., 2001: 1-

2mm/a; Olivier et al., 2003: <1-2mm/a). Somit steht fest, dass die Wachstumsgeschwindigkeit mikrobieller Karbonate in oberjurassischen Korallen-Thrombolith-Riffen nicht mit solcher von rezenten marinen Mikrobialithen vergleichbar ist. Beispielsweise geben Reitner (1993) und Reitner et al. in Neuweiler et al. (1997, Hrsg.) für kryptische Mikrobialithe in Riffhöhlen von Lizard Island (Great Barrier Reef) einen durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von lediglich 0.02-0.1mm/Jahr an.

4.3.1 Stratigraphische und fazielle Verbreitung im Korallenoolith

Mikrobielle Karbonate bleiben im Korallenoolith auf wenige Horizonte beschränkt (Helm et al., 2001a). Charakteristisch sind sie für die Korallenvorkommen der *florigemma*-Bank und des Hainholz-Member im Osterwald. Mit Ausnahme des Korallenbiostroms der Fossil-schicht fehlen sie in weiteren Korallenvorkommen (Helm et al., 2003a). Im Deister, Kleinen Deister und Ith ist außerdem ein geringmächtiger Onkolith-Horizont verbreitet (Helm & Schülke, 2000b), der Mikrobialithe in sphäroider Wuchsform (=Onkoide, Schmid, 1996: 126) führt.

4.3.2 Mikrobielle Karbonate der Riffe

Im Untersuchungsgebiet sind mikrobielle Karbonate maßgeblich am Aufbau der Riffe beteiligt. Mikrobielle Karbonate machen etwa 30 bis 80 % des Volumens vom Riffkalkstein aus. Die restlichen Anteile verteilen sich vor allem auf Korallenstöcke und inkrustierende Organismen.

Die Bildung mikrobieller Karbonate ist von der Existenz riffbildender Korallen abhängig. Das hängt damit zusammen, dass mikrobielle Karbonate möglichst ein flächiges Substrat für ihr Wachstum benötigen (z.B. Dupraz & Strasser, 1999; Olivier et al., 2003: 399). Es wird durch (abgestorbene) Korallenstöcke bereitgestellt. Selbst in Riffbereichen, in denen m³-große Blöcke mit Thrombolith vorliegen (Helm & Schülke, 1998, 1999), sind immer wieder Korallenstöcke eingewachsen; von ihnen ging das Thrombolith-Wachstum aus.

Wuchsformen im Handstückbereich

Die makroskopische Wuchsform mikrobieller Karbonate wird durch die Korallenwuchsform (bzw. „growth fabric“, Insalaco, 1998) und den freien Platz zum Wachstum beeinflusst (Olivier et al., 2003). In den Riffen sind Mikrobialithe mit 1) flächiger, 2) dendroider, und 3) reticulater Wuchsform (sensu Schmid, 1996) sowie 4) als nach unten wachsende Hemisphäroid-Mikrobialithe (sensu Schmid, 1996) ausgebildet.

Bei der **flächigen Wuchsform** (1) bildet Mikrobialithe dünne Krusten bis mehrere Millimeter Dicke. Mikrobialithe mit flächiger Wuchsform sind an plattige, fladen- oder tellerförmige Korallenstöcke (*Fungia* *arachnoides* und *Thamnasteria concinna*) gebunden; vor allem befinden sie sich auf den Unterseiten der Kolonien (Abb. 54, 59A). Übergänge zur reticulaten und

Abb. 59 (gegenüberliegende Seite) - Mikrobielle Karbonate (Thrombolith).

A: Fladenförmiger Korallenstock von *Fungia* *arachnoides* (Parkinson); die Unterseite ist von mikrobiellen Krusten bewachsen. Verbleibende Hohlräume sind großteils mit Allomicrit aufgefüllt; Sparit zementiert geschützte Bereiche (Geopetalgefüge). Teile des Riffkalksteins (Korallenstock einschließlich Thrombolith) sind zerbrochen und geringfügig gegeneinander versetzt worden. Auch der Allomicrit ist zerrissen; dabei entstanden Spalten (unten-links), die mit Sparit „ausgeheilt“ sind. Der Rahmen gibt die Position der Ausschnittvergrößerung wieder (s. Abb. 59/2). Profil Münchenhausen-Ställe, Dünnschliff Mü-I-1.7m.

B: Ausschnittvergrößerung aus Abb. 59/1. Vorwiegend nach unten wachsender peloidaler Thrombolith an der Unterseite von *F. arachnoides*. Das Thrombolith-Wachstum vollzog sich anscheinend Phasenweise, da horizontbeständig eingewachsene nubeculariide Foraminiferen Wachstumsunterbrechungen anzeigen (cf. Olivier et al., 2003). Profil Münchenhausen-Ställe, Dünnschliff Mü-I-1.7m.

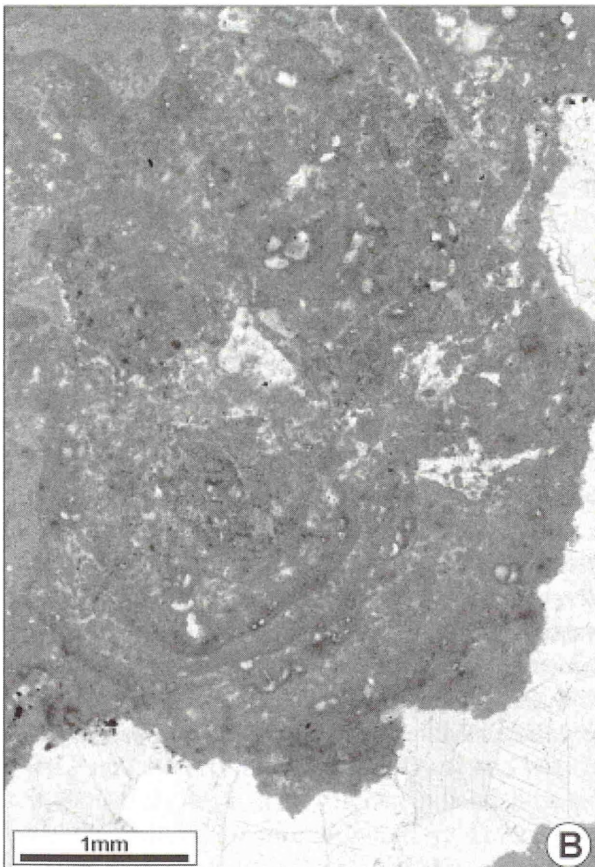
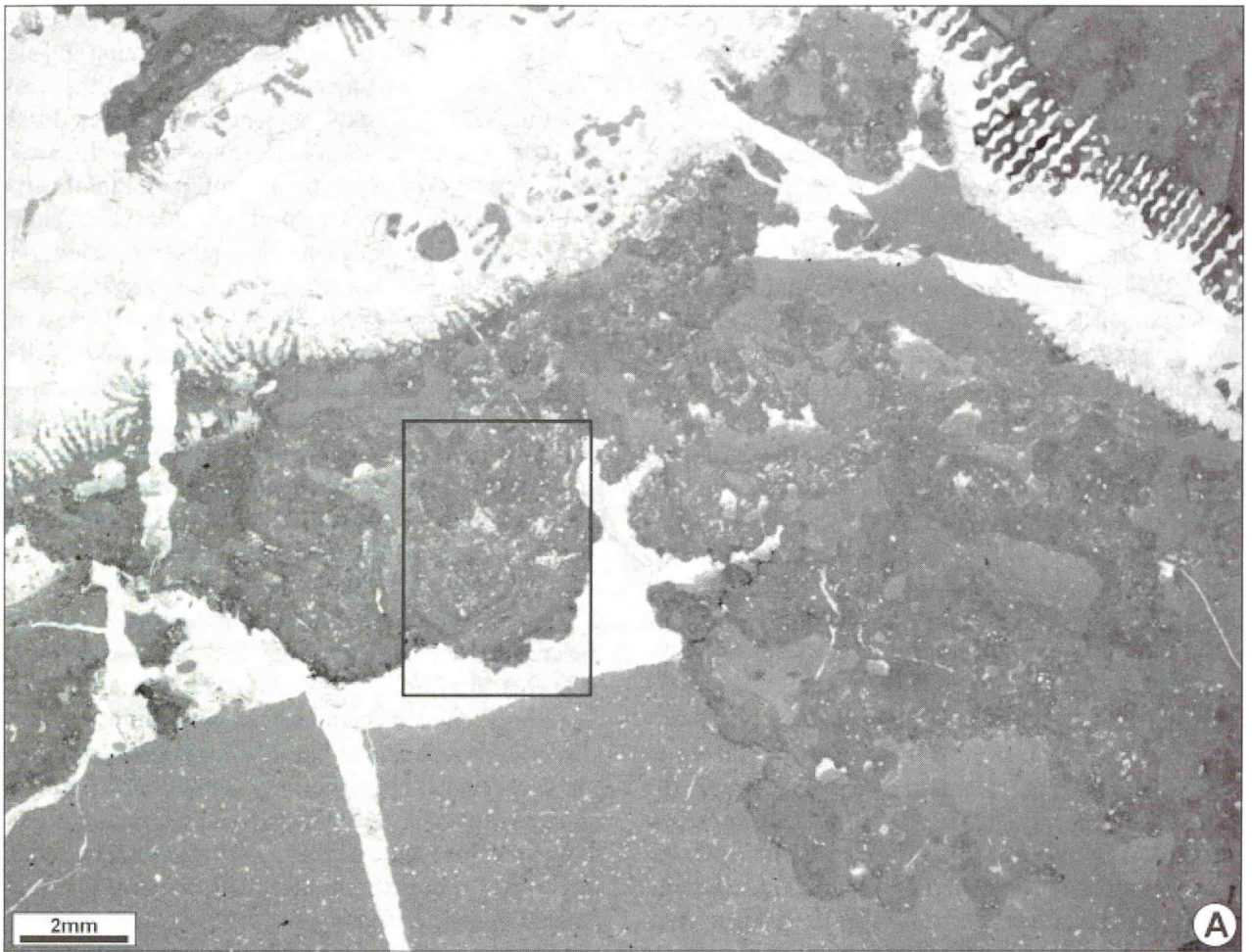
C: Thrombolith in reticulater Wuchsform. Zwickel weisen eine Allomicrit-Füllung auf, die selektiv dolomitisiert ist (helle Bereiche). Profil Haddessen, Gesteinsanschliff Had-(5.4/3.0).

Fig. 59 (opposite page) - Microbial carbonates (thrombolite).

A: Platy colony of *Fungia* *arachnoides* (Parkinson) Underplates are coated by mamillated microbial crusts. Allomicrite fills interstitial places within the framework. Remaining sheltered cavities are cemented by sparite that leads to geopetal fabric. Owing to compaction, the reef limestone is broken and fragmented. The resulting syndimentary fissures are cemented by sparite. Rectangle indicates area of fig. 59/B. Section Münchenhausen-Ställe, thin section Mü-I-1.7m.

B: The enlarged view of fig. 59/A reveals mamillated or “downward-facing hemispheroid” peloidal thrombolite covering the undersurface of the *F. arachnoides* colony. Intervening layers of attached nubeculariids point to interruption of growth and/or partially microbe-free surfaces (cf. Olivier et al., 2003). Profil Münchenhausen-Ställe, Dünnschliff Mü-I-1.7m.

C: Mamillated (reticular to digitating) thrombolite with allomicrite stored in interstitial cavities. The allomicrite is selectively replaced by dolomite (light areas). Section Haddessen, thin section Had-(5.4/3.0).



dendroiden Wuchsform sind verbreitet und für dickere mikrobielle Krusten typisch (Abb. 59C). Zudem sind in den Riffen mikrobielle Krusten allgegenwärtig, die *Thamasteria dendroidea*-Äste überziehen (Taf. 30/1-2). Ihre Entfaltung wird durch das Raumangebot in den Kolonien begrenzt, so dass sie sich eigentlich keiner der hier genannten Wuchsformen zuordnen lassen. Konsequenter wäre ihre Klassifizierung und Ansprache als Mikrobialithe mit flächiger Wuchsform, da sie die Korallenäste einhüllen.

Bei der **reticulaten** (netzförmigen) **Wuchsform** (2) bildet Mikrobialithe ein irreguläres, feinmaschiges Gefüge, das reich an kleinen Hohlräumen ist (Abb. 59/C). Typisch sind Übergänge zur **dendroiden Wuchsform** (3), worunter irregulär-dünnästige Mikrobialithe vereint sind (Helm & Schülke, 1999: Abb. 5). Mikrobialithe mit reticulater und dendroider Wuchsform entstehen, wenn genügend Raum zum Mikrobialith-Wachstum verfügbar ist. Sie bilden i.d.R. mehrere Zentimeter dicke Überzüge auf Korallenstöcken (Abb. 56) oder Riffbereiche aus Thrombolith mit nur geringem Anteil an Korallenstöcken (Helm & Schülke, 1998, 1999).

Nach unten wachsende Hemisphäroid-Mikrobialithe (4) bleiben auf „überhängende“ Randbereich der Riffe bzw. *Th. dendroidea*-Stöcke/Gestrüppe beschränkt. Solche vorwiegend abwärts orientierten, radial wachsenden Mikrobialithe entstehen eigentlich nur aus Mangel an freiem Raum für ihre Entfaltung. Tendenziell gehen sie im Laufe des Wachstums in dendroiden bis netzförmigen Wuchs über und erstrecken sich dann seitlich bis leicht aufwärts (Abb. 56). Entsprechende Wuchsformen führen Leinfelder et al. (1993) und Leinfelder und Schmid (2000) unter der Bezeichnung „downward-facing hemispheroid(s)“ an. Olivier et al. (2003) schlagen die Bezeichnung „**mamillated microbialites**“ für Mikrobialithe vor, die die Flanken („bioherm flanks“, Olivier et al., 2003) oder Unterseiten von Riffen („bioherm undersides“, Olivier et al., 2003) bewachsen. Letztere entsprechen den nach unten wachsenden Hemisphäroid-Mikrobialithen (sensu Schmid, 1996). Demgegenüber lassen sich die „mamillated microbialites“ der Bioherm-Flanken von Mikrobialithen mit dendroider Wuchsform ableiten. Und zwar sind die auffingernden Mikrobialith-Äste aus Platzmangel gezwungen, schräg nach oben zu wachsen (Abb. 56). Außerdem sind mikrobielle Karbonate mit **sphäroider Wuchsform** (Onkoide, Abb. 15-16) im Onkolith (insbesondere MF-Typ 3, untergeordnet MF-Typ 7) verbreitet; sie werden dort näher beschrieben.

Mikroskopische Ansprache nach ihrem Gefüge

Die Ausbildung mikroskopischer Gefügemerkmale der Mikrobialithe ist unabhängig von deren Wuchsform im Handstück- oder Aufschlussbereich (Schmid, 1996). Ihre Beschreibung erfolgt deshalb eigenständig. Die

Benennung der im Untersuchungsgebiet ausgebildeten Mikrostrukturen geschieht in Anlehnung an die Klassifikation oberjurassischer Mikrobialithe von Schmid (1996). Er unterscheidet drei übergeordnete Gefügeelemente bzw. Grundtypen (Thrombolith: mit peloidaler Mikrostruktur, Stromatolith: mit laminiert-partikulärer Mikrostruktur und Leiolith: mit dichter Mikrostruktur). Sie bilden die Eckpunkte eines Dreieckdiagramms und sind durch fließende Übergänge miteinander verbunden (Schmid, 1996).

Im eigenen Material sind ausschließlich mikrobielle Karbonate mit peloidaler und dichter Mikrostruktur ausgebildet. Am häufigsten sind lagige Thrombolithe (Abb. 59/B), strukturarme Thrombolithe (Taf. 44/1) und klumpige Leiolithe (Taf. 33/1); wesentlich seltener kommen rein klumpige Thrombolithe und reine Leiolithe vor (sensu Schmid, 1996).

Mikroinkrustierer-Assoziation

In den mikrobiellen Karbonate sind eine Vielzahl von Mikroinkrustierern eingewachsen (Taf. 44/1). Es gibt keine mikrobiellen Karbonate ohne Beteiligung von Mikroinkrustierern, allerdings variieren ihre Häufigkeit und ihr Artenspektrum (Helm & Schülke, 1999). Hinweise auf gravierende Wachstumsunterbrechungen (Flügel & Steiger, 1981: crypto-hardground) der mikrobiellen Karbonate und anschließende Inkrustierung der Diskontinuitätsfläche durch Mikroinkrustierer fehlen. Stattdessen sind die Mikroinkrustierer in der Regel dispers und regellos verteilt und deshalb nicht von der Existenz von crypto-hardgrounds abhängig.

Prinzipiell treten innerhalb der mikrobiellen Karbonate sämtliche inkrustierenden Organismen auf, die im Riffbereich auch skelettale Hartteile von Organismen, vor allem Korallenstöcke, bewachsen (Foraminiferen: Taf. 8/2-3, 10/1, 12/3-6, 20/1-2, 23/1-3; Bryozoen: Taf. 33/1-2, Thecideen, kleinwüchsige Schwämme: Taf. 28/1-8; usw.). Andererseits gibt es auch Organismen, die ökologisch an mikrobielle Karbonate gebunden sind und in ihnen Massenbestände entwickeln. Zu ihnen zählen inkrustierende nubeculariide Foraminiferen (Taf. 8/4, 33/2) und Terebellan (Taf. 37/1) (vgl. Schmid, 1996; Laternser, 2001: 125). Eine Besonderheit der mikrobiellen Karbonate stellen mycelartige Gangsysteme dar (Taf. 40/2). Die Mehrzahl der Mikroinkrustierer der untersuchten mikrobiellen Karbonate gehört der „*Berenicea*“-Serpuliden-Assoziation sensu Dupraz & Strasser (2002) an. Sie ist durch Bryozoen vom „*Berenicea*“-Typ, Serpuliden, Placopsilinen und kleine „Kalkschwämme“ gekennzeichnet und tritt in unterschiedlichen Milieus auf (Dupraz & Strasser, 2002).

4.4 Klassifikation der Riffe

In bezug auf ihre absolute Größe und Gestalt (cf. James, 1983) entsprechen die Riffe des Untersuchungsgebietes **Fleckenriffen** und **Riffknospen**. Entsprechend ihrer Biogenese sind sie **Korallen-Thrombolith-Riffen** (coral thrombolite reefs, Leinfelder et al., 1994). Die Riffknospen, die vorwiegend aus Korallenstöcken von *Fungiastrea arachnoides* bestehen, weisen einem hohen Anteil mikritischer Matrix aus. Sie sind als **Coral Mounds** sensu Schmid et al. (2001) zu klassifizieren, da eine zusammenhängendes und wellenresistentes Gerüst fehlt, das Riffknospen kennzeichnet (Schäfer, 1979).

Dem Wachstumsmuster („growth fabric“) nach (Insalaco, 1998) sind die Riffe (**dense**) **Pillarstones**. Dies ergibt sich durch die Vormacht einer einzigen riffbildenden Korallenart (*Thamnasteria dendroidea*) in Verbindung mit der bevorzugt vertikalen Wuchsorientierung der Kolonien bzw. ramosen Äste. Die Kolonien erheben sich über den Sedimentspiegel und sedimentierten erst mit zeitlicher Verzögerung zu. Daraus ergibt sich eine „**superstratale**“ Genese des Wachstums-Musters (cf. Insalaco, 1998). Da die Riffhöhlräume eine fast vollständige Füllung mit Internsediment aufweisen, deutet sich ein nur geringes Relief der Riffe an (Fezer, 1988: 76). Im Falle der Ansammlung von *F. arachnoides*-Kolonien (Coral Mounds), welche dem **Sheetstone**-Typ entsprechen, verlief das Wachstum „**constratal**“ (cf. Insalaco, 1998); die Sedimentakkumulation hielt also mit dem Wachstum der Kolonien schritt.

Der Wachstumsform des Riffgerüsts entsprechend sind die Riffe im wesentlichen als **Kleindickichte** und **Mitteldickichte** (Laternser, 2001) anzusprechen. Kleine Vorkommen, in denen Kolonien von *Th. dendroidea* zurücktreten und *F. arachnoides* dominiert, entsprechen den **Knollenbiohermen**.

Die Riffe lassen keine Affinität zu einem/einer der von Nose (1995) beschriebenen Riffotypen oder Korallenvergesellschaftungen und -assoziationen erkennen, so dass eine weiter führende Diskussion entfällt.

Bezogen auf die Klassifikation von Insalaco et al. (1997), die Biogenese und Wuchsform der Korallenskelette berücksichtigt, ergeben sich die meisten Übereinstimmungen mit dem **Riffotyp IV (Microbial-coral reefs dominated by massive, branching ramose and phaceloid colonies)**.

Eine Sonderstellung nimmt das **Korallenvorkommen von Kessiehausen** im nordöstlichen Süntel ein. Die schlechten Aufschlussbedingungen und geringe Probenmenge (Lesesteine) erlauben keine Angaben zur Gestalt und zum Aufbau (Korallenfauna und Häufigkeit der Arten) des Riffes. Allgemein handelt es sich um ein **Korallen-Thrombolith-Riff** (cf. Leinfelder et al., 1994) bzw. **Mixstone** (Insalaco, 1998). Das Korallenvorkommen von Kessiehausen weist sowohl Über-

einstimmungen mit Riffen der *florigemma*-Bank im Deister als auch mit Riffen im Süntel auf. Die Übereinstimmungen mit den Deister-Riffen beruhen vor allem auf der artlichen Zusammensetzung der Korallenfauna bzw. den Korallenwuchsformen (Stichwort „Mixstone“) (Helm & Schülke, 2000a; Helm et al., 2003a). Allerdings sind in den Deister-Riffen ramose Korallen selten, bzw. die formverwandte *Actinastrea cf. ramulifera* vertritt *Th. dendroidea* (Helm et al., 2003a).

4.5 Paläoökologische Analyse

Korallenarten stehen durch ihren Skelettaufbau (Kelchtyp, etc.) und ihre spezifische Wuchsform in ökologisch-funktioneller Beziehung zu ihrem Habitat. In Abhängigkeit von gegebenen Umweltbedingungen entwickeln sich also ganz charakteristische Korallenassoziationen (z.B. Nose, 1995; Insalaco et al., 1997).

4.5.1 Korallenarten und -wuchsformen

Die Gestalt des Skelettes und andere Merkmale (Anwachsstelle, Wachstumsbänder, etc.) rezenter Korallen reflektieren die Höhe der Wasserenergie (Hydrodynamik), Lichtintensität, Wassertemperatur, Sedimentationsrate und Beschaffenheit des Substrats am Lebensort. Indirekt lassen sich damit in Zusammenhang stehende Parameter wie Wassertiefe/Bathymetrie, Wassertrübung, Trophie, usw. ableiten (Sheppard, 1982; Geister, 1983, 1984; Veron, 1995). Unter Vorbehalten ist die Übertragung der Erkenntnisse auch auf fossile Skleraktinier und Skleraktinier-Assoziationen möglich (z.B. Geister, 1984; Fagerstrom, 1987; Fürsich & Werner, 1991; Schöllhorn, 1998: 104). Mittlerweile liegen auch brauchbare Schemata vor, um den Anpassungsgrad fossiler Skleraktinier an gegebene Umweltbedingungen abzuschätzen (Leinfelder, 1994; Baron-Szabo, 1997; Laternser, 2001). Im Vordergrund stehen dabei die Korallenwuchsform, der Kelchtyp und die Anzahl der Septen. Wichtig ist schließlich auch, dass die paläoökologische Interpretation mit sedimentologischen Rückschlüssen im Einklang steht und die Rekonstruktion des Lebensraumes unter Kombination aller verfügbaren Daten geschieht (Schäfer, 1979; Leinfelder, 1994: 166; Baron-Szabo, 1997; Insalaco et al., 1997). Problematisch ist, dass sich die Faktoren gegenseitig beeinflussen und die paläoökologische Interpretation dadurch erschwert ist (Geister, 1984; Bertling, 1993b; Nose, 1995; Laternser, 2001).

4.5.1.1 Wuchsformen und Skelettmerkmale der Korallen des Untersuchungsgebietes

Korallenwuchsform (Gestalt)

In den Riffen (MF-Typ 8) sind fast ausschließlich buschförmige und „plattige“ Korallenwuchsformen ausgebildet. Buschförmig wachsende Korallen sind mit 4 Arten vertreten. Vorherrschend ist *Thamnasteria dendroidea* mit **ramoser Wuchsform**. Sie ist gefügebester Bestandteil der Riffe. Die 3 weiteren Arten mit **fasciculater (dendroider/phaceloider) Wuchsform** (nach abnehmender Häufigkeit: *Cladophyllia* cf. *rollieri*, *Goniocora socialis*, *Latomeandra plicata*) spielen aufgrund ihrer relativen Seltenheit nur eine untergeordnete Rolle. Eine **plattige Wuchsform** haben 3 Arten. Unter ihnen sind *Fungiastrea arachnoides* und *Th. concinna* häufig, während cf. *Meandראה* sp. nur akzessorisch auftritt. Die restlichen 6 Arten (nach abnehmender Häufigkeit: *Isastrea* sp., *Latiastrea* cf. *variabilis*, *Pseudocoenia* cf. *limbata*, *Stylina tubulifera*, *Stylina* cf. *limbata*, *Pseudocoenia* sp.) weisen eine **sphärische oder hemisphärische Wuchsform** auf. Sie sind mit Ausnahme von *Isastrea* sp. aufgrund ihrer Seltenheit jedoch unbedeutend (Abb. 37).

Skelettmerkmale

(Kelchtyp und Septenanordnung)

Die Riffe bestehen fast ausnahmslos aus Korallen mit thamnasterioider Septenanordnung bzw. thamnasterioidem Kelchtyp (*Th. dendroidea*, *F. arachnoides*, *Th. concinna*, cf. *Meandראה* sp.). Weitere 4 Arten (*Pseudocoenia* cf. *limbata*, *Stylina tubulifera*, *Stylina* cf. *limbata*, *Pseudocoenia* sp.) zeichnen sich durch einen plocoiden Kelchtyp aus. Sie sind aber insgesamt selten oder nur durch Einzelfunde belegt und somit in den Riffen ohne Bedeutung. Den cerioiden Kelchtyp weist lediglich eine Art (*Isastrea* sp.) auf und auch der meandroide Kelchtyp ist nur durch eine Art (*Latiastrea* cf. *variabilis*) vertreten. Allerdings ist bei *L. cf. variabilis* der meandroide Kelchbau nur gering ausgeprägt, da er einer Übergangsform entspricht, die zwischen cerioid und meandroid vermittelt (vgl. Taf. 31/3-4). Bei den restlichen 3 Arten mit fasciculater Wuchsform befindet sich der Kelch jeweils am Ende des Koralliten.

4.5.1.2 Interpretation

4.5.1.2.1 Wasserenergie

Allgemein nimmt die Wasserenergie mit zunehmender Wassertiefe rasch ab. Ihre Intensität ist aber auch stark von lokalen Gegebenheiten (z.B. submarine Topographie) abhängig und wird durch temporäre Ereignisse (z.B. Stürme) beeinflusst (z.B. Geister, 1984).

Korallenwuchsformen sind im unterschiedlichen Maße bruchgefährdet (z.B. Highsmith, 1982) und die Höhe der Wasserenergie beeinflusst ihre Ausprägung erheblich (z.B. Barnes, 1973; Schäfer, 1979). In hochturbulenten Habitaten sind Wuchsformen mit niedrigem Oberfläche/Volumen-Verhältnis vorteilhaft, da sie eine große Wellenresistenz aufweisen (Barnes, 1973). Auffälligerweise sind aber im wellenexponierten Flachwasserbereich rezenter Riffe vorwiegend ramosere Korallen mit sehr großen Angriffsflächen gegenüber der Wasserbewegung verbreitet (z.B. Tunnicliffe, 1981; Geister, 1983, 1984; James & Bourque, 1992). Korallen dieser Standorte passen sich durch robusten Wuchs (Zunahme der Astdicke) oder horizontales bzw. vertikales Wachstum an die Strömungsverhältnisse am Lebensort an, indem sie der Wasserenergie den geringsten Widerstand entgegensetzen (Graus et al., 1977). Außerdem sind sie durch schnelles Wachstum und hohes Regenerationsvermögen gekennzeichnet (z.B. Tunnicliffe, 1981; Highsmith, 1982; Hunter & Kehoe, 1986). Diese Eigenschaften scheinen einen großen Vorteil gegenüber wellenresistenteren Korallenwuchsformen zu bieten, so dass die höhere Bruchgefahr in Kauf genommen wird (Jackson & Hughes, 1985).

Buschförmige Korallen beeinflussen das Strömungsregime, und zwar beschleunigt sich um buschförmige Kolonien (oder Korallengestrüpe) der Wasserstrom (Chamberlain & Graus, 1975). Es ist annehmbar, dass die dabei auftretenden Verwirbelungen die Verweildauer des Wassers an den Polypen am Rand der Kolonien erhöhen und damit eine bessere Ausnutzung der Nahrungspartikel bewirken (Leinfelder, 1994: 166). Dagegen verringert sich deutlich die Geschwindigkeit des Wasserstroms in Richtung Koloniezentrum. Modifizierenden Einfluss haben die Höhe der Strömungsgeschwindigkeit, die Größe der Kolonie und morphologische Parameter (Astdicke, -abstände, -anordnung usw.). Beispielsweise dringt der Wasserstrom bei dickstämmigen *Porites porites*-Kolonien mit dicht angeordneten Ästen lediglich 20cm tief ein und stagniert im Zentrum (Chamberlain & Graus, 1975). Damit in Verbindung steht eine gravierende Abnahme der Konzentration an Nahrungspartikeln (Chamberlain & Graus, 1975).

Während des Oberjura sind ramosere Korallen [z.B. *Th. dendroidea*, *Dendראה racemosa* (Michelin), *Dendrohelia coalescence* (Goldfuss)] noch unbedeutend (Bertling & Insalaco, 1998; Lathuilière & Gill, 1998; Laternser, 2001). Stattdessen sind vorwiegend knollig-kugelige Korallenwuchsformen formvariabler Arten an hohe Wasserenergieverhältnisse gebunden (Leinfelder, 1996; Bertling, 1993b) und dominieren in hochenergetischen Riffhabitaten (Nose, 1995). Typisch für ruhiges Wasser sind – wie rezent auch – horizontal-plattige Korallenwuchsformen (z.B. Macintyre & Smith, 1974).

Ergebnisse

In Analogie zu der Hauptverbreitung ramoser Korallen in rezenten Habitaten ist aus der Dominanz von *Th. dendroidea* keinesfalls hohe Wasserenergie ableiten. Dagegen sprechen die autochthone Überlieferung der Riffe, das weitgehende Fehlen von Riffschutt und andere sedimentologischen Merkmalen. Stattdessen sind niederenergetische Verhältnisse anzunehmen, die für passive Suspensionsfresser – die zooxanthellaten Steinkorallen (Kap. 4.5.5) – ungünstig sind. An nur geringe Wasserturbulenz ist *Th. dendroidea* insofern angepasst, da sich ihre Kolonien deutlich über den Sedimentspiegel erstrecken. Damit konnte durch die Erhöhung des hydraulischen Widerstandes die (geringe) Wasserenergie besser genutzt werden, die für den Herantransport von Nahrungspartikeln notwendig ist. Der filigrane Wuchs (sehr dünne Äste) und die dichte Astenordnung bedingten eine abrupte Abnahme des Wasserstroms und damit verbunden einen Mangel an Partikel- und Suspensionsfracht in den Kolonie-Zentren (vgl. Chamberlain & Graus, 1975).

Unter den Riffkorallen herrschen Arten mit fenestraten und pennularen Septen (thamnasteroide und mikrosolenide Korallen) vor. Zu ihnen gehören *Th. dendroidea*, *Th. concinna* und *F. arachnoides*. Nach (Pandey & Fürsich, 2001: 494) bevorzugten solche Korallen niederenergetische Milieus. Dem niederenergetischen Milieu entspricht auch das weitgehende Fehlen der knollig-kugeligen Korallenwuchsform (s.o.). Ihre größere Häufigkeit in dem Korallenvorkommen von Kessiehausen im nordöstlichen Süntel (Kap. 4.2.4), wie auch in den Korallenvorkommen des Deisters (Helm & Schülke, 2000b; Helm et al., 2003a) verweisen auf dort herrschende höhere Wasserenergieverhältnisse.

4.5.1.2.2 Lichtintensität

Die weitaus meisten Arten rezenter hermatyper Korallen sind mit Zooxanthellen assoziiert, vom Sonnenlicht abhängig und an die photische Zone gebunden (z.B. Coates & Jackson, 1987; Sheppard, 1982). Die Symbiose befähigt sie, sich auch unabhängig von organischer Partikel- und Suspensionsfracht weitgehend autotroph zu ernähren (z.B. Johannes, 1974). Die Lichtintensität nimmt mit zunehmender Wassertiefe und Trübstoff-Führung ab; Lichtintensität und Wassertiefe sind also miteinander gekoppelt (z.B. Sheppard, 1982; Geister, 1984). Da verschiedene Wuchsformen zooxanthellater Korallen einen unterschiedlichen Lichtbedarf haben, erkennt man in rezenten und fossilen Riffhabitaten eine durch die Lichtintensität gesteuerte Tiefenverteilung von Korallenwuchsformen bzw. -arten (Barnes, 1973; Tomascik & Sander, 1984; Hallock & Schlager, 1986; Lathuilière, 2000).

Ramose Korallenwuchsformen weisen eine die Astoberfläche bedeckenden Polypenbesatz auf. Ihre Äste schattieren sich gegenseitig, so dass sich innerhalb der Kolonien die Lichtintensität deutlich reduziert (Helmuth et al., 1997). Ramose Korallen stellen deshalb die höchsten Ansprüche an die Lichtintensität (Huston, 1985; Hallock & Schlager, 1986), sind aber im intensiv lichtdurchfluteten Flachwasser aufgrund ihres großen Oberfläche/Volumen-Verhältnisses besonders geeignet, Licht „einzufangen“ (Macintyre & Smith, 1974; Porter, 1976; Geister, 1984). Beispielsweise zeigen Untersuchungen von *Acropora tenuifolia* Dana (Helmuth et al., 1997), dass sie auf die unterschiedliche Lichtintensität reagiert, indem in besser durchlichteten Koloniebereichen der Anteil an Zooxanthellen erhöht ist. Zudem weist sie eine von der Lichtintensität abhängige spezifische Chlorophyll-Zusammensetzung auf, um Licht optimal zu nutzen. Aufgrund der genannten Merkmale und Fähigkeiten sind ramose Korallen im Flachstwasser mit Streulicht am effektivsten (optimale Lichtausbeute). Die ramose Wuchsform stellt demnach eine Anpassung an sehr gute Lichtverhältnisse dar (Sheppard, 1980).

Demgegenüber begünstigen schlechte Lichtverhältnisse horizontal-plattige Korallenwuchsformen, denn die große, nach oben zum Meeresspiegel weisende Oberfläche nutzt die vorhandene Lichtmenge bestmöglich aus (z.B. Bertling, 1993a, 2002).

Es gibt zahlreiche morphologische Hinweise, die auf Zooxanthellen bei fossilen hermatypen Steinkorallen schließen lassen; direkt beweisbar ist das aber nicht, da die Zooxanthellen nicht fossil überlieferungsfähig sind (z.B. Geister, 1984). Coates & Jackson (1987) nehmen an, dass bereits während des Oberjura viele Korallen zooxanthellat und damit mixotroph (Kap. 4.4.5) waren. In aktuellen Arbeiten (Leinfelder et al., 1996; Leinfelder & Nose, 1999; Nose & Leinfelder, 1997) wird ein Zusammenwirken von Zooxanthellen und oberjurassischer Riffkorallen allgemein akzeptiert, allerdings war der Wirkungsgrad dieser Beziehung wohl noch eingeschränkt.

Allerdings interpretieren Stanley & Swart (1995) *Th. concinna* aufgrund von Isotopendaten als azooxanthellat. Dem steht aber ihr ubiquitäres Vorkommen in Riffhabitaten des Oberjura (Bertling, 1993b) entgegen. Zudem zeigt bereits der hohe Integrationsgrad der Polypen des thamnasterioiden Kelchtyps den hermatypen Charakter dieser Gattung an. Er ist als eindeutiges Indiz für eine Symbiose mit Zooxanthellen zu werten (Geister, 1984).

Während des Oberjura tolerierten vor allem Korallen mit horizontal-plattige Wuchsform in Verbindung mit dem thamnasterioidem Kelchtyp ungünstige Lichtverhältnisse (Lathuilière, 1984). Sie kamen deshalb noch in schlechter durchlichteten Meeresbereichen vor (z.B. Insalaco, 1999), insbesondere wenn sie durch den Bau

poröser Skelette (mikrosolenide Korallen) Energie einsparten (z.B. Insalaco, 1996b). Selbst bei leicht erhöhter Sedimentationsrate setzten sich im tieferen Wasser foliose Korallenwuchsformen gegenüber anderen, an Sedimentationsereignisse besser angepasste Morphotypen durch. Das lässt vermuten, dass im tieferen Wasser die Lichtintensität der wuchsformbestimmende Faktor war (Bertling, 1997b).

Ergebnisse

In den Riffen des Untersuchungsgebietes kommen als Riffbildner sowohl ramose Korallen (*Th. dendroidea*) als auch Korallen mit horizontal-plattiger Korallenwuchsform in Kombination mit dem thamnasterioiden Kelchtyp (*F. arachnoides*, *Th. concinna*) vor. Für die Charakterisierung der Lichtintensität im Habitat ist lediglich *Th. dendroidea* brauchbar, da sie aufgrund ihrer Wuchsform an intensiv lichtdurchflutetes Wasser von wenigen Metern Wassertiefe gebunden war. Aufgrund ihrer zahlreichen, sehr dünnen Äste weist sie ein besonders großes Oberfläche/Volumen-Verhältnis auf. In Verbindung mit ihren kleinen Kelchen lässt sich daraus eine ausgeprägte Fähigkeit ableiten, Licht „einzufangen“ (Porter, 1976). Im Gegensatz zu Arten mit kleinem Oberfläche/Volumen-Verhältnis und großen Kelchen, die ein Vorteil für das Einfangen von Zooplankton darstellen, lassen die oben genannten Merkmale für *Th. dendroidea* eine vorwiegend von Zooxanthellen abhängige Ernährung annehmen (vgl. Porter, 1976; Geister, 1984).

In den Riffen sind auch horizontal-plattige Korallenwuchsformen häufig (*F. arachnoides*, *Th. concinna*). Deren bathymetrische Verbreitung erstreckt sich vom sehr gut durchlichteten Flachwasser bis in tiefere, schlecht durchlichtete Habitate (s.u.), da sie eine geringe Lichtintensität ausnutzen. Da *F. arachnoides* und *Th. concinna* auch mit nur geringen Lichtmengen auszukommen, gehören sie zu den Schatten-tolerierenden Arten (vgl. Sheppard, 1982). Sie waren deshalb befähigt, überhängende Riffbereiche bzw. Riffhöhlen auszukleiden (Kap. 4.2.4). Ihre schräg nach unten gerichteten, polypenbesetzten Kolonieoberflächen müssen dort also noch ausreichende Lichtverhältnisse vorgefunden haben. Zudem ergibt sich aus dem Gefüge unterschiedlicher Korallenwuchsformen ein Stockwerkbau. Deshalb ist die Beschattung anderer Korallen durch *Th. dendroidea* infolge von Überdachung („overtopping“) annehmbar, wie es auch von rezenten Korallenriffen bekannt ist (Sheppard, 1980; Tunnicliffe, 1981; Lang & Chornesky, 1990). Allerdings soll sich nach Sheppard (1981) dieser Faktor im lichtdurchfluteten Flachwasser (ca. 10 Meter Wassertiefe) nicht auf die taxonomische Zusammensetzung der Korallenfauna auswirken.

Das Untersuchungsgebiet befand sich während des Bildungszeitraums der Korallenriffe auf ca. 37° Paläo-

breite (Helm et al., 2001b). Zusammen mit Vorkommen in Südengland (z.B. Insalaco, 1999) und Nordpolen (z.B. Richter, 1931; Pisera, 1987) bilden sie die nördliche Verbreitungsgrenze von Korallenriffen (Kiessling et al., 1999; Leinfelder et al. 2002). Auf dieser Paläobreite fern ab vom Äquator machen sich jahreszeitlich bedingte Schwankungen in Lichtintensität deutlich bemerkbar. Sie sind unmittelbar an den Solenoporen-Knollen ablesbar, da sie eine Wachstumszonierung (helle und dunkle Lagen) zeigen (Kap. 3.1). Die Zonierung wurde durch reduziertes Wachstum im Winter und rascheres Wachstum im Sommer hervorgerufen. Ein Einfluss der jahreszeitlich bedingten unterschiedlichen Beleuchtungsstärke lässt sich ebenfalls anhand von jährlicher Wachstumsschichtung bei massiven (plattigen, hemisphärischen) Korallen des Korallenoolith erkennen (Kap. 4.5.4.1).

4.5.1.2.3 Wassertemperatur

Die Oberflächentemperatur des Meerwassers nimmt allgemein vom Äquator hin zu den Polen ab (Geister, 1984). Zooxanthellate, hermatype Korallen sind wärmeliebend und an tropische und subtropische, äquatornahe Bereiche gebunden (z.B. Achituv & Dubinsky, 1990; Veron, 1995).

Während der Jura-Zeit waren Klima-Zonierung und auch die Temperatur-Gradienten (Wassertemperatur) viel geringer ausgeprägt (Hallam, 1994, dort weitere Literatur). Die Polregionen waren wärmer (z.B. Hallam, 1984; Poulsen & Riding, 2003), entsprechend zeigen auch die Korallenriffe eine flächenmäßig weite Verbreitung, da Riffkorallen auch relativ Äquator-fern geeignete Lebensbedingungen vorfanden (z.B. Leinfelder et al. 2002).

Ergebnisse

Die Oberjura-zeitlichen Vorkommen des Niedersächsischen Beckens befinden sich an der damaligen nördlichen Verbreitungsgrenze von Korallenriffen (s.o.). Paläobiogeographisch weisen zumindest die Korallenriffe der *florigemma*-Bank und des Hainholz-Member keine auffälligen Unterschiede zu den näher am Paläoäquator gebildeten Korallenriffen der Tethys auf. Für ihre Bildung, aber auch aufgrund des sedimentären Umfelds (Plattformkarbonate), sind deshalb subtropische bis tropische Bedingungen anzunehmen (Helm et al., 2001b). Wahrscheinlich wirkte sich die Geometrie des Niedersächsischen Beckens begünstigend auf die Temperaturentwicklung aus. Denkbar ist eine rasche Erwärmung des Oberflächenwassers aufgrund der flachen Beckengeometrie mit zahlreichen Untiefen. Darüber hinaus mögen sich auch warme Meeresströmungen positiv auf die Temperaturentwicklung im Niedersächsischen Becken ausgewirkt haben.

4.5.1.2.4 Sedimentationsrate

Koloniale Korallen reagieren allgemein empfindlich auf terrigenen Sedimenteintrag (z.B. Geister, 1984, Leinfelder, 1997). Besonders (größerer) siliziklastischer Eintrag wirkt sich negativ aus, indem er Korallen überdeckt, so dass sie teilweise oder komplett absterben (z.B. Leinfelder, 1994; Bertling, 1997b, 2002). In diesem Zusammenhang spiegeln getreppte Kolonieränder bei plattigen bis hemisphärischen Wuchsformen das partielle Absterben und intermittierende Sedimentation wider (z.B. Bertling, 1993b, 1997b).

Auch feinkörnige Hintergrundsedimentation beeinflusst Korallen negativ, da sich die Tonminerale nur schwer durch die Polypen entfernen lassen (Geister, 1984; Bertling, 1997b). Des weiteren ergibt sich u.a. durch aufgewirbelte feinkörnige Fraktion oder Kalkschlamm eine Einschränkung der Photosyntheseleistung infolge von Wassertrübung (Geister, 1984; Nose, 1995; Laternser, 2001: 138). Weitere Mechanismen und negative Auswirkungen feinkörniger Sedimentation diskutieren Leinfelder (1994: 162, 1997) und Nose (1995). Die Höhe der Sedimentationsrate beeinflusst die spezifische Korallenwuchsform und Zusammensetzung der Korallenfauna. Ihr Einfluss ist insbesondere in gemischt karbonat-siliziklastischen Ablagerungsmilieus sehr groß und übersteigt die Bedeutung anderer Parameter (z.B. der Wassertiefe, Nose & Leinfelder, 1997). Die Fähigkeit, Sedimentmaterial von lebenden Oberflächen der Korallenstöcke abzustößen, ist von der Korallenwuchsform, dem Kelchtyp und der Anzahl der Septen/Tentakel abhängig (z.B. Hubbard & Pocock, 1972; Bertling, 1997b).

Korallenwuchsform

Korallen sind durch ihre spezifische Wuchsform unterschiedlich gut passiv an Sedimenteintrag angepasst. Im gewissen Grade erlaubt also die Zusammensetzung der Korallenwuchsformen eines Korallenvorkommens Aussagen über die Sedimentationsrate. Horizontal-plattige Korallenwuchsformen sind gegenüber Sedimenteintrag empfindlich und zeigen deshalb geringe Sedimentationsraten an (James, 1983). Bei aufgewölbten Korallenwuchsformen kann Sediment seitlich abgleiten, so dass sie weniger anfällig sind (Hubbard, 1974; Lasker, 1980). Buschförmige Korallen wachsen gewöhnlich sehr schnell (z.B. Tunnicliffe, 1981: *Acropora cervicornis*: 12cm/a), sind gegenüber Sedimenteintrag weitgehend immun (Geister, 1984; Nose, 1995) und sind dementsprechend an hohe Sedimentationsraten angepasst (Leinfelder, 1994). Während des Oberjura bauten zahlreiche buschförmige Korallenarten unter hohen terrigenen Eintragsraten sogar mono- bis oligospezifische Vergesellschaftungen auf (z.B. Werner, 1986; Leinfelder, 1994). Roniewicz & Stolarski (1999) postulieren des weiteren einen direkten Zusammenhang

zwischen der Existenz eines bestimmten Sedimenttyps und evolutiven Trends bei Skleraktiniern. Der Bezug ist durch die Häufigkeit von oberjurassischen Kalkschlammablagerungen in Riffhabitaten in Verbindung mit dem Erfolg phaceloider Korallen, z.B. *Calamophylliopsis*-Arten, während des Oberjura gegeben (vgl. Dupraz & Strasser, 2002). Andererseits schließt allein die Tatsache, dass buschförmige Korallen hohe Sedimentationsarten ertragen, natürlich nicht aus, dass sie auch bei niedrigen Sedimentationsraten auftreten.

Formvariable Arten können durch morphologische Anpassung Sedimenteintrag bewältigen (Geister, 1984). Die spezielle Wuchsform fossiler Korallen ermöglicht deshalb Aussagen über die ungefähre Höhe der Sedimentationsrate im Habitat (Leinfelder, 1994; Nose, 1995). Solche morphologische Anpassung ist z.B. bei den oberjurassischen Arten *Microsolena agariciformis*, *Thamnasteria lobata* und *Th. moreana* ausgeprägt (Nose, 1995). Exemplarisch zeigen Nose & Leinfelder (1997) anhand von *Microsolena agariciformis*, dass sich ihre Wuchsform mit Zunahme des siliziklastischen Eintrags von horizontal-flächigen über hemisphärischen bis hin zu „pseudoramosen“ Morphotypen mit „getreppten“ Kolonierändern in Detritus-belasteten Habitaten verschiebt (Nose & Leinfelder, 1997).

Kelchtyp

Nach funktionsmorphologischen Überlegungen (Hubbard & Pocock, 1972) sind Korallen mit thamnasterioidem Kelchtyp gute aktive Sedimententferner. Deshalb sind sie an eine hohe Hintergrundsedimentationsrate und vor allem an feinkörnige Sedimentation angepasst (Leinfelder, 1994; Nose, 1995: 88; Bertling, 1997b).

Anzahl der Septen

Die Anzahl der Septen reflektieren bei (fossilen) Korallen ihre Tentakel-Anzahl. Da eine Abhängigkeit zwischen der Tentakel-Anzahl und der Höhe der Selbstreinigungskraft der Polypen besteht (Hubbard & Pocock, 1972), erlaubt auch dieser Parameter Aussagen bezüglich der Sedimentationsrate (Leinfelder, 1994). Generell nimmt die Selbstreinigungskraft der Polypen mit zunehmender Anzahl der Tentakel zu. Eine Vielzahl von Septen stellt dementsprechend einen wirksamen Mechanismus für den Abtransport von Partikeln dar (Hubbard & Pocock, 1972; Stafford-Smith, 1993) und kennzeichnet daher Korallen aus Habitaten mit höheren Sedimentationsraten.

Auch die Intensität von Bewuchs inkrustierender Organismen und mikrobieller Karbonate auf Korallenskeletten liefert einen Hinweis auf die Höhe der Sedimentationsrate. Intensiver Bewuchs zeigt langfristige Exposition und somit geringen Sedimenteintrag an (z.B. Leinfelder et al., 1993). Diese Faustregel ist

aber nicht zwingend auf buschförmige Korallen übertragbar, da sie sich in der Regel deutlich über den Sedimentspiegel erheben, so dass Detritus abgeleitet und inkrustierende Organismen nicht behindert werden (vgl. Insalaco, 1999; Laternser, 2001). Zumindest in (oberjurassischen) pelitbelasteten Korallenrasen fehlen Inkrustationen oder treten zurück (Nose, 1995: 110).

Ergebnisse

Auf den ersten Blick scheinen die Dominanz ramoser Wuchsformen und das Vorherrschen thamnasterioider Korallen auf eine erhöhte Hintergrundsedimentationsrate schließen zu lassen. Sedimentologische und paläoökologische Befunde weisen jedoch eindeutig auf geringe Sedimentationsraten während des Riffwachstums hin. Es handelt sich durchweg um Kalksteine mit hohem Karbonatgehalt, so dass sowohl grober Detritus als auch Hinweise auf nennenswerte pelitische Sedimentation fehlen. Getreppte Kolonieränder plattiger oder sphärischer Korallen, die intermittierende Sedimentation widerspiegeln, sind auch nicht ausgebildet; dementsprechend spielte auch Sedimentumlagerung keine Rolle. Die Häufigkeit von *Fungiastrea arachnoides* mit horizontal-plattigem Kolonien zeigt ebenfalls geringe Sedimentationsraten an, da solche Wuchsformen sensibel auf Sedimenteintrag reagieren. Allerdings weist diese Art aufgrund der großen thamnasterioiden Kelche ein hohes Selbstreinigungspotential auf, was die Bedeutung obiger Aussage einschränkt. Die weiteren, durch unterschiedliche Wuchsformen und Kelchtypen gekennzeichneten Korallenarten, die in den Riffen vorkommen, liefern aufgrund ihrer Seltenheit keine verlässlichen Hinweise zur Sedimentationsrate. Eine geringe Sedimentationsrate ergibt sich unter Vorbehalt (s.o.) auch aus dem intensiven Bewuchs der Korallenstöcke durch inkrustierende Organismen und mikrobielle Karbonate. Aussagekräftig sind in diesem Zusammenhang die Inkrustationen auf den Unterseiten horizontal-flächiger Korallenwuchsformen, da sie längere Zeit freigelegt haben müssen.

Möglicherweise verursachten die lagunären Kalkschlammablagerungen (MF-Typ 6) zumindest zeitweise Wassertrübung infolge von Aufwirbelung von mikritischem Material. Aufgrund des Vorherrschens des thamnasterioiden Kelchtyps sind die Korallen auch sehr gut an solche Ereignisse angepasst.

4.5.1.2.5 Substrat und Substratbeschaffenheit

Riffwachstum wird entweder sexuell über die Ansiedlung von Korallenlarven oder vegetativ durch Regeneration von Fragmenten initiiert (Roberts et al., 1988; Lang & Chornesky, 1990). Dabei beeinflusst die Substratbeschaffenheit entscheidend die Besiedlung eines Habitates durch Korallen und den Beginn des

Riffwachstums (z.B. Roniewicz & Roniewicz, 1971; Geister, 1983; Fürsich & Werner, 1991; Nose 1995: 156). Da Korallenlarven ein festes Substrat zum Festheften benötigen, sind mobile oder feinkörnige, instabile Substrate (Weichgründe) ungeeignet und erschweren oder verhindern die Besiedlung (z.B. Geister, 1984). Auch die verschiedenen Korallenwuchsformen sind im unterschiedlichen Maße an bestimmte Substratbedingungen angepasst. Insbesondere horizontal-flächige Korallenwuchsformen haben eine hohe Toleranz in bezug auf Weichsubstrat. Sie stellen damit eine Anpassung an Wachstum auf instabilem Sediment dar (Laternser, 2001: 152). Während des Oberjura nehmen insbesondere mikrosolenide Korallen diese Pionierrolle bei der Besiedlung von Weichsubstraten ein (Roniewicz & Roniewicz, 1971; Bendukidze, 1977; Errenst, 1990; Davaud et al., 1995).

In rezenten Weichgrund-Habitaten sind ramosen Korallen sehr erfolgreich an instabile Substrate adaptiert, auf denen sexuelle Vermehrung unüblich ist. Ihre Vermehrung erfolgt vegetativ durch Koloniebruchstücke (Kap. 4.5.3). Deshalb zählen ramosen Korallen zu den „opportunistischen“ Arten, die – wie in Kap. 4.5.3 geschildert – befähigt sind, den zur Verfügung stehenden Weichgrund „in frühen Besiedlungsphasen weitgehend zu monopolisieren“ (Geister, 1983: 225).

Ergebnisse

Während des Bildungszeitraums der Riffe des Untersuchungsgebietes waren, mit Ausnahme körniger Substrate mit partikelgestütztem Gefüge zu Beginn des Riffwachstums (Mikrofaziestypen 2-3), Kalkschlammböden typisch (Mikrofaziestypen 4-5). Der feinkörnige Kalkschlamm verhinderte einen (raschen) Porenwasserdurchsatz (Hinweis: bituminöser Geruch) und eine schnelle Zementation; der Meeresboden entsprach einem Weichgrund. Die Wuchsformen der riffbildenden Korallen - obwohl grundlegend unterschiedlich (ramos versus horizontal-flächig) - waren an die Substratbedingungen optimal angepasst.

In Analogie zu formverwandten (ramosen) rezenten Skleraktiniern war *Th. dendroidea* hervorragend an Weichgrundbedingungen adaptiert. Sedimentation stabilisierte die buschförmigen Kolonien und auf ein einseitig gerichtetes Versinken im Kalkschlamm konnte die Art z.B. durch formvariablen Wuchs reagieren.

F. arachnoides- und *Th. concinna*-Kolonien hatten durch ihre fladenförmige Basis einen großflächigen Kontakt zum Substrat, der das Einsinken in den Kalkschlamm verhinderte. Das stockwerkartige Wachstum, das zu großen Korallenstöcken führte (z.B. Abb. 39; Taf. 31/6), bewirkte zudem, dass die Korallenstöcke nicht vorzeitig verschüttet wurden. Vielmehr ist an eine Lage-Stabilisierung durch partielle Sedimentbedeckung, evtl. auch durch Versinken des Korallenstocks im Sediment annehmbar. Zudem waren insbesondere die

Kolonien von *F. arachnoides* infolge ihres foliosen Baus und ihres porösen Skeletts sehr leicht. Sie übten deshalb nur eine geringe Auflast auf das Kalkschlammsubstrat aus. Vielmehr erhoben sich die großen, zusammenhängenden Korallenstöcke mit den etagenartig angeordneten Korallenplatten während ihres Wachstums deutlich über den Sedimentspiegel. Darauf weist die intensive Inkrustierung ihrer Unterseiten, beispielsweise durch mikrobielle Karbonate, hin (Abb. 54, 59A). Die Unterseiten müssen also über einen längeren Zeitraum exponiert gewesen sein (vgl. Insalaco, 1996b).

4.5.1.2.6 Wassertiefe (Bathymetrie)

Der Einfluss der Bathymetrie auf die Korallen und Korallenassoziationen ergibt sich indirekt aus der Kopplung der Faktoren Wasserenergie und Lichtintensität. Die bathymetrische Interpretation berücksichtigt die tiefenabhängige Veränderung der Faunenzusammensetzung (z.B. Geister, 1984, dort weitere Literatur). Einzelne, isoliert betrachtete Kenngrößen sind für die bathymetrische Interpretation in der Regel bedeutungslos. Beispielsweise kommen foliose Korallenwuchsformen über die gesamte bathymetrische Spanne der photischen Zone vor (Jackson & Hughes, 1985).

Rezent herrschen ramose Korallen im Flachwasser bis ca. 10m Wassertiefe vor (z.B. Sheppard, 1980). Durch ihre hohe Wachstumsrate, ihr gerichtetes Wachstum und ihre Regenerationsfähigkeit sind sie an hochenergetische Habitate angepasst (Kap. 4.5.1.2.1). Etwa zwischen 10 und 20m Wassertiefe schließt sich ein Bereich mit vorwiegend (hemi)sphärischen Korallenwuchsformen an. Unterhalb 20m Wassertiefe, noch im Bereich der photischen Zone, herrschen horizontal-plattige Korallenwuchsformen vor, deren polypenbesetzte Oberflächen in Richtung der Wasseroberfläche ausgerichtet sind (z.B. Sheppard, 1982). Letztgenannte Wuchsformen sind ebenfalls in lagunären Habitaten weit verbreitet (z.B. Schlichter & Brendelberger, 1998).

Bei der bathymetrischen Verteilung von Korallenwuchsformen in oberjurassische Korallenriffe zeichnen sich folgende Trends ab (Nose, 1995; Insalaco et al., 1997; Laternser, 2001): Im (hochenergetischen) Flachwasser von wenigen Metern Wassertiefe dominieren sphärische und hemisphärische Wuchsformen. Bis mehrere 10er-m Wassertiefe sind buschförmige Korallen verbreitet; sie sind für keine spezielle Wassertiefe signifikant. Ihre relative Seltenheit im Flachwasser lässt sich vielleicht darauf zurückzuführen, dass dendroide und phaceloide Wuchsformen gegenüber ramosen Korallen eine geringe Regenerationsfähigkeit und Wachstumsrate besitzen (Kap. 4.5.3). Gewöhnlich sind buschförmige Korallen in autochthon überlieferten Riffbereichen unterrepräsentiert (vgl. James, 1983). Ihre

Seltenheit im sehr flachen Wasser kann also durch taphonomische Prozesse vorgetäuscht sein (vgl. Scoffin, 1992, 1993), was bei der Interpretation fossiler Vorkommen berücksichtigt werden muss. Nach Leinfelder (1994: 78) sind vorwiegend aus ästigen Korallen aufgebaute Oberjura-Riffe nur dann in situ überliefert, wenn sie im geschützten Flachwasserbereich entstanden. Reuter et al. (2001) betonen die Häufigkeit von fasciculaten Korallen im Riffschuttalkstein eines oberjurassischen Riffkomplexes, während sie im Riffkalkstein vergleichsweise selten sind. Mesozoische mikrosolenide Korallen mit horizontal-plattigen Korallenwuchsformen sind an niedrige Lichtmengen angepasst. Sie werden als Indikatoren für tieferes Wasser angesehen, da sie als Pionierkorallen in Verflachungsabfolgen biostromartige Vorkommen aufbauen (microsolenid biostromes, Insalaco, 1996b, 1999; Insalaco et al., 1997). Horizontal-plattige Morphotypen sind aber ebenso im sehr flachen Wasser verbreitet (Leinfelder, 1994: 124; Werner et al., 1994: 390).

Ergebnisse

In dem Untersuchungsgebiet ermöglicht bereits eine Art – *Th. dendroidea* – die Interpretation der Wassertiefe während des Riffwachstums, da sie aufgrund ihres ramosen Wuchses auf Standorte im lichtdurchfluteten Wasser von wenigen Metern Wassertiefe beschränkt bleibt. Zudem sind die Riffe ein gutes Beispiel dafür, dass auch plattige Korallen (*F. arachnoides* und *Th. concinna*) im lichtdurchfluteten lagunären Flachwasser häufig vorkommende Korallenwuchsformen sind.

4.5.2 Initiierung des Riffwachstums

Während das Wachstum rezenter und subrezenter Riffe vorwiegend auf Hartsubstraten, z.B. Erosionsflächen beginnt, setzt das Wachstum fossiler Riffe gewöhnlich auf „körnigen“ Lockersubstraten ein (Geister, 1997). Bei fossilen Riffen initiieren also z.B. Onkoide oder Biogene/Bioklasten Korallenwuchs (z.B. Bailey & Tedesco, 1986; Nose, 1995: 156). Ob überhaupt Riffwachstum einsetzt, hängt von der erfolgreichen Initialbesiedlung durch Korallenlarven ab. Insbesondere Seeigel, Schnecken und Seegurken beeinflussen die Initialbesiedlung, da sie die auf dem Substrat fixierten Korallenlarven fressen (Schuhmacher, 1974). Grobkörnige Substrate sind gegenüber Umlagerungsprozessen weniger anfällig und können leichter besiedelt werden als feinkörnige, mobilere Substrate (Bailey & Tedesco, 1986). Außerdem gewähren sie den Korallenlarven in Zwickeln Schutz vor Fressfeinden (Sheppard, 1982). Selbst bei erfolgreicher Larvenbesiedlung ist die Sterberate junger Korallenkolonien sehr hoch. Ihre Skelette stellen jedoch weitere, vor allem voluminöse sekundä-

re Hartböden zur Besiedlung durch Korallenlarven und forcieren somit die Riffentwicklung (Sheppard, 1982: 92).

Ergebnisse

Im Untersuchungsgebiet wurde das Riffwachstum durch Lockersubstrat (Gehäuse von *Everticyclammina* sp., Onkoiide, Bioklastenansammlungen usw., MF-Typen 2 und 3) initiiert. Riffentwicklung begann mit einzelnen Korallenstöcken, die auf dem Substrat aufwuchsen. Die spezifische ramose Wuchsform von *Thamnasteria dendroidea* sorgte für die nötige stabile Lage auf dem instabilen Substrat (Kap. 4.5.1.3). Kolonien von *Fungiastrea arachnoides* und *Th. concinna* erstreckten sich statt dessen lagig über die Sedimentoberfläche. Teilverschüttung der Kolonien führte zum nötigen Halt. Die Korallen der initialen Besiedlungsphase wurden durch nachfolgende Kolonien überwachsen. Besonders bei *Th. dendroidea* ist von einer vegetative Vermehrung durch Fragmente auszugehen (Kap. 4.5.3). Denn nach erfolgreichem Start der Riffentwicklung stand mit den Kalkschlammböden (MF-Typen 4 und 6) kein geeignetes Substrat für Korallenlarven zu Verfügung.

In einigen Profilen bildet eine Erosionsfläche die Basis der *florigemma*-Bank (Kap. 2.2). Auch dann wuchsen die Korallen nicht direkt dem Hartgrund auf, sondern besiedelten gröbere Partikel. Trotz des im Untersuchungsgebiet verbreiteten sekundären Hartbodens kam es nicht zur Entwicklung eines (flächendeckenden) Korallenbiostroms, sondern es entstanden Fleckenriffe. Vielleicht beeinflusste ein leichtes Meeresbodenrelief oder kleinräumige Unterschiede der Substratbedingungen den Ort der Riffbildung (vgl. Geister, 1997). Auch sind lokal wirkende Rückkopplungsprozesse zwischen Karbonatproduktion durch Rifforganismen und Karbonatstabilisierung als „Motor“ der Riffentwicklung zu vermuten (vgl. Hüssner, 1994).

4.5.3 Riffe aus mono- und oligospezifischen Korallenvergesellschaftungen

In diesem Kapitel wird der Frage nachgegangen, warum *Th. dendroidea* heckenartige Fleckenriffe aufbaut, an denen neben *Fungiastrea arachnoides* und *Th. concinna* kaum weitere, selten vorkommende Korallenarten beteiligt sind. In vergleichbaren rezenten, allerdings höherenergetischen Ablagerungsräumen sind sehr ähnliche Phänomene zu beobachten, so dass der Schlüssel zum Verständnis für den Erfolg von *Th. dendroidea* im Studium rezenter mono- oder oligospezifischer Vorkommen formverwandter Arten liegt. Intensiv wurden die rezenten *Acropora cervicornis* Lamarck und *Porites compressa* Dana untersucht. Beide Arten haben eine formvariable, ramose Wuchs-

form, sind durch eine hohe Wachstumsrate gekennzeichnet und bilden gewöhnlich im Flachwasser heckenartige, mono- bis oligotypische Korallenvergesellschaftungen mit clusterartiger Verbreitung (Gilmore & Hall, 1976; Highsmith, 1980, 1982; Tunnicliffe, 1981; Neigel & Avise, 1983; Hunter & Kehoe, 1986). Die Entstehung solcher Vorkommen beruht auf dem hohen vegetativen Reproduktionspotential ramoser Korallen: Abgebrochene Kolonieteile mit Polypenbesatz („Fragmente“ sensu Highsmith, 1980, 1982) sind befähigt, sich wieder zu arttypischen Korallenstöcken zu entwickeln. Für das Überleben der Fragmente und Ausbreitung der Art ist neben schnellem Wachstum (Highsmith, 1980, 1982) vor allem die Gestalt des Fragments von großer Bedeutung: Ein Teil des Fragments sollte eine stabile Auflagefläche auf dem Substrat bilden, während ein polypenbesetzter Abschnitt den Sedimentspiegel überragt. Von letzterem geht das erneute Koloniewachstum aus. Indem die Äste verschiedener Bruchstücke während des Wachstums miteinander verschmelzen, können sie sich ebenfalls gegenseitig stabilisieren (Gilmore & Hall, 1976; Neigel & Avise, 1983). Daraus resultiert, dass vor allem „sperrige“ ramose Wuchsformen ein hohes Regenerationspotential aufweisen. Beispielsweise fingert *Acropora cervicornis* in einem charakteristischen Wuchsmuster auf, so dass auf dem Weichgrund liegende Bruchstücke aufgrund der geometrischen Astenordnung stets einen über dem Sedimentspiegel erhabenen Teil (Ast) haben (Highsmith, 1982). Ein vergleichbares Szenarium schildert Geister (1972) anhand der Säulenkoralle *Dendrogyra cylindrus* Ehrenberg.

Das Potential zu zerbrechen ist bei buschförmigen Korallen besonders groß - insbesondere wenn sie angebohrt sind. Auch rasches Wachstum fördert „Fragmentation“, da die Kolonien aufgrund der Massenzunahme instabil werden und leichter „zerbrechen“. Wichtig für die Bildung regenerationsfähiger Fragmente ist auch die Intensität der Wasserenergie. Sie soll hoch genug sein, um Bruchstücke zu erzeugen, jedoch auch nicht zu hoch, damit sich kein Riffschutt bildet (Tunnicliffe, 1981; Highsmith, 1982). Letztendlich stellt Fragmentierung vegetative bzw. asexuelle Vermehrung dar. Sie kann zur seitlichen Riffausdehnung, zur Initiierung weiterer Fleckenriffe auf Weichsubstraten (z.B. in Lagunen) und letztendlich zur Etablierung mono- oder oligospezifischer Korallengestrüppe führen (z.B. Gilmore & Hall, 1976; Highsmith, 1980, 1982; Roberts et al., 1988). Die Initiierung neuer Fleckenriffe durch Fragmente setzt deren Transport durch Wasserbewegung voraus. Allerdings werden schwere Fragmente nicht transportiert. Sie bleiben in der Nähe der Mutterkolonie und tragen zur Vergrößerung eines bestehenden Riffes bei (Highsmith, 1982; Hunter & Kehoe, 1986). Alle Untersuchungen (Gilmore & Hall, 1976; Tunnicliffe, 1981; Highsmith, 1982; Neigel & Avise,

1983; Hunter & Kehoe, 1986) bestätigen, dass rezente hek-kenartige Vorkommen ramoser Korallen infolge vegetativer Vermehrung entstehen. Sexuelle bzw. generative Vermehrung ist unüblich bzw. nahezu auszuschließen. Deshalb sind solche gestrüppartigen Ansammlungen vor allem aus Klonen zusammengesetzt.

Ergebnisse

Viele Fakten (rasches Koloniewachstum, Weichboden-substrate etc.) sprechen dafür, dass bereits die oberjurassische *Th. dendroidea* die oben genannten Strategien erfolgreich umsetzte und die Gestrüppe vor allem durch vegetative Vermehrung entstanden. Aufgrund geringer Hydrodynamik im Lebensraum waren die Entstehung und Weiterentwicklung regenerationsfähiger Fragmente im Vergleich zur Rezensituation sogar eher möglich. Vorteilhaft war neben ihres hohen Reproduktionspotentials auch die ausgeprägte Fähigkeit von *Th. dendroidea*, Astverschmelzungen hervorzubringen (Helm & Schülke, 2000a). Die Astverschmelzungen festigten die Kolonien und stabilisierten durch „Brückenbildungen“ zudem abgebrochene Kolonieteile auf dem Substrat. Neubesiedlung frischer, korallenfreier Substrate und damit die Initiierung neuer Korallenriffe ist für *Th. dendroidea* weitgehend auszuschließen. Es war keine ausreichende Wasserenergie verfügbar, um Fragmente weit in die umgebenden Zwischenriffareale hinein zu verfrachten. Im Riffbereich wurde durch die Seltenheit von Riffschutt und durch die Wuchsform der Hauptriffbildner (kaum polypenfreie Koloniebereiche) die Besiedlung durch Korallenlarven erheblich erschwert. Das erklärt die Seltenheit anderer Korallenarten in den Riffen.

4.5.4 Wachstumsraten von Steinkorallen und Gesamtdauer des Riffwachstums

Nachfolgend wird ermittelt über welchen Zeitraum sich das Riffwachstum erstreckte. Vergleichsweise einfach ist noch das Gesamtalter von Korallenstöcken bestimmbar, da in der Regel auch fossile Steinkorallen durch jährliche Wachstumsrhythmen gekennzeichnet sind.

Wachstumsrate von Steinkorallen

Rezente Skleraktinier wachsen allgemein schneller als mesozoische Skleraktinier (z.B. Geister, 1984). Deshalb sind als Anhaltswerte der Wachstumskapazität ausschließlich entsprechende Angaben über fossile Korallen akzeptabel. Auskunft über die Wachstumskapazität geben jährliche Rhythmen, die sich im Korallenstock als Abfolge heller (Sommerzuwachs) und dunkler (Winterzuwachs) Lagen abzeichnen (z.B. Insalaco, 1996a). Die Veranlagung einen jährlichen Wachstumsrhythmus im Korallenskelett zu konservieren, ist von der Korallenwuchsform abhängig. Zudem

variiert die jährliche Wachstumsrate bei unterschiedlichen Wuchsformen.

Oberjurassische massive (plattige, knollige, etc.) Korallen, zeigen einen durchschnittlichen Jahreszuwachs von wenigen Millimetern (Ali, 1984; Insalaco, 1996a). Der Wachstumsrhythmus kann selbst anhand rekristallisierter Korallenstöcke noch schemenhaft erkennbar sein. Bertling (1993a: 108) bestimmt für plattig wachsende *Th. concinna*-Kolonien einen jährlichen Zuwachs von 0.9 bis 2.2mm. Im eigenen Material beträgt das durchschnittliche jährliche Höhenwachstum lediglich 0.75mm (Helm, 1997a). Da die Kolonien bis 10cm Höhe erreichen, haben größere Exemplare ein Gesamtalter von über 100 Jahren.

Aufgrund der Wuchsform der *Fungiastrea arachnoides*-Kolonien (etagenartig angeordnete foliose Korallenplatten) ist ihr Gesamtalter nur schwer zu ermitteln. Ali (1984) gibt für diese Art eine jährliche Wachstumsrate von ca. 2-2.5mm an. Dieser Wert bezieht sich auf das Höhenwachstum plattiger Kolonien und ist nicht auf das Untersuchungsmaterial übertragbar. Aus dem Hainholz-Member des Osterwaldes (Helm et al., 2003a) sind vergleichbare Kolonien mit etagenartigem Aufbau bekannt. Deren foliose Platten weisen einen charakteristischen Rhythmus durch konzentrische jährliche „Wachstumsringe“ auf, wie er auch von rezenten formverwandten Arten bekannt ist [Jackson & Hughes, 1985: *Montastrea annularis* Ellis & Solander 5-10mm/a; *Leptoseris cucullata* (Ellis & Solander) maximal 50mm/a]. Der Rhythmus lässt auf ein jährliches Seitenwachstum von ca. 5-8mm bei *F. arachnoides* schließen. Das Gesamtalter der Korallenstöcke ist dennoch nicht abschätzbar, da unbekannt ist, in welchen zeitlichen Abständen „neue“ foliose Platten aus dem Koloniezentrum sprossen. Vermutlich erreichten größere *F. arachnoides*-Kolonien maximal 100 Jahre Lebensdauer.

Jährliche Wachstumsraten rezenter ramoser Korallen sind sehr hoch, bei einigen Arten überschreiten sie 10cm (Kap. 4.5.3). Über Wachstumsraten fossiler ramoser Korallen liegen nur wenige Informationen vor. Für *Dendraraea dendroidea* (Ferry) aus Dogger-zeitlichen Korallenriffen gibt Lathuilière (2000) ein jährliches Längenwachstum der Äste von 4mm an. Nach Geister & Lathuilière (1991) können *Th. dendroidea*-Kolonien einen jährlichen Wachstumsrhythmus in Gestalt von Astverdickungen in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen zeigen. Der Rhythmus lässt auf ein jährliches Längenwachstum der Äste von ca. 12-14mm schließen. Aufgrund der Astmorphologie des Untersuchungsmaterials (dünne Äste mit spitz zulaufende Astenden) ist für *Th. dendroidea* ein durchschnittlich höheres jährliches Längenwachstum zu vermuten (Helm & Schülke, 1998).

Es sind nur wenige Angaben über die Wachstumskapazität von mesozoischen fasciculaten Korallen pu-

bliziert. Einigen Arten sind durch Einschnürungen bzw. Verdickungen der Koralliten in regelmäßigen Abständen charakterisiert, die höchstwahrscheinlich eine jahreszeitlich bedingte Periodizität widerspiegeln [Schäfer, 1979: 126: ca. 9-10mm bei *Retiophyllia clathrata* (Emmerich) und *Thecosmilia cylindrica* Schäfer & Senowbari-Daryan; Geister, 1995: ca. 10mm/a bei *Aplosmilia* sp.; Lathuilière, 2000: 3-4mm/a bei *Cladophyllia babeana* (d'Orbigny); 5-10mm/a bei *Calamophylliopsis stokesi* Edwards & Haime, eigene Beobachtungen, vgl. Helm et al., 2003a: Taf. 3/3]. Fasciculate Korallen sind im Untersuchungsmaterial durch 3 Arten vertreten. Ein Wachstumsrhythmus ist nicht erkennbar, die bekannten Werte für formverwandte Korallen (s.o.) liefern aber einen guten Anhaltswert ihrer jährlichen Wachstumsrate. Aufgrund der geringen Koloniegröße ist ein Maximalalter von mehreren Jahrzehnten anzusetzen.

Gesamtdauer des Riffwachstums

Wesentlich schwieriger ist die Gesamtdauer des Riffwachstums zu ermitteln. Aus vielerlei Gründen (heterogene Zusammensetzung der Korallenfauna, Diskontinuitätsflächen, Drucklösung usw.) können bei fossilen Riffen lediglich Schätzwerte angegeben werden (Geister, 1983; Bernecker et al., 1999; Laternser, 2001). Zur Hochrechnung benötigt man die Wachstumsgeschwindigkeit einzelner Korallenarten (bzw. bestimmter Korallenwuchsformen). Die dominierenden Korallen bestimmen dabei die Wachstumsgeschwindigkeit des Riffes (Laternser, 2001: 178). Dass in den Riffen des Untersuchungsgebietes eine Art (*Th. dendroidea*) vorherrscht, wirkt sich günstig auf die Analyse der Wachstumsrate aus (vgl. Geister, 1995); andere Arten spielen bei deren Ermittlung keine Rolle. Wenn man von lokalen Diskontinuitätsflächen im Riffkalkstein (Helm, 1997a; Helm & Schülke, 1999: Abb. 4) absieht, lief das Riffwachstum anscheinend ungestört und kontinuierlich ab. Die Dominanz buschförmiger Korallen lässt darauf schließen, dass das vertikale Riffwachstum sehr schnell ablief (Fookes, 1995; Bertling & Insalaco, 1998). Aufgrund der großen Oberfläche/Volumen-Verhältnisses der ramosen Kolonien ist ebenfalls von intensivem Wachstum mikrobieller Karbonate und rascher Volumenzunahme von Riffkalkstein auszugehen. Als Berechnungsgrundlage sind 15mm Jahreszuwachs bei *Th. dendroidea* anzusetzen (s.o.). Da das Koloniewachstum zwar allgemein radialstrahlig, die Hauptwachstumsrichtung der Äste aber in seitliche Richtung erfolgte, gehe ich von einem jährlichen Koloniewachstum von ca. 1cm in die Senkrechte aus. Der Riffkalkstein ist in einer maximalen Mächtigkeit von 4m erschlossen. Die Maximalhöhe der Gestrüpe lag über diesem Wert. Das ergibt sich einerseits daraus, dass die Dachfläche eine Erosionsfläche ist, die sich bereichsweise auch in Riffkalkstein einschneidet (vgl. Abb. 52).

Zudem wurde durch Drucklösungsprozesse die primäre Mächtigkeit des Riffkalksteins schätzungsweise um ca. 20-30% reduziert. Riffkalkstein und damit auch die Gestrüpe waren dementsprechend deutlich höher (vermutlich maximal 5-6m). Bei kontinuierlichem Wachstum von *Th. dendroidea* dürften 5-6m Höhe nach 500-600 Jahren erreicht gewesen sein. Wahrscheinlich lief das Riffwachstum aber örtlich mit zeitlichen Unterbrechungen ab (Phasen von Kolonieabsterben und anschließender Wiederbesiedlung). Deshalb ist wohl eine geringere Bildungsrate realistisch, so dass (heute) 4m mächtiger Riffkalkstein ca. 800 Jahre Riffwachstum repräsentiert.

Zusätzlich müssen auch die Riffbereiche berücksichtigt werden, wo von den Flanken der *Th. dendroidea*-Gestrüpe seitlich bis nach unten gerichtetes Wachstum plattiger *Th. concinna*- und *F. arachnoides*-Kolonien sowie mikrobieller Karbonate ausgeht (Kap. 4.2.4). Aus der Wachstumskapazität der plattigen Korallen und mikrobiellen Karbonate lässt sich für diese maximal 80cm mächtige Wachstumsabfolge eine ungefähre Zeitspanne von 500 Jahren veranschlagen. Wahrscheinlich erfolgte das Hauptwachstum der *Th. dendroidea*-Gestrüpe und der oben genannten Inkrustierung der Gestrüpe zeitlich versetzt. Dann würde sich das Gesamtalter der (größeren) Fleckenriffe deutlich erhöhen (vielleicht über 1000 Jahre). Aus dem Bewuchs der Flanken ist aber auch ersichtlich, dass sich die Fleckenriffe deutlich über den Sedimentspiegel erhoben, so dass über Jahrhunderte hinweg seitliche Expansion möglich war.

Die ermittelte Wachstumsrate der Riffe des Untersuchungsgebietes steht mit den Angaben von Bailey & Tedesco (1986) über ein vergleichbares (pliozänes) Vorkommen ramoser Korallen überein. Sie berechnen für ein 1m mächtiges Korallengestrüpp ein Alter von 80 bis 270 Jahren für den Zeitraum von der Besiedlung bis zum Absterben der Korallen.

4.5.5 Trophische Strukturen und Nährstoffkonzentrationen

Die Koexistenz von Rifforganismen mit unterschiedlichen Ernährungsweisen erlaubt grundsätzliche Überlegungen über die trophischen Strukturen und Nahrungsketten in den Riffen. Grundlage der Analyse bildet die Klassifizierung der jeweiligen Ernährungsweise der Rifforganismen (Etter, 1994). Das gelingt anhand der fossilen Befunde allerdings nur eingeschränkt, da unbekannt ist, ob beispielsweise Schlangensterne Suspensions- oder Detritusfresser waren (vgl. Etter, 1994: 215).

Ernährungsweisen der Rifforganismen

Solenoporen und Dasycladaceen sind vom Sonnenlicht abhängig und zählen zu den **photoautotrophen Organismen**. Zu dieser Gruppe gehören ebenfalls einige Mikroinkrustierer des Riffbereichs (*Iberopora bodeuri*, möglicherweise auch *Koskinobullina socialis* und das „Fächerproblemikum“). Auch für *Lithocodium aggregatum* wird eine phototrophe Ernährungsweise diskutiert (Schmid, 1996; Schmid & Leinfelder, 1996). Hermatypen Korallen sind **passive Suspensionsfresser** (Etter, 1994: 45) und **mixotroph** (syn.: **polytroph**), das heisst, ihre Ernährungsweise kann zwischen autotroph und heterotroph variieren (Sheppard, 1982; Sorokin, 1995). Sie sind befähigt, unterschiedliche Energiequellen zu nutzen (Zooplankton, Bakterien, detritisches organisches Material und gelöste organische Stoffe, die aus dem Wasser aufgenommen werden). Schwämme, Bryozoen, Anneliden, Brachiopoden, viele Muscheln, Seelilien, aber auch die meisten Bohrorganismen erzeugen selbst einen Wasserstrom und sind **aktive Suspensionsfresser** (syn.: Suspensionsfiltrierer, Strudler). Sie ernähren sich von pflanzlichen (**mikroherbivor**) und tierischen Kleinlebewesen (**mikrocarnivor**).

Nerineen (Barker, 1990), viele Muscheln, Krebse und Schlangensterne sowie sessile und vagile Foraminiferen sind **Detritusfresser** (syn.: **Depositfresser**). Sie leben entweder in- oder epifaunal oder sind mobil. Irreguläre Seeigel, viele Seegurken und Ostrakoden gehören zu den **Sedimentfressern** und nutzen Sediment, das reich an organischer Substanz ist.

Die meisten Schneckenarten (Ausnahmen: Nerineen, s.o., und *Pseudomelania heddingtonensis* mit infaunaler Lebensweise, Fürsich, 1976) und auch die meisten regulären Seeigel sind (**herbivore**) **Weidegänger**. Sie sind mobil und fressen Pflanzenmaterial ab. Insbesondere irreguläre Seeigel nutzen auch tierische Nahrung und sind **omnivor**. Der Übergang zu einer Lebensweise als Detritusfresser ist ebenfalls fließend (Fürsich & Werner, 1991: 60)

Naticiden und andere Schnecken, Seesterne, viele Fische und einige reguläre Seeigel, Schlangensterne und Krebse sind **Räuber** (**carnivor**). Sie suchen als Fleischfresser aktiv ihre Beute auf oder jagen sie (Fürsich & Werner, 1991; Ziegler, 1992; Bertling & Insalaco, 1998).

Rekonstruktion von trophischen Strukturen und Nahrungsketten

Die Organismen des Riffbereichs gehören unterschiedlichen ökologischen Typen an (Primärproduzenten bis carnivore Konsumenten) und nutzen verschiedene trophische Zonen. Das erlaubt einerseits Rekonstruktion von trophischen Strukturen und Nahrungsketten und andererseits Aussagen über quantitative und qualitative Nährstoffgehalte am Lebensort (s.u.).

Zu den Primärproduzenten, die am Anfang der Nahrungskette stehen, zählen alle photoautotrophen Organismen (Kalkalgen) und Mikroben, aber auch die mixotrophen hermatypen Korallen, da sie die Riffe weitgehend selbständig aufbauen (Hallock & Schlager, 1986). Phytoplankton und andere, nicht verkalkungsfähige Pflanzen sind zwar nicht direkt nachgewiesen, mit großer Sicherheit aber ebenfalls für den Lebensraum anzunehmen (Kap. 2.2). Mikroben, pflanzliche und tierische Kleinlebewesen, z.B. Foraminiferen, stellten ein Großteil der Nahrung der Suspensions- und Detritusfresser.

Bemerkenswert ist der große Anteil der aktiven Suspensionsfresser. Aktive Suspensionsfresser sind für Habitats mit schwächerer Hydrodynamik typisch, da sie selbst einen gerichteten Wasserstrom erzeugen können (Etter, 1994). Einige, z.B. Muscheln, leben endo- oder epibenthonisch und strudeln im Niveau bzw. etwas oberhalb des Sedimentspiegels (z.B. Seelilien). Andere aktive Suspensionsfresser wiederum fixierten sich an den Riffbildnern und lebten deutlich oberhalb des Sedimentspiegels. Sie waren auf Mikrohabitate innerhalb der *Th. dendroidea*-Gestrüppe spezialisiert (z.B. Schwämme) oder hefteten sich an den Gestrüppen fest. Die aktiven Suspensionsfresser verfolgten also die Strategie der Konkurrenzvermeidung, indem sie im Riffbereich unterschiedliche trophische Zonen nutzten (vgl. Klikushin, 1996; Watkins, 2000).

Auch Detritusfresser waren häufig. Wahrscheinlich nutzten sie unterschiedliche Nahrungsquellen und vermieden somit Konkurrenzkampf. Die regulären Seeigel waren möglicherweise omnivor und ernährten sich sowohl räuberisch als auch von pflanzlichem und tierischem Detritus. Für viele Weidegänger ist eine Mikroben-zehrende Lebensweise anzunehmen (vgl. Bertling & Insalaco, 1998). Insbesondere mikromorphe Napfschnecken hatten sich ausschließlich auf diese Nahrungsquelle fixiert (Kap. 4.2.7).

Am Ende der Nahrungskette im Riffbereich standen Naticiden und andere Schnecken, Seesterne, viele Fische und möglicherweise Schlangensterne und einige reguläre Seeigel. Als Fleischfresser lebten sie vor allem von den Suspensions- und Detritusfressern. Wahrscheinlich bestanden auch innerhalb der Gruppe der Fleischfresser Nahrungsketten, die anhand des überlieferten Materials aber nicht ermittelt werden können. Auffällig ist die allgemeine Seltenheit von Sedimentfressern, die endobenthonisch, also unterhalb des Sedimentspiegels leben. Irreguläre Seeigel und Seegurken treten nur vereinzelt im fossilreichen mikritischen Kalkstein an der Basis der *florigemma*-Bank zu Beginn des Riffwachstums bzw. in oolithischen Kalksteinen im Liegenden auf; im Zwischenriffbereich fehlen sie. Ein Nährstoffangebot wird zwar bereits durch hohen C_{org} -Gehalt (Bitumen) angezeigt, dennoch blieben diese Intra- und Interriffsedimente weitgehend unbe-

siedelt. Ausschlaggebend waren wohl ungünstige Lebensbedingungen (keine ausreichende Verfügbarkeit von Sauerstoff, Kap. 2.2: MF-Typ 6), so dass dieses Substrat bzw. diese Nahrungsquelle nicht von Sedimentfressern genutzt werden konnte.

Nährstoffkonzentrationen

Im Flachwasser erfolgt die Zufuhr von Nährstoffen vorwiegend vom Land über Flüsse (z.B. Gygi & Persoz, 1986; Hallock & Schlager, 1986; Leinfelder, 1997). Die Nährstoffe werden rasch von Phytoplankton oder benthonischen Algen aufgenommen, die als Nahrung für Suspensions- und Detritusfresser dienen (Hallock & Schlager, 1986). Die Ermittlung des Nährstoffgehalts hat eine Vielzahl von biogenen und abiogenen Faktoren zu berücksichtigen. Einige Hinweise sprechen eher für nährstoffarme (oligotrophe), andere eher für nährstoffreiche (eutrophe) Bedingungen. Für eine **niedrige Nährstoffkonzentration** sprechen:

1) Vorkommen und Häufigkeit von Rifforganismen und die Ausbildung einer bestimmten Organismen-Vergesellschaftung geben Hinweise auf den Nährstoffgehalt während des Riffwachstums (z.B. Dupraz & Strasser, 1999, 2002, Wetzel & Strasser, 2001). So weist das Auftreten von *Lithocodium aggregatum* im Untersuchungsgebiet auf oligotrophe Bedingungen hin (Schmid & Leinfelder, 1996; Dupraz & Strasser, 1999).

2) Siliziklastischer Anteil in Karbonaten zeigt Eutrophierung an, da derartiger Sedimenteintrag vom Land zur Erhöhung der Nährstoffkonzentration führt (Hallock & Schlager, 1986; Dupraz & Strasser, 2002). Die „reinen“ Karbonate des Untersuchungsgebietes lassen im Rückschluss auf eher geringe Nährstoffkonzentrationen und oligotrophe Bedingungen schließen (vgl. Hallock & Schlager, 1986; Insalaco, 1999).

3) Aus der Existenz zooxanthellater Steinkorallen lassen sich in Analogie zu rezenten Vorkommen oligotrophe Bedingungen ableiten. Sie sind rezent an höherenergetisches, nährstoffarmes Wasser gebunden; Eutrophierung verringert ihre Wachstumsrate oder führt zum Absterben (z.B. Tomascik & Sander, 1985; Hallock, 1988).

4) Wie Dupraz & Strasser (2002) zeigen, überwiegt unter oligotrophen Bedingungen der Zuwachs an biogenen Karbonaten, während bei ansteigendem Nährstoffgehalt (Eutrophierung) Bioerosion zunimmt. Der relative Anteil an Riffkalkstein in Verhältnis zum Riffschuttkalkstein soll daher die Nährstoffkonzentration widerspiegeln, so dass in rezenten und fossilen Korallenriffen die Verfügbarkeit von Nährstoffen bestimmt, ob ein Riff in situ überliefert wird. Nach diesem von Hallock & Schlager (1986) und Hallock (1988) entwickelten Modell lässt u.a. die geringe Bedeutung des Riffschutts im Untersuchungsgebiet (Kap. 2.2: MF-Typ 5) auf eine niedrige Nährstoffkonzentration schließen.

Für eine **hohe Nährstoffkonzentration** sprechen:

1) In oberjurassischen Riffhabitaten deutet intensives Mikrobewachstum, wie es auch im Untersuchungsgebiet dokumentiert ist, generell auf erhöhte, also zumindest mesotrophe oder eutrophe Nährstoffgehalte hin (Nose & Leinfelder, 1997; Bertling & Insalaco, 1998; Insalaco, 1999).

2) Die zahlreichen Suspensions- und Detritusfresser des Riffbereichs zeigen ein gutes Nährstoffangebot und deshalb eher eutrophe Bedingungen an (vgl. Hallock, 1988; Neuweiler et al., 2001).

Den Hinweisen auf oligotrophe Bedingungen stehen also Aspekte entgegen, die für erhöhte Nährstoffkonzentrationen sprechen. Vor allem die Hinweise auf eine geringe Nährstoffkonzentration (2-4) sind kritisch zu bewerten.

Siliziklastischer Eintrag vom Land und Erhöhung der Nährstoffkonzentration mögen zwar miteinander gekoppelt sein, daraus lässt sich nun aber nicht zwingend ableiten, dass Detritus-freie Karbonate unter oligotrophen Bedingungen entstehen.

Als passive Suspensionsfresser kommen zooxanthellate Steinkorallen bevorzugt in turbulenten Habitaten vor (Etter, 1994: 45). Das niederenergetische Ablagerungsmilieu des Untersuchungsgebietes würde daher die Nährstoffversorgung der Korallen vor allem unter oligotrophen Bedingungen erschweren. Höhere Nährstoffkonzentration dürfte daher die Vitalität der Riffkorallen nicht negativ beeinflussen, sondern sichert stattdessen ihre Ernährung.

Das Modell von Hallock & Schlager (1986) ist nicht auf fossile Korallen-Thrombolith-Riffe übertragbar, da sich die geringe Zerbohrungsrate ebenso gut auf die geringe Hydrodynamik zurückführen lässt (Kap. 4.2.6.5). Außerdem forciert ein hoher Nährstoffgehalt auch das Mikrobewachstum. Die daraus resultierenden mikrobiellen Karbonate wirken der Bioerosion entgegen und beeinflussen den Erhalt der Riffe positiv. Für die Riffe des Untersuchungsgebietes ist daher kein Zusammenhang zwischen Nährstoffkonzentration und Riffzerstörung (Hallock, 1988) nachweisbar.

Insgesamt ist deshalb die Annahme mesotropher Bedingungen während des Riffwachstums am plausibelsten. Sie steht in Einklang mit Angaben über Nährstoffgehalte während des Wachstums von vergleichbaren oberjurassischen Riffen (z.B. Dupraz & Strasser, 1999). Daraus ergibt sich im Vergleich zu heutigen Riffen eine Toleranz gegenüber erhöhten Nährstoffkonzentrationen, worauf bereits Nose & Leinfelder (1997), Leinfelder (1997) und Dupraz & Strasser (2002) hinweisen.

Eine Erhöhung der Nährstoffkonzentration zeichnet sich während des fortgeschrittenen Riffwachstums ab. Im oberen Abschnitt der *florigemma*-Bank geht der weitgehend fossilere mikritische Zwischenriff-Kalkstein (MF-Typ 6) in fossilreiche mikritische Kalksteine über (MF-Typ 7). Das reiche Auftreten von Organismen

und die Dominanz von Suspensions- und Detritusfresern (s.o.) zeigt eine gute Nährstoffversorgung an. Die Organismen reagierten höchstwahrscheinlich auf ein erhöhtes Nährstoffangebot durch ein vermehrtes Auftreten an Phyto- und Zooplankton infolge von Eutrophierung. Demgegenüber verschlechterten sich die Lebensbedingungen für hermatypische Korallen, so dass sie vermutlich aus diesem Grund abstarben. Eutrophierung erklärt zudem die intensive Inkrustierung der *Th. dendroidea*-Gestrüppe im Dachbereich der *florigemma*-Bank; die Mikroben reagierten somit auf die erhöhte Nährstoffkonzentration. Etwa zeitgleich kam es zur Massenentfaltung von Solenoporen. Sie entwickelten sich insbesondere im Riffbereich in morphologischen Depressionen zwischen *Th. dendroidea*-Gestrüppen, die großteils bereits abgestorben waren.

Bedingt durch Plankton-Blüten nimmt die Wassertransparenz generell ab (Hallock & Schlager, 1986; Hallock, 1988). Das Häufigkeitsmaximum von Dasycladaceen und Rotalgen in der Nerineenlage spricht aber gegen markante Wassertrübung infolge von Eutrophierung. Möglicherweise spielt Wassertrübung im wenige Meter tiefen Wasser eine zu vernachlässigende Rolle, so dass eine Produktivitäts-Verringerung der photoautotrophen Organismen auszuschließen ist.

Als steuernde Faktoren für Schwankungen des Nährstoffgehalts sind in lagunären Ablagerungsräumen bereits geringe Meeresspiegelschwankungen anzunehmen. Sie bewirken durch Öffnen und Schließen von „Pforten“ eine Änderung des Strömungsregimes. Damit in Zusammenhang stehen Änderungen der Wasserenergieverhältnisse, der Durchlüftung (Sauerstoffgehalt), der Temperatur, des Sedimenttransportes, u.v.m.. Sie beeinflussen letztendlich auch die Nährstoffkonzentration spürbar (Dupraz & Strasser, 1999, 2002).

Die mutmaßlichen Schwankungen des Nährstoffgehalts (s.o.) ergeben im Kontext mit der Entwicklung des Meeresspiegels während des Bildungszeitraums der Karbonatablagerungen der *florigemma*-Bank (Kap. 2.5) folgendes Bild: Ein Meeresspiegelanstieg führte zu (oligotrophen-)mesotrophen Bedingungen während des Riffwachstums. Die nachfolgende regressive Phase ist dagegen an eine deutliche Zunahme der Nährstoffkonzentration gekoppelt. Sie führte höchstwahrscheinlich zum Absterben der Riffe bzw. *Th. dendroidea*-Gestrüppe. Vergleichbare Szenarien schildern Dupraz & Strasser (1999).

4.5.6 Korallenvorkommen mit Dominanz von *Thamnasteria dendroidea* – ein Vergleich

Thamnasteria dendroidea hat ein regional eingeschränktes Verbreitungsgebiet (Abb. 60). Nachweise liegen aus Frankreich (Calvados-Orne, östlichen und südlichen Pariser Becken, Französischen Jura), der

Schweiz, Tschechien, Polen und NW-Deutschland vor (Beauvais, 1973); ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt dem entsprechend in Mitteleuropa. Möglicherweise reicht ihr Verbreitungsgebiet von bis nach Südportugal. Von dort (Algarve, Untere Kimmeridgium) führt Rosendahl (1985: 62, Taf. 2/6) *Th. concinna* auf, die durch ramosen Wuchs gekennzeichnet ist (? *Th. dendroidea*). Die ältesten Belege der Art stammen aus dem Niedersächsischen Becken (*florigemma*-Bank: Mittleres Oxfordium), die jüngsten aus dem Tithonium (Geyer, 1955: Stramberg in der Tschechei).

Abgesehen von den eigenen Untersuchungen (Helm et al., 1998, 1999, 2000b; Helm et al., 2003a) liegen Beschreibungen von Korallenriffen, an deren Aufbau *Th. dendroidea* beteiligt ist oder in denen *Th. dendroidea* dominiert, nur von französischen Vorkommen des Pariser Beckens (Lothringen, Novion-Porcien, Normandie) vor (Beauvais et al., 1974; Beauvais, 1985; Geister & Lathuilière, 1991; Bertling & Insalaco, 1998).

4.5.6.1 Beschreibung der Vorkommen

Haudainville in Lothringen

(Beauvais, 1985; Geister & Lathuilière, 1991: Stop 11; Laternser, 2001)

Bei Haudainville gewähren mehrere Straßenprofile einen dreidimensionalen Einblick in einen Riffkomplex der „Formation récifale de Lorraine“ des Mittleren Oxfordium (Geister & Lathuilière, 1991): Das Riffwachstum setzt oberhalb einer Erosionsfläche ein, die sich in Crinoiden-Kalkstein einschneidet. Direkt oberhalb der Erosionsfläche folgt noch Biodetritus, auf dem vereinzelt massive Korallen angesiedelt sind (Geister & Lathuilière, 1991: Abb. 50). Aus ihnen entwickeln sich sukzessive Korallengestrüppe von 1 bis 2m Höhe. Sie bestehen aus dickästigen *Th. dendroidea*-Kolonien (Geister & Lathuilière, 1991: Abb. 51, 53, 59-60, 63-64). Einzelne Gestrüppe erreichen bis zu 6m Höhe. Nach oben setzen sich dann zunehmend dünnästige *Th. dendroidea*-Wuchsformen durch, daneben sind noch wenige andere Arten ästiger (*Calamophylliopsis*, *Dendraraea racemosa*, *Stylosmilia*, *Aplosmilia*) und „massiver“ Korallen (*Actinaraea?*, *Isastrea*, *Comoseris?*, *Fungiastrea*) am Riffaufbau beteiligt. Gleichfalls nimmt der Anteil an Biodetritus ab und die Gestrüppe „ertrinken“ in Kalkschlamm. Darüber folgt bioklastischer, riffschuttreicher Kalkstein, der das Relief ausgleicht.

Im Riff- und Zwischenriffkalkstein sind Erosionsflächen erkennbar, die auf Sturmereignisse zurückzuführen sind. Zahlreiche robuste *Th. dendroidea*-Kolonien überlebten die Ereignisse, da sich ihr Wachstum oberhalb der Erosionsflächen fortsetzte. Außer einer vielfältigen Begleitfauna aus Muscheln, Schnecken,

Brachiopoden und Seeigeln sind ebenfalls Solenoporen im Riffkomplex verbreitet.

Das Riffwachstum fand in einem relativ niederegetischen Flachwassermilieu statt. In unregelmäßigen Abständen führten Stürme zu Erosionsereignissen, zum Teilabsterben der Korallenriffe und zur Sedimentumlagerung, daher Antransport von Kalkschlamm aus exponierten Bereichen des Riffkomplexes in das sedimentäre Umfeld (Geister & Lathuilière, 1991).

Eine weitere Beschreibung dieses Vorkommens liefert Laternser (2001: 28-29). Insbesondere seine Schilderung vom Riffaufbau und vorherrschenden Korallenwuchsformen weicht von den Angaben von Geister & Lathuilière (2001) deutlich ab, auf Details kann hier aber nicht eingegangen werden.

Saint-Mihiel in Lothringen

(Beauvais, 1964: 52; Geister & Lathuilière, 1991: Stop 10)

Die Korallenriffe sind an Felsklippen an dem Fluss Meuse, am nördlichen Rand von Saint-Mihiel aufgeschlossen. Sie gehören ebenfalls der „Formation récifale de Lorraine“ des Mittleren Oxfordium an. Die Riffe sind als Korallengestrüppe ausgebildet und in bioklastische Matrix eingebettet. Am häufigsten ist *Thamnasteria dendroidea*, daneben treten noch zahlreiche weitere Arten vorwiegend massiver Korallen auf. Insgesamt umfasst die Korallenfauna 26 Arten (Beauvais, 1964). Begleitorganismen sind *Diceras*-Arten und Nerineen.

Novion-Porcien im nördlichen Pariser Becken (Bertling & Insalaco, 1998)

Die Oxfordium-zeitlichen Fleckenriffe von Novion-Porcien im nördlichen Pariser Becken beschreiben Bertling & Insalaco (1998) eingehend. Es handelt sich um Korallen-Thrombolith-Riffe, die von den Bearbeitern als „coral-bearing thrombolites“ bezeichnet werden. An deren Aufbau sind neben mikrobiellen Karbonaten vor allem ästige Korallenarten beteiligt. *Th. dendroidea*, *Dendrohelia*-Arten und *Latomeandra* sp. herrschen vor, daneben tritt aber noch eine Vielzahl anderer Korallentaxa mit unterschiedlicher Wuchsform auf. Bei den ramosen Korallen zeichnet sich ab, dass sich in höherenergetischen Evironments wesentlich robustere Morphotypen herausbildeten. Mikrobielle Krusten sind verbreitet und häufig, dagegen fehlen inkrustierende Organismen nahezu. Die Fleckenriffe sind von Riffschuttkalkstein umgeben und überlagert – sie „ertrinken“ in ihrem Schutt (Korallenklasten). Bemerkenswert ist die artenreiche Begleitfauna im Riffkomplex. Sie setzt sich vor allem aus Muscheln

und Schnecken – u.a. auch Nerineen und *Diceras* – zusammen. Viele benthonische Arten sind an mobile Substrate im Umfeld der Fleckenriffe angepasst. Andere wiederum sind an den Lebensraum Korallenriff gebunden und sind dort in situ oder in Lebendstellung überliefert.

Bertling & Insalaco (1998) nehmen einen turbulenten Ablagerungsraum im Flachwasser von nur wenigen Metern Wassertiefe an (oberer subtidaler Bereich).

Ballême in der Normandie

(Beauvais et al., 1974; Beauvais, 1985)

Der Oberoxford-zeitliche „Riffkomplex von Ballême“ wird von Beauvais et al. (1974) eingehend untersucht. Er besteht aus einem Riffkörper, dessen Gestalt als „Linse“ beschrieben wird. Am Aufbau des Riffs ausschließlich *Th. dendroidea*-Kolonien beteiligt. Sie setzen sich aus vergleichsweise filigranen Ästen (Astdurchmesser 2 bis 8mm) zusammen, wachsen räumlich isoliert voneinander und bauen nach Beauvais et al. (1974) kein rigides Riffgerüst auf. Dennoch sind sie in Lebendstellung überliefert. Inkrustierende Organismen, z.B. Bryozoen, kommen nur sehr selten vor, mikrobielle Karbonate fehlen anscheinend.

Mikritischer Kalkstein umgibt das Korallengestrüpp ist aber ebenso als einbettendes Sediment der Kolonien verbreitet. Im Hangenden folgten bioklastische Kalksteine und Oolithe. Das Artenspektrum ist sowohl innerhalb des Korallengestrüpps als auch in den riffangrenzenden Karbonatablagerungen eingeschränkt (relativ wenige Arten/Gattungen von Muscheln, Schnecken, Seeigeln, usw.); auffällig ist das Vorherrschen kleiner Arten. Pectiniden (byssate Muscheln) sind innerhalb des Gestrüpps in Lebendstellung überliefert. Weitere byssate und infaunale Muschelarten sind in dem sedimentären Umfeld des Gestrüpps verbreitet. Schnecken (Arten von „*Turbo*“, „*Trochus*“ und *Amberleya*) kommen zahlreich im Riffkalkstein vor und sind außerhalb vergleichsweise selten. Beauvais et al. (1974) nehmen an, dass sie im Schutze des Korallengästs lebten. Dagegen sind Nerineen, ebenso wie *Diceras*, nur außerhalb des Korallengestrüpps überliefert und dort insgesamt häufig. Foraminiferen (Pseudocyclamminen, Alveosepten) sind ebenfalls in den angrenzenden mikritischen Kalksteinen verbreitet und zahlreich; sie fehlen auffälligerweise in den gestrüppinternen Kalkschlammablagerungen. Solenoporen kommen faziesbrechend im und außerhalb des Korallengestrüpps vor.

Anhand der Faziesgeometrie und paläoökologischer Daten rekonstruieren Beauvais et al. (1974) einen niederegetischen, lagunären Ablagerungsraum. Die monospezifische Ansammlung von *Th. dendroidea* fungierte als „Sedimentfänger“. Sie ermöglichte die

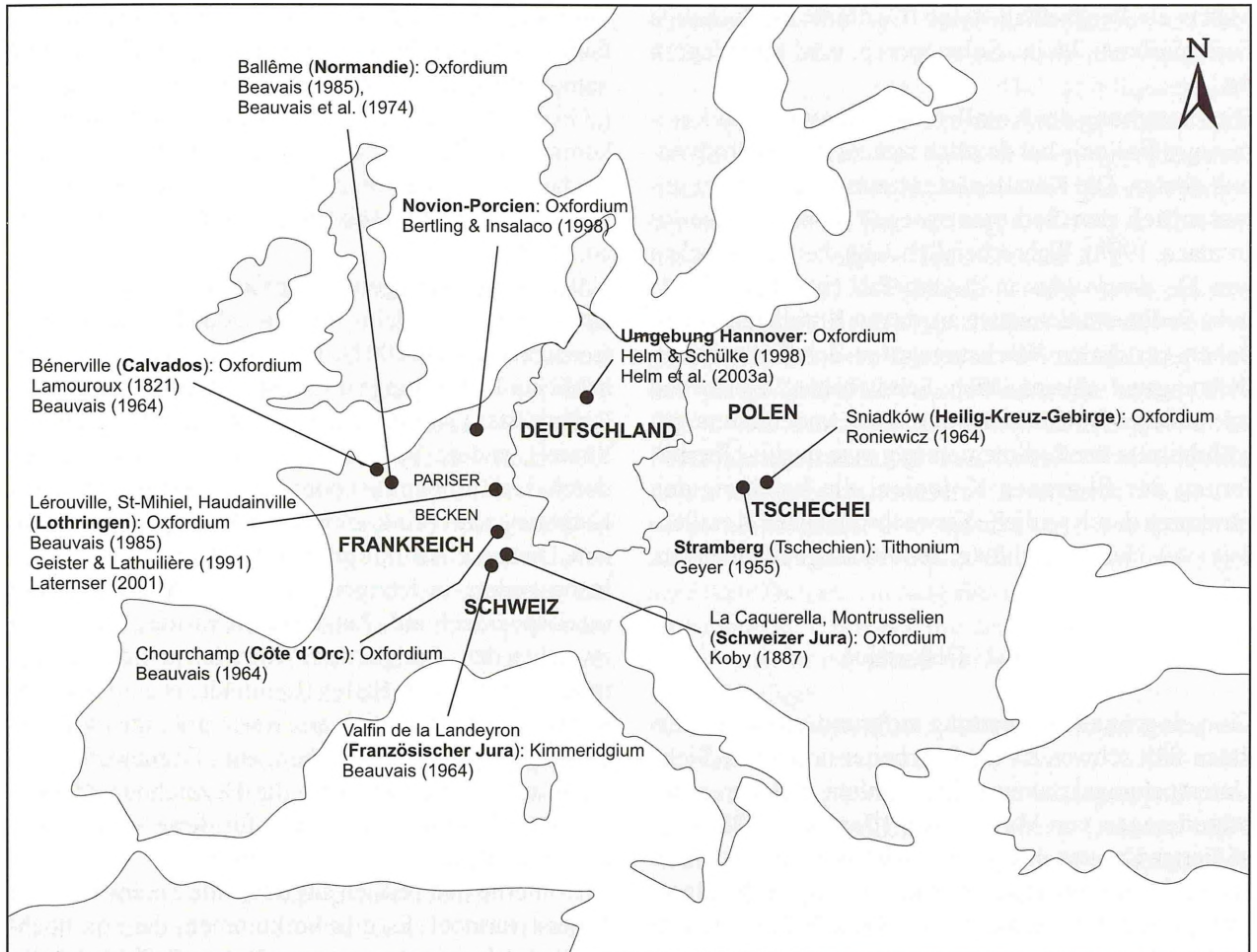


Abb. 60 - Regionale Verbreitung von *Thamnasteria dendroidea* im Oberjura von Europa (mit zeitlicher Zuordnung der Vorkommen und Literaturhinweisen).

Fig. 60 - Distribution of Upper Jurassic *Thamnasteria dendroidea*-bearing limestone successions in Europe (with stratigraphic position and references).

erhöhte Akkumulation von Kalkschlamm und soll letztendlich für die Entstehung des linsenförmigen Korallenvorkommens verantwortlich sein. Abschließend vergleichen Beauvais et al. (1974) das Korallenvorkommen mit „mud mounds“ oder „mud banks“, wie sie von Florida Bay bekannt sind. Es soll von mäandrierenden tidalen Kanälen umgeben gewesen sein, wo im höherenergetischen Bereich grobkörnigere Karbonatablagerungen sedimentierten. Eben solche Ablagerungen (beach rock nach Beauvais et al., 1974) sind auch im Hangenden verbreitet.

Keiner Deister, NW-Deutschland (Helm et al., 2003a)

Das Korallenvorkommen der *florigemma*-Bank im Kleiner Deister ist bisher lediglich im Überblick erfasst worden. Es ist westsüdwestlich des Jagdschlusses Springe zwischen Rahe Berg und Burgberg in einzelnen Klippenprofilen im Streichen auf einer Gesamt-

länge von mehreren 100m aufgeschlossen. *Th. dendroidea* tritt dort als dominierende Korallenart auf. Sie bildet einen maximal 2m hohen Korallenrasen, seine Basis bilden grobkörnigere bioklastenreiche oolithische Kalksteine. Einzelne Kolonien sind zu Korallengestrüppen vereint, in denen die Korallenäste vorwiegend aufwärts streben. Sie sind vorwiegend in Lebendstellung überliefert. Zwar kommen auch selten derbästige Morphotypen vor, charakteristisch sind jedoch filigrane Zweige mit Astdurchmessern von wenigen Millimetern. Nur vier weitere Korallenarten (*Cladophyllia* cf. *conybearei*, *Fungiastrea arachnoides*, *Isastrea* sp., *Th. concinna*) sind am Aufbau des Korallenrasens beteiligt, sind jedoch vom Gesamtvolumen unbedeutend. Inkrustierende Organismen und mikrobielle Karbonate sind selten und spielen für den Erhalt der Kolonien keine entscheidende Rolle. Eingebettet sind die Kolonien in mikritischem Kalkstein mit hohem Gehalt an Mikrofossilien (Foraminiferen u.a.), Biogenen/Bioklasten (vor allem Mollusken) und Cortoiden. Zum Top des Korallenrasens nimmt der Gehalt an mikritischer

Matrix ab. Partikelkalksteine (Cortoide, sandschalige Foraminiferen, kleine Solenoporen, usw.) überlagern ihn.

Die Entstehung des Korallenrasens lässt sich als kurzfristiges Ereignis bei deutlich reduzierter Hydrodynamik deuten. Die Korallenäste überragten wohl nur unwesentlich den Sedimentspiegel (constratal sensu Insalaco, 1998). Wahrscheinlich zeigt das Vorherrschen von *Th. dendroidea* in diesem Fall (vgl. Kap. 4.5.1) hohe Sedimentationsraten an, da nur Korallenarten mit hohen vertikalen Wachstumsraten der Sedimentanlieferung und -akkumulation „Schritt halten“ können und Inkrustierer-Bewuchs zurück tritt. Andererseits gewährleistete der Sedimenteintrag eine in situ-Überlieferung der filigranen Kolonien, die keine rigiden Strukturen durch seitliche Verwachsungen der Korallenäste (vgl. Helm & Schülke, 2000b) ausgebildet haben.

4.5.6.2 Diskussion

Eine eingehende Bewertung aufgrund von Literaturdaten fällt schwer, da die Bearbeiter unterschiedliche Untersuchungsschwerpunkte wählten und kurze Beschreibungen von Vorkommen (Beauvais, 1985) detaillierten Untersuchungen von Riffkomplexen und einzelnen Riffen entgegenstehen (Bertling & Insalaco, 1998; Helm & Schülke, 1998, 1999). Außerdem dem sind auch nur wenige Vorkommen bekannt; die Diskussion fußt also auf einer geringen Datenmenge. Dennoch ergibt sich ein relativ eindeutiges Bild. Die ramosen Wuchsform von *Thamnasteria dendroidea* schließt ein Vordringen der Art in tieferes und damit weniger lichtdurchflutetes Wasser aus (Kap. 4.5.1). Sämtliche Korallenvorkommen entstanden deshalb im Flachwasser von vermutlich nur wenigen Metern Wassertiefe – allerdings bei unterschiedlich hohen Wasserenergieverhältnissen. Ihr Erfolg in unterschiedlich turbulenten Ablagerungsräumen beruht auf der ausgeprägten Formvariationsbreite der ramosen Kolonien (Bertling & Insalaco, 1998; vgl. Laternser, 2001: 140, 155). Robuste, derbästige Kolonien stellen eine Anpassung an hochenergetische Habitate dar. Dagegen waren in niederenergetischen Habitaten filigrane, dünnästige Kolonien vorherrschend. Durch rasches und vertikales Wachstum der Äste hielten solche Kolonien/Morphotypen auch mit hohen Sedimentationsraten schritt (Kap. 4.5.1.3). Der Sedimenteintrag führte zudem noch zu einer Überlieferung der bruchempfindlichen Korallenstöcke in Lebendstellung (z.B. Vorkommen im Kleinen Deister).

Es handelt sich entweder um nahezu monospezifische Vorkommen (Vorkommen von Ballême und im Kleinen Deister) oder Vorkommen mit Dominanz von *Th. dendroidea* (Vorkommen von Haudainville, Novion-Porcien, Saint-Mihiel und des Süntels). Letztgenannte

Vorkommen können eine relativ artenreiche Korallenfauna aufweisen (Vorkommen von Novion-Porcien und Saint-Mihiel). Bezüglich ihres autochthonen Riffgefüges („Growth Fabric“) handelt es sich bei fast allen Vorkommen um (dense oder sparse) Pillarstones. Artenreiche Korallenvorkommen (Vorkommen von Saint-Mihiel) dürften dem Mixstone entsprechen (cf. Insalaco, 1998).

Unter Berücksichtigung ihrer Gestalt und Dimension entsprechen sie Klein-, Mittel- oder Großdickichten (sensu Laternser, 2001). Es gibt Vorkommen mit erheblicher Beteiligung von Thrombolith am Aufbau des Riffgerüsts (Vorkommen von Novion-Porcien und im Süntel), andere Vorkommen zeichnen sich dagegen durch das Zurücktreten oder Fehlen von mikrobiellen Karbonaten aus (Vorkommen von Ballême und im Kleinen Deister). Auffälligerweise tritt *Th. dendroidea* insbesondere in letztgenannten Vorkommen nahezu monospezifisch auf. Letztendlich variieren die Riffe zwischen den „Endgliedern“ Korallen-Riffen und Korallen-Thrombolith-Riffen (Leinfelder et al., 1994). Da Korallen-Riffe lediglich aus Ansammlungen von *Th. dendroidea*-Stöcken bestehen, ein „Framework“ also nicht ausgebildet ist, trifft die Bezeichnung Coral Mounds (Schmid et al., 2001) für diese Vorkommen (Ballême, Kleiner Deister) besser zu.

Riff-interne und seitlich angrenzende Sedimente sind äußerst variabel. Es gibt Vorkommen, die von hochenergetischen, gut ausgewaschenen Riffschuttkalksteinen allseitig umgeben sind (Novion-Porcien, Saint-Mihiel). Für andere Vorkommen (Ballême, Süntel) wiederum sind niederenergetische, lagunäre mikritische Kalksteine typisch. Die fazielle Ausbildung der weiteren Vorkommen vermitteln zwischen den beiden Varianten. Auffällig ist auch, dass es sich ausschließlich um Karbonatablagerungen handelt. Terrigen beeinflusste, z.B. siltig-mergelige Ablagerungen, wie sie für zahlreiche Korallen-Vorkommen aus ästigen (dendroiden, phaceloiden) Korallen typisch sind (z.B. *Calamophylliopsis*-Rasen, Werner, 1986; Leinfelder, 1994: 137), fehlen also.

Artenreichtum und Häufigkeit der Begleitfauna und -flora hängen weitgehend mit dem Sedimentspektrum in Zusammenhang. Die Vorkommen mit Kalkschlammablagerungen sind wesentlich arten- und individuenärmer als solche mit „körnigen“ Substraten. Zu den charakteristischen Fossilien aller Vorkommen zählen Nerineen, Diceraten und Solenoporen. Allerdings fehlen die Diceraten in den Vorkommen der *florigemma*-Bank.

5. DIAGENESE

In den untersuchten Gesteinen ist eine Vielzahl diagenetischer Veränderungen dokumentiert. Sie umfas-

sen u.a. die Prozesse der Dolomitisierung (Kap. 5.1), Verkieselung (Kap. 5.2), Aragonit-Lösung bzw. Transformation zu Calcit (Kap. 5.3) und Drucklösungsphänomene (Kap. 5.4).

5.1 Dolomitisierung

Dolomitisierungserscheinungen sind in Kalksteinen des Korallenoolith weit verbreitet (Nahnsen, 1912). Der Grad der Dolomitisierung reicht von vereinzelt in der Matrix verteilten Dolomitrhomboedern bis zur vollständigen Umwandlung in Dolomit (Neuser, 1988). Der überwiegende Teil der Schichtenfolge ist jedoch nicht durch Dolomitisierung beeinträchtigt (Schulze, 1974). Einerseits ist in bestimmten Regionen ein gehäuftes Auftreten von Dolomit oder eine intensivere Dolomitisierung festzustellen. Dies gilt insbesondere für das südlich gelegene oberflächliche Verbreitungsgebiet des Korallenoolith (Profile Salzhemmendorf, Brunkensen, Greit-Berg 1 und Erzhausen, Schulze, 1974). Nach Nahnsen (1912) und Schulze (1974: 65) sind die Dolomite schichtgebundene Erscheinungen. Dagegen betonen Wichmann (1909) und Neuser (1988: 64), dass die Dolomitisierungserscheinung nicht an bestimmte stratigraphischen Niveaus gebunden sind und stattdessen das Gestein unregelmäßig durchziehen.

Nach Schulze (1974: 65) und Neuser (1988) zeigen die dolomitischen Kalksteine und Dolomite in mikrofazialer und petrographischer Hinsicht ausschließlich Merkmale einer spätdiagenetischen Dolomitisierung. Insbesondere die hohe Größe der Dolomit-Rhomboeder weist auf eine Entstehung in größerer Versenkungstiefe hin (Neuser, 1988). Der Fragestellung, ob es eine Abhängigkeit zwischen Faziestyp und Dolomitisierung geht, wurde dagegen noch nicht aufgegriffen.

Ergebnisse

Auch im Untersuchungsgebiet sind die Karbonatablagerungen im unterschiedlichen Ausmaß von der Dolomitisierung erfasst. Insgesamt nimmt der Grad der Dolomitisierung in westliche Richtung (Wesergebirge) zu. In den Profilen an der Paschenburg (Abb. 4) ist die untersuchte Gesteinsfolge bereits weitgehend dolomitiert.

Dolomitisierungserscheinungen treten in allen Faziestypen auf. Sie sind also nicht an bestimmte Faziestypen gebunden, jedoch lassen sich verschiedene Dolomit-Typen differenzieren, die in Abhängigkeit von den Faziestypen stehen. Die Bezeichnung der Gefügetypen richtet sich nach der Klassifikation von Gregg & Sibley (1984) und Sibley & Gregg (1987).

In den Kalkoolithen (MF-Typ 1) und dem *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2) erstrecken sich die Dolomit-Rhomboeder zuerst über die Zemente der

Interpartikelporen und Foraminiferenkammern (Abb. 61/B). Dies führt zu nestartigem Auftreten von planaren euhedralen bis subhedralen Dolomitpflastern. Erst während ausgeprägter Dolomitisierung werden auch die Komponenten mit erfasst. Davon betroffen sind ausschließlich Profile im Westen des Untersuchungsgebietes (Abb. 4: Paschenburg, Oberberg I, II, Amelungsberg I, II, Schrabstein, Höllental IV).

Insbesondere im Dachbereich ist der foraminiferenreiche Kalkoolith (MF-Typ 11) des Profils Mattenberg partiell dolomitiert. Die Dolomitisierung erfolgt vom Interpartikelporenraum aus in die Partikel hinein (Abb. 61/A). Bei zunehmender Dolomitisierung sind die Pellettoide und Cortoide im Randbereich von einem mehr oder weniger geschlossenem Rhomboeder-Saum umgeben und auch der Interseptalraum ist von Dolomitekristallen durchsetzt (Abb. 61/A). Noch weiter fortgeschrittene Dolomitisierung führt zur weitgehenden bis vollständigen Umwandlung des Gesteins in Dolomit. Dabei entsteht ein planar euhedrales bis subhedrales Dolomitgefüge.

Auch in matrixgestützten Karbonatablagerungen mit biogenen Komponenten (MF-Typ 4, 7) setzt die Dolomitisierung in der Matrix an. Es liegen große isolierte Dolomit-Rhomboeder vor (Matrix-Dolomite sensu Reinhold, 1996), die ein planar porphyrotopisches Dolomitgefüge hervorrufen. Eisenreiche Einschlüsse erzeugen gelegentlich einen Zonarbau (Abb. 61/D). Intensivere Dolomitisierung führt zu einer pflasterartigen Anordnung (vgl. Reinhold, 1996: Taf. 16/2) bzw. einem subhedralen (planar-S) Dolomitgefüge.

Die mikritischen Faziestypen (Mudstones) zeigen unterschiedliche Dolomitisierungserscheinungen. Verbreitet sind mikritische Kalksteine (MF-Typ 6) mit erhöhtem Tongehalt davon betroffen (Abb. 61/C). Dolomitierte Bereiche sind durch intensive Ockerfärbung bereits im Aufschluss erkennbar. Sie sind in den Profilen Paschenburg, Oberberg I, II, Amelungsberg I, Schrabstein und Höllental I allgegenwärtig. Allerdings treten Dolomitisierungserscheinungen nur lagenweise auf, so dass in den Profilen nie der gesamte mikritische Kalkstein dolomitiert vorliegt.

Auch Riffkalkstein kann Dolomitisierungserscheinungen aufweisen. Die zeitliche Abfolge der Dolomitisierung ist Fazies-kontrolliert. Sie ist besonders gut in den thrombolithischen Riffbereichen gut zu studieren. Bei beginnender Dolomitisierung wird zuerst der Allomikrit in kleinen Riffhöhlräumen dolomitiert. Es kommt zur Ausbildung von Dolomit-Pflastern, während die mikrobiellen Karbonate von der Dolomitisierung verschont bleiben (Abb. 59/C). Erst später greift die Dolomitisierung auch auf den Thrombolith über. Diese Abfolge ist insbesondere in dem an der Paschenburg aufgeschlossenen Riffkalkstein gut zu studieren. Die Beobachtung entspricht den allgemeinen Angaben über Dolomitisierungserscheinungen im Riffkalkstein (z.B.

Leinfelder, 1994; Reinhold, 1996: Taf. 16/3) und hängt mit dem erhöhten Tongehalt im Allomikrit zusammen (Koch & Schorr, 1986).

Diskussion

Die Dolomitierungsphänomene des Korallenoolith werden als spätdiagenetisch gedeutet (Schulze, 1974). Eigene Beobachtungen stimmen mit dieser Interpretation überein. Im Material greifen Dolomit-Kristalle über die Kluftmineralisation aus Calcit hinweg (Abb. 61/B). Sie wurden folglich erst im Anschluss an die Klüftung des Gesteins und Ausheilung der Kluftflächen mit Calcit gebildet (vgl. Sun et al., 1992; Adams & MacKenzie, 2001: 134, Abb. 254).

Die mikritischen Faziestypen (Mudstones) zeigen eine selektive, lagenweise Dolomitierung. Betroffen sind vor allem die Bereiche, die durch Drucklösung in mergelige Kalksteine überführt worden sind (Kap. 5.4). Dort lagen offensichtlich günstigere Bedingungen für dolomitisierende Lösungen vor. Identische Phänomene schildert Huber (1987) anhand oberjurassischer Karbonate von Süddeutschland. Sie sprechen ebenfalls für eine spätdiagenetische Dolomitierung im Anschluss an die Drucklösung (Huber, 1987). Inwieweit die Interpretation einer spätdiagenetischen Dolomitierung auf alle genannten Dolomitierungserscheinungen übertragbar ist, lässt sich im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht klären.

5.2 Verkieselungen und Sprossungen authigener Quarzkristalle

Verkieselungserscheinungen sind in den Oxfordiumzeitlichen Karbonatablagerungen des Niedersächsischen Beckens allgemein bekannt. Am auffälligsten sind „Kieselknollen“, Spiculite und spiculitischen Gesteine (Gesteine mit hohem Anteil an Schwammnadeln, Geyer, 1962). Sie bleiben auf den Übergangsbereich Heersumer Schichten zum Korallenoolith beschränkt und sind schichtparallel eingelagert (Hoyer, 1965). Gramann (1963) leitet die Spiculite von mobilisierter und wieder ausgefallter Kieselsubstanz von Schwammnadeln (insbesondere Rhaxen) ab.

In den Karbonatablagerungen des Untersuchungsgebietes haben Verkieselungen keine große petrographische Bedeutung. Sie treten stets selektiv und kleinräumig auf. Betroffen sind entweder Partikel (Cortioide, biogene Komponenten: vor allem Korallen) oder die mikritische Matrix. Zudem sind auch Sprossungen authigener Quarzkristalle zu nennen (s.u.). Sie werden durch einen detritischen Quarz-Kern initiiert.

Verkieselung von Partikeln

Verkieselungen von Partikeln (Cortoiden, Bioklasten) sind nur aus foraminiferenreichen Cortoid-Kalksteinen

des Profils Mattenberg bekannt (Abb. 25-26, 62/A). Die Intensität der Verkieselung nimmt zur Dachfläche des Gesteins deutlich zu. Es handelt sich um frei gewachsene SiO₂-Neubildungen, die Karbonate verdrängen. Sie sind stets als knötchen- oder nesterartige Verkieselungen ausgebildet, die einen radialstrahligen Aufbau aufweisen. Maximal erreichen die „Knötchen“ Durchmesser von bis zu mehreren mm. Sie bleiben auf das Zentrum der Cortioide und Bioklasten beschränkt (Abb. 26, 62/A). Die Komponenten liegen also partiell, aber nie komplett verkieselt vor. In der Regel zeigen auch nur einige der Partikel Dolomitierungserscheinungen. Darüber hinaus treten vereinzelt knötchenartige Verkieselungen im mikritischen Kalkstein auf (Abb. 62/B-C).

Vergleichbare komponentengebundene Verkieselungsphänomene beschreiben Nose (1995: 56) und Kossler (1998: 36). Nach Neuser (1988) sind solche „radialstrahlige Aggregate aus dünnen, faserigen Subkristallen“ in Karbonatgesteinen des Korallenoolith allgemein verbreitet.

Verkieselung von Korallen

Selective Verkieselung von Korallenstöcken ist ein verbreitetes Phänomen, das vor allem für oberjurassische Korallenvorkommen in Süddeutschland (Schwäbische Alb, u.a. Nattheim und Gerstetten) typisch ist (z.B. Lauxmann et al., 1998). Auch vom Korallenoolith ist diese Fossilerhaltung bekannt. Verkieselte Korallen

Abb. 61 - Dolomitierungserscheinungen.

A: Cortoid-Kalkstein (MF-Typ 11). Große, euhedrale bis subhedrale Dolomit-Rhomboeder bleiben auf den Randbereich der Komponenten (hier: Pelletoide und Cortioide) beschränkt und umgeben sie hüllenartig. Auch das Bindemittel ist bereits vollständig dolomitisiert und bildet ein pflasterartiges Gefüge (pervasiver Matrixdolomit). Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-6.9m.

B: Gut ausgewaschener oolithischer *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2) mit Kluftmineralisation von Calcit. Die Dolomit-Rhomboeder (planar-euhedral bis planar-subhedral) erstrecken sich sowohl über den Sparit der Matrix als auch über die Kluftfüllung. Dies weist auf spätdiagenetische Dolomitierung hin. Profil Höllental-IV, Dünnschliff Höl-IV-0.3m(2).

C: Mergeliger mikritischer Kalkstein der *florigemma*-Bank (MF-Typ 6), der von Dolomitierung erfasst ist. Die Muschelschalen (hier: *Camptonectes auritus*) sind dagegen nicht dolomitisiert. Profil Schrabstein; Dünnschliff Schr-2.9m.

D: Fossilreicher mikritischer Kalkstein (MF-Typ 4) mit großen euhedralen Fe-haltigen Dolomit-Rhomboedern mit Zonarbau. Sie ergeben ein porphyrotopisches Gefüge (planar-p). Die Kerne sind möglicherweise dedolomitisiert. Profil Oberberg, Dünnschliff Ob-I-0.9m.

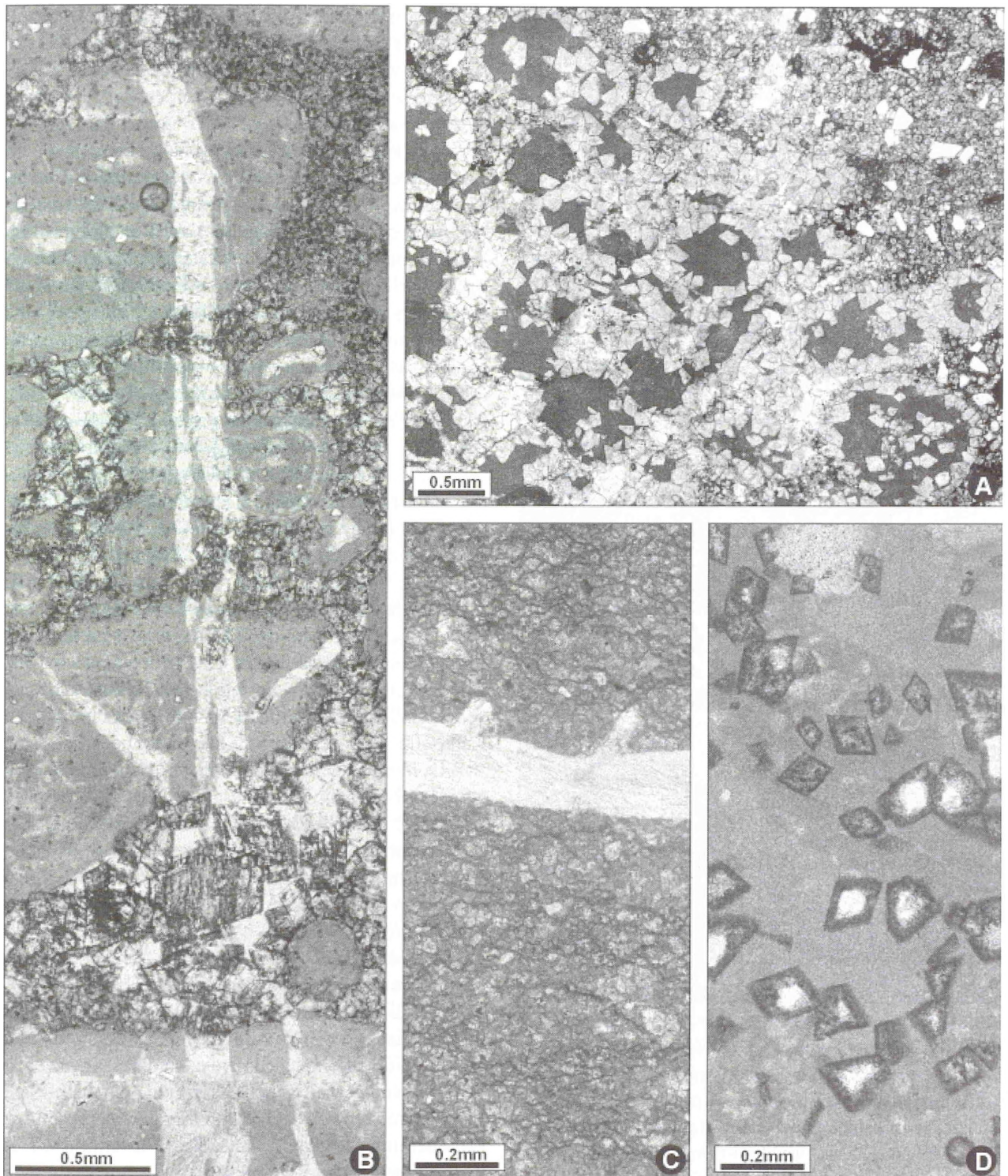


Fig. 61 - Dolomites and dolomitisation.

A: Partial dolomitization has affected cortoid limestone (MF type 11). Large dolomite crystals (euhedral to subhedral rhombohedra) are restricted to the margins of pelletoids and cortoids, forming a closed rim. The intergranular material is dolomitized as well. Section Mattenberg, thin section Mat-I-6.9m. **B:** Coarse oolitic *Everticyclammina* limestone (MF type 2), that is selectively dolomitized. Dolomite crystals occupy micritic matrix and a fracture whereas the carbonate grains, e.g. ooids, are not replaced by dolomite. This feature points to late diagenetic dolomitization. Section Höllental-IV, thin section Höl-IV-0.3m(2). **C:** Fine-grained dolomite crystals replace argillaceous micritic limestone (MF type 6) of the *florigemma*-Bank Member. Note well preserved shell of *Camptonectes auritus*, that did not suffer from dolomitization. Section Schrabstein, thin section Schr-2.9m. **D:** Fossiliferous micritic limestone (MF type 4) with large isolated dolomite crystals (euhedral rhombohedra), revealing a porphyrotopic dolomite texture. The crystals are Fe-rich and zoned. Possibly, the cores are dedolomitized. Section Oberberg, thin section Ob-I-0.9m.

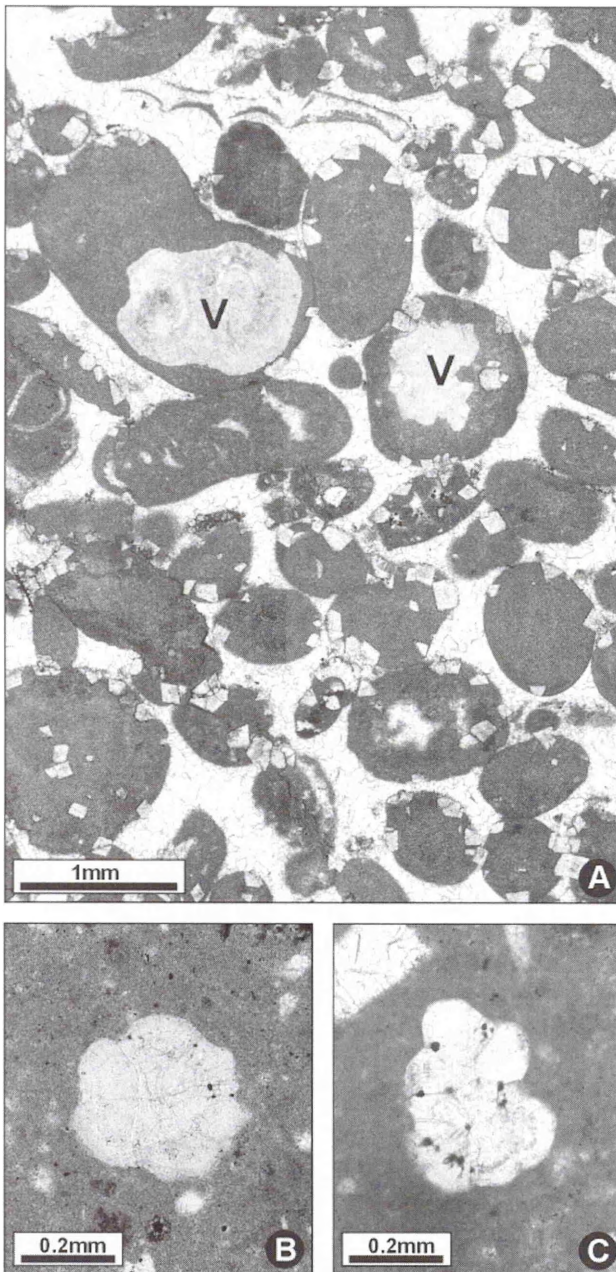


Abb. 62 - Verkieselungs-Phänomene. **A:** Cortoid-Kalkstein (MF-Typ 11) mit Cortoiden, deren Zentren verkieselt sind (V). Beginnende Dolomitisierung wird durch vereinzelt Auftreten von Dolomit-Rhomboedern angezeigt. Sie erfolgt vom Interpartikelporenraum aus in die Cortoide hinein. Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-6.9m. **B-C:** Traubenförmige Verkieselung aus radialstrahligen faserigen Kristallen im Biomikrit (MF-Typ 4); **A:** Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(3.8/2.0)-2; **C:** Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-Lehrs.(3).

Fig. 62 - Silicification phenomena. **A:** Coarse-grained, well-winnowed, and partially dolomitized cortoid limestone (MF type 11) with two cortoids with silicified centers (V). Dolomitization show a fabric-selective replacement, preferentially affecting the margins of cortoids. Section Mattenberg, thin section Mat-I-6.9m. **B-C:** Small grape-shaped silicifications of radially structured crystals in biomicrite (MF type 4); **B:** section Haddessen, thin section Had-(3.8/2.0)-2; **C:** section Pötzen, thin section Pö-Lehrs.(3).

kommen insbesondere in der Unteren Korallenbank vom Bielstein im Deister und ebenso in Riffen der *florigemma*-Bank im Süntel vor (Helm et al., 2003a). Letztere sind regional auf ein Klippenprofil der *florigemma*-Bank südwestlich des Bakeder Berges beschränkt (Abb. 4). Verkieselungserscheinungen zeigen die dort häufig auftretenden großen Korallenstöcke von *Thamnasteria concinna*, während *Th. dendroidea*-Kolonien davon in der Regel unbetroffen bleiben. Die fladenförmigen Korallenstöcke sind i.d.R. nur randlich bzw. oberflächlich verkieselt, während der Rest aus neomorphem Sparit besteht. Hinzu kommen meistens noch irregulär verteilte, traubige Verkieselungen innerhalb der Korallenstöcke. Korallenplatten von blättrig-foliosem Wuchs sind weitgehend komplett verkieselt. Dann ist eine Ätzpräparation möglich, die zur vollständigen Freilegung der filigran gebauten Kolonien führt (Taf. 31/6). Solche Fossilhaltung stellt jedoch eine Ausnahme dar. Bezüglich der Art und Weise der Korallen-Verkieselung bestehen weit reichende Übereinstimmungen mit Material aus Süddeutschland.

Sprossung von Quarzkristallen

Erforderlich zur Bildung von Anwachs säumen sind Keime von detritischem Quarz in Karbonatgestein. Das Auftreten solcher SiO_2 -Neubildungen ist deshalb weitgehend auf den Kalkoolith (MF-Typ 1) beschränkt. Im Kalkoolith stellt detritischer Quarz vereinzelt den Kern von Ooiden. In seltenen Fällen zeigen diese Quarze einen syntaxialen Anwachs saum. Diese Aufwüchse bilden sich durch Verdrängung des Karbonats der Ooid-Hülle und entwickeln dabei ihre charakteristische Eigengestalt. Größere gesprossete Quarzkristalle dringen bis in den Zement, der die Komponenten umschließt (Abb. 63/C).

Solche Ooide mit Quarz-Saum um den detritische Quarzkern beschreibt bereits Neuser (1988: 66, Taf. 4/16) aus oolithischen Kalksteinen des Korallenoolith. Das Wachstum erfolgte nach Neuser (1988) über eine „Lösungs-Fällungs-Fläche“, da die Ooidcortex auch nach der Sprossung erhalten geblieben sind.

Ein weiterer Typ von SiO_2 -Neubildungen bleibt auf den Dachbereich der *florigemma*-Bank beschränkt. Betroffen sind sowohl Riffkalkstein (MF-Typ 8) als auch der fossilreiche Kalkstein der Nerineenlage (MF-Typ 7). Es handelt authigene Quarzsprossungen mit stengel-nadeligem Habitus der Kristalle (Abb. 63/B), vergleichbar mit authigenen Quarzkristallen, die Benke (1981: Taf. 8/9) aus Karbonaten von Diskontinuitätsflächen abbildet. Sie sind insgesamt klein (Länge bis 0.2mm), treten aber in manchen Profilen gesellig auf und liegen in verhältnismäßig dichter Anordnung vor (Abb. 63/A). In der Rifffazies sind diese Quarzsprossungen an die Gehäuse agglutinierender Foraminiferen gebunden, z.B. bei *Haddonina* sp.. Offensichtlich sind es Anwächse um sehr kleine, agglutinierte Quarzkörner

herum. In Kalksteinen der Nerineenlage gehen die Sprossungen vermutlich syntaxial von feinkörnigem Quarzdetritus aus.

Diskussion

Die Verkieselungs-Erscheinungen lassen sich durch die große Mobilität von organogener Kieselsubstanz erklären (z.B. Beurer, 1971). Das Silikat wurde durch das Angebot von Skelettopal der Schwammnadeln, insbesondere Rhaxen, bereitgestellt. Solche spiculitischen Gesteine (Geyer, 1963) mit zahlreichen Schwammnadeln sind auch im Untersuchungsgebiet verbreitet; insbesondere die Nerineenlage führt reichlich Rhaxen. Auffällig ist, dass die ausgeprägtesten SiO_2 -Neubildungen (Verkieselungen von Partikeln und Anwachssäume von Quarzkristallen um detritischen Quarz) unmittelbar im Liegenden der Hauptdiskontinuitätsfläche auftreten. Betroffen sind insbesondere der foraminiferenreiche Cortoid-Kalkstein des Profils Mattenberg sowie Riffkalkstein und Nerineen/Solenoporen-Kalkstein einiger Profile (insbesondere Amelungsberg). Die charakteristische räumliche Verteilung macht plausibel, dass die Mobilisierung von Skelettopal und anschließende Verkieselung unter Verdrängung von Kalziumkarbonat mit dem Auftauchen und Trockenfallen der Karbonatablagerungen (Anlage der Hauptdiskontinuitätsfläche) zu verknüpfen ist. Demnach handelt es sich um frühdiagenetische Bildungen.

Partielle bis vollständige Verkieselung von Korallenstöcken bleibt dagegen auf Riffkalksteine des Profils Bakeder Berg-SW beschränkt. Warum überhaupt und gerade dort Verkieselungs-Phänomene verbreitet sind, bleibt rätselhaft. Auch der Vorgang der Verkieselung von Korallenstöcken ist bisher noch nicht zufriedenstellend geklärt (Lauxmann et al., 1998). Ein Modell für den Ablauf der Verkieselung von Korallenstöcken einiger süddeutschen Korallenvorkommen entwerfen Nagel & Lauxmann (1990) und Lauxmann (1992). Ein Übertrag der Ergebnisse auf das niedersächsische Material ist jedoch ohne weitere Untersuchungen zur Fossildiagenese nicht möglich.

5.3 Aragonit-Lösung von Korallenstöcken und Verfüllung mit Sediment

Aragonit ist im Vergleich zur stabileren Kalziumkarbonat-Modifikation Calcit im wässrigen Medium anfälliger gegenüber Lösung und Neomorphose. Die aus Aragonit bestehende Korallenstöcke von Steinkorallen neigen deshalb zur Lösung bzw. Transformation (Aragonit zu Calcit) (Constanz, 1986; Scoffin, 1992).

Im Untersuchungsgebiet ist selektive Lösung von Korallenstöcken ein verbreitetes Phänomen. Vor allem *Th. dendroidea* ist davon betroffen. Häufig sind die Äste kollabiert und seitlich zusammengedrückt. Ihr

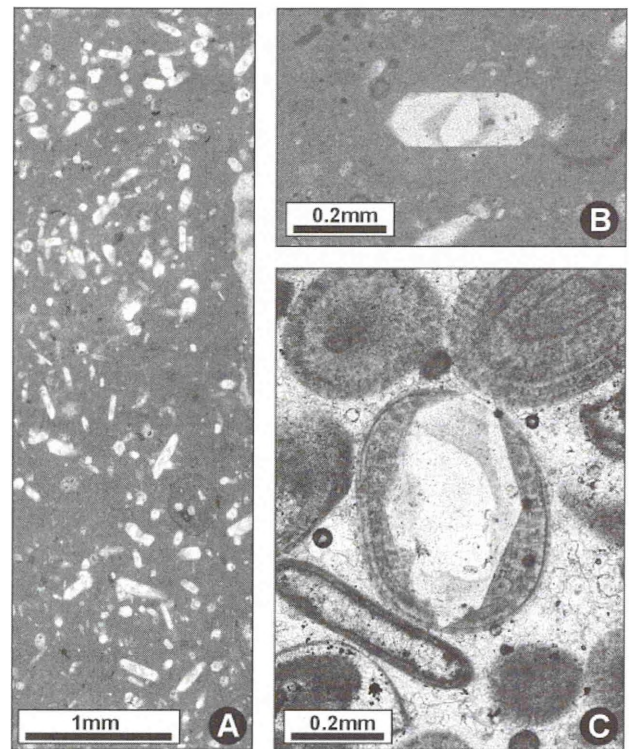


Abb. 63 - Verkieselungs-Phänomene.

A: Allomiktit-Füllung im „Riffgerüst“, die von zahlreichen kleinen authigenen Quarzkristallen durchsetzt ist. Profil Amelungsberg; Dünnschliff Am-3.9/0.2 (P22.2). **B:** Wie A, Detailaufnahme eines Quarzkristall. **C:** Kalkoolith (MF-Typ 1) mit radialkonzentrischen Ooiden. Das in der Bildmitte befindliche Ooid weist einen Kern aus detritischem Quarz auf. Seine Cortex wird bereichsweise durch den weiter gewachsenen Quarzkern verdrängt, bleiben jedoch als „ghost structure“ sichtbar. Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-I-0.1m(A).

Fig. 63 - Silicification phenomena.

A: Intra-reef cave filling with allomictite that is interspersed with small authigenous quartz crystals. Section Amelungsberg, thin section Am-3.9/0.2 (P22.2). **B:** Same as A, enlargement of a quartz crystal. **C:** Grain-supported ooids (MF type 1) with laminated radial cortices. Ooid in the center with detrital quartz grain as nucleus. Cortices are replaced by silica, and only visible as "ghost structures". Section Bakeder Berg; thin section Ba-I-0.1m(A).

Durchmesser erscheint deshalb kleiner und unregelmäßig (Taf. 30/1). Der Raum wird von neomorphem Sparit aufgefüllt (Taf. 30/1-2). Im Extremfällen führt das Kollabieren zur Brekzierung des Gesteins (Abb. 64/A). Übereinstimmende Phänomene illustriert Nose (1995: Abb. 122) anhand von „Korallen-Bafflestones“ aus dem Lusitanischen Becken.

Häufig wurden Korallenstöcke aufgelöst und die verbleibenden Hohlräume anschließend mit Sediment aufgefüllt. Solche Phänomene sind im Dachbereich der *florigemma*-Bank weit verbreitet, bleiben allerdings

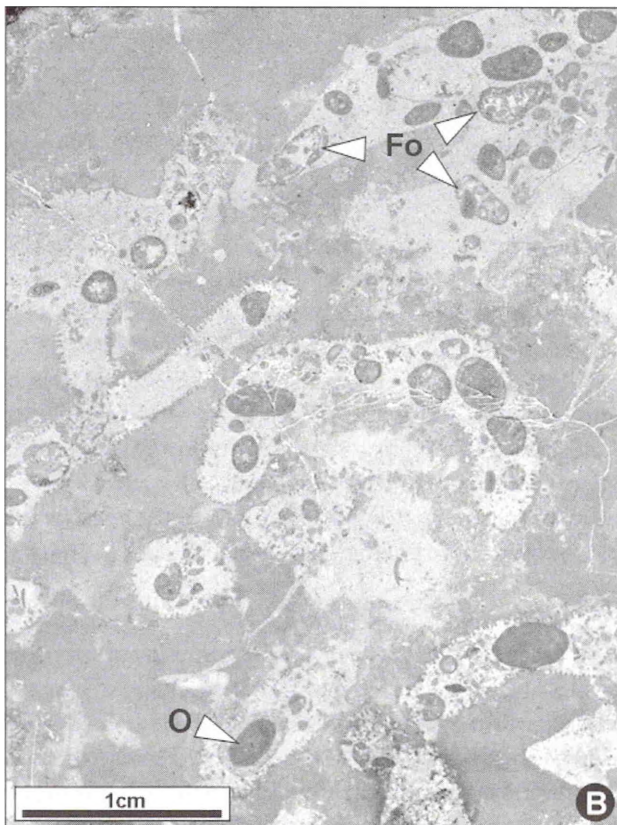
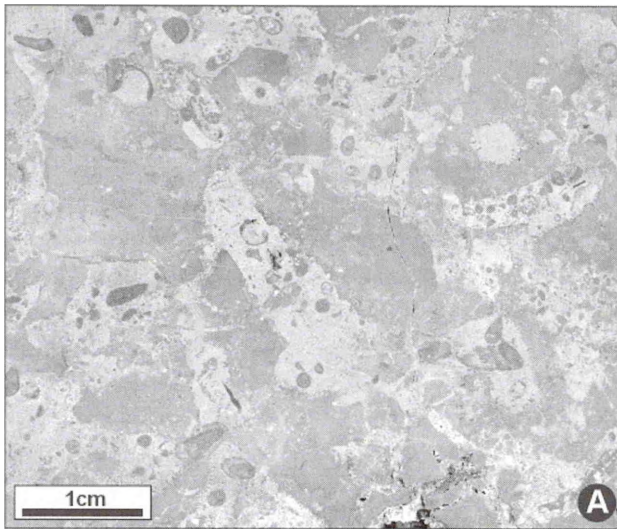


Abb. 64 - Gesteinsanschliff von Rifflimestone (*Thamnasteria dendroidea*-Gestrüpp), in dem die Korallenäste selektiv gelöst und die Biogenlösungshohlräume mit Partikelkalkstein aufgefüllt worden sind. Die Matrix der Komponenten ist dolomitisiert. Profil Amelungsberg II.

A: Bereichsweise sind die Biogenlösungsporen kollabiert und die Korallenäste nur noch schemenhaft umgrenzt. Auch das einbettende Sediment der Korallenäste ist von der Deformation betroffen. Zu beobachten sind Zerschörungen und Spalten, die noch vor der kompletten Zementation des Gesteins angelegt wurden und zur Brekzierung des Gesteins führten. Gesteinsanschliff Am-I-1.6m-1.

B: Als sedimentäre Füllung der Hohlräume treten Cortoide, agglutinierende Foraminiferen (Fo) und Onkoide (O) auf. Die größeren Komponenten erreichen annähernd den Durchmesser der Korallenäste. Gesteinsanschliff Am-I-1.6m-2.

nicht darauf beschränkt. Im Profil Amelungsberg II (Abb. 3) sind sogar 3.5m unter der Hauptdiskontinuitätsfläche *Th. dendroidea*-Kolonien selektiv aufgelöst und die resultierenden Hohlräume sedimentär verfüllt (Abb. 64). Die Füllung entspricht Partikelkalkstein mit zahlreichen Cortoiden und großen agglutinierenden Foraminiferen (u.a. *Everticyclammina* sp.). Die mikritische Matrix ist vollständig dolomitisiert.

Eine Besonderheit stellt die sedimentäre Abfolge im Profil Mattenberg dar, da im Hangenden der Nerineenlage noch ca. 3.6m mächtige Karbonatgesteine der *florigemma*-Bank folgen. Direkt oberhalb der Nerineenlage befinden sich *Th. dendroidea*-Kolonien in Lebendstellung. Auch deren Äste sind vollständig aufgelöst und mit foraminiferenreichem mikritischem Kalkstein aufgefüllt.

Vergleichbare selektive Lösungsphänomene mit anschließender sedimentärer Füllung sind allgemein aus Rifflimestone bekannt. Leinfelder (1992: 22, 1994: 27) und Nose (1995: 149) führen sie aus dem Ota-Kalkstein bzw. Lusitanischen Becken, Portugal, an.

Die geschilderte Lösung der aragonitischen Korallenstöcke erfolgte subaerisch und ist an das Auftauchen der *florigemma*-Bank während der Anlage der Hauptdiskontinuitätsfläche gekoppelt (Helm, 1998). Brekzierung und die schemenhafte Überlieferung der buschförmigen Korallen deutet auf frühe Aragonit-Lösung hin, die vor der vollständigen Zementation des Gesteins stattfand (Nose, 1995: 149). Während nachfolgender Sedimentation im flachmarinen Bereich wurden die verbleibenden Hohlräume (mehrphasig) wieder mit Sediment (Onkoide Cortoide, Bioklasten, Foraminiferen, Kalkschlamm und detritischem Quarz) aufgefüllt (Helm, 1998).

Die aufgelösten *Th. dendroidea*-Kolonien im Profil Mattenberg zeigen zumindest eine Diskontinuität und Hardground-Bildung an. Möglicherweise spiegeln sich auch einen weiteren Paläokarst-Horizont innerhalb der

Fig. 64 - Polished slab of reef limestone (*Thamnasteria dendroidea* thicket). Early aragonite-dissolution of coral branches led to natural three-dimensional casts and ensuing filling of these moulds by cortoids, bioclasts, foraminifers, and matrix (dolomitized). Section Amelungsberg II.

A: Partly, the cavities are collapsed, so that the boundaries of former coral branches are almost inrecognizable or only relics of branches are visible. Moreover, the matrix enveloping the coral branches is interspersed with fissures and shear joints. These phenomena point to a formation during stable substrate conditions, but before final cementation of the sediment. Polished slab Am-I-1.6m-1.

B: The infilling of casts consists of cortoids, agglutinated foraminifers (Fo), oncoids (O), and dolomitized matrix. The largest grains reach a size that corresponds to diameter of coral branches. Polished slab Am-I-1.6m-2.

florigemma-Bank wider (vgl. Leinfelder, 1994: 27; Nose 1995: 149), jedoch gibt es dafür keinen eindeutigen Beleg. Wahrscheinlicher ist submarine Karbonatlösung, von der insbesondere aragonitische Skelette betroffen waren. Vergleichbare Phänomene beschreibt Sander (2001) anhand von Rudisten-Biostromen.

5.4 Drucklösungserscheinungen

Die große Bedeutung von diagenetischer Kompaktion infolge von Stylolith-Bildung macht sich im Aufschluss- und Dünnschliffbereich deutlich bemerkbar (Abb. 28). Insbesondere Riffkalkstein und „grobe“ Partikelkalksteinen mit komponentengestützten Gefügen (MF-Typ 2) weisen Stylolithen auf.

Auch die mikritischen Faziestypen (Mudstones) zeigen Drucklösungserscheinungen, und zwar wurden lagenweise Kalksteine in mergelige Kalksteine überführt (vgl. Huber, 1987), woraus die Bankung des Gesteins resultiert (Kap. 2.2: MF-Typ 6). Schätzungsweise ist bei den untersuchten Karbonatgesteinen mit einem Massenverlust und einer Reduktion der Schichtmächtigkeiten durch Drucklösung von mehreren 10er-% zu rechnen.

6. RÜCKSCHLÜSSE

Aufgrund kompositioneller und textueller Merkmale werden die Karbonatgesteine des Untersuchungsgebietes in 12 Faziestypen eingeteilt (Kap. 2, Abb. 8). Sie entstanden zwar alle im Flachwasser, spiegeln jedoch erhebliche Unterschiede der Hydrodynamik wider. Demzufolge reicht das Spektrum von hochenergetischen, gut ausgewaschenen Kalkoolithen (Kalkoolith: MF-Typ 1; foraminiferenreicher Kalkoolith: MF-Typ 11), Cortoid-Kalksteinen (MF-Typ 9, 11) bis zu niederenergetischen lagunären Kalkschlammablagerungen (fossilreicher mikritischer Kalkstein: MF-Typ 4, mikritischer Kalkstein: MF-Typ 6, Nerineen/Solenoporen-Kalkstein: MF-Typ 7), die sich mit Riffkalkstein (MF-Typ 8) verzahnen.

Biogene Komponenten steuern im Untersuchungsgebiet erheblich zum Sedimentbudget der Karbonatablagerungen bei, die meisten MF-Typen werden von ihnen sogar dominiert (z.B. *Everticyclammina*-Kalkstein: MF-Typ 2). Insbesondere die fazielle Verbreitung von Organismenresten ermöglicht eine detaillierte Typisierung der Mikrofazies (Abb. 8). Die taxonomische und paläoökologische Bearbeitung der Fossilien – insbesondere in Dünnschliffen – bildet daher einen Untersuchungsschwerpunkt (Kap. 3, Abb. 31). Sie führt beispielsweise zum Erstnachweis einer Vielzahl von Organismen für das Niedersächsische Becken bzw. für den Korallenoolith.

Pflanzen (Kap. 3.1, Abb. 32)

„**Porostromata**“ sind durch mehrere Arten cayeuxiider Algen belegt. Sie bilden buschige Aufwüchse auf Biogenen, Bioklasten, Cortoiden und Onkoiden. Deshalb bleiben cayeuxiide Algen auf (mobile) grobkörnige Karbonatsubstrate beschränkt und fehlen in den Riffen. Besonders häufig sind sie im Bereich des Amelungsberges (*Everticyclammina*-Kalkstein, MF-Typ 2). **Rotalgen** treten mit 3 Arten auf. *Solenopora jurassica* Brown ist außer im mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6) in allen Faziestypen belegt. Besonders häufig sind *S. jurassica*-Knollen in der Nerineenlage (MF-Typ 7); oberhalb einiger Riffe kommen bis kopfgroße Knollen in gesteinsbildender Häufigkeit vor. Kleinere Knollen treten ebenfalls im riffschutführenden Solenoporen-Kalkstein (MF-Typ 10) massenhaft auf. Aus dem Riffbereich und dem Umfeld der Riffe sind außerdem *Solenopora cf. helvetica* Peterhans und *Pycnoporidium lobatum* Yabe & Toyama bekannt (MF-Typen 4 und 7).

Dasycladaceen sind im Korallenoolith selten, treten aber im Untersuchungsgebiet häufiger auf, was ihre Vorliebe für lagunäre Ablagerungsräume widerspiegelt. Einige sind an bestimmte Faziestypen gebunden. Allochthone Reste von *Salpingoporella annulata* Carozzi und *Otternstella cf. lemmensis* (Bernier) befinden sich vereinzelt im Kalkoolith (MF-Typ 1) und *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2). *Anisoporella ? cretacea* (Dragastan) und die im Niedersächsischen Becken endemische *Salpingoporella ? suentelensis* Helm, Schülke & Schlagintweit bleiben auf die Nerineenlage (MF-Typ 7) beschränkt. Erstgenannte bevorzugt den Riffbereich und das Umfeld der Riffe. *Rajkaella cf. iailaensis* (Maslov) ist im Untersuchungsgebiet weit verbreitet und tritt besonders häufig in Cortoid-Kalksteinen (MF-Typen 9-11) auf. Acetubalariide Dasycladaceen (*Terquemella* spp.) sind faziesübergreifend verbreitet und in der Nerineenlage (MF-Typ 7) sowie im Kalkoolith (MF-Typ 1) besonders häufig. Offensichtlich handelt es sich um anspruchslose Dasycladaceen, die verschiedene flachmarine Ablagerungsräume erfolgreich besiedelten.

Foraminifera (Kap. 3.2, Abb. 33)

Durch Dünnschliffuntersuchungen sind 68 benthonische Foraminiferenarten/-taxa nachgewiesen. Wahrscheinlich die meisten stellen Erstnachweise für das Niedersächsische Becken dar. Agglutinierende Foraminiferen (Unterordnung Textulariina, mindestens 39 Arten) dominieren gegenüber Hyalinschalern (Unterordnung Rotaliina: mindestens 19 Arten; Involutinina: 2 Arten; Spirillinina: 1 Art) und Milioliden (7 Taxa). Unter den Sandschalern befinden sich zahlreiche Formen mit großem, kompliziert gebauten Gehäuse. Viele Arten kommen in hohen Individuendichten vor; in bestimmten Lithotypen treten großwüchsige Sandschaler

sogar gesteinsbildend auf (*Everticyclammina*-Kalkstein). Bei vielen Foraminiferen zeichnet sich eine ausgeprägte Milieuabhängigkeit ab, so dass sie an bestimmte Faziestypen gebunden sind.

Die eigenen Ergebnisse stehen der bisherigen Annahme (Stinder, 1991) einer von Hyalinschalern dominierten Foraminiferenfauna des Korallenoolith entgegen, bei der Sandschaler und Milioliden nahezu fehlen. Ebenso sind Überschneidungen auf Art- und Gattungsebene äußerst gering; von den im Arbeitsgebiet nachgewiesenen 68 Arten bzw. Taxa sind lediglich 5 Arten bei Stinder (1991) angeführt. Für die Diskrepanz werden unterschiedliche Arbeitsweisen (Stinder: Schlämmrückstände; diese Arbeit: Dünnschliffuntersuchungen) verantwortlich gemacht.

Es werden 25 riffbewohnende Foraminiferenarten nachgewiesen, die den agglutinierenden (10 Arten), hyalinschaligen (mindestens 13 Arten) und milioliden Foraminiferen (2 Arten) angehören. Einige (*Sorosphaera* cf. *argoviensis*, *Tolypammmina vagans*, *Subbdelloidina haeusleri*, *Tritaxis lobata*) waren bisher nur aus oberjurassischen, bathymetrisch tiefer angesiedelten Schwammriffen bekannt. Bemerkenswert ist die Vielzahl von an Hartsubstrat festgeheften Foraminiferenarten (Abb. 34, Hyalinschaler: Spirillinen, *Tentilenticulina latens*, *Ramulina* aff. *spandeli*, *Ramulina* cf. *laevis*, *Ramulina* spp., *Ramulinella* aff. *ecphyra*, *Dentalina*-artige riffassoziierte Foraminiferen, Sandschaler: *Tritaxis lobata*); von ihnen gab es in oberjurassischen Riffen bisher kaum Belege.

Porifera (Kap. 3.3)

Durch Dünnschliffuntersuchungen des Riffkalkstein ließ sich eine arten- und individuenreiche Fauna kleiner, riffbewohnender Porifera nachweisen. Sie gehören den demospongiden, pharetroniden und sklerospongiden Schwämmen an. Die nur wenige Kilometer entfernt im Deister häufig vorkommenden Chetetiden fehlen im Untersuchungsgebiet.

Bei den Demospongiern handelt es sich vorwiegend um kleinwüchsige „Weichschwämme“. Sie besiedelten in den Riffen kryptische Mikrohabitate (Astzwischenräume von *Th. dendroidea*) und passten sich als Zwickelbewohner („Container-Schwämme“) den vorgegebenen Hohlräumen an. Trotz ihrer unverbundenen Megaskleren sind sie in situ überliefert. Das beruht auf synsedimentärer Kalzifikation durch mikrobielle Karbonate („Schwamm-Automikrite“), die wahrscheinlich bereits zu Lebzeiten der Schwämme einsetzte. Solche im verborgenen lebenden Schwamm-Vergesellschaftungen aus kleinen demospongiden Schwämmen dürften in oberjurassischen Korallenriffen allgemein verbreitet gewesen sein.

Scleractinia (Kap. 3.4, Abb. 37-38)

Insgesamt sind 15 Korallenarten nachgewiesen. Die Riffe der *florigemma*-Bank setzen sich aus 13 Korallenarten zusammen. *Thamnasteria dendroidea* dominiert, *Fungia strea arachnoides* ist häufig, *Th. concinna*, *Isastrea* sp., *Cladophyllia* cf. *rollieri* und *Goniocora socialis* kommen vereinzelt vor. Die restlichen Arten liegen in sehr wenigen Exemplaren oder als Einzelfunde vor. Eine weitere Art, *Cladophyllia* cf. *conybearei*, kommt im foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein (MF-Typ 11) vor; sie bildet einen „Korallenrasen“.

Im östlichen Bereich des Untersuchungsgebietes (Steinbruch Mattenberg) kommt Kalkstein vor, der großteils aus Solenoporen-Knollen und „grobem“ Riffschutt besteht (riffschuttführender Solenoporen-Kalkstein, MF-Typ 10). In ihm sind 7 Korallenarten nachgewiesen. Die Korallenklasten sprechen für ehemalige benachbarte Korallenriffbereiche. Die spezifische Zusammensetzung der Korallenfauna und die jeweiligen Korallenwuchsformen zeigen an, dass sich diese Rifffazies grundlegend von den stratigraphisch etwas älteren Riffen der *florigemma*-Bank (MF-Typ 8) unterschied.

Bryozoa (Kap. 3.5)

Bryozoen sind weitgehend an den Riffbereich gebunden. Die inkrustierenden Kolonien bewachsen die Rifforganismen oder sind im Thrombolith eingewachsen. Mehrzeilig-inkrustierende Bryozoen vom „*Probooscina*“-Typ dominieren und auch mehrlagig-inkrustierende bereneceförmige Bryozoen kommen häufig vor. Wesentlich seltener sind einzeilig-inkrustierende Bryozoen der Formgattung *Stomatopora*. Ein bevorzugtes Bewachsen von Substratunterseiten, was vielfach bei Riffbewohnenden Bryozoen beobachtet wird, ist im Material nicht belegt. Tageslicht und klastischer Sediimenteintrag übten wohl keinen entscheidenden Einfluss auf ihr räumliches Verteilungsmuster aus.

Brachiopoda (Kap. 3.6)

Von den zwei im Korallenoolith vorkommenden Thecideen-Arten ist *R. deisteriensis* Struckmann auf die Untere Korallenbank und *R. pustulosa* Schülke & Helm auf die *florigemma*-Bank und das Hainholz-Member beschränkt; beide Arten scheinen im Niedersächsischen Becken endemisch zu sein. Im Untersuchungsgebiet kommt *R. pustulosa* in kryptischen Riffbereichen sehr häufig vor.

Terebrateln [*Zeilleria ventroplana* (Roemer, 1836)] und Rhynchonellen [Septaliphorien, Formenkreis um *Septaliphoria pinguis* (Roemer)] sind typische Faunenelemente der Rifffazies. Ihre Häufigkeit nimmt mit zunehmender Entfernung zu den Riffen rasch ab; im mikritischen Kalkstein des Zwischenriffbereichs fehlen sie.

Riffbewohnende Terebrateln und Septaliphorien sind kleiner als solche aus dem Zwischenriffbereich. Septaliphorien des Riffbereichs sind zudem sehr formvariabel. Die unterschiedlichen Größen und Wuchsformen der Individuen werden als faziesabhängige Phänotypen gedeutet. U.a. führte anscheinend dichte Besiedlung zur Asymmetrie der Schalen während der Größenzunahme. Die Terebrateln innerhalb von *Th. dendroidea*-Kolonien erreichen im Durchschnitt 3mm Länge. Wahrscheinlich sind es adulte Zwergformen, die an ein Leben in den Zwickeln zwischen *Th. dendroidea*-Ästen angepasst waren.

Gastropoda (Kap. 3.7, Abb. 44)

Schnecken treten in fast allen Faziestypen arten- und auch individuenreich auf. Sehr viele Arten sind Riffbewohner (z.B. Pleurotomarien), aber nur wenige (mikromorphe Napfschnecken, s.o.) sind an die Riffe gebunden. Die meisten Schnecken sind auch außerhalb des Riffbereichs verbreitet. Es dominieren „Kleingastropoden“ (vor allem *Metriomphalus*- und „*Cerithium*“-Arten), die insbesondere in der Nerineenlage (MF-Typ 7) zusammen mit „*Nerinea fasciata*“ sehr häufig vorkommen.

Bivalvia (Kap. 3.8, Abb. 45)

Wie für oberjurassische Korallenriffe üblich, dominieren epibyssate Muscheln im Riffbereich. Sie lebten oberhalb des Sedimentspiegels an Korallenstöcken angeheftet, in Bohrmuschellöchern nistend oder als epifaunale Sediment-Auflieger und sind weitgehend autochthon überliefert. Aufgrund ihrer endolithischen Lebensweise sind Bohrmuscheln an die Riffe gebunden; sie lebten verborgen in Korallenstöcken und mikrobiellen Karbonaten. Infaunale Muscheln besiedelten im Intrariffbereich Kalkschlammsubstrate zwischen den Riffbildnern. Da Austern wellenexponierte Habitate bevorzugen, treten sie dementsprechend in den Riffen nur selten auf. Die zu den Pectiniiden gehörige *Camptonectes auritus* (Schlotheim) ist insbesondere im mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6) des Zwischenriffbereichs sehr häufig.

Polychaeta (Kap. 3.9)

Durch Dünnschliffuntersuchungen sind Serpuliden, Carpathiellen und Terebellen nachgewiesen. Serpuliden sind weitgehend an die Riffe gebunden und inkrustieren Korallenstöcke, andere Rifforganismen oder Thrombolith. Die zahlreichen unterschiedlich gestalteten Röhrenquerschnitte belegen die Existenz einer artenreichen Serpulidenfauna. Im Riffbereich sind ebenfalls agglutinierte Röhren von Terebellen verbreitet. „*Terebella lapilloides*“ Münster, die häufigste Terebellenart, tritt mit mikrobiellen Karbonaten assoziiert auf.

Außerdem kommen Kalkröhren von *Carpathiella triangulata* Mišik, Sotak & Ziegler vor. Sie sind

parautochthon überliefert und in riffassoziierten Ablagerungen am häufigsten. Carpathiellen sind vorwiegend aus oberjurassisch-unterkretazischen Plattformkarbonaten der Alpen und Karpaten bekannt; das Vorkommen im Untersuchungsgebiet stellt ihren frühesten Beleg dar.

Crustacea (Kap. 3.10)

Ostrakoden treten in mikritischen Faziestypen verbreitet auf, sind in Dünnschliffen i.d.R. aber nicht näher bestimmbar. Bemerkenswert sind lokale Massenvorkommen von Arten der *Macrodentina*-Gruppe (im Dünnschliff anhand des reticulaten Leistenmusters der Schale erkennbar) in fossilreichen mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 4) des Riffbereichs.

Decapoden sind in Dünnschliffen durch Koprolithen (*Favreina multicanalis* Förster, *F. tabasensis* Brönnimann und *Palaxius salataensis* Brönnimann, Cros & Zaninetti) sowie durch wenige Krebscherenreste aus Schlammproben belegt (Helm & Schülke, 2004). Die Koprolithen-Formarten gehen auf Anomuren zurück. Die Erzeuger lebten infaunal im Riffbereich und unmittelbaren Umfeld der Riffe.

Echinodermata (Kap. 3.11, Abb. 47)

Echinodermenreste sind häufige, in allen Faziestypen nachgewiesene Komponenten. Der überwiegende Teil der Echinodermenreste ist Seeigeln zuzurechnen.

Von **Crinoiden** sind wenige Stielglieder und -fragmente von „*Isocrinus*“ und *Chariocrinus*“ belegt. Beide Gattungen entsprechen Durchläuferformen, die keine speziellen Ansprüche an ihren Biotop stellen.

Seesterne sind im wesentlichen durch Marginalplatten (cf. *Pentasteria* sp. und weitere nicht bestimmte) aus Schlammproben des Riffbereichs dokumentiert. Sie gehören zu den relativ häufigen mobilen Bewohnern der Riffe.

Schlangensterne sind durch disartikulierte Skelettelemente – vor allem der Arme – in Schlammrückständen aus dem Riffbereich und in Dünnschliffen (ausschließlich Wirbel) belegt. Fast alle Lateralschilder lassen sich *Ophioderma ? spectabilis* Hess zuordnen; *O. ? spectabilis* ist Riffbewohner. Nach Dünnschliffuntersuchungen treten Wirbel vorwiegend im Kalkoolith und in oolithischen Kalksteinen auf. Anscheinend haben Schlangensterne ihre Hauptverbreitung auf körnigen, in Bewegung befindlichen Substraten.

Es sind fünf Arten regulärer **Seeigel** [*Paracidaris florigemma* (Phillips), *P. cf. blumenbachii* (Münster in Goldfuss), *Hemicidaris intermedia* (Fleming), *H. cf. hoffmanni* (Roemer), cf. *Polydiadema* sp.] und eine Art eines irregulären Seeigels (*Pygurus* sp.) belegt. Am häufigsten treten Seeigelstacheln auf; Coronen sind selten.

Paracidaris florigemma ist die häufigste Art und fazieller Durchläufer, da seine Stacheln in fast allen

Faziestypen vorkommen. Dementsprechend ist auch die Bezeichnung *florigemma*-Bank irreführend – vor allem auch deshalb, weil *P. florigemma*-Stacheln im mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6), dem „Standard-Lithotyp“ dieses Schichtgliedes, nahezu fehlen.

Hemicidaris intermedia ist typischer Riffbewohner. Gehäuse dieser Art kommen im Riffbereich der Vorkommen Bakeder Berg, Falltal und Haddessen häufiger vor – u.a. in Riffhohlräumen („Fossilfallen“). Sie sind (par)autochthon überliefert, da fast immer Primärstacheln die Coronen umgeben.

Seegurken sind durch wenige verkalkte Elemente des Hautskelettes („Rädchen“) in Dünnschliffen belegt. Sie treten in oolithischen Kalksteinen und Kalkoolithen auf.

Vertebratenreste (Kap. 3.12)

Sämtliche Vertebratenreste sind Fischen zuzurechnen. Einige Zähne lassen sich Actinopterygiern und Flossenstacheln hybodontiformen Haien zuordnen.

Mikroproblematika (Kap. 3.13, Abb. 46)

Im Riffbereich kommen Mikroinkrustierer vor, die wahrscheinlich den Kalkalgen angehören (*Iberopo bodeuri* Granier & Berthou; *Bacinella irregularis* Radoïèïæ, evtl. *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder).

Bei *Aeolisaccus dunningtoni* Elliott handelt es sich um eine in fast allen Faziestypen (Hauptverbreitung: Nerineenlage und Cortoid-Kalkstein) verbreitetes Mikroproblematikum, das aus einer konischen Röhre bis <1mm Länge besteht. Die mikritisch erscheinende Röhrenwand setzt sich aus fiederartigen „Fasern“ zusammen. Aufgrund dieses Aufbaus ist *A. dunningtoni* entgegen verbreiteter Meinung nicht zu den fusuliniden Foraminiferen zu stellen; wahrscheinlicher ist die Verwandtschaft mit der Mikroproblematika-Gattung *Microtubus* Flügel.

In Dünnschliffen von mikritischen Faziestypen (MF-Typen 4, 6-7) treten gelegentlich kugelige Kalkhüllen auf, die höchstwahrscheinlich **Calcisphären** (Dinoflagellatenzysten) repräsentieren. Es sind mehrere „Typen“ belegt; von einer Zuordnung zu den aus Dünnschliffen bekannten Arten wird in dieser Arbeit abgesehen.

Durch Dünnschliff-Untersuchungen wurden mehrere Arten von *Lacrymorphus* Elliott nachgewiesen. Es sind Mikroproblematika mit kugeligen dunkel-mikritischen Hüllen, die entweder einzeln, in Form von perl-schnurartigen Ketten, kalottenartig oder als klumpige Aggregate vorliegen. *L. perplexus* Elliott tritt in hochenergetischen Faziestypen auf (Kalkoolith: MF-Typ 1), während die anderen (*L. aff. barremianus* Dragastan, *L. spp.*) an niederenergetische mikritische Faziestypen (Nerineenlage: MF-Typ 7; fossilreicher mikritischer Kalkstein: MF-Typ 4) gebunden sind.

Ichnofossilien (Kap. 3.14)

Bohrspuren sind im Riffkalkstein relativ häufig. Die weitaus größte Bioerosionsleistung haben Bohrmuscheln erbracht. Zylindrische Bohrgänge (*Trypanites* Mägdefrau) und spiralige Bohrgänge (*Spirichnus spiralis* Fürsich, Palmer & Goodyear) vermutlich von Würmern kommen vereinzelt vor. Bohrspuren clionider Demospongier (*Entobia* ichnosp.) sind sehr selten und auf *Th. dendroidea*-Äste beschränkt. Bohrgänge von Phoroniden (*Talpina* Hagenow) treten clusterartig in äußeren Bereichen von Korallenstöcken und anderen biogenen Hartböden auf.

Des Weiteren sind **Gänge und Gangsysteme** in Weich- und Festgründen nachgewiesen. Mycelartige Gangsysteme (mycelartige Bohrspuren in aphanitischen Automikriten nach Reitner, 1994) sind an kryptische Riffbereiche (Leolith in Zwickelposition zwischen Korallenästen oder in Bohrlöchern) gebunden. Diese Gangsysteme sind nur aus Riffvorkommen des Niedersächsischen Beckens nachgewiesen. Zudem treten selten netzartige Gangsysteme (cf. *Arachnostega* Bertling) in Bohrmuschellöchern auf. Fossil ist dieses Ichnogenus ausschließlich aus Korallenvorkommen des Korallenoolith und oberjurassischen Muschelriffen von Südeuropa bekannt. In mikritischen Kalksteinen (MF-Typ 4 und 7) können kleine, zylinderförmige Grabgänge von Würmern gesellig auftreten. Sie sind mit Peloiden aufgefüllt, die im Zentrum des Ganges eine mit Sparit ausgefüllte, dünne Röhre umschließen.

Biostratigraphie (Kap. 3.2)

Hinsichtlich der Biostratigraphie des NW-deutschen Oberjura liefern die Foraminiferen neue Erkenntnisse (Kap. 3.2). Die stratigraphischen Reichweiten einiger Arten sind länger als bisher angenommen. Einige Arten treten bereits früher, im Liegenden der Hauptdiskontinuitätsfläche, auf (z.B. *Alveosepta jaccardi*), andere wiederum kommen bis in die *florigemma*-Bank vor (z.B. *Gaudryina heersumensis*).

Paläobiogeographie (Kap. 3.15)

Das Niedersächsische Becken nimmt für paläoklimatische und paläobiogeographische Betrachtungen eine Schlüsselposition ein, da es sich während des Oxfordium im Übergangsbereich von tethyal geprägten Ablagerungsräumen im Süden und boreal geprägten im Norden befand (Kap. 3.15). Deshalb machen sich hier Faunen- und Florenwanderungen oder Verschiebungen von Faunen- und Florenprovinzen deutlich bemerkbar. Durch faunistische, floristische und fazielle Untersuchungen der *florigemma*-Bank, z.B. den Nachweis mehrerer Dasycladaceenarten (Helm et al., 2003b), ergeben deutliche Bezüge zur Tethys woraus (sub)tropische Bedingungen gefolgert werden müssen. Vor allem das Foraminiferen-Spektrum zeigt diese Beziehungen auf, da zahlreiche Arten als typische

tethyale Elemente an Plattformkarbonate der Tethys gebunden schienen (z.B. *Alveosepta jaccardi*, *Everticyclammina virguliana*, *Nautiloculina oolithica*, *Rectocyclammina chouberti*). Während des Oxfordium ist diese Foraminiferenfauna innerhalb von Deutschland einmalig. In Süddeutschland stellten sich vergleichbare Faunen frühestens im Mittleren Tithonium ein. Die Ergebnisse stehen mit Paläo-Temperatur-Kurven für die Jura-Zeit im Einklang, die eine deutliche Erwärmung und Verschiebung von Klimagürteln während des Unteren Oxfordium belegen. Migrationen subtropisch-tropischer Faunen- und Floren-Elemente aus der Tethys nach Norden in boreale Ablagerungsräume machen sich insbesondere während des Mittleren und Oberen Oxfordium bemerkbar. Sie ergeben sich u.a. aus Untersuchungen der Ammonitenfauna, der Dinoflagellaten und der Polymorpha sowie anhand von Isotopen-Daten (Kap. 3.15).

Riffe der florigemma-Bank (Kap. 4)

Die Riffe des Untersuchungsgebietes sind an einen Horizont - die florigemma-Bank - gebunden (Abb. 6). Sie entsprechen Fleckenriffen mit Durchmesser bis mehrere 10er-m (Kap. 4.2.1). Nach oben werden die Riffe gewöhnlich durch eine Erosionsfläche (Hauptdiskontinuitätsfläche) begrenzt; ihre maximale Höhe dürfte nur wenige Dezimeter die (maximale) Mächtigkeit der florigemma-Bank von 4m überschritten haben. Die Riffe sind autochthon überliefert. Sie lieferten während ihres Wachstums kaum Schutt, so dass Riffschutt (MF-Typ 5) unbedeutend ist. Stattdessen sind sie von fossilreichem mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) umsäumt, der seitlich in nahezu fossilereeren mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6) übergeht (Abb. 7, Kap. 2.2). Die Riffe sind gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilt. Etwa 10% der Fläche des Untersuchungsgebietes werden von Riffen bzw. Riffkalkstein eingenommen; die restlichen 90% entsprechen lagunären Zwischenriffablagerungen (Kap. 4.2.3). Nur wenige Korallenarten und mikrobielle Karbonate sind am **Riffaufbau** maßgeblich beteiligt. *Thamnasteria dendroidea* dominiert und bildet Korallenhecken (**Th. dendroidea-Gestrüppe**). *Fungiastrea arachnoides* und *Thamnasteria concinna* mit flächiger Wuchsform sind ebenfalls wichtige Riffbildner, andere Korallenarten sind nur sehr untergeordnet zu finden (Kap. 4.2.4). Eine **Zonierung** resultiert aus der Inkrustierung der Flanken der *Th. dendroidea*-Gestrüppe durch *F. arachnoides*- und *Th. concinna*-Stöcke. Wahrscheinlich spiegelt sie eine zeitliche Aufeinanderfolge von sich an einem Standort ablösenden Riffbildner-Vergesellschaftungen als Folge gerichteter Umweltveränderungen (**allogene Sukzession**) wider (Kap. 4.5.4.2). Typisch ist zudem die Überlagerung der Riffe durch eine „Kappe“ von großen Rotalgenknollen (*Solenopora jurassica*).

Mikrobielle Karbonate (Kap. 4.3, Abb. 59) unterstützen den Aufbau der Riffe erheblich dadurch, dass sie die Korallenstöcke mit mm- bis cm-dicken Krusten überziehen. Es sind Mikrobialithe mit flächiger, dendroider und reticulater Wuchsform sowie nach unten wachsende Hemisphäroid-Mikrobialithe (= „mamilated microbialites“ nach Olivier et al., 2003) (sensu Schmid, 1996). Sie machen etwa 30 bis 80 % des Volumens vom Riffkalkstein aus. Nach den mikroskopischen Gefügemerkmalen handelt es um mikrobielle Karbonate mit peloidaler und dichter Mikrostruktur. Am häufigsten sind lagige und strukturarme Thrombolithe sowie klumpige Leiolithe; untergeordnet kommen klumpige Thrombolithe und reine Leiolithe vor (sensu Schmid, 1996). Die Mikroinkrustierer der mikrobiellen Karbonate gehören der „*Berenicea*“-Serpuliden-Assoziation sensu Dupraz & Strasser (2002) an, die durch Bryozoen vom „*Berenicea*“-Typ, Serpuliden, Placopsilinen und kleine „Kalkschwämme“ gekennzeichnet ist.

Da die Riffe regelmäßig wiederkehrende Merkmale aufweisen, gehören sie einem Riffotyp an (Kap. 4.4). Es sind **Fleckenriffe** und **Riffknospen** (cf. James, 1983) bzw. **Korallen-Thrombolith-Riffe** (cf. Leinfelder et al., 1994). Ihr „autochthones“ Riffgefüge entspricht dem (**dense**) **Pillarstone** mit „**super-strataller**“ Genese (Insalaco, 1998). Unter Berücksichtigung von Gestalt und Dimension repräsentieren sie im wesentlichen **Klein- und Mitteldickichte** (sensu Latenser, 2001). Bezogen auf die Klassifikation von Insalaco et al. (1997) bestehen die meisten Übereinstimmungen mit dem **Riffotyp IV**.

In bezug auf ihre **Gilden-Struktur** (Kap. 4.2.6, Abb. 57) sind die Riffe ein gutes Beispiel für Vorkommen, in denen nur wenige Korallenarten als Bildner auftreten. Mikrobielle Karbonate erfüllen eine Doppelfunktion als Bildner und Binder. Aufgrund der intensiven mikrobiellen Inkrustierung sind weitere Binder unbedeutend bzw. fehlend; Sedimentfänger fehlen ebenso. Die Riffe waren der Lebensraum einer artenreichen Gemeinschaft epilithischer sowie epi- und endofaunaler Bewohner. Als Zerstörer waren vor allem Bohrmuscheln aktiv. Befall durch Bohrorganismen wirkte sich allerdings kaum negativ auf die in situ-Überlieferung der Riffe aus.

Infolge der kontinuierlichen biogenen Anlagerung in den buschförmigen *Th. dendroidea*-Kolonien veränderten sich die Standortbedingungen für die Besiedler, indem Lichtintensität und Hydrodynamik abnahmen. Auch verschlechterten sich die an die Wasserbewegung gekoppelten Parameter wie z.B. die Sauerstoff- und Nährstoffzufuhr. Deshalb ist bei der Besiedlung eine charakteristische Abfolge stets wiederkehrender Organismen der Binder-, Bewohner- und Zerstörer-Gilde, die an die jeweiligen Lebensbedingungen angepasst sind, ausgebildet („**community replacement**“).

sequence“, Helm & Schülke, 1998). Bei der Abfolge handelt es sich um eine **autogene Sukzession**, die aufgrund biologischer, die Bedingungen am Standort modifizierender Prozesse beruht (Kap. 4.2.7).

Die Abfolge lässt sich in **Stadien** einteilen, die durch bestimmte Organismen(-Assoziationen) bzw. durch ihr Erscheinen und auch wieder Aussetzen charakterisiert sind. Die Sukzession wird nach dem Absterben der Polypen auf den *Th. dendroidea*-Ästen durch Bohrorganismen (Spurenfossilien *Gastrochaenolites*, *Trypanites*, *Entobia*, *Spirichnus*) und Mikroinkrustierer (*Lithocodium aggregatum*, *Koskinobullina socialis*, *Iberopora bodeuri*) eingeleitet. Diese Mikroinkrustierer sind vom Sonnenlicht abhängige **Pionierorganismen**, die in späteren Stadien nicht mehr auftreten. Es handelt sich um Kalkalgen oder um Organismen, die mit Zooxanthellen in Symbiose lebten. Danach setzen die meisten anderen inkrustierenden oder auf Hartsubstrat angehefteten Organismen ein (Serpeln, Terebelln, Bryozoen, Foraminiferen, Thecideen, sklerospongide und pharetronide Schwämme). Durch die Aktivität von Mikroben bildeten sich zudem mikrobielle Karbonate. Außerdem besiedelten Terebrateln und Napfschnecken (*Patella minuta*, cf. *Emarginula* spp.) die Gestrüppe. Vor allem die omnipresenten Terebelln und nubeculariide Foraminiferen waren anspruchslos und kommen bis ins finale Stadium vor. Im finalen Stadium liegen kryptische Lebensbedingungen vor, die **Coelobiten** eine Lebensgrundlage boten. Zu ihnen gehören demospongide Schwämme mit unverbundenen Megaskleren („Weichschwämme“); sie besiedelten verbleibende Zwickel in den Gestrüppen. Als aktive Filtrierer tolerieren sie geringe oder fehlende Wasserzirkulation (s.u.). Trotz unverbundener Megaskleren und des damit verbundenen geringen Überlieferungspotentials sind die Weichschwämme aufgrund ihrer kryptischen Lebensweise und der Bildung von Schwamm-Automikriten in den Korallengestrüppen in situ überliefert (Kap. 3.3).

Die **Mikrohabitat-Struktur** beeinflusst die Strukturierung der Riffgemeinschaft erheblich. Zum Beispiel haben sich Napfschnecken durch morphologische Anpassung („Kleinwüchsigkeit“) die *Th. dendroidea*-Gestrüppe als Lebensraum erschlossen, der für größere Organismen zu engräumig und unzugänglich ist (Kap. 4.2.6.4). Somit besteht ein Zusammenhang zwischen der spezifischen Wuchsform ramoser Korallen und vagilen Benthonten im Korallengestrüpp, die die „Wirtskorallen“ besiedeln. Durch unterschiedliche Gefüge der Äste ergeben sich individuelle Mikrohabitate und an sie angepasste Besiedler. Entsprechende Beobachtungen sind aus rezenten *Acropora*-Beständen des Großen Barriereriffes bekannt. Demnach ergeben sich bereits durch intra- und interspezifische unterschiedliche Gefüge der Äste („tightly branched coral species“ vs. „open-branched coral species“) ganz spe-

zielle Besiedler-Vergesellschaftungen. So werden beispielsweise die unterschiedlichen Mikrohabitat-Strukturen der „Wirtskorallen“ jeweils von verschiedenen, an sie adaptierten kleinen Krebsen genutzt.

In ihrer Größe, ihrem Aufbau, sowie der Zusammensetzung der Riffbildner und anderer Rifforganismen sind sich die Riffe des Untersuchungsgebietes sehr ähnlich. Sie entstanden unter uniformen Ablagerungsbedingungen in einem flachen, fast ebenen Ablagerungsraum. Infolge von Meeresspiegelschwankungen wurden die Bedingungen für Riffwachstum geschaffen (Transgression) und nach kurzer Zeit (s.u.) auch wieder beendet (Regression mit Paläoverkarstung, Kap. 2.4).

Grobkörniges Lockersubstrat initiierte das Riffwachstum, indem es den Aufwuchs von Korallenstöcken ermöglichte. Die Riffe entwickelten sich im geschützten, lagunären Bereich in nur mäßig bewegtem Wasser. Allerdings verweist die größere Häufigkeit von knollig-kugeligen Korallenwuchsformen in dem Korallenvorkommen von Kessiehausen im nordöstlichen Süntel (Kap. 4.2.4) auf höhere Wasserenergie (Kap. 4.5.1). Damit sind fazielle Übergänge zu den „benachbarten“ Korallenvorkommen der *florigemma*-Bank im Deister dokumentiert (vgl. Helm & Schülke, 2000b). Das Riffwachstum fand unbeeinflusst von klastischem Eintrag vom Festland und hochenergetischen Ereignissen (Stürme, Tsunamis) statt. Es endete nach kurzer Zeit wieder; für die Gesamtdauer des Wachstums größerer Riffe sind etwa 1000 Jahre wahrscheinlich (Kap. 4.5.4).

Insgesamt stellten die Riffe aufgrund der Habitatvielfalt „Oasen“ in einem lagunären Lebensraum mit seitlich angrenzenden, instabilen Karbonatschlammböden dar. Sie boten den Organismen Standortvorteile, z.B. bessere Ernährungsbedingungen oberhalb des Sedimentspiegels oder Schutz vor Fressfeinden. Zudem suchten zahlreiche Detritusfresser, Weidegänger und Räuber die Riffe aufgrund des Angebots an Nahrung auf (Kap. 4.5.5).

Zu den **Primärproduzenten**, die am Anfang der Nahrungskette stehen, zählen alle **photoautotrophen Organismen** (Kalkalgen: Dasycladaceen, Solenoporen, einige Mikroinkrustierer), Mikroben und hermatype Korallen, deren Ernährungsweise zwischen autotroph und heterotroph variieren kann (mixotroph). Typisch für den niederenergetischen Lebensraum ist der große Anteil der **aktiven Suspensionsfresser** (Schwämme, Bryozoen, Anneliden, Brachiopoden, viele Muscheln, Seelilien, die meisten Bohrorganismen), die sich von pflanzlichen (**mikroherbivor**) und tierischen Kleinlebewesen (**mikrocarnivor**) ernähren. Da sie selbst einen Wasserstrom erzeugen können und geringe Hydrodynamik tolerieren, sind sie auch in den *Th. dendroidea*-Gestrüppen verbreitet. Weichschwämme haben sich sogar auf dieses Mikrohabitat spezialisiert.

Einige aktiven Suspensionsfresser hefteten sich am *Th. dendroidea*-Gestrüpp fest und lebten deutlich oberhalb des Sedimentspiegels. Zahlreiche andere wiederum lebten endo- oder epibenthonisch und strudelten in Bodennähe (z.B. Muscheln). Für die mobilen **Weidegänger**, u.a. Schnecken, ist eine Pflanzenmaterial-fressende und/oder Mikroben-zehrende Lebensweise anzunehmen. Mikromorphe Napfschnecken haben sich ausschließlich auf Mikroben spezialisiert (Kap. 4.2.7). In- oder epifaunale **Detritusfresser** (Nerineen, viele Muscheln, Krebse, Schlangensterne, viele Foraminiferen) waren häufig. Sie vermieden Konkurrenzkampf, indem sie unterschiedliche Nahrungsquellen nutzten. Die regulären Seeigel waren möglicherweise **omnivor** und ernährten sich sowohl räuberisch als auch von pflanzlichem und tierischem Detritus. Seesterne, viele Schnecken und Fische, möglicherweise Schlangensterne und einige reguläre Seeigel standen als **Räuber** (carnivor) am Ende der Nahrungskette. Sie lebten vor allem von den Suspensions- und Detritusfressern. Für die allgemeine Seltenheit von **Sedimentfressern**, z.B. irregulären Seeigeln, waren wohl ungünstige Lebensbedingungen (keine ausreichende Verfügbarkeit von Sauerstoff, Kap. 2.2: MF-Typ 6) verantwortlich, so dass das Substrat unterhalb des Sedimentspiegels – trotz des hohen C_{org} -Gehaltes – nicht genutzt werden konnte. Einige Hinweise sprechen scheinbar eher für nährstoffarme (oligotrophe) Bedingungen (u.a. Auftreten von *Lithocodium aggregatum*, geringe Bioerosionsrate), andere eher für nährstoffreiche (eutrophe) Bedingungen (intensives Mikrobenwachstum, Vielzahl von Suspensions- und Detritusfressern) während des Riffwachstums. Insgesamt ist die Annahme mesotropher Bedingungen am plausibelsten. Sie entsprechen Angaben über Nährstoffgehalte während des Wachstums von ähnlichen oberjurassischen Riffen. Im Vergleich zu heutigen „oligotrophen“ Riffen lässt sich daraus eine Toleranz gegenüber erhöhten Nährstoffkonzentrationen ableiten (Kap. 4.5.5.2).

Während des fortgeschrittenen Riffwachstums zeichnet sich eine Erhöhung der Nährstoffkonzentration ab, da im oberen Abschnitt der *florigemma*-Bank der Kalkstein (MF-Typ 6) in fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 7) übergeht. Das reiche Auftreten von Suspensions- und Detritusfressern sowie die Massenfaltung von Solenoporen zeigen eine gute Nährstoffversorgung an. Gleichfalls verschlechterten sich die Lebensbedingungen durch das erhöhte Nährstoffangebot für hermatype Korallen, wahrscheinlich starben sie deshalb ab. Als steuernde Faktoren für die Veränderungen des Nährstoffgehalts sind Meeresspiegelschwankungen anzunehmen. Die Transgression führte zu (oligotrophen-)mesotrophen Bedingungen, während die Zunahme der Nährstoffkonzentration an die nachfolgende regressive Phase gekoppelt ist (Kap. 4.5.5.2).

Die riffbildenden Korallenarten sind ausgewiesene Pionierformen (Kap. 4.5). Vor allem *F. arachnoides* und *Th. concinna*, aber auch *Isastrea* sp. tolerierten eine große Spannbreite der Umweltbedingungen (Opportunisten). *Fungiastrea arachnoides* gehört zu den formkonservativen Korallentypen. Die horizontal-foliosen Wuchsformen von *F. arachnoides* sind hochtolerant gegenüber instabilem Substrat. Eine zusätzliche Adaption an Weichgründe ergibt sich aus dem porösen und daher leichten Skelett. Im Untersuchungsgebiet wachsen die Kolonien i.d.R. direkt auf Weichboden und nutzen die volle Lichtintensität. Aufgrund ihres geringen Lichtbedarfs besiedelten sie aber auch überhängende Riffbereiche und Riffhohlräume (Kap. 4.5.1). Die in oberjurassischen Korallenriffen ubiquitäre *Th. concinna* reagiert durch variable Wuchsformen auf unterschiedliche Umweltbedingungen und kam als r-Strategie während des Oberjura in den verschiedenen Environments vor. Ihr Erfolg im Untersuchungsgebiet beruht u.a. auf der Fähigkeit, Weichgründe zu besiedeln.

Th. dendroidea ist aufgrund ihrer (ramosen) Wuchsform an intensiv lichtdurchflutetes Wasser von wenigen Metern Wassertiefe gebunden. Durch ihre zahlreichen filigranen Äste weisen die Kolonien ein besonders großes Oberfläche/Volumen-Verhältnis auf. Aufgrund ihrer kleinen thamnasterioiden Kelche mit „hochintegrierten Polypen“ ist *Th. dendroidea* besonders gut befähigt, Licht „einzufangen“. Aus dem seitlichen Verschmelzen der ramosen Äste während des Koloniewachstums resultiert ein wellenresistentes Riffgerüst. Es begünstigt die Überlieferung der Riffe in Lebendstellung (Helm & Schülke, 2000a). Als Reaktion auf die geringe Wasserbewegung ist vielleicht auch das vorwiegend seitliche Wachstum der Äste am Rand der *Th. dendroidea*-Gestrüppe gegen die Strömung zu sehen. Ihre Wuchsform stellt zudem eine Anpassung an instabile Substrate bzw. Weichgründe dar. Darüber hinaus ermöglicht vegetative Vermehrung die seitliche Ausbreitung der Riffe sowie die Initiierung neuer Riffe (Kap. 4.5.3). Aufgrund ihrer Wuchsform wäre *Th. dendroidea* auch an Raten hoher Hintergrundsedimentation angepasst gewesen, die aber für die untersuchten Vorkommen auszuschließen sind (Kap. 4.5.1).

Das **Verbreitungsgebiet** von *Th. dendroidea* beschränkt sich auf Mitteleuropa (Kap. 4.5.6, Abb. 60). Die ältesten Vorkommen (Mittlere Oxfordium) befinden sich im Niedersächsischen Becken, die jüngsten (Tithonium) in der Tschechei. Vorkommen, in denen *Th. dendroidea* die Korallenfauna dominiert oder zumindest wichtiger Riffbilder ist, sind aus dem Pariser Becken und NW-Deutschland bekannt. Fast immer handelt es sich um Pillarstones (sensu Insalaco, 1998), die Klein-, Mittel- oder Großdickichte (sensu Laternser, 2001) aufbauen. Thrombolith kann erheblich am Riff

aufbau beteiligt sein (Korallen-Thrombolith-Riffe, cf. Leinfelder et al., 1994), andere Vorkommen zeichnen sich durch das (weitgehende) Fehlen mikrobieller Karbonate aus (Korallen-Riffe, cf. Leinfelder et al., 1994). Vorkommen vom Typ „Korallen-Riff“ entsprechen meistens „Coral-Mound“ (sensu Schmid et al., 2001), da kein „Framework“ ausgebildet ist. Solenoporen, Nerineen und Diceraten zählen zu den charakteristischen Fossilien, letztere fehlen jedoch in der *florigemma*-Bank. Riff-interne und seitlich angrenzende Sedimente variieren zwischen Riffschuttkalkstein und lagunärem Kalklutit. Terrigen beeinflusste Vorkommen, wie sie für oberjurassische „Korallenrasen“ aus dendroiden und phaceloiden Korallen typisch sind, sind nicht bekannt.

Alle Vorkommen entstanden im intensiv lichtdurchfluteten Flachwasser von nur wenigen Metern Wassertiefe. Der Erfolg in unterschiedlich turbulenten Ablagerungsräumen beruht auf morphologischen Anpassungen der *Th. dendroidea*-Kolonien (adaptive Morphologie) an die jeweiligen hydrodynamischen Standortbedingungen. Ihre Bruchempfindlichkeit wurde durch die Ausbildung dicker, robuster Äste reduziert. Solche Morphotypen spiegeln eine Adaption an hochenergetische Ablagerungsräume wider. In niederenergetischen Habitaten waren dagegen filigrane, dünnstäbige Kolonien vorteilhaft und vorherrschend. Durch die Besiedlung nieder- bis hochenergetischer Habitate unterscheidet sich *Th. dendroidea* von formverwandten rezenten Skleraktinieren, wie z.B. *Acropora*- und *Porites*-Arten. Letztere bevorzugen wellenexponierte Standorte und bauen dort mono- bis oligo-spezifische Korallenhecken auf (Kap. 4.5.6).

7. LITERATURVERZEICHNIS

- Abbink, O., Targarona, J., Brinkhuis, H.** und **Visscher, H.** (2001) Late Jurassic to earliest Cretaceous palaeoclimatic evolution of the southern North Sea. *Glob. planet. change*, **30**, 231-256, Amsterdam.
- Achituv, Y.** und **Dubinski, Z.** (1990) Evolution and zoogeography of coral reefs. In: **Dubinski, Z.** (Hrsg.) *Ecosystems of the world. Coral reefs*, 1-9, Elsevier Press, Amsterdam.
- Adams, A.E.** und **MacKenzie, W.S.** (1998) *A colour atlas of carbonate sediments and rocks under the microscope*. Manson Publishing, London.
- Adams, C.G.** (1962) Calcareous adherent foraminifera from the British Jurassic and Cretaceous and the French Eocene. *Palaeontology*, **5**, 149-170, London.
- Al Silwadi, M.S., Kirkham, A., Simmons, M.D.** und **Twombly, B.N.** (1996) New Insights into Regional Correlation and Sedimentology, Arab Formation (Upper Jurassic), Offshore Abu Dhabi. *GeoArabia*, **1** (1), 6-27, Bahrain.
- Ali, O.E.** (1983) Microsolenid corals as rockformers in the Corallian (Upper Jurassic) rocks of England. *Geol. Mag.*, **120**, 375-380, London.
- Ali, O.E.** (1984) Sclerochronology and carbonate production in some Upper Jurassic reef corals. *Palaeontology*, **7** (3), 537-548, London.
- Allen, J.R.L.** (1982) Sedimentary structures, their character and physical basis, Vol. I, II. *Developments in Sedimentology*, **82**, 593 und 663 S., Amsterdam (Elsevier Publ.).
- Alloiteau, J.** (1957) Contribution à la systématique des Madréporaires fossiles. *Centre nat. Rech. scient.*, **1**, 1-462, Paris.
- Altiner, D.** (1991) Microfossil bistratigraphy (mainly foraminifers) of the Jurassic-Lower Cretaceous carbonate successions in north-western Anatolia (Turkey). In: **Farinacci, A., Ager, D.V.** und **Nicosia, U.** (Hrsg.) *Geology and paleontology of western Pontides (Turkey). Jurassic-Early Cretaceous stratigraphy, tectonics and paleogeographic evolution*. *Geologica Rom.*, **27**, 167-213, Rom.
- Amler, M., Fischer, R.** und **Rogalla, N.** (2000) *Muscheln*. - 214 S., Enke im Thieme-Verlag, Stuttgart.
- Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen** (1962) *Leitfossilien der Mikropaläontologie – Ein Abriss*. - Textband 432 S. + Tafelband, Bornträger, Berlin.
- Asgaard, U.** (1968) Brachiopod palaeoecology in middle Danian limestones at Fakse, Denmark. *Lethaia*, **1**, 103-121, Oslo.

- Asgaard, U. und Stenotoft, N.** (1984) Recent micromorph brachiopods from Barbados, palaeoecological and evolutionary implications. *Géobios, Mém. spécial*, **8**, 29-33, Lyon.
- Aurell, M., Bosence, D. und Waltham, D.** (1995) Carbonate ramp depositional systems from a late Jurassic epeiric platform (Iberian Basin, Spain) a combined computer modelling and outcrop analysis. *Sedimentology*, **42**, 75-94, Oxford.
- Avnimelech, M., Parness, A. und Reiss, Z.** (1954) Mollusca and foraminifera from the lower Albian of the Negev (southern Israel). *J. Paleont.*, **28** (6), 835-839, Tulsa.
- Bailey, R.H. und Tedesco, S.A.** (1986) Paleocology of a Pliocene coral thicket from North Carolina, an example of temporal change in community structure and function. *J. Paleont.*, **60** (6), 1159-1176, Tulsa.
- Bak, R.P.M. und Eys, G. van** (1975) Predation on the sea urchin *Diadema antillarum* Philippi on living coral. *Oecologia*, **20**, 111-115, Berlin.
- Baker, P.G. und Wilson, M.A.** (1999) The first thecideide brachiopod from the Jurassic of North America. *Palaeontology*, **42** (5), 887-895, London.
- Baldschuh, R. und Kockel, F.** (1998) Der Untergrund von Hannover und seine Umgebung. *Ber. naturhist. Ges. Hannover*, **140**, 5-98, Hannover.
- Banner, F.T.** (1966) Morphology, classification and stratigraphic significance of the Spirocyclinidae. *Voprosy Micropal.*, **10**, 201-224, Moskau.
- Banner, F.T. und Highton, J.** (1990) On *Everticyclammina* Redmond (Foraminifera) especially *E. kelleri* (Henson). *J. Micropaleont.*, **9** (1), 1-14, London.
- Banner, F.T. und Whittaker, J.E.** (1991) Redmond's 'new lituolid foraminifera' from the Mesozoic of Saudi Arabia. *Micropaleontology*, **37** (1), 41-59, New York.
- Bantel, G., Schweigert, G., Nose, M. und Schulz, H.M.** (1999) Mikrofazies, Mikro- und Nannofossilien aus dem Nusplinger Plattenkalk (Ober-Kimmeridgium, Schwäbische Alb). *Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B.*, **279**, 1-55, Stuttgart.
- Barczyk, W.** (1970) Some representatives of the family Thecideidae (Brachiopoda) from the Upper Jurassic of Poland. *Acta Geol. Polon.*, **20** (4), 647-655, Warschau.
- Barker, M.J.** (1990) The paleobiology of nerineacean gastropods. *Historical Biology*, **3**, 249-264, London.
- Barnard, T.** (1958) Some Mesozoic adherent foraminifera. *Palaeontology*, **1**, 116-124, London.
- Barnes, D.J.** (1973) Growth in colonial scleractinians. *Bull. mar. Sci.*, **23**, 280-298, Miami.
- Baron-Szabo, R.** (1997) Die Korallenfazies der ostalpinen Kreide (Helvetikum, Allgäuer Schrättenskalk, Nördliche Kalkalpen, Brandenberger Gosau). Taxonomie, Palökologie. *Zitteliana*, **21**, 3-97, München.
- Barthel, K.W.** (1969) Die obertithonische, regressiv-flachwasserphase der Neuburger Folge in Bayern. *Bayr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., N.F.*, **142**, 1-172, München.
- Bartenstein, H.** (1952) Taxonomische Bemerkungen zu den *Ammobaculites*, *Haplophragmium*, *Lituola* und verwandten Gattungen. (For.). *Senckenbergiana Lethae*, **33**, 313-343, Frankfurt a.M.
- Bartenstein, H.** (1962) Neue Foraminiferen aus Unterkreide und Oberkeuper NW-Deutschlands und der Schweiz. *Senckenbergiana Lethae*, **43**, 135-149, Frankfurt a.M.
- Bartenstein, H. und Bolli, H.M.** (1986) The Foraminifera in the Lower Cretaceous of Trinidad, W. I. Part 5, Maridale Formation, upper Part, *Hedbergella rohri* Zone). *Eclog. geol. Helvetica*, **79** (3), 945-999, Basel.
- Barthel, K.W., Janicke, V. und Schairer, G.** (1971) Untersuchungen am Korallen-Riffkomplex von Laisacker bei Neuburg a. D. (unteres Untertithon, Bayern). *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1971** (1), 4-23, Stuttgart.
- Bartolini, A., Pittet, B., Mattioli, E. und Hunziker, J.C.** (2003) Shallow-platform palaeoenvironmental conditions recorded in deep-shelf sediments: C and O stable isotopes in Upper Jurassic sections of southern Germany (Oxfordian-Kimmeridgian). *Sediment. Geol.*, **160**, 107-130, Amsterdam.
- Bassoullet, J.-P.** (1994) *Bosniella fontainei* nov. sp., (Foraminifere, Biokoviniidae) du Jurassique Moyen de Thaïlande. *Geobios*, **27** (4), 403-411, Lyon.
- Bassoullet, J.-P.** (1997) Foraminifères. Les grands foraminifères. In: **Groupe Français D'études du Jurassique, Cariou, E. und Hantzpergue, P.** (coord.) Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen, zonation parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles. *Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mém.* **17**, 293-304, Pau.
- Bassoullet, J.-P. und Poisson, A.** (1975) Microfazies du Jurassique de la région d'Anatolia (secteurs N et NW) Taurus Lycien (Turquie). *Rev. Micropaléont.*, **18**(1), 3-14, Paris.
- Bassoullet, J.-P. und Lorenz, J.** (1995) Découverte d'une association à *Ataxella occitanica* Peybernes, grand foraminifère du Jurassique Moyen, dans le sud du Bassin Parisien. *Rev. Micropaléont.*, **38** (1), 15-25, Paris.
- Bassoullet, J.-P., Bernier, P., Conrad, M.-A., Deloffre, R. und Jaffrezo, M.** (1978) Les algues dasycladales du Jurassique et du Crétacé. *Geobios, mémoire spécial*, **2**, 330 S., Lyon.

- Baumgärtner, M. und Reyle, M.** (1995) Oberjurasische Rampenentwicklung in der Region von Jabaloyas und Arroyo Cerezo (Keltiberikum, Spanien). *Profil*, **8**, 339-361, Stuttgart.
- Baumeister, J.G.** (1999) Vergleich der Funktionsmorphologie und Paläoökologie zweier Rhabdocidariden (Echinodermata, Cidaridae). *Paläont. Z.*, **73** (3/4), 319-326, Stuttgart.
- Baumeister, J.G. und Leinfelder, R.R.** (1998a) Constructional morphology and palaeoecological significance of three Late Jurassic regular echinoids. *Palaeontology*, **41** (2), 202-219, London.
- Baumeister, J.G. und Leinfelder, R.R.** (1998b) Reguläre Seeige aus dem Oberjura als Paläo-Umwelt-Anzeiger. - Terra Nostra, Geo-Berlin '98, Programm und Zusammenfassungen der Tagungsbeiträge, V20-V21, Bonn.
- Bausch, W.M.** (1963) Der Obere Malm an der unteren Altmühl. Nebst Untersuchungen über das Riffproblem. *Erl. geol. Abh.*, **49**, 1-38, Erlangen.
- Beauvais, L.** (1964) Étude stratigraphique et paléontologique des formations à madréporaires du Jurassique supérieur du Jura et de l'est du bassin de Paris. *Mem. Soc. géol. France, n. Sér.*, **43**, 1-288, Paris.
- Beauvais, L.** (1973) Upper Jurassic hermatypic corals. In: **Hallam, A.** (Hrsg.) *Atlas of palaeobiogeography*, 317-328, Elsevier, Amsterdam.
- Beauvais, L.** (1985) The madreporaires jurassiques indicateurs de paléoenvironments, quelques exemples. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **49**, 207-215, Amsterdam.
- Beauvais, L., Beauvais, M. und Bourrouilh, F.** (1974) A study of the reef complex of Bellême (Normandy, France). *Proc. sec. Internat. Coral Reef Sympos.*, **2**, 639-652, Brisbane.
- Beauvais, L., Blanc, Ph., Bernet-Rollnade, M.C. und Maurin, A.F.** (1988) Sedimentology of Upper Jurassic Deposits in the Tembesi River Area, Central Sumatra. *Geol. Soc. Malaysia, Bull.*, **22**, 45-64, Basel.
- Beauvais, L. und Stump, T.** (1976) Corals, Molluscs and Paleogeography of the late Jurassic strata of the Cerro Pzo Serna, Sonora, Mexico. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **19** (4), 275-301, Amsterdam.
- Bellier, J.P., Dépêche, F., Mathieu, R. und Neumann, M.** (1979) Contribution à l'étude de la paroi des Lituolides. *Rev. Micropal.*, **21** (4), 163-174, Paris.
- Benest, M.** (1985) Evolution de la plateforme de l'ouest algérien et du nord-est marocain au cours du Jurassique supérieur et au début de Crétacé, Stratigraphie, milieu de dépôt et dynamique sédimentaire. *Doc. Lab. Géol.*, **95** (1-2), 1-581, Lyon.
- Benke, K.** (1981) Die Dogger/Malm-Wende in den Keltiberischen Ketten (Spanien) und angrenzenden Gebieten - Sedimentologie, Stratigraphie und Paläogeographie. *Facies*, **4**, 95-164, Erlangen.
- Bernecker, M., Weidlich, O. und Flügel, E.** (1999), Response of Triassic reef coral communities to sea-level fluctuation, storms and sedimentation: evidence from a spectacular outcrop (Adnet, Austria). *Facies*, **40**, 229-280, Erlangen.
- Bernier, P.** (1984) Les formations carbonatées du Kimmeridgien et du Portlandien dans le Jura méridional. Stratigraphie, micropaléontologie, sédimentologie. *Doc. Lab. Géol. Lyon*, **92**(1+2), 1-803, Lyon.
- Bertling, M.** (1989) *Die korallengebundenen Choriozönosen des norddeutschen Malm*. Diss. Univ. Münster, 167 S., Münster. [unveröff.]
- Bertling, M.** (1992) *Arachnostega* n. ichnog. - burrowing traces in internal mould of boring bivalves (Late Jurassic, Northern Germany). *Paläont. Z.*, **66**, 177-185, Stuttgart.
- Bertling, M.** (1993a) Riffkorallen im Norddeutschen Oberjura - Taxonomie, Ökologie, Verteilung. - *Palaeontographica, A.*, **226** (4-6), 77-123, Stuttgart.
- Bertling, M.** (1993b) Ecology and distribution of the Late Jurassic Scleractinian *Thamnasteria concinna* (Goldfuss) in Europe. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **105**, 311-335, Amsterdam.
- Bertling, M.** (1994) Ökologie und Taxonomie koralleninkrustierender Bryozoen des Norddeutschen Malm. *Paläont. Z.*, **68** (3/4), 419-435, Stuttgart.
- Bertling, M.** (1995) Autecological case study of Late Jurassic *Thamnasteria* (Scleractinia) species with small corallites. In: **Lathuilière, B. und Geister, J.** (Hrsg.) *Coral reefs in the past, present and future*. *Publ. Serv. Géol. Lux.*, **29**, 111-117, Luxembourg.
- Bertling, M.** (1997a) Bioerosion of Late Jurassic reef corals - implications for reef evolution. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, **2**, 1663-1668, Panama City.
- Bertling, M.** (1997b) Structure and function of coral associations under extreme siltation stress - a case study from the Northern German Upper Jurassic. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, **2**, 1749-1754, Panama City.
- Bertling, M.** (1999) Late Jurassic reef bioerosion - the dawn of a new era. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, **45** (2), 173-176, Kopenhagen.
- Bertling, M.** (2002), Ecological and morphological impact of sedimentation on hermatypic coral associations (Late Jurassic, northern Germany). *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, **93**, 5-15, Münster.
- Bertling, M. und Insalaco, E.** (1998) Late Jurassic coral/microbial reefs from the northern Paris Basin - facies, palaeoecology and palaeobiogeography.

- Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **139**, 139-175, Amsterdam.
- Bertling, M.** und **König, W.** (2000) Der Korallenoolith von Wülflinghausen im Osterwald. *Arbkr. Paläont. Hannover*, **28** (4), 100-110, Hannover.
- Beurer, M.** (1971) Kieselsäureanreicherungen in den oberjurassischen Sedimenten der Schwäbischen Alb. *Beih. geol. Jb.*, **109**, 1-69, Hannover.
- Beurlen, K.** (1933) Revision der Seeigel aus dem Norddeutschen Jura. I. Teil, Die irregulären Seeigel. *Abh. preuß. geol. Landesanstalt, N.F.*, **152**, 1-98, Berlin.
- Beurlen, K.** (1937) Revision der Seeigel aus dem Norddeutschen Jura. II. Teil, Die regulären Seeigel. *Abh. preuß. geol. Landesanstalt, N.F.*, **174**, 1-149, Berlin.
- Bielecka, W.** und **Geroch, S.** (1974) Quelques Foraminifères du Jurassique supérieur des Carpathes externes polonaises. *Annales des Mines et de la Géologie*, **28**, 185-199, Tunis.
- Bishop, J.D.D.** (1989) Colony form and the exploitation of spatial refuges by encrusting bryozoa. - *Biol. rev. Cambridge philosoph. Soc.*, **64**, 197-218, London.
- Bizon, J.-J.** (1958) Foraminifères et Ostracodes de l'Oxfordien de Villers-Sur-Mer (Calvados). *Rev. Inst. franc. Pétrole*, **13** (1), 3-45, Paris.
- Blau, J.** (1993-2000) *FAVRIS - the interactive database on structured crustacean coprolites*. [<http://www.uni-giessen.de/~gg13/FAVRIS/FAVRIS.HTM>]
- Bollinger, W.** und **Burri, P.** (1970) Sedimentologie von Schelf-Karbonaten und Beckenablagerungen im Oxfordium des zentralen Schweizer Jura. Mit Beiträgen zur Stratigraphie und Ökologie. *Beitr. geol. Kte. Schweiz, (N.S.)*, **140**, 1-96, Zürich.
- Bölsche, W.** (1866) Die Korallen des norddeutschen Jura- und Kreide-Gebirges. *Z. dt. geol. Ges.*, **18**, 439-486, Berlin.
- Bosellini, F.R.** (1998) Diversity, Composition and Structure of Late Eocene Shelf-edge Coral Associations (Nago Limestone, Northern Italy). *Facies*, **39**, 203-226, Erlangen.
- Bosellini, F.R.** und **Perrin, C.** (1994) The coral fauna of Vitigliano, qualitative and quantitative analysis in a back reef environment (Castro Limestone, Late Oligocene, Salento Peninsula, Southern Italy). *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, **33** (2), 171-181, Modena.
- Bouhamdi, A., Gailard, C.** und **Ruget, C.** (2001) Spirillines versus agglutinants, impact du flux organique et internét paléoenvironmental (Oxfordien moyen du sud-est de la France). *Geobios*, **34** (3), 267-277, Lyon.
- Boullier, A.** (1993) Intérêt des Brachiopodes jurassiques en paléobathymétrie. *Association géologique Aubeoise, Bulletin annuel*, **15**, 15-24, Sainte-Savine.
- Brachert, T.C.** (1986) Kontinuierliche und diskontinuierliche Sedimentation im süddeutschen Oberjura (unteres Kimmeridge, Ludweg/Oberfranken, Nördliche Frankenalb). *Facies*, **15**, 233-284, Erlangen.
- Brady, H.B.** (1879) Notes on some of the reticularian Rhizopoda of the Challenger Expedition. Part 1. On new or little known arenaceous types. *Quart. J. of Microscop. Sci., new ser.*, **19**, 20-63, London.
- Brenner, W.** (1988): Dinoflagellaten aus dem Unteren Malm (Oberer Jura) von Süddeutschland: Morphologie, Ökologie, Stratigraphie. *Tübinger mikropal. Mitt.*, **6**: 1-116, Tübingen.
- Brett, C.E., Moffat, H.A.** und **Taylor, W.L.** (1997) Echinoderm taphonomy, taphofacies, and lagerstätten. In: **Waters, J.A.** und **Maples C.G.** (Hrsg.) Geobiology of echinoderms. *Paleont. Soc. Papers*, **3**, 147-190, London.
- Bromley, R.G.** (1975) Comparative analysis of fossil and recent echinoid bioerosion. *Palaeontology*, **18** (4), 725-739, London.
- Bromley, R.G.** (1994) The palaeoecology of bioerosion. In: **Donovan, S.K.** (Hrsg.) *Palaeobiology of trace fossils*, 134-154, London (Belhaven).
- Brönnimann, P.** (1967) Re-examination of the morphology of *Nautiloculina oolithica* Mohler, 1938. *C.R. Séances Soc. phys. Hist. nat. Genève*, **2** (1), 48-61, Genf.
- Brönnimann, P., Zaninetti, L.** und **Bozorgnia, F.** (1972) Triassic (Scythian) smaller foraminifera from the Elika formation of the central Alborz northern Iran, and from the Suisi formation of the Dolomites, northern Italy. *Mitt. Ges. Geol. Bergbau-stud.*, **21**, 861-884, Innsbruck.
- Brookfield, M.E.** (1973) The life and death of *Torquirhynchia incostans* (Brachiopoda, Upper Jurassic) in England. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **13** (4), 241-259, Amsterdam.
- Brown, A.** (1894) The structures and affinities of the genus *Solenopora*, together with descriptions of new species. - *Geol. Mag. (N.S.)*, **4** (1), 145-151, 195-203, London.
- Brugger, F.-H.** (1999) Ökomorphologische Variationen oberjurassischer Brachiopodenassoziationen Süddeutschlands. *Berliner geowiss. Abh.*, **E 29**, 1-111, Berlin.
- Brun, L.** und **Rey, J.** (1975) Nouvelles observations sur le genre *Everticyclammina* Redmond, 1964 et sa réparation paléocéologique dans le Crétacé inférieur du Bassin de Estremadura (Portugal). *Rev. Esp. Micropaleont., Número Especial, enero*, **1975**, 15-36, Madrid.

- Bucur, I.** (1992) Revised description of some dasy-clad species from the Romanian Lower Cretaceous. *Rev. Paléobiol.*, **11** (2), 447-461, Genf.
- Bucur, I., Cociuba, I. und Cociuba, M.** (1993) Microfacies and microfossils in the Upper Jurassic-Lower Cretaceous limestones in the southern part of the Padurea Craiului Mountains. *Rom. J. Stratigr.*, **75**, 33-40, Bucuresti.
- Bucur, I., Senowbari-Daryan, B. und Abate, B.** (1996) Remarks on some foraminifera from the Upper Jurassic (Tithonian) reef limestone of Madonie Mountains (Sicily). *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, **35** (1), 65-80, Modena.
- Bulundwe Kitongo, M.K.** (1987) Stratigraphie des sofs jurassiques du Préif interne (Rif, Marocco). *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève*, **4**, 1-326, Genf.
- Burkhalter, R.M.** (1995) Ooidal ironstones and ferruginous microbialites, origin and relation to sequence stratigraphy (Aalenian to Bajocian, Swiss Jura Mountains). *Sedimentology*, **42**, 57-74, Amsterdam.
- Burne, R.V. und Moore, L.S.** (1987) Microbialites, organosedimentary deposits of benthic microbial communities. *Palaios*, **2** (3), 241-254, Tulsa.
- Buvigner, A.** (1852) *Statistique géologique, minéralogique, minéralurgique et paléontologique du Département de la Meuse, Atlas de 32 Planches*, 1-52, Paris (Baillière).
- Carbone, F., Accord, G., Angelucci, A. und Matteucci, R.** (1999) The modern coral colonization on the Bajuni Barrier Island (southern Somalia): a facies model for carbonate-quartzose sedimentation. *Geol. Rom.*, **35**, 111-149, Rom.
- Carras, N.** (1995) *La piattaforma carbonatica del Parnasso durante il Giurassico superiore – Cretaceo inferiore: Stratigrafia ed evoluzione paleogeografica*. Diss. Univ. Athen, 232 S., Athen. [unveröff.]
- Chamberlain, J.A. und Graus, R.R.** (1975) Water flow and hydromechanical adaptations of branched reef corals. *Bull. mar. Sci.*, **25** (1), 112-125, Miami.
- Charrolais, J., Brönnimann, P. und Zaninetti, L.** (1966) Troisième note sur les Foraminifères du Crétacé inférieur de la région genevoise, remarques stratigraphiques et description de *Pseudotextulariella salevensis*, n. sp., *Haplophragmoides joukowskyi*, n. sp., *Citaella? favrei*, n. sp.. *Arch. Sci.*, **19** (1), 37-42, Genf.
- Cherchi, A. und Schroeder, R.** (1979) *Koskinobullina* n.gen., micro-organisme en colonie incertae sedis (Algues?) du Jurassique-Crétacé de la région méditerranéenne, note préliminaire. *Bull. Cent. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **3**, 519-523, Pau.
- Chiocchini, M., Mancinelli, A. und Marucci, C.** (1988) Distribution of Benthic Foraminifera and algae in the Latium-Abruzzi carbonate platform facies (Central Italy) during Upper Malm-Neocomian. *Rev. Paléobiol.*, Vol. Spéc. (*Benthos '86*), **2**, 219-227, Genf.
- Coates, A.G. und Jackson, J.B.C.** (1987) Clonal growth, algal symbiosis, and reef formation by corals. *Paleobiology*, **13** (4), 363-378, Chicago.
- Constanz, B.R.** (1986) The primary surface area of corals and variations in their susceptibility to diagenesis. In: **Schroeder, J.H. und Purser, B.H.** (Hrsg.) *Reef diagenesis*, 53-76, Springer, Berlin.
- Copper, P.** (1988) Ecological succession in Phanerozoic reef communities, is it real? *Palaios*, **3**, 136-151, Tulsa.
- Credner, H.** (1863) Über die Gleiderung der oberen Juraformation und der Wealdenbildung im nord-westlichen Deutschland. + Anhang. Über die Nerineen und Chemnitzien im oberen Jura Norddeutschlands, 192 S., Prag.
- Cushman, J.A. und Alexander, C.I.** (1930) Some Vaginulinas and other Foraminifera from the Lower Cretaceous of Texas. *Contr. Cushman Lab. Foram. Res.*, **6**, 1-10, Sharon, Massachusetts.
- Dahanayake, K.** (1977) Classification of oncoids from the Jurassic carbonates of the French Jura. *Sediment. Geol.*, **18**, 337-353, Amsterdam.
- Dahanayake, K.** (1978) Sequential position an environmental significance of different types of oncoids. *Sediment. Geol.*, **20**, 301-316, Amsterdam.
- Dahanayake, K.** (1983) Depositional environments of some Upper Jurassic oncoids. In: **Peryt, T.** (Hrsg.) *Coated grains*, 177-385, Springer, Berlin.
- Darga, R. und Schlagintweit, F.** (1991) Mikrofacies, Paläontologie und Stratigraphie der Lerchkogelkalke (Tithon-Berrias) des Dietrichshorns (Salzburger Land, Nördliche Kalkalgen) *Jb. geol. Bundesanstalt*, **134** (2), 205-226, Wien.
- Dauwalder, P. und Remane, J.** (1979) Etude du Banc à Nérinées à limite <<Kimmeridgien-Portlandien>> dans le Jura Neuchâtelois méridional. *Paläont. Z.*, **53**(3/4), 163-181, Stuttgart.
- Delecat, S.** (1996) *Zwei Fleckenriffe von Nanogyra nana (Sowerby 1822) im Unterkimmeridge des Langenbergs (Unt. Kimmeridgium, NW-Deutschland)*. Dipl.-Arb. Univ. Hannover, 88 S., Hannover. [unveröff.]
- Delecat, S., Peckmann, J. und Reitner, J.** (2001) Non-Rigid Sponges in Oyster Patch Reefs (Loer Kimmeridgian, Lamgenberg/Oker, Germany). *Facies*, **45**, 231-254, Erlangen.
- Deutsche Stratigraphische Kommission** (2002, Hrsg.) *Beiheft zur Stratigraphischen Tabelle von Deutschland 2002*, 16 S., Potsdam.

- Dietl, G. und Schweigert, G.** (2001) *Im Reich der Meerengel. Der Nusplinger Plattenkalk und seine Fossilien.* - 144 S., Pfeil, München.
- Dimke, M.** (1997) *Fazies und Diagenese der 'Tithon-Massenkalke' und 'Hangenden Bankkalke' auf Blatt Neuhausen ob Eck (TK 8019) nebst einigen angewandten Aspekten ihrer Nutzung als Rohstoff (Farbe, Brech- und Mahlverhalten).* Diss. Univ. Erlangen, 117 S., Erlangen.
- Donovan, S.K.** (1991) The taphonomy of echinoderms: calcareous multi-element skeletons in the marine environment. In: **Donovan, S.K.** (Hrsg.): *The processes of fossilization*, 241-269, Belhaven Press, London.
- Dozet, S. und Šribar, L.** (1998) Biostratigraphy of Shallow Marine Jurassic Beds in Southwestern Slovenia. *Geologija*, **40**, 187-221, Ljubljana.
- Dozet, S. und Turnšek, D.** (1993) Litostratigrafske enote in biostratigrafska razclenitev jurskih plasti na Logaski planoti. [Litostratigraphic units and biostratigraphic subdivision of Jurassic beds in Logatec plain area]. *Rud. metal. zbornik*, **40** (1-2), 59-78, Ljubljana.
- Dragastan, O.** (1971) New algae in the upper Jurassic and lower Cretaceous in the Bicz valley (East Carpathians) Romania. *Rev. esp. Micropal.*, **3** (2), 155-192, Madrid.
- Dragastan, O.** (1975) Upper Jurassic and Lower Cretaceous microfacies from Bicz Valley basin (East Carpathians). *Mem. Inst. Géol. Géophys.*, **21**, 1-87, Bukarest.
- Dragastan, O.** (1989) Calcareous Alga (New and revised), Microproblematica and Foraminiferida of Jurassic-Lower Cretaceous deposits from the Carpathian Area. *Rev. Esp. Micropal.*, **21** (1), 5-65, Madrid.
- Dragastan, O.** (1999) Jurassic-Cretaceous calcareous algae of the Transylvanides, Inner Dacides and Moesian Platform (Romania). *Rev. Esp. Micropaleont.*, **31** (2), 185-218, Madrid.
- Dragastan, O., Mensink, H. Mertmann, D. und Wilde, S.** (1987) Küstennahe Sedimentationszyklen im Ober-Jura der westlichen Madero, Nord-Spanien. *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **175** (3), 377-398, Stuttgart.
- Dromart, G., Gaillard, C. und Jansa, L.F.** (1994) Deep-marine microbial structures in the Upper Jurassic of Western Tethys. In: **Bertrand-Sarfati, J. und Monty, C.** (Hrsg.) *Phanerozoic stromatolites II*, 295-318, Cluwer, Dordrecht.
- Dufaure, Ph.** (1958) Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique et du Nocomien de l'Aquitaine à la Provence. *Rev. paléobiol.*, **1** (2), 87-115, Genf.
- Dullo, W.-C., Reijmer, J.J.G., Schuhmacher, H., Eisenhauer, H., Eisenhauer, A., Hassan, M. und Heiss, G.A.** (1996) Holocene reef growth and recent carbonate production in the Red Sea. In: **Reitner, J., Neuweiler, F. und Gunkel, F.** (Hrsg.) *Global and Regional Controls on Biogenic Sedimentation. I Reef Evolution. Research Reports. Göttinger Arb. Geol. Paläont.*, **Sb2**, 13-17, Göttingen.
- Dupraz, C. und Strasser, A.** (1999) Microbialites and micro-encrusters in shallow coral bioherms (Middle to Late Oxfordian, Swiss Jura Mountains). *Facies*, **40**, 101-130, Erlangen.
- Dupraz, Chr. und Strasser, A.** (2002) Nutritional modes in coral-microbolite reefs (Jurassic, Oxfordian, Switzerland) Evolution of trophic structure as a response to environmental change. *Palaios*, **17**, 449-471, Tulsa.
- Elišová, H.** (1994) Scléractiniaires de Stránská skála (Oxfordien inférieur/supérieur, Brno, Moravie, République tchèque). *Věstník České geologické ústavu*, **69** (4), 65-70, Prag.
- El Khoudary, R.H.** (1974) Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des Juras von Ostspanien. *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **144** (3), 296-341, Stuttgart.
- Elliott, G.F.** (1956) Further record of fossil calcareous algae from the Middle East. *Micropaleont.*, **2**, 327-334, New York.
- Elliott, G.F.** (1958) Fossil microproblematica from the Middle East. *Micropaleont.*, **4** (4), 419-428, New York.
- Elliott, G.F.** (1986) English Jurassic dasyclads, seaweed indicators of marine climate. *Geol. Today*, **21** (1), 20-23, London.
- Errenst, C.** (1990) Das korallenführende Kimmeridgium der nordwestlichen iberischen Ketten und angrenzender Gebiete (Fazies, Paläogeographie und Beschreibung der Korallenfauna). Teil 1. *Palaeontographica, A*, **214** (3-6), 121-207, Stuttgart.
- Errenst, C.** (1991) Das korallenführende Kimmeridgium der nordwestlichen iberischen Ketten und angrenzender Gebiete (Fazies, Paläogeographie und Beschreibung der Korallenfauna). Teil 2. *Palaeontographica, A*, **215**(1-3), 1-42, Stuttgart.
- Étallon, A.** (1859) Études paléontologiques sur le Haut-Jura. Rayonnés du Corallien. *Mém. Soc. d'émulat. départ. Doubs*, **6**, 53-260, Besancon.
- Fabisch, R.** (1996) Höhlen im Süntel und Wesergebirge. *Beih. Ber. Naturhist. Ges. Hannover*, **12**, 1-78, Hannover.
- Fagerstrom, J.A.** (1987) *The evolution of reef communities.* - 600 S., Wiley und Sons, New York.
- Fagerstrom, J.A.** (1991) Reef-building guilds and a checklist for determining guild membership. *Coral Reefs*, **10**, 47-52, Berlin.

- Fares, F.** (1975) Découverte d'un nouveau Lituolidae dans le Kimméridgien de l'Atlas saharien (Algérie du Nord). – African Coll. Micropal., 5th (Addis-Ababa, 1972), Proc. (Empresa Nac. Adaro Invest. Min., ser. 7, Trab Congr. Reun., no. 3), Madrid, Spain, 336-340, Madrid.
- Farinacci, A.** (1964) Sulla posizione sistematica e stratigrafica di *Protopenelopis striata* Weynschenk, 1950 (Foraminifera). *Geol. Rom.*, **3**, 41-48, Rom.
- Fay, M.** (1976) Riffnahe Sedimente im Raum Kelheim, Lithologie, Genese und stratigraphische Bemerkungen. *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **152**, 51-74, Stuttgart.
- Fezer, R.** (1988) Die oberjurassische karbonatische Regressionsfazies im südwestlichen Keltiberikum zwischen Griegos und Aras de Alpuente (Prov. Teruel, Cuenca, Valencia, Spanien). *Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N.F.*, **84**, 1-119, Stuttgart.
- Fischer, R.** (1991) Die Oberjura-Schichtenfolge vom Langenberg bei Oker. *Arbkr. Paläont. Hannover*, **19** (2), 21-36, Hannover.
- Flügel, E.** (1964) Mikroproblematika aus rhätischen Riffkalken der Nordalpen. *Paläont. Z.*, **38** (1/2), 74-87, Stuttgart.
- Flügel, E.** (1974) Fazies-Interpretation der *Cladocoropsis*-Kalke (Malm) auf Karaburun, W-Anatolien. *Arch. Lagerstättenforsch. Ostalpen, Sonderband 2*, 79-94, Leoben.
- Flügel, E.** (1978) *Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken*. - 454 S., Springer, Berlin.
- Flügel, H. und Fenninger, A.** (1966) Die Lithologie der Oberalmer Schichten und der mikritischen Plassen-Kalke (Tithonium, Nördliche Kalkalpen). *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **123** (3), 249-280, Stuttgart.
- Flügel, E. und Steiger, T.** (1981) An Upper Jurassic sponge-algal buildup from the northern Frankenalb (West Germany). In: **Toomey, D.F.** (Hrsg.) European fossil reef models. *Soc. Econ. Paleont. Min., Spec. Publ.*, **30**, 371-397, Tulsa.
- Fookes, E.** (1995) Development and eustatic control of an Upper Jurassic reef complex (Saint Germain-de-Joux, Eastern France). *Facies*, **33**, 129-150, Erlangen.
- Frärks, I.** (1998) *Untersuchung der florigemma-Bank im Malm (Oxfordium) des östlichen Süntel zwischen Pötzen und Pappmühle*. Dipl.-Kart. Univ. Hannover, 77 S., Hannover [unveröff.].
- Frentzen, K.** (1944) Die agglutinierenden Foraminiferen der Birmendorfer Schichten (*Transversarius*-Zone) in Schwammfazies) des Gebietes um Blumenbach in Baden. *Paläont. Z.*, **23** (3-4), 317-342, Stuttgart.
- Fürsich, F. T.** (1976) Fauna-substrate relationships in the Corallian of England and Normandy. *Lethaia*, **9** (4), 343-356, Oslo.
- Fürsich, F. T.** (1977) Corallian (Upper Jurassic) marine benthic associations from England and Normandy. *Palaeontology*, **20**, 337-385, London.
- Fürsich, F.T. und Schmidt-Kittler, N.** (1980) Biofacies analysis of Upper Jurassic marginally marine environments of Portugal. I. The carbonate-dominated facies at Cabo Espichel, Estremadura. - With a contribution by M. Ramalho (microfauna). *Geol. Rdsch.*, **69** (3), 943-981, Stuttgart.
- Fürsich, F.T. und Sykes, R.M.** (1977) Palaeobiogeography of the European boreal realm during Oxfordian (Upper Jurassic) times, A quantitative approach. *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **155** (2), 137-161, Stuttgart.
- Fürsich, F.T. und Werner, W.** (1986) Benthic associations and their environmental significance in the Lusitanian basin (Upper Jurassic, Portugal). *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **172**, 271-329, Stuttgart.
- Fürsich, F.T. und Werner, W.** (1991) Palaeoecology of coralline sponge-coral meadows from the Upper Jurassic of Portugal. *Paläont. Z.*, **65** (1/2), 35-69, Stuttgart.
- Fürsich, F.T., Palmer, T.J. und Goodyear, K.L.** (1994) Growth and disintegration of bivalve dominated patch reefs in the Upper Jurassic of Southern England. *Palaeontology*, **37**, 131-171, London.
- Gaillard, C.** (1983) Les biohermes à spongiaeres et leur environnement dans l'Oxfordien du Jura méridional. *Doccum. Lab. Geol. Fac. Sci. Lyon*, **90**, 1-515, Lyon.
- Gaillard, C. und Pajaud, D.** (1971) *Rioulina viridunensis* (Buv.) cf. *ornata* (Moore), brachiopode thécidéen de l'épifaune de l'Oxfordien supérieur du Jura méridional. *Geobios*, **4**, 227-242, Lyon.
- Garrett, P., Smith, D.L., Wilson, A.O. und Patriquin, D.** (1971) Physiography, ecology and sediments of two Bermudan patch reefs. *J. Geol.*, **79**, 647-668, Chicago.
- Gawlick, H.-J., Schlagintweit, F. und Lein, R.** (2003) Das Hörerstein-Plateau südlich Bad Ischl – Neue Daten zur Stratigraphie, Fazies und Sedimentologie, Implikationen zur paläogeographischen Rekonstruktion im Jura des Zentralen Salzkammergutes. In: **Weidinger, J.T., Lobitzer, H. und Spitzbart, I.** (Hrsg.) Beiträge zur Geologie des Salzkammergutes. *Gmundener Geo-Studien*, **2**, 75-86, Gmunden.
- Geister, J.** (1972) Zur Ökologie und Wuchsform der Säulenkoralle *Dendrogyra cylindrus* Ehrenberg. Beobachtungen in den Riffen der Insel San Andrés (Karibisches Meer, Kolumbien). *Mit. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient.*, **6**, 77-87, Santa Marta.

- Geister, J.** (1983) Holozäne westindische Korallenriffe, Geomorphologie, Ökologie und Fazies. *Fazies*, 9, 173-284, Erlangen.
- Geister, J.** (1984) Die palaeobathymetrische Wertbarkeit der scleractinen Korallen. In: Luterbacher, H.P. (Hrsg.) *Paläontologische Kursbücher*, 2, 46-95, München.
- Geister, J.** (1995) Sclerocronology of jurassic corals, geological applications. *Publ. Serv. Géol. Lux.*, 29, 150-152, Luxembourg.
- Geister, J.** (1997) Auf der Suche nach dem analogen Korallenriff. *Coral Res. Bull.*, 5, 151-160, Dresden.
- Geister, J. und Lathuilière, B.** (1991) *Jurassic coral reefs of the northeastern Paris Basin (Luxembourg and Lorraine)*. Excursions-Guidebook, 6th Int. Symp. of fossil Cnidaria, 112 S., Münster.
- Geleta, S.** (1998) Biostratigraphy, Depositional Environment, Basin Evolution and Hydrocarbon Potential of the Late Triassic to Late Jurassic Succession, Ogaden Basin, Ethiopia. *Tüb. mikropaläont. Mitt.*, 16, 1-78, Tübingen.
- Geyer, O.F.** (1955) Beiträge zur Korallenfauna des Stramberger Tithon. *Paläont. Z.*, 29 (3/4), 177-216, Stuttgart.
- Geyer, O.F.** (1962) Über Schwammgesteine (*Spongiolith, Tuberolith, Spiculith und Gaizit*). Hermann-Aldinger-Festschr., 51-59, Stuttgart.
- Geyer, O.F. und Rosendahl, S.** (1985) Stromatoporen, Korallen und Nerineen aus oberjurassischen und unterkretazischen Schichten des Präbetikums von Cazorla (Provinz Jaén, Spanien). *Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N.F.*, 82, 161-179, Stuttgart.
- Gielisch, H.** (1994) Mikrofazies und Biostratigraphie des Jura-Kreide-Übergangsbereich der Parnass-Kiona-Zone zwischen Mittelgriechenland und Argolis. *Bochumer geol. geotechn. Arb.*, 43, 1-223, Bochum.
- Gilmore, M.D. und Hall, B.R.** (1976) Life history, growth habitats, and constructional roles of *Acropora cervicornis* in the patch reef environment. *J. sed. Petrol.*, 46(3), 519-522, Tulsa.
- Gischler, E. und Ginsburg, R.N.** (1996) Cavity dwellers (Coelobites) under coral rubble in southern Belize Barrier Atoll Reefs. *Bull. marine Sci.*, 58 (2), 570-589, Miami.
- Glowniak, E.** (2000) The *Platysphinctes* immigration event in the Middle Oxfordian of the Polish Jura Chain (Central Poland). *Acta Geol. Polon.*, 50 (1), 143-160, Warschau.
- Goldfuss, A.** (1829) *Petrefacta germaniae I* (2), 77-164, Arnz, Düsseldorf.
- Gorbachik, T.N.** (1959) Nouvelles espèces de foraminifères du Crétacé inférieur de Crimée et du Caucases nord-occidental. *Paleont. Journal*, 1, 78-83, Moskau.
- Gorbachik, T.N.** (1968) Some cases of homomorphy in Foraminifera. *Paleontologicheskii Zhurnal*, 1968 (1), 3-10, Moskau.
- Gordon, W.A.** (1965) Foraminifera from the Corallian Beds, Upper Jurassic, of Dorset, England. *J. Paleont.*, 39 (5), 828-863, Tulsa.
- Gramann, F.** (1963) Schwamm-Rhaxen und Schwamm-Gesteine (Spongiolithe, Spiculite) aus dem Oxford NW-Deutschlands. *Geol. Jb.*, 80, 213-220, Hannover.
- Gramann, F., Heunisch, C., Klassen, H., Kockel F., Dulce, G., Harms, F.-J., Katschorek, T., Mönnig, E., Schudack, M., Schudack, U., Thies, D. und Weiss, M.**, Koordination, **Hinze, C.** (1997) Das Niedersächsische Oberjura-Becken - Ergebnisse interdisziplinärer Zusammenarbeit. *Z. dt. geol. Ges.*, 148 (2), 165-236, Stuttgart.
- Grauss, R.R., Chamberlain, J.A. und Bokerm A.M.** (1977) Structural modification of corals in relation to waves and currents. In: **Frost, S.H., Weiss, M.P. und Saunders, J.B.** (Hrsg.) Reefs and related carbonates - ecology and sedimentology. *Am. Ass. Petrol. Geol., Studies in Geology*, 4, 135-153, Tulsa, Oklahoma.
- Gregg, J.M. und Sibley, D.F.** (1984) Epigenetic Dolomitization and the origin of xenotopic Dolomite Texture. *J. sed. Petrol.*, 54(3), 908-931, Tulsa.
- Groiss, J.** (1963) Geologische, mikropläontologische und zoogeographische Untersuchungen im Jura-gebiet westlich von Neuburg an der Donau. *Erlanger geol. Abh.*, 48, 1-53, Erlangen.
- Groiss, J.** (1964) Echinodermenreste in Schlammproben aus dem Weißen Jura der Frankenalb. *Geol. Bl. NO-Bayern*, 14 (2), 43-53, Erlangen.
- Groiss, J.** (1970) Feinstratigraphische, öologische und zoogeographische Untersuchungen der Foraminiferen-Faunen im Oxford der Franken-Alb. *Erlanger geol. Abh.*, 81, 92-104, Erlangen.
- Groiss, J. und Winter, B.** (1967) Das Vorkommen von *Pseudocyclamina* und *Lituola* (Foram.) in den Neuburger Bankkalken (Mittel-Tithon). *Geol. Bl. NO-Bayern*, 17, 109-126, Erlangen.
- Grossowicz, L.P., Bassoulet, J.-P., Hirsch, F. und Peri, M.** (2000) Jurassic large foraminifera from Israel. *Current Research*, 12, 132-138, Jerusalem.
- Grupe, O.** (1933) *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Ländern, Lfg. 330, Nr. 2018, Blatt Kathrinshagen*. Preuß. geol. L.-Anst., 52, Berlin.
- Grupe, O. und Ebert, A.** (1927) *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Ländern, Lfg. 271, Blatt Lauenau*. Preuß. geol. L.-Anst., 47 S., Berlin.

- Gruszczynski, M.** (1979) Ecological succession in Upper Jurassic hardgrounds from Central Poland. *Acta Palaeont. Polon.*, **24** (4), 429-450, Warschau.
- Guillaume, S.** (1963) Les trocholines du Crétacé Inférieur du Jura. *Rev. Micropal.*, (5) 4, 257-276, Paris.
- Gušić, F.R.S.** (1969) Some new and inadequately known Jurassic foraminifers from central Croatia. *Geol. Vjes. Inst. geol. Istraz.*, **22**, 55-88, Sarajevo.
- Gygi, R.A.** (1986) Eustatic sea level changes of the Oxfordian (Late Jurassic) and their effect documented in sediments and fossil assemblages of an epicontinental sea. *Eclogae geol. Helv.*, **79** (2), 455-491, Basel.
- Gygi, R. A.** (1992) Structure, pattern of distribution and palaeobathymetry of Late Jurassic microbialites (stromatolites and oncoids) in northern Switzerland. *Eclogae geol. Helv.*, **85**, 799-824, Basel.
- Gygi, R.A. und Persoz, F.** (1986) Mineralostratigraphy, litho- und biostratigraphy combined in correlation of the Oxfordian (Late Jurassic) formations of the Swiss Jura range. *Eclogae geol. Helv.*, **79** (2), 385-454, Basel.
- Haesler, R.** (1881) *Untersuchungen über die mikroskopischen Strukturverhältnisse der Aargauer Jurakalke mit besonderer Berücksichtigung ihrer Foraminiferenfauna.* Diss. Univ. Zürich, Brugg. [unveröff.]
- Haesler, R.** (1881) Monographie der Foraminiferen-Fauna der schweizerischen Transversarius-Zone. *Abh. schweiz. paläont. Ges.*, **17**, 1-134, Basel.
- Hagen, D. und Kemper, E.** (1976) Geology of the Thong Pha Phum Area (Kanchanaburi Province, western Thailand). *Geol. Jb.*, **B 21**, 53-91, Hannover.
- Hagn, H., Bucher-Galloth, J. und Polz, W.** (1982) Schwamm-Spiculae als Bestandteil agglutinierter Wohnröhren von Anneliden aus dem Ottang des Kaltenbach-Grabens NE Miesbach (Subalpine Molasse, Oberbayern). *Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol.*, **22**, 47-61, München.
- Hallam, A.** (1984) Continental humid and arid zones during the Jurassic and Cretaceous. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **47**, 195-223, Amsterdam.
- Hallam, A.** (1994) Jurassic climate as inferred from sedimentary and fossil record. In: **Allen, J.R.L., Hoskins, B.J., Sellwood, B.W., Spicer, R.A. und Valdes, P.J.** (Hrsg.) *Palaeoclimates and their modelling*, 79-88, Chapman und Hall, London.
- Hallock, P.** (1988) The role of nutrient availability in bioerosion: consequences to carbonate buildups. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **63**, 275-291, Amsterdam.
- Hallock, P. und Glenn, E.C.** (1986) Larger foraminifera, a tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate depositional facies. *Palaios*, **1** (1), 55-64, Tulsa.
- Hallock, P. und Schlager, W.** (1986) Nutrient excess and the demise of coral reefs carbonate platforms. *Palaios*, **1**, 389-398, Tulsa.
- Hammes, U.** (1995) Initiation and development of small-scale sponge mud-mounds, late Jurassic Franconian Alb. Germany. In: **C.L.V. Monty, D.W.J. Bosence, P.H. Bridges und B.R. Pratt** (Hrsg.) *Carbonate Mud-Mounds. Their Origin and their Evolution. Spec. Publs Int. Ass. Sediment.*, **23**, 335-357, Blackwell, Oxford.
- Harper, E.M. und Skelton, P.W.** (1993) The mesozoic marine evolution and epifaunal bivalves. *Scripra Geol., Spec. Issue*, **2**, 127-153, Leiden.
- Heinz, R.A.** (1985) *Mikrofazielle Untersuchungen des Massivkalkes (Malm) der Präalpes Medianes im Querschnitt Moleson - Ruebli/Gummfluh.* Diss. Univ. Bern, 190 S., Bern. [unveröff.]
- Heinz, R.A. und Isenschmid, C.H.** (1988) Mikrofazielle und stratigraphische Untersuchungen im Massivkalk (Malm) der Präalpes medianes. *Eclogae geol. Helv.*, **81** (1), 1-62, Basel.
- Helm, C.** (1997a) *Faunistische Untersuchungen an einem Fleckenriff des Oberjura (florigemma-Bank, Süntel).* Dipl.-Arb. Univ. Hannover, 105 S., Hannover. [unveröff.]
- Helm, C.** (1997b) Bohrschwämme. *Arbkr. Paläont. Hannover*, **25** (5), 142-147, Hannover.
- Helm, C.** (1998) Paläokarst-Erscheinungen im Oberjura (Oxfordium, Dachfläche der florigemma-Bank, Korallenoolith, Hauptdiskontinuität) von NW-Deutschland (Süntel). *Ber. Naturhist. Ges. Hannover*, **140**, 99-120, Hannover.
- Helm, C.** (2002) 50 Jahre im Leben eines Korallenriffes des Oberjura. *Fossilien*, **19** (2), 102-109, Korb.
- Helm, C.** (2003) Verteilungskämpfe im Riff, Beispiele aus niedersächsischen Korallenriffen des Oberjura. – 73. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft, Mainz. *Terra Nostra*, **2003** (5), 65, Bonn.
- Helm, C.** (2004) Napfschnecken als Riffbewohner (Korallenoolith, Oberjura, NW-Deutschland) – In: **Reitner, J., Reich, M. und Schmidt, G.** (Hrsg.): *Geobiologie. 74. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft, Göttingen 02. bis 08. Oktober 2004. Kurzfassungen der Vorträge und Poster, Universitätsdrucke*, 105-106, Göttingen.
- Helm, C. und Elbracht, J.** (1998) Oberjurassische Korallen-Geschiebe (*Thamnasteria concinna*) aus einer Kies-/Sandgrube bei Freden/Leine (Leinebergland). *Mitt. Geol. Inst. Univ. Hannover*, **38**, 115-121, Hannover.
- Helm, C., Fischer, R. und Schülke, I.** (2001a) Mikrobiell induzierte Sedimentbildung und Sedimentgesteine (Mikroalith i.w.S.) im Oberjura von NW-Deutschland (Niedersächsisches Becken). In:

- Gaupp, R. und van der Klauw, S.** (Hrsg.) Sediment 2001, Programm, Kurzfassungen, Exkursionsführer, Jena, 6.6.-8.6.2001. *Schriftenr. dt. geol. Ges.*, **13**, 46-47, Hannover.
- Helm, C., Fischer, R. und Schülke, I.** (2002a) Paleokarst formation on a Late Jurassic lowstand unconformity (Korallenoolith Foramtion, Süntel and Wesergebirge Mountains, NW Germany). In: **Hüssner, R., Hinderer, M., Götz, A.E. und Petschick, R.** (Hrsg.) Sediment 2002. 17. Sedimentologentreffen, Frankfurt a.M.–Darmstadt, 29.-31. Mai. 2002, Kurzfassungen und Programm. *Schriftenr. dt. geol. Ges.*, **17**, 85-86, Hannover.
- Helm, C. und Reuter, M.** (2002) Crinoiden aus dem Korallenoolith (Oberjura, NW-Deutschland) Taxonomie, regionale und fazielle Verbreitung. 2. Treffen deutschsprachiger Echinodermologen 15.-17. November, Programm und Abstracts, 8-9, Berlin.
- Helm, C. und Reuter, M.** (2003) Schwammbohrungen (*Entobia cretacea* Portlock) als natürliche Ausgänge in Korallenästen eines Feuerstein-Geschiebes. *Berl. Beitr. Geschiebeforsch.*, **2**, 121-126, Berlin.
- Helm, C., Reuter, M. und Schülke, I.** (2002b) Die oberjurassische Crinoiden-Vergesellschaftung aus dem Korallenriffkomplex der der Oberen Korallenbank (Korallenoolith) des Osterwaldes (NW-Deutschland). 2. Treffen deutschsprachiger Echinodermologen 15.-17 November, Programm und Abstracts, 10-11, Berlin.
- Helm, C., Reuter, M. und Schülke, I.** (2003a) Die Korallenfauna des Korallenooliths (Oxfordium, Oberjura, NW-Deutschland) Zusammensetzung, Stratigraphie und regionale Verbreitung. *Paläont. Z.*, **77** (1), 55-72, 8, Stuttgart.
- Helm, C., Schülke, I. und Schlagintweit, F.** (2003b) Calcareous algae („Porostromata“, Rhodophyta, Dasy-cladales) and microporostromata with algal affinity from the NW German Korallenoolith Formation (Oxfordian, Süntel Mountains). *Facies*, **49**, 61-86, Erlangen.
- Helm, C., Reuter, M. und Schülke, I.** (2003c) Der Korallenoolith im Osterwald (NW-Deutschland) Fazielle Entwicklung und Ablagerungsdynamik. *Z. dt. geol. Ges.*, **153** (2-4), 159-186, Stuttgart.
- Helm, C., Reuter, M. und Schülke, I.** (2003d) Comatulid Crinoids from Late Jurassic reefal deposits of NW Germany (Lower Saxony Basin). *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **2003** (9), 513-528, Stuttgart.
- Helm, C. und Schülke, I.** (1998) A Coral-microbialite Patch Reef from the Late Jurassic (*florigemma*-Bank, Oxfordian) of NW Germany (Süntel Mountains). *Facies*, **39**, 75-104, Erlangen.
- Helm, C. und Schülke, I.** (1999) Ein „Tethys-Riff“ im Korallenoolith (Oxfordium) von Nordwestdeutschland. *Zbl. Geol. Paläont. Teil I*, **1999** (5-6), 399-414, Stuttgart.
- Helm, C. und Schülke, I.** (2000a) Contact reactions and fusion of Upper Jurassic ramose coral *Thamnasteria dendroidea* in a patch reef environment. *Coral Reefs*, **19**, 89-92, Berlin.
- Helm, C. und Schülke, I.** (2000b) Der Korallenoolith (Oxfordium) im Deister (NW-Deutschland) Eine Re-Evaluation der Fazies, Stratigraphie und Mächtigkeit. *Ber. naturhist. Ges. Hannover*, **142**, 149-168, Hannover.
- Helm, C. und Schülke, I.** (2001) „*Tubiphytes*“ *morronensis* aus der Malm-Gruppe (Korallenoolith?, Niedersächsisches Becken) des Ith (NW-Deutschland). *Ber. naturhist. Ges. Hannover*, **143**, 99-107, Hannover.
- Helm, C. und Schülke, I.** (2004) Crustaceen-Koprolithen aus dem Korallenoolith (Oxfordium, Niedersächsisches Becken, NW-Deutschland). *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **2004** (8), 496-512, Stuttgart.
- Helm, C., Schülke, I. und Fischer, R.** (1999) Tethydische Foraminiferen aus dem subborealen Oberjura von NW-Deutschland. Vorträge und Poster, 69. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft (Vorträge und Poster), *Terra Nostra*, **99** (8), 34, Bonn.
- Helm, C., Schülke, I. und Fischer, R.** (2001b) Paläobiogeographie des Korallenooliths (Mittleres Oxfordium – Unteres Kimmeridgium) Tethyale Faunen- und Florenelemente auf höherer Paläobreite (Niedersächsisches Becken, NW-Deutschland). *Geol. Beitr. Hannover*, **2**, 51-64, Hannover.
- Helm, C. und Solcher, J.** (1999) Weitere Funde oberjurassischer Korallen (*Thamnasteria concinna* und *Isastrea* sp.) aus quartären Ablagerungen von Niedersachsen. *Geschiebek. aktuell*, **15** (1), 1-8, Hamburg.
- Helmuth, B.S.T., Timmerman, B.E.H. und Sebens, K.P.** (1997) Interplay of host morphology and symbiont microhabitats in coral aggregations. *Mar. Biol.*, **130**, 1-10, Berlin.
- Hemleben, Chr.** (1977) Rote Tiden und die oberkretazischen Plattenkalke im Libanon. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1977** (4), 239-255, Stuttgart.
- Herrmann, R.** (1996) Entwicklung einer oberjurassischen Karbonatplattform, Biofazies, Riffe und Sedimentologie im Oxfordium der Zentralen Dobrogea (Ost-Rumänien). *Berliner geowiss. Abh.*, **E 19**, 1-101, Berlin.
- Hess, H.** (1960) Ophiurenreste aus dem Malm des Schweizer Juras und des Departements Haut-Rhin. *Eclogae geol. Helv.*, **53**(1), 385-421, Basel.
- Hess, H.** (1966) Mikropaläontologische Untersuchungen an Ophiurien. V. Die Ophiurien aus dem Argovien (unteres Ober-Oxford) vom Guldenthal (Kt. Solothurn) und von Savigna (Dept. Jura). *Eclogae geol. Helv.*, **59** (2), 1025-1063, Basel.

- Hess, H.** (1975a) Die fossilen Echinodermen des Schweizer Juras. *Veröff. naturhistorisches Mus. Basel*, **8**, 130 S., Basel.
- Hess, H.** (1975b) Mikropaläontologische Untersuchungen an Ophiurien. VI. Die Ophiurien aus den Günsberg-Schichten (oberes Oxford) vom Guldental (Kt. Solothurn). *Eclogae geol. Helv.*, **68** (3), 591-601, Basel.
- Hess, H.** (1975c) Mikropaläontologische Untersuchungen an Ophiurien. VII. Die Ophiurien aus den Humeralis-Schichten (Ober-Oxford) von Raedendorf (Ht-Rhin). *Eclogae geol. Helv.*, **68** (3), 603-612, Basel.
- Hess, H.** (1981) Ein neuer Seestern (*Mesotremaster zbindeni* n. sp.) und andere Echinodermen aus dem mittleren Oxford von Reuchenette (Berner Jura). *Eclogae geol. Helv.*, **74** (3), 681-699, Basel.
- Hess, H. und Holenweg, H.** (1998) Ein neuer Holothurienfund aus dem Schweizer Jura. – Fossilien, **15** (5), 306-309, Korb.
- Highsmith, R.C.** (1980) Passive colonisation and asexual colony multiplication in the massive coral *Porites lutea* Milne-Edwards und Haime. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **47**, 55-67, Amsterdam.
- Highsmith, R.C.** (1982) Reproduktion by fragmentation in corals. *Mar. Ecol.*, **7**, 207-226, Halstenbek.
- Hiltermann, H.** (1989) Zur Verbreitung und Ökologie einiger *Ammodiscus*-Arten (Foraminifera, Silur – rezent). *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, **69**, 31-45, Münster.
- Hinde, G.J.** (1890) On the genus of siliceous sponges from the lower calcareous grit of Yorkshire. *Quart. J. Soc. London*, **46**, 54-61, London.
- Hinde, G.J.** (1893) A monograph of the british fossil sponges, Part. III. Sponges of Jurassic strata. *Palaeontol. Soc. London*, 189-254, London.
- Hitchings, V.H.** (1980) *Tentilenticulina latens*, n. gen., n. sp., a new foraminifer from the Corallian (Jurassic), Great Britain. *Micropaleontology*, **26** (2), 216-221, New York.
- Hoffmann, M., Kolodziej, B. und Matyszkiewicz, J.** (1997) Upper Jurassic microbolites – examples from the Holy Cross Mts and Cracow Upland. In: *3rd international Meeting of IGCP 380*, 16-22 Krakau.
- Höfling, R.** (1985) Faziesverteilung und Fossilvergesellschaftungen im karbonatischen Flachwasser-Milieu der alpinen Oberkreide (Gosau-Formation). *Münchener geowiss. Abh.*, **A 3**, 1-241, München.
- Hohenegger, J. und Piller, W.** (1975) Diagenetische Veränderungen bei obertriadischen Involutinidae (Foraminifera). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1975** (1), 26-39, Stuttgart.
- Hölder, H.** (1972) Endo- und Epizoen von Belemniten-Rostren (*Megateuthis*) im nordwestdeutschen Bajocium (Mittlerer Jura). *Paläont. Z.*, **46** (3/4), 199-220, Stuttgart.
- Holzer, H.-L.** (1969) Agglutinierte Foraminiferen des Oberjura und Neokom aus den östliche Nördlichen Kalkalpen. *Geol. Palaeont.*, **3**, 97-121, Marburg.
- Hottinger, L.** (1967) Foraminifères imperforés du Mésozoïque marocain. *Notes et Mém. Serv. Géol.*, **209**, 168 S., Rabat.
- Hoyer, P.** (1965) Fazies, Paläogeographie und Tektonik des Malm im Deister, Osterwald und Süntel. *Beih. geol. Jb.*, **61**, 1-249, Hannover.
- Hubbard, J.** (1974) Coral colonies as microenvironmental indicators. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, **97**, 143-152, Liège.
- Hubbard, J. und Pocock, Y.P.** (1972) Sediment rejection by scleractinian corals, a key to palaeoenvironmental reconstruction. *Geol. Rdsch.*, **61**, 598-626, Stuttgart.
- Huber, S.** (1987) Drucklösungserscheinungen in Karbonaten des Oxford 1 und Kimmeridge 1 der Bohrung TB-3 Saulgau (Oberschwaben). *Facies*, **17**, 109-120, Erlangen.
- Huckriede, R.** (1967) Molluskenfaunen mit limnischen und brackischen Elementen aus Jura, Serpultit und Wealden NW-Deutschlands und ihre paläogeographische Bedeutung. *Beih. geol. Jb.*, **67**, 1-263, Hannover.
- Hug, W.A.** (1999) High-resolution facies analysis in sequence- and cyclostratigraphy, the example of the oncoid-rich Hauptmumienbank Member (Upper Oxfordian, mixed carbonate-siliciclastic platform, Swiss Jura). Abstract 19th Regional European Meeting of Sedimentology, Copenhagen, 118, Copenhagen
- Hunter, C.L. und Kehoe, C.C.** (1986) Patchwork patchreefs, the clonal diversity of the coral *Porites compressa* in Kaneohe Bay, Hawaii. In: **Jokiel, P.L., Richmond, R.H. und Rogers, R.A.** (Hrsg.) Coral reef population biology. *Hawaii Inst. of Mar. Tech. Rep.*, **37**, 124-132., Honolulu.
- Hurcewicz, H.** (1972) *Eudea* Lamaroux (Calcispongia) from the Oxfordian of Poland. *Acta Palaeont. Polon.*, **17** (2), 253-261, Warschau.
- Hurcewicz, H.** (1975) Calcisponges from the Jurassic of Poland. *Acta Palaeont. Polon.*, **20** (2), 223-291, Warschau.
- Huston, M.** (1985) Variation in coral growth rates with depth at Discovery Bay, Jamaica. *Coral Reefs*, **4**, 19-25, Berlin.
- Hutchings, P.A.** (1986) Biological destruction of coral reefs - a review. *Coral Reefs*, **4**, 239-252, Berlin.
- Hüssner, H.** (1985) Jurassische Karbonate des westlichen Hohen Atlas (Marokko) Mikrofaziesanalyse und plattentektonischer Rahmen. *Fazies*, **12**, 141-218, Erlangen.

- Hüssner, H.** (1994) Reefs, an elementary principle with many complex realizations. *Beringeria*, **11**, 3-99, Würzburg.
- Insalaco, E.** (1996a) The use of Late Jurassic coral growth bands as palaeoenvironmental indications. *Palaeontology*, **39** (2), 413-431, London.
- Insalaco, E.** (1996b) Upper Jurassic microsolenid biostromes of northern and central Europe, facies and depositional environment. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **121**, 169-194, Amsterdam.
- Insalaco, E.** (1998) The descriptive nomenclature and classification of growth fabrics in fossil scleractinian reefs. *Sediment. Geol.*, **118**, 159-186, Amsterdam.
- Insalaco, E.** (1999) Facies and Palaeoecology of Upper Jurassic (Middle Oxfordian) Coral Reefs in England. *Facies*, **40**, 81-100, Erlangen.
- Insalaco, E., Hallam, A. und Rosen, B.** (1997) Oxfordian (Upper Jurassic) coral reefs in Western Europa, reef types and conceptual depositional models. *Sedimentology*, **44**, 707-734, Amsterdam.
- Jach, R.** (2002) Lower Jurassic spiculite series from the Krizna Unit in the western Tatra Mts, western Carpathians, Poland. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **72** (2), 131-144, Krakau.
- Jackson, J.B.C.** (1977) Competition on marine hard substrata, the adaptive significance of solitary and colonial strategies. *Amer. Nat.*, **111** (980), 743-767, Chicago.
- Jackson, J.B.C. und Buss, L.** (1975) Allelopathy and spatial competition among coral reef invertebrates. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, **72**, 5160-5163, Washington.
- Jackson, J.B.C., Goreau, T.F. und Hartman, W.D.** (1971) Recent brachiopod-coral sponge communities and their paleoecological significance. *Science*, **173**, 623-625, Washington.
- Jackson, J.B.C. und Hughes, T.P.** (1985) Adaptive strategies of coral-reef invertebrates. *American Scientist*, **73**, 265-274, New Haven.
- Jäger, M.** (1983) Serpulidae (Polychaeta sedentaria) aus der norddeutschen höheren Oberkreide - Systematik, Stratigraphie, Ökologie. *Geol. Jb.*, **A 68**, 3-219, Hannover.
- Jäger, M., Kapitzke, M. und Rieter, M.** (2001) Neufunde von *Pannoserpula pannosa* (Quenstedt, 1857) (Polychaeta, Serpulidae) aus den Korallenkalken (Ober-Kimmeridgium) von Nattheim und Gerstetten (Schwäbische Alb). *Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B.*, **308**, 1-17 S., Stuttgart.
- James, N.P.** (1983) Reef environment. In: **Scholle, P.A., Bebout, D.G. und Moore, C.H.** (Hrsg.) Carbonate depositional environment. *Amer. Ass. Petrol. Geol.*, **33**, 345-440, Tulsa.
- James, N.D. und Bourque, P.-A.** (1992) Reefs and mounds. In: **Walker, R.G. und James, N.P.** (Hrsg.) *Facies models*, 323-347, Ontario.
- Janicke, U.** (1970) Gastropoden-Fauna und Ökologie der Riffkalke von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau (Unter-Tithon). *Palaeontographica, A*, **135**, 60-82, Stuttgart.
- Jansa, L.F., Termier, G. und Termier, H.** (1982) Les biohermes à algue, spongiaires et coreaux des séries carbonate de la flexure bordière du 'paléoshelf' au large du Canada oriental. *Rev. Micropal.*, **25** (3), 181-219, Paris.
- Jiménez, A.P. und Braga, J.C.** (1993) Occurrence and taphonomy of bivalves from the Nijar reef (Messinian, Late Miocene, SE Spain). *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **102**, 239-251, Amsterdam.
- Johannes, R.E.** (1974) Sources of nutritional energy for reef corals. *Proc. 2nd. Int. Coral Reef Symp.*, **1**, 133-137, Brisbane.
- Johnson, A.L.A.** (1984) The palaeobiology of the bivalve families Pectinidae and Propeamussiidae in the Jurassic of Europe. *Zitteliana*, **11**, 3-235, München.
- Johnson, J.H.** (1961) *Limestone-building algae and algal limestones*. - 297 S., Colorado School of Mines, Golden.
- Jones, B. und Hunter, I.G.** (1991) Corals to rhodolites to microbialites - a community replacement sequence indicative of regressive conditions. *Palaios*, **6**, 54-66, Tulsa.
- Kadagies, N.** (1999) *Diplomarbeit. Teil 1, Kurzkartierung. Geologische Aufnahme des Süntels zwischen den Dörfern Bakede und Haddessen (Blatt Lauenau 3722 und Hameln 3822)*. Dipl.-Kart. Univ. Bremen, 66 S., Bremen [unveröff.].
- Kaever, M.** (1967) Unterkretazische Cyclammininae (Foram.) aus dem südlichen Zentral-Afghanistan. *Paläont. Z.*, **41** (3/4), 199-210, Stuttgart.
- Kaever, M., Oekentorp, K. und Siegrifrid, P.** (1976) Fossilien Westfalens, Invertebraten des Jura. *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, **40/41**, 1-360, Münster.
- Kaiser, C.** (1979) *Einführung in die Geologie des Naturschutzgebietes Hohenstein*. - 82 S., Nds. L.-forstverw., Staatl. Forstamt Oldendorf, Hessisch-Oldendorf.
- Kapitzke, M., Rieter, M., Maass, O., Hoffmann, J. und Schwarz, R.** (1999) Ein Riff wird ausgegraben. *Fossilien*, **17** (6), 333-338, Korb.
- Karpe, W.**, unter Mitarbeit von **Mai, C. und Thomae, M.** (1999) Geotopverzeichnis. *Mitt. Geol. Sachsen-Anhalt, Beiheft*, **3**, 1-142, Halle.
- Kazmierczak, J.** (1973) *Tolypammina vagans* (Foraminiferida) as inhabitant of Oxfordian siliceous

- sponges. *Acta Palaeont. Polon.*, **18** (1), 95-115, Warschau.
- Kazmierczak, J.** (1979) Sclerosponge nature of chaetetids evidenced by spiculated *Chaetopsis favrei* (Deninger 1906) from the Barremian of Crimea. *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1979** (2), 97-108, Stuttgart.
- Kazmierczak, J., Coleman, M.L., Gruszczynski, M. und Kempe, S.** (1996) Cyanobacterial key to the genesis of micritic and peloidal limestones in ancient seas. *Acta Palaeont. Pol.*, **41**(4), 319-338, Warschau.
- Kazmierczak, J. und Hillmer, G.** (1974) Sclerosponge nature of the Lower Hauterivian 'Bryozoan' *Neuropora pustolata* (Roemer 1939) from Western Germany. *Acta Palaeont. Polon.*, **19**, 443-453, Warschau.
- Kemper, E.** (1987) Das Klima der Kreide-Zeit. *Geol. Jb.*, **A 96**, 5-185, Hannover.
- Kennard, J.M. und James, N.P.** (1986) Thrombolites and stromatolites, two distinct types of microbial structures. *Palaios*, **1** (6), 492-503, Tulsa.
- Kershaw, S.** (1994) Classification and geological significance of biostromes. *Facies*, **31**, 81-92, Erlangen.
- Keupp, H., Jenisch, A., Herrmann, R., Neuweiler, F. und Reitner, J.** (1993) Microbial carbonate crusts - a key to the environmental analysis of fossil spongiolites? *Facies*, **29**, 41-54, Erlangen.
- Kiessling, W., Flügel, E. und Golonka, J.** (1999) Paleoreef Maps: Evaluation of a comprehensive database on Phanerozoic Reefs. *AAPG Bulletin*, **83** (10), 1552-1587, Boulder.
- Klassen, H.** (1984) Malm. In: **Klassen, H.** (Hrsg.) *Geologie des Osnabrücker Berglandes*, 387-425, Osnabrück.
- Kleczar, M.** (2002) *Fazieskartierung und Profilaufnahme im Mittleren Korallenoolith (Oxfordium), östlicher Süntel*. Modul-Kart. Univ. Hannover, 49 S., Hannover. [unveröff.]
- Klieber, D.** (1985) Über einen Fund von 'Terebella lapilloides Münster (1833) aus dem Mitteloxford der Mittleren Frankenalb. *Geol. Bl. NO-Bayern*, **34/35** (1), 125-136, Erlangen.
- Klikushin, V.G.** (1996) Late Jurassic Crinoids from Sudak Environs (Crimea). *Palaeontographica*, **A 238** (5/6), 97-151, Stuttgart.
- Klinger, W.** (1955) Mikrofaunistische und stratigraphisch-fazielle Untersuchungen im Kimmeridge und Portland des Weser-Aller-Gebietes. *Geol. Jb.*, **70**, 167-246, Hannover.
- Klüpfel, W.** (1931) Stratigraphie der Weserkette (Oberer Dogger und Malm unter besonderer Berücksichtigung des Ober-Oxford). *Abh. preuß.-geol. L.-Anst., N.F.*, **129**, 13-423, Berlin.
- Kobluk, D.R.** (1988) Cryptic Faunas in Reefs, Ecology and geological importance. *Palaios*, **3**, 379-390, Tulsa.
- Kobluk, D.R. und Nemcsok, S.** (1982) The macroboring ichnofossil *Trypanites* in colonies of the Middle Ordovician bryozoan *Prasopora*, population behavior and reaction to environmental influences. - *Can. J. Earth Sci.*, **19**, 679-688, Ottawa.
- Koby, F.L.** (1887) Monographie des Polypiers jurassiques de la Suisse. 7^e partie. *Mém. Soc. Paléont. Suisse, Vol. XIV* (2), 353-400, Lyon.
- Koby, F.L.** (1888) Monographie des Polypiers jurassiques de la Suisse. 8^e partie. *Mém. Soc. Paléont. Suisse, Vol. XV*, 401-456, Lyon.
- Koch, R. und Schorr, M.** (1986) Diagenesis of Upper Jurassic sponge-algal reefs in SW Germany. In: **Schroeder, J.H. und Purser, B.H.** (Hrsg.) *Reef diagenesis*, 224-244, Springer, Berlin.
- Koehlin, E.** (1942) *Pseudocyclamina virguliana*, n. sp. aus den virgula-Mergeln des Berner Jura. *Ecol. Geol. Helvet.*, **35**, 195-199, Basel.
- Kolb, R.** (1910) Die Kieselspongien des schwäbischen Weißen Jura. *Palaeontographica*, **57**, 142-254, Stuttgart.
- Kolodziej, B.** (1997) Boring foraminifera from exotics of the Stramberk Limestone (Tithonian- Lower Berriasian). *Ann. Soc. Geol. Polon*, **67**, 249-256, Warschau.
- König, W. und Bertling, M.** (1998) Der Korallenoolith vom Taternpfahl. *Arbkr. Paläont. Hannover*, **26**, 47-56, Hannover.
- Königshof, P., Gewehr, B., Kordner, L., Wehrman, A., Braun, R. und Zankl, H.** (1991) Stromatoporen-Morphotypen aus einem zentralen Riffbereich (Mitteldevon) in der südwestlichen Lahnmulde. *Geol. Palaeontol.*, **25**, 19-35, Marburg.
- Kossler, A.** (1998) Der Jura in der Küstenkordilliere von Iquique (Nordchile) - Paläontologie, Lithologie, Stratigraphie, Paläogeographie. *Berliner geowiss. Abh.*, **A 197**, 1-226, Berlin.
- Krajewski, M.** (2000) Lithology and morphology of Upper Jurassic carbonate buildups in the Bedkowska Valley, Kraków Region, southern Poland. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **70** (2), 151-163, Krakau.
- Krause, H.** (1966) Oberflächennahe Auflockerungserscheinungen in Sedimentgesteinen Baden-Württembergs. *Jb. geol. Landesamt Baden-Württemberg*, **8**, 269-323, Freiburg i.Br.
- Krautter, M. und Hartmann, D.** (1999) Die Verschwammung in den Hornbuck-Schichten des Klettgaus (Ober-Oxfordium, westliche Schwäbische Alb, Baden Württemberg). *Profil*, **16**, 347-362, Stuttgart.
- Kügler, U., Schlagintweit, F., Suzuki, H. und Gawlick, H.-J.** (2003) Stratigraphie und Fazies des

- höheren Mittel- bis Ober-Jura im Bereich des Falckensteinzuges am Wolfgangsee, Salzkammergut (Österreich) mit besonderer Berücksichtigung der Plassen-Formation (Kimmeridgium). In: **Weidinger, J.T., Lobitzer, H. und Spitzbart, I.** (Hrsg.) Beiträge zur Geologie des Salzkammergutes. *Gmundener Geo-Studien*, **2**, 97-106, Gmunden.
- Kutscher, M.** (1992) Die Echiniden aus dem Malm von Czarnoglowy (ehemals Zarnglaff, Pommern) Polen. *Aufschluß*, **43** (4), 215-228, Heidelberg.
- Lambelet, E.** (1968) *Korallen im Korallenoolith mit besonderer Berücksichtigung der Gattungen Montlivaltia und Thecosmilia*. Diss. Univ. Hamburg, 235 S., Hamburg. [unveröff.]
- Lang, B.** (1989) Die Schwamm-Biohermfazies der Nördlichen Frankenalb (Urspring, Oxford, Malm) Mikrofazies, Palökologie, Paläontologie. *Facies*, **20**, 199-274, Erlangen.
- Lang, J.C. und Chornesky, E.A.** (1990) Competition between scleractinian reef corals, a review of mechanisms and effects. In: **Dubinski, Z.** (Hrsg.) *Ecosystems of the world, coral reefs*, 209-252, Elsevier Press, Amsterdam.
- Lasker, H.R.** (1980) Sediment rejection by reef corals: the roles of behaviour and morphology in *Montastrea cavernosa* (Linnaeus). *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **47**, 77-87, Amsterdam.
- Laternser, R.** (2001) *Oberjurassische Korallenriffe von Nordostfrankreich (Lothringen) und Südwestdeutschland*. Diss. Univ. Stuttgart, 300 S., Stuttgart. [unveröff.] [http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2001/877/pdf/Diss_Laternser.pdf]
- Lathuilière, B.** (1984) La plasticité du genre *Kobyastrea* (Hexacorallia). Un bon marqueur paléo-écologique. *Geobios*, **17** (3), 371-375, Lyon.
- Lathuilière, B.** (2000) Coraux constructeurs du bajocien inférieur de France. 2^{ème} partie. *Geobios*, **33** (2), 153-181, Lyon.
- Lathuilière, B. und Gill, G.A.** (1998) *Dendraraea* corail scléactiniaire branchu jurassique: structure, systématique, écologie. *Palaeontographica, A*, **248**, 145-162, Stuttgart.
- Lauxmann, U.** (1991) Revision der oberjurassischen Korallen von Württemberg (SW-Deutschland), exclusive *Fungiina*. *Palaeontographica, A*, **219**, 107-175, Stuttgart.
- Lauxmann, U.** (1992) Die Riffkorallen aus dem Oberjura der Schwäbischen Alb. *Jh. Ges. Naturkunde Württ.*, **147**, 11-28, Stuttgart.
- Lauxmann, U., Schweigert, G. und Kapitzke, M.** (1998) Die Schwamm- und Korallenriffe der Schwäbischen Alb. In: **Heinzmann, E.P.J.** (Hrsg.) Vom Schwarzwald zum Ries. *Erdegeschichte Mitteleuropäischer Regionen*, **2**, 117-128, Pfeil, München.
- Leinfelder, R.R.** (1986) Facies, Stratigraphy and Paleogeographic Analysis of Upper? Kimmeridgian to Upper Portlandian Sediments in the Environs of Arrund dos Vinhos, Estremadura, Portugal. *Münchener geowiss. Abh.*, **A 7**, 1-216, München.
- Leinfelder, R.R.** (1992) A modern-type Kimmeridgian reef (Ota Limestone, Portugal): implications for Jurassic reef models. *Facies*, **26**, 11-34, Erlangen.
- Leinfelder, R.R.** (1994) Karbonatplattformen und Korallenriffe innerhalb siliziklastischer Sedimentationsbereiche (Oberjura, Lusitanisches Becken, Portugal). *Profil*, **6**, 1-207, Stuttgart.
- Leinfelder, R.** (1997) Coral reefs and carbonate platforms within a siliciclastic setting: general aspects and examples from the Late Jurassic of Portugal. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, **2**, 1737-1742, Panama City.
- Leinfelder, R.** (2001) Jurassic reef ecosystem. In: **Stanley, G.D.jr.** (Hrsg.) *The History and Sedimentology of ancient reef systems, Topics in Geobiology Series*, **17**, 251-309, Kluwer Academic /Plenum Publishers, New York.
- Leinfelder, R.R., Erbenich, A. und Ramalho, M.** (1988) Age and general facies development of the Ota Limestone (Estremadura, Portugal). - Proc. 2nd. Intern. Sympos. Jurass. Strat., Sept., 1987, Lisbon, 917-932, Lisbon (Univers. Nova Lisboa Press).
- Leinfelder, R.R. und Nose, M.** (1999) Increasing complexity – decreasing flexibility. A different perspective of reef evolution through time. *Profil*, **16**, 135-147, Stuttgart.
- Leinfelder, R.R., Nose, M., Schmid, D.U. und Werner, W.** (1993) Microbial crusts of the Late Jurassic, composition, paleoecological significance and importance in reef construction. *Facies*, **29**, 195-230, Erlangen.
- Leinfelder, R.R., Krautter, M., Laternser, R., Nose, M., Schmid, D.U., Schweigert, G., Werner, W., Keupp, H., Herrmann, R., Reinfeld-Kiefer, U., Schroeder, J.H., Reinhold, C., Koch, R., Zeiss, A., Schweizer, V., Christmann, H., Menges, G. und Luterbacher, H.** (1994) The origin of Jurassic reefs, Current research developments and results. *Facies*, **31**, 1-56, Erlangen.
- Leinfelder, R.R. und Schmid, D.U.** (2000) Mesozoic reefal thrombolites and other microbolites. In: **Riding, R. und Awramik, S.M.** (Hrsg.) *Microbial Sediments*, 289-294, Springer, Berlin.
- Leinfelder, R., Schmid, D.U., Nose, M. und Werner, W.** (2002) Jurassic reef patterns – The expression of a changing globe. In: **Flügel, E., Kiessling, W. und Golonska, J.** (Hrsg.) *Phanerozoic reef patterns, Soc. Econ. Paleont. Min., Spec. Publ.*, **72**, 465-520, Tulsa.

- Leinfelder, R.R., Werner, W., Nose, M., Schmid, D.U., Krautter, M., Laternser, R. Tabacs, M. und Hartmann, D.** (1996) Paleocology, growth parameters and dynamics of coral, sponge and microbolite reefs from the Late Jurassic. In: **Reitner, J., Neuweiler, F. und Gunkel, F.** (Hrsg.) Global and Regional Controls on Biogenic Sedimentation. I Reef Evolution. Research Reports. *Göttinger Arb. Geol. Paläont.*, **Sb2**, 227-248, Göttingen.
- Leischner, W.** (1961) Zur Kenntnis der Mikrofauna und -flora der Salzburger Kalkalpen. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **112** (1), 1-47, Stuttgart.
- Levy, N.** (1999) *Makroskopisch-lithologische Bestandsaufnahme der florigemma-Bank (Koralenoolith, Oxford-Stufe, Jura) im mittleren Süntel*. Dipl.-Arb. Univ. Hannover, 22 S., Hannover. [unveröff.]
- Link, E. und Fürsich, F.T.** (2001) Hochauflösende Feinstratigraphie und Mikrofaziesanalyse der Oberjura-Plattenkalke von Painten, südliche Frankenalb. *Archaeopteryx*, **19**, 71-88, Eichstätt.
- Lloyd, A.J.** (1959) Arenaceous Foraminifera from the Type Kimmeridgian (Upper Jurassic). *Palaeontology*, **1** (4), 298-320, London.
- Loeblich, A.R., Jr. und Tappan, H.** (1946) New washita foraminifera. *J. Paleont.*, **20** (3), 238-258, Tulsa.
- Loeblich, A.R., Jr. und Tappan, H.** (1950) North American Jurassic foraminifera, I – The type Redwater shale (Oxfordian) of South Dakota. *J. Paleont.*, **24** (1), 5-19, Tulsa.
- Loeblich, A.R., Jr. und Tappan, H.** (1964) Part C. Protista 2. Sarcodina chiefly "Thecamoebians" and foraminiferida. Volume 2. In: *Treatise on invertebrate paleontology*, C511-C900, The University of Kansas Press, Kansas.
- Loeblich, A.R., Jr. und Tappan, H.** (1985) Some new and redefined genera and families of agglutinated Foraminifera I. *J. Foram. Res.*, **15** (2), 91-104, Lawrence.
- Loeblich, A.R., Jr. und Tappan, H.** (1988) *Foraminiferal genera and their classification*. - Textbd. 970 S. + Tafelbd., New York (Van Nostrand Reinhold Comp.).
- Löwe, F.** (1913) Das Wesergebirge zwischen Porta- und Süntelgebiet. *N. Jb. Mineral. usw. Beilagebd.*, **38**, 113-213, Stuttgart.
- Longman, M.W.** (1981) A process approach to recognizing facies of reef complexes. In: **Toomey, D.F.** (Hrsg.) European fossil reef models. *Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publ.*, **30**, 9-40, Tulsa.
- Lutze, G.F.** (1960) Zur Stratigraphie und Paläontologie des Calloviens und Oxfordien in Nordwest-Deutschland. *Geol. Jb.*, **77**, 391-532, Hannover.
- Lutze, G.F.** (1963) Unter-Oxford im Hildesheimer Jurazug. *Z. dt. geol. Ges.*, **114**, 360-376, Hannover.
- Macintyre, I.G. und Smith, S.V.** (1974) X-Radiographic studies of skeletal development in coral colonies. *Proc. 2nd. Int. Coral Reef Symp.*, **2**, 277-287, Brisbane.
- Maisey, J.G.** (1978) Growth and form of finspines in hybodont sharks. *Palaeontology*, **21** (3), 657-666, London.
- Maisey, J.G.** (1982) Fossil Hornshark Finspines (Elasmobranchii, Heterodontidae) with Notes on a New Species (*Heterodontus tuberculatus*). *N.Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **164** (3), 393-413, Stuttgart.
- Matos, J.E. De** (1994) Upper Jurassic-Lower Cretaceous stratigraphy, the Arab, Hith and Rayda Formations in Abu Dhabi. In: **M.D. Simmons** (Hrsg.) *Micropaleontology and hydrocarbon in the Middle East*, 81-112, Chapman und Hall, London.
- Matyszkiewicz, J.** (1994) Remarks on the Deposition and Diagenesis of Pseudonodular Limestones in the Cracow Area (Oxfordian, Southern Poland). *Berliner geowiss. Abh.*, **E 13**, 419-439, Berlin.
- Maync, W.** (1952) Critical taxonomic study and nomenclatural revision of the Lituolidae based upon the prototype of the family, *Lituola nautiloidea* Lamarck, 1804. *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, **3**, 35-56, Sharon, Massachusetts.
- Maync, W.** (1958) Note sur *Pseudocyclammina jaccardi* et sa synonymie. *Rev. Micropaléont.*, **1** (1), 9-16, Paris.
- Maync, W.** (1959) Biocaractères et analyse morphométrique des espèces Jurassiques du genre *Pseudocyclammina* (Foraminifères) I. *Pseudocyclammina lituus* Yokoyama. *Rev. Micropaléont.*, **2** (3), 153-172, Paris.
- Maync, W.** (1960) Biocaractères et analyse morphométrique des espèces Jurassiques du genre *Pseudocyclammina* (Foraminifères) II. *Pseudocyclammina jaccardi* (Schrodt). *Rev. Micropaléont.*, **3** (2), 103-118, Paris.
- Messing, C.G., Neumann, A.C. und Lang, J.C.** (1990) Biozonation of deep-water lithoherms and associated hardgrounds in the northeastern straits of Florida. *Palaios*, **5** (1), 15-33, Tulsa.
- Meyer, R.K.** (1977) Mikrofazies im Übergangsbereich von der Schwammfazies zur Korallen-Spongiomorphiden-Fazies im Malm (Kimmeridgithon) von Regensburg bis Kelheim. *Geol. Jb.*, **A 37**, 33-69, Erlangen.
- Milne-Edwards, H. und Haime, J.** (1851) A monograph of the British fossil corals. Second part. Corals from the Oolitic Formation. *Palaeont. Soc. London.*, **5** (12), 72-145, London.
- Mišík, M., Sotak, J. und Ziegler, V.** (1999) Serpilitid worms *Mercierella* Fauvel, *Durandella* Dragastan and *Carpathiella* nov. Gen. from the Jurassic, Cretaceous and Paleogene of the Western Carpa-

- thians. *Geologica Carpathica*, **50** (4), 305-312, Bratislava.
- Mohler, W.** (1938) Mikropaläontologische Untersuchungen in der nordschweizerischen Juraformation. *Abh. Schweiz. Paläont. Ges.*, **60** (4), 1-53, Basel.
- Mönnig, E. und Bertling, M.** (1995) Exkursion C. Mittlerer und oberer Jura zwischen Weser und Leine mit besonderer Berücksichtigung des Oxfordiums (Stratigraphie, Fazies). In: **Boetzkes, M. und Vespermann, J.** (Hrsg.), 65. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft (Exkursionsführer), *Terra Nostra*, **95** (5), 84-124, Bonn.
- Montagu, G.** (1808) *Supplement to Testacea Britannica*, 184 S., S. Woolmer, Exeter.
- Morycowa, E. und Marcopoulou-Diacantoni, A.** (2002) Albian corals from the Subpelagonian Zone of central Greece (Agrostyilia, Parnassos region). *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **72** (1), 1-65, Krakau.
- Morycowa, E. und Roniewicz, E.** (1990) Revision of the genus *Cladophyllia* and description of *Apocladophyllia* gen. n. (Cladophylliidae fam.n., Scleractinia). *Acta Palaeont. Polon.*, **35** (3/4), 165-190, Warschau.
- Moshammer, B. und Schlagintweit, F.** (1999) The Ernstbrunn Limestone (Lower Austria) New data on Biostratigraphy and Applied Geology. *Abh. Geol. B.-A.*, **56** (2), 553-565, Wien.
- Mudroch, A.** (2001) *Fischzähne aus dem Oberjura Nordwestdeutschlands – Systematik, Biogeochemie und Palökologie*. Diss. Univ. Hannover, 142 S., Hannover. [unveröff.]
- Müller, A.H.** (1989) Lehrbuch der Paläozoologie, Band II, Invertebraten, Teil 3, Arthropoda 2 - Hemichordata. - 3. Aufl., 775 S., Fischer, Jena.
- Müller, A.H.** (1994) Lehrbuch der Paläozoologie, Band II, Invertebraten, Teil 2, Mollusca 2 - Arthropoda 1. - 4. Aufl., 618 S., Fischer, Jena.
- Müller, P., Krobicki, M. und Wehner, G.** (2000) Jurassic and cretaceous primitive crabs of the family Prosopidae (Decapoda, Brachyura) – their taxonomy, ecology and biogeography. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **70** (1), 49-79, Krakau.
- Müller, W.** (1984) Die Kalkschwämme der Unterordnung Inzoa Steinmann aus dem Oberen Jura von Württemberg. *Stuttgarter Beitr. Naturk.*, **B**, **100**, 1-85, Stuttgart.
- Munk, C.** (1980) Foraminiferen aus dem unteren Kimmerige (Platynota-Schichten) der Nördlichen und Mittleren Frankenalb. Faunenbestand und Palökologie. *Facies*, **2**, 149-218, Erlangen.
- Munk, C.** (1994) Agglutinierte Foraminiferen aus Schwammriffen des Oxfordium und Kimmeridgium der Nördlichen Frankenalb (Bayern). *Abh. Geol. B.-A.*, **50**, 353-368, Wien.
- Nagel, R. und Lauxmann, U.** (1990) Verkieselungen der oberjurassischen Korallen von Württemberg (SW-Deutschland). *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1990** (10), 622-638, Stuttgart.
- Nahnsen, M.** (1912) Die Gesteine des norddeutschen Korallenooliths, insbesondere die Bildungsweise des Ooliths und Dolomits. *N. Jb. Mineral., Beil.-Bd.*, **35**, 277-351, Stuttgart. [Inaugural-Dissertation]
- Naumann, E.** (1927) *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, Blatt Hessisch-Oldendorf (Nr. 2246)*. Preuß. geol. L.-Anst., 43 S., Berlin.
- Naumann, E. und Burre, O.** (1927) *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, Lfg. 251, Nr. 2087, Bl. Hameln*. Preuß. geol. L.-Anst., 77 S., Berlin.
- Neigel, J.E. und Avise, J.C.** (1983) Clonal diversity and population structure in a reef-building coral, *Acropora cervicornis*, self-recognition analysis and demographic interpretation. *Evolution*, **37** (3), 437-453, Lawrence.
- Neumann, V., Türkay, M. und Apel, M.** (1997) Krebse im Korallenriff. „Untermieter“ im Lebensraum Korallenstock. In: **Steininger, F. & Maronde, D.** (Hrsg.) Städte unter Wasser. 2 Milliarden Jahre. *Kleine Senckenberg-Reihe*, **24**, 145-149, Frankfurt.
- Neumeister, H.-M.** (1988) *Feinstratigraphische Profilaufnahme im Malm des aufgelassenen Schotterwerkes Pötzen, nördlich von Hameln. Geologische Diplomkartierung des südöstlichen Süntelgebirges zwischen Hameln und Bad Münden in Nordwestdeutschland*. Dipl.-Arbeit TU Clausthal-Zellerfeld, 115 S., Clausthal-Zellerfeld. [unveröff.]
- Neuweiler, F., Gautret, P., Thiel, V., Langes, R., Michaelis, W. und Reitner, J.** (1999) Petrology of Lower Cretaceous carbonate mud mounds (Albian, N. Spain) insights into organomineralic deposits of the geological record. *Sedimentology*, **46**, 837-859, Berlin.
- Neuweiler, F., Mehdi, M. und Wilmsen, M.** (2001) Facies of Liassic Sponge Mounds, Central High Atlas, Morocco. *Facies*, **44**, 243-264, Erlangen.
- Neuweiler, F., Reitner, J. und Monty, C.** (1997) Biosedimentology of Microbial Buildups. IGCP Project No. 380, Proceedings of 2nd Meeting, Göttingen/Germany 1996. *Facies*, **36**, 195-284, Erlangen.
- Neuser, R.D.** (1988) Zementstratigraphie und Kathodo-luminizenz des Korallenoolith (Malm) im südniedersächsischen Bergland. *Bochumer geol. u. geotechn. Arb.*, **32**, 1-172, Bochum.
- Niemann, M.** (2002) *Makroskopisch-lithologische Bestandsaufnahme der Zwischenschichten*.

- Modul-Kart. Univ. Hannover, 29 S., Hannover. [unveröff.]
- Nose, M.** (1995) Vergleichende Faziesanalyse und Palökologie korallenreicher Verflachungsabfolgen des iberischen Oberjura. *Profil*, **8**, 1-237, Stuttgart.
- Nose, M. und Leinfelder, R.** (1997) Upper Jurassic coral communities within siliciclastic settings (Lusitanian Basin, Portugal) Implications for symbiotic and nutrient strategies. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, **2**, 1755-1760, Panama City.
- Oertel, W.** (1913) Die Geologischen Verhältnisse des Deister- und Süntelgebietes der Gegend von Lauenau. *Jber. nieders. geol. Vereins*, **5**, 84-104, Hannover.
- Oesterle, H.** (1968) Foraminiferen der Typlokalität der Birmendorfer Schichten, Untere Malm. *Eclogae geol. Helv.*, **61**(2), 695-792, Basel.
- Olivier, N., Hantzpergue, P., Gaillard, C., Pittet, B., Leinfelder, R.R., Schmid, D.U. und Werner, W.** (2003) Microbialite morphology, structure and growth: a model of the Upper Jurassic reefs of the Chay Peninsula (Western France). *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **193**, 383-404, Amsterdam.
- Olszewska, B. und Wiczeorek, J.** (2001). Jurassic sediments and microfossils of the Andrychow Klippes (outer western Carpathians). *Geol. Carpath.*, **52** (4), 217-228, Bratislava.
- Opplinger, F.** (1929) Die Kalkschwämme des schweizerischen Jura. *Abh. schweiz. pläont. Ges.*, **48**, 1-31, Basel.
- Ourribane, M., Chellai, El H., Zaghbib-Turki, D.** (2000) Rôle des microbialites et des „microencroûtants“ dans la lithification récifale, exemples du Jurassique supérieur de l'Atlas maghrébin (Maroc et Tunisie). *C. R. Sci. Paris, Sciences de la terre et des plaètes*, **330**, 407-414, Paris.
- Paalow, R.** (1917) Beiträge zur Kenntnis der Foraminiferenfauna der Schwammegel des Unteren Weissen Jura. *Abh. nat. hist. Ges. Nürnberg*, **19**, 1-48, Nürnberg.
- Paalow, R.** (1932) Die Foraminiferen aus den Transversarius-Schichten und Impressa-Tonen der nordöstlichen Schwäbischen Alb. *Jh. Ver. vaterl. Naturk. Wttberg*, **88**, 81-142, Stuttgart.
- Pajaud, D.** (1974) Écologie des Thécidées. *Lethaia*, **7** (3), 203-218, Oslo.
- Palmer, T.J. und Fürsich, F.T.** (1981) Ecology of sponge reefs from the Middle Jurassic of Normandy. *Palaeontology*, **24** (1), 1-23, London.
- Palmer, T.J. und Wilson, M.A.** (1990) Growth of ferruginous oncoliths in the Bajocian (Middle Jurassic) of Europe. *Terra Nova*, **2** (2), 142-147, Oxford.
- Pandey, D.K. und Fürsich, F.T.** (1993) Contribution to the Jurassic of Kachchh, Western India. I. The coral fauna. *Beringerina*, **8**, 3-69, Würzburg.
- Pandey, D.K. und Fürsich, F.** (2001) Environmental distribution of scleractinian corals in the Jurassic of Kachchh, Western India. *J. geol. Soc. India*, **57**, 379-495, Bangalore.
- Parsch, K.O.A.** (1956) Die Serpuliden-Fauna des südwestdeutschen Jura. *Palaeontographica*, **A**, **107**, 211-240, Stuttgart.
- Paulsen, S.** (1964) Aufbau und Petrographie des Riffkomplexes von Arnegg im höheren weißen Jura der Schwäbischen Alb (Württemberg). *Arb. Geol. Paläont. Inst. TH Stuttgart*, **42**, 1-98, Stuttgart.
- Pawellek, T.** (2001) Fazies-, Sequenz- und Gamma-Ray-Analyse im Höheren Malm der Schwäbischen Alb (SW-Deutschland). *Tüb. geowiss. Arbeiten*, **61**, 1-246, Tübingen.
- Pélissié, T. und Peybernès, B.** (1982) Étude Micropaléontologique du Jurassique Moyen/Supérieur du Causse de Limogne (Quercy). Distribution des Foraminifères *Trocholina gigantea* n. sp., *Parinvolutina aquitanica* n. gen., n. sp. et *Limognella dufaurei* n. gen., n. sp.. *Rev. Micropaléont.*, **25** (2), 111-132, Paris.
- Pélissié, T., Peybernès, B. and Rey, J.** (1984) Les grandes foraminifères du Jurassique Moyen/Supérieur du Sud-Ouest de la France (Aquitaine, Causses, Pyrénées). *2nd. Int. Symp. Benthic Foraminifera (Benthos '83)*, 479-489, Pau.
- Perrin, C.** (2000) Changes of palaeozonation patterns within Miocene coral reefs, Gebel Abu Shaar, Gulf of Suez, Egypt. *Lethaia*, **33**, 253-268, Oslo.
- Perry, C.T. und Bertling, M.** (2000) Spatial temporal patterns of macroboring within Mesozoic and Cenozoic coral reef systems. In: **Insalaco, E., Skeleton, P.W. und Palmer, T.J.** (Hrsg.) Carbonate platform systems, components and interactions. *Geol. Soc., London, Spec. Publ.*, **178**, 33-50, London.
- Peryt, T.M.** (1981) Phanerozoic oncoliths - an overview. *Facies*, **4**, 197-214, Erlangen.
- Peybernès, B.** (1976) *Le Jurassique et le Crétacé in férieur des Pyrenées franco-espagnoles, entre le Garonne et la Méditerranée*. Thèse Doct. Sci. Nat. Toulouse, 459 S., Toulouse.
- Pisera, A.** (1987) Boring and nestling organisms from Upper Jurassic coral colonies from Northern Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, **32** (1-2), 83-104, Warschau.
- Pisera, A.** (1997) Upper Jurassic siliceous sponges from the Swabian Alb, Taxonomy and Paleoeecology. *Palaeontologica Polonica*, **57**, 1-216, Warschau.
- Pittet, B., Strasser, A. und Mattioli, E.** (2000) Depositional sequences in deep-shelf environments,

- a response to sea-level changes and shallow-platform-carbonate productivity (Oxfordian, Germany and Spain). *J. sed. Res.*, **70** (2), 392-407, Boulder.
- Plote, H.** (1959) *Stratigraphisch-fazielle Untersuchungen im Korallenoolith zwischen Wesergebirge und Gifhorner Trog*. Diss. TH Braunschweig, 76 S., Braunschweig.
- Pomoni-Papaioannou, F., Flügel, E. und Koch, R.** (1989) Depositional environments and diagenesis of Upper Jurassic subsurface sponge- and Tubiphytes reefs limestones, Altensteig 1 Well, Western Molasse Basin, Southern Germany. *Facies*, **21**, 263-284, Erlangen.
- Porter, J.W.** (1976) Autotrophy, heterotrophy, and resource partitioning in Caribbean reef-building corals. *Amer. Nat.*, **110**, 731-742, Chicago.
- Poulsen, N.E. und Riding, J.B.** (2003), The Jurassic dinoflagellate cyst zonation of Subboreal Northwest Europe. - In: **Ineson, J.R. und Surlyk, F.** (Hrsg.) The Jurassic of Denmark and Greenland. *Geol. Surv. Denmark and Greenland Bull.*, **1**, 115-144, Copenhagen.
- Quenstedt, F.A.** (1858) *Der Jura*. - 842 S., Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung, Tübingen.
- Radoičić, R.** (1967) Sur les microfossiles problématiques du Jurassique et du Crétacé des Dinarides. *Vesn. Zav. Istr., ser. A*, 24-25, 274-279, Beograd.
- Radtke, G., Gektidis, M., Goubic, S., Hofmann, K., Keine, W.E. und Le Campion-Alsumard, T.** (1997) The identity of an endolithic algae: *Ostreobium brabatum* Weber-Van Bosse is recognized as carbonate-penetrating rhizoids of *Acetabularia* (Chlorophyta, Dasycladales). *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **201**, 341-347, Frankfurt.
- Radwany, M.T.** (1974) *Mikrofazielle Untersuchungen im Korallenoolith und Kimmeridge von Süntel, Deister, Klein-Deister und nördlichem Selter-Zug im Niedersächsischen Becken*. Diss. Univ. Tübingen, 158 S., Tübingen. [unveröff.]
- Ramalho, M.** (1969) Quelques observations sur les Lituolidae (Foraminifera) du Malm portugais. - Considération sur la Biostratigraphie du Jurassique Supérieur de l'Argave Oriental (Portugal). *Bol. Soc. Geol. Portugal*, **17** (1), 37-50, Lissabon.
- Ramalho, M.M.** (1990) *Otaina magna* n. gen., n. sp., foraminifère nouveau du Kimméridien du Portugal. *Commun. serv. geol. Portugal*, **76**, 55-60, Lissabon.
- Ramalho, M.** (1971) Contribution à l'étude micropaléontologique et stratigraphique du Jurassique Supérieur et du Crétacé inférieur des Environs de Lisbonne (Portugal). *Mem. Serv. Geol. Port.*, **19**, 1-212, Lissabon.
- Rasmussen, K.A. und Brett, C.E.** (1985) Taphonomy of Holocene cryptic biotas from St. Croix, Virgin Islands, informations loss and preservational biases. *Geology*, **13**, 551-553, Boulder.
- Redmond, C.D.** (1964a) Lituolid foraminifera from the Jurassic and Cretaceous of Saudi Arabia. *Micropaleontology*, **10** (4), 405-414, New York.
- Redmond, C.D.** (1964) The foraminiferal family Pferendidae in the Jurassic of Saudi Arabia. *Micropaleontology*, **10** (2), 251-263, New York.
- Redmond, C.D.** (1965b) Three new genera of foraminifera from the Jurassic and Cretaceous of Saudi Arabia. *Micropaleontology*, **11** (2), 133-140, New York.
- Reháková, D.** (2000) Evolution and Distribution of the Late Jurassic and Early Cretaceous dinoflagellates recorded in the Western Carpathian pelagic carbonate facies. *Mineralia Slovaca*, **32** (1), 79-88, Bratislava.
- Rehánek, J. und Cecca, F.** (1993) Flagellate cysts biostratigraphy in Upper Kimmeridgian-Lower Tithonian pelagic limestones of Marches Apennines (central Italy) Calcareous dino(Biostratigraphie des calcaires pélagiques des Marches (Apennins, Italie centrale), d'âge Kimméridgien supérieur-Tithonique inférieur, à l'aide des kystes de dinoflagellés calcaires). *Rev. Micropaléont.*, **36** (2), 143-163, Genf.
- Reid, R.P. und Macintyre, I.G.** (1998) Carbonate recrystallization in shallow marine environments: A widespread diagenetic process forming micritized grains. *Journ. Sediment. Res.*, **68** (5), 928-946, Boulder.
- Reid, R.P. und Macintyre, I.G.** (2000) Microborings versus recrystallization: further insight into the micritization process. *Journ. Sediment. Res.*, **70** (1), 24-28, Boulder.
- Reinhold, C.** (1996) *Prozesse, Steuerung und Produkte komplexer Diagenese-Sequenzen in süd-deutschen Malm-Karbonaten. Die oberjurassische Massenkalk- und Bankfazies bei Geislingen/Steige (Oxford/Kimmeridge, östliche Schwäbische Alb)*. Diss. Tech. Univ. Berlin, 255 S., Berlin [unveröff.].
- Reitner, J.** (1992) 'Coralline Spongien' Der Versuch einer phylogenetisch-taxonomischen Analyse. *Berliner geowiss. Abh.*, E, **1**, 1-352, Berlin.
- Reitner, J.** (1993) Modern cryptic microbialite/metazoan facies from Lizard Island (Great Barrier Reef, Australia) formation and concepts. *Facies*, **29**, 3-40, Erlangen.
- Reitner, J.** (1994) Mikrobialith-Porifera Fazies eines Exogyren/Korallen Patchreefs des Oberen Korallenooliths im Steinbruch Langenberg bei Oker (Niedersachsen). *Berliner geowiss. Abh.*, E, **13**, 397-417, Berlin.
- Reitner, J.** (1997) Stromatolithe und andere Mikrobialithe. In: **Steininger, F. und Maronde, D.**

- (Hrsg.) Städte unter Wasser. 2 Milliarden Jahre. *Kleine Senckerg-Reihe*, **24**, 19-37, Frankfurt.
- Reitner, J. und Keupp, H.** (1991) The fossil record of the Haplosclerid excavating sponge *Aka De Laubenfels*. In: **Reitner, J. und Reitner, H.** (Hrsg.) *Fossil and Recent sponges*, 102-120, Springer, Berlin.
- Reitner, J. und Neuweiler, F.** (1995, coord.) Mud Mounds, a polygenetic spectrum of fine-grained carbonate buildups. *Facies*, **32**, 1-70, Erlangen.
- Reuter, M.** (2000) *Geologische Kartierung des NE' Osterwaldes (Umgebung des Weißen Stein, SW Klostersgut Wülfiginghausen) (Quartär abgedeckt) und Untersuchung eines oberjurassischen Riffkomplexes (Korallenoolith, Mittel-Oxfordium) im östlichen Osterwald (Werk Wülfiginghausen der Rohstoffbetriebe Eldagesen, Hainholz)*. Dipl.-Kart. und -Arbeit Univ. Hannover, 89 S., Hannover. [unveröff.]
- Reuter, M., Fischer, R., Helm, C. und Schülke, I.** (2001a) Entwicklung und Faziesverteilung eines Riffkomplexes im Korallenoolith (Oberjura) des Osterwaldes (Niedersachsen). *Geol. Beitr. Hannover*, **2**, 31-50, Hannover.
- Reuter, M., Fischer, R., Helm, C. und Schülke, I.** (2001b) Schwämme in oberjurassischen Korallen-Mikroobalith-Riffen – eine Fallstudie aus dem Riffkomplex der „Oberen Korallenbank“ (Korallenoolith) des Osterwaldes (NW-Deutschland). Tagungsführer, 71. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft, *Terra Nostra*, **01** (6), 199-200, Bonn.
- Reyle, M.** (2004): *Fazies- und Beckenentwicklung im Oxfordium (Oberjura) des zentralen Lusitanischen Beckens (Portugal)*. Diss. Univ. Stuttgart, 283 S., Stuttgart. [unveröff.]
- Richter, K.** (1931) Geologischer Führer durch die Zarnglaff-Schwanteschagener Malmbrüche. *Mitt. Geol.-Pal. Inst. Greifswald*, **7**, 3-24, Greifswald.
- Riding, R.** (1999) The term stromatolite, towards an essential definition. *Lethaia*, **32**, 321-330, Oslo.
- Riding, R.** (2000) Microbial carbonates, the geological record of calcified bacterial-algal mats and biofilms. *Sedimentology*, **47** (1), 179-214, Amsterdam.
- Riegraf, W.** (1987) *Subbdelloidina luterbacheri* sp. nov. from Kimmeridgium to Tithonian (upper Jurassic) sponge-algae facies of Southern Germany. *Paläont. Z.*, **61**, 29-40, Stuttgart.
- Riegraf, W. und Luterbacher, H.** (1989) Oberjura-Foraminiferen aus dem Nord- und Südatlantik (Deep Sea Drilling Project Leg 1-79). *Geol. Rdsch.*, **78** (3), 999-1045, Stuttgart.
- Riemann, F.** (1999) *Makroskopisch-lithologische Bestandsaufnahme der florigemma-Bank (Unterer Korallenoolith, Oxfordium) im Süntel und Wesergebirge zwischen Langenfeld und Deckbergen*. Dipl.-Kart. Univ. Hannover, 43 S., Hannover. [unveröff.]
- Robbins, L.L. und Blackwelder, P.L.** (1992) Biochemical and ultrastructural evidence for the origin of whittings: an biologically induced calcium carbonate precipitation mechanism. *Geology*, **20**, 464-468, Boulder.
- Roberts, H.H., Lugo, A., Carter, B. und Simms, M.** (1988) Across reef flux and shallow subsurface hydrology in modern coral reef. *Proc. 6th Int. Coral Reef Symp.*, **2**, 509-515, Brisbane.
- Roemer, F.A.** (1836) *Die Versteinerungen des norddeutschen Oolithengebirges*. - 218 S., Hahn'sche Hofbuchhandlung, Hannover.
- Roemer, F.A.** (1839) *Die Versteinerungen des norddeutschen Oolithengebirges. Ein Nachtrag*. - 59 S., Hahn'sche Hofbuchhandlung, Hannover.
- Roemer, C.F.** (1857) Die Jurassische Weserkette. *Z. dt. Geol. Ges.*, **9**, 581-728, Berlin.
- Roniewicz, E.** (1966) Les madréporaires du Jurassique supérieur de la bordure des Montes de Sainte-Croix, Pologne. *Acta Palaeont. Polon.*, **11** (2), 159-262, Warszawa.
- Roniewicz, E.** (1976) Les scléractiniaires du Jurassique Supérieur de la Dobrogea Centrale, Roumanie. *Palaeont. Polon.*, **34**, 1-121, Warschau.
- Roniewicz, E. und Roniewicz, P.** (1971) Upper Jurassic coral assemblages of the Central Polish Uplands. *Acta Geol. Polon.*, **21** (3), 399-422, Warschau.
- Roniewicz, E. und Stolarski, J.** (1999) Evolutionary trends in the epithecate scleractinian corals. *Acta Palaeont. Polon.*, **44** (2), 131-166, Warschau.
- Rosendahl, S.** (1985) Die oberjurassische Korallenfazies von Algarve (Südportugal). *Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart., N.F.*, **82**, 1-125, Stuttgart.
- Ruggiero, E.T.** (1996) Notes on living brachiopod ecology in a submarine cave off the Campania coast, Italy. In: **Copper, P. und Jin, J.** (Hrsg.) *Brachiopods. - Proceedings of the third international Brachiopod Congress Sudbury, Ontario, Canada, 2-5 September 1995*, 227-231, A.A. Balkema, Rotterdam.
- Said, R. und Barakat, G.** (1958) Jurassic microfossils from Gebel Maghara, Sinai, Egypt. *Micropaleontology*, **4** (3), 231-272, New York.
- Salfeld, H.** (1909) Beiträge zur Kenntnis jurassischer Pflanzenreste aus Norddeutschland. *Palaeontographica*, **56**, 1-35, Stuttgart.
- Samtleben, C. und Munnecke, A.** (1999) Reefmounds im unteren Wenlock auf Gotland, Beispiele früherer Korallenriffe. *Meyniana*, **51**, 77-94, Kiel.
- Sanders, A.** (2001) Burrow-mediated carbonate dissolution in rudist biostromes (Aurisina, Italy): im-

- plications for taphonomy in tropical, shallow subtidal carbonate environments. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **168**, 39-74, Amsterdam.
- Sásáran, E.** (2001) Upper Jurassic microbialites – examples from the Sandulesti quarry (Trascau Mountains, Rumania). In: **Bucur, I.I.** (Hrsg.) *Program of the 4th regional symposium of fossil algae, Cluj, Rumania*, S. 45, Cluj.
- Savazzi, E.** (2001) A review of symbiosis in the Bivalvia, with special attention to macrosymbiosis. *Palaeont. Res.*, **5** (1), 55-73, Sendai.
- Schäfer, P.** (1979) Fazielle Entwicklung und palökologische Zonierung zweier obertriadischer Riffstrukturen in den nördlichen Kalkalgen ('Oberhät'-Riff-Kalke, Salzburg). *Facies*, **1**, 3-245, Erlangen.
- Schairer, G.** (1971) Mikrofossilien aus Plattenkalken Süddeutschlands. *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, **11**, 33-68, München.
- Schairer, G.** (1992) Die Gastropodenfauna der Schwammkalke von Biburg (Oberoxford, Südliche Frankenalb). *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, **32**, 37-52, München.
- Schairer, G. und Lupu, M.** (1969) Mikrofazielle Untersuchungen in untertithonischen, geschichteten Kalken von Kapfelberg bei Kelheim in Bayern. *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, **9**, 183-199, München.
- Schiebel, W.** (1969) *Lithostratigraphie und Mikro-Biochronologie des Oberen Korallenoolith und Unteren Kimmeridge (Malm) im Wesergebirge und Süntel (NW-Deutschland)*. Diss. Techn. Univ. Clausthal, 60 S., Clausthal-Zellerfeld [unveröff.].
- Schilling, O.** (1867) Über eine Asteride aus dem Coralrag des Lindener-Berges bei Hannover. *Palaeontographica*, **17**, Stuttgart.
- Schlagintweit, F.** (1991) Allochthone Urgonkalke im mittleren Abschnitt der Nördlichen Kalkalpen, Fazies, Paläontologie und Paläogeographie. *Münchener geowiss. Abh.*, **A 20**, 1-120, München.
- Schlagintweit, F. und Ebli, O.** (1997) *Clypeina bavarica* nov. sp., (Calcareous Algae, Dasycladales) from the Tithonian of the Franconian Alb (Baviera, Germany). *Geobios*, **30** (3), 327-334, Lyon.
- Schlagintweit, F. und Ebli, O.** (1999) New Results on Microfacies, Biostratigraphy and Sedimentology of Late Jurassic – Early Cretaceous platform carbonates of the Northern Calcareous Alps. Part I, Tressenstein Limestone, Plassen Formation. *Abh. Geol. B.-A.*, **56** (2), 379-418, Wien.
- Schlagintweit, F. und Gawlick, H.-J.** (2003) Mikrobolithe und Mikroinkrustierer aus der Plassen-Formation (Kimmeridgium-Berriasium) der Nördlichen Kalkalpen. In: **Weidinger, J.T., Lobitzer, H. und Spitzbart, I.** (Hrsg.) Beiträge zur Geologie des Salzkammergutes. *Gmundener Geo-Studien*, **2**, 107-114, Gmunden.
- Schlagintweit, F., Gawlick, H.-J., Ebli, O., Rüstler, H. und Suzuki, H.** (2003a) Die Plassen-Formation (Kimmeridgium) des Krahstein (Steirisches Salzkammergut, Österreich) und deren Unterlagerung, Neu Daten zur Fazies, Biostratigraphie und Sedimentologie. In: **Weidinger, J.T., Lobitzer, H. und Spitzbart, I.** (Hrsg.) Beiträge zur Geologie des Salzkammergutes. *Gmundener Geo-Studien*, **2**, 87-96, Gmunden.
- Schlagintweit, F., Gawlick, H.-J. und Sanders, D.** (2003b) Die Plassen-Formation der Typlokalität (Salzkammergut, Österreich) – neue Daten zu Fazies, Sedimentologie und Stratigraphie. *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **46**, 1-34, Wien.
- Schlagintweit, F., Gawlick, H.-J. und Sanders, D.** (2003c) Serpulid tubes of the genus *Carpathiella* Mišík, Sotak und Ziegler, 1999 from the Upper Jurassic to Paleogene of the Northern Calcareous Alps (Austria, Germany). *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **46**, 91-110, Wien.
- Schlichter, D. und Brendelberger, H.** (1998) Plasticity of the scleractinian body plan: functional morphology and trophic specialization of *Mycedium elephantotus* (Pallas, 1766). *Facies*, **39**, 227-242, Erlangen.
- Schmalzriedt, A.** (1991) Die Mikrofauna in Schwämmen, Schwammriffen - und 'Normal'-Fazies des unteren und mittleren Malm (Oxfordium und Kimmeridgium, Ober-Jura) der westlichen und mittleren schwäbischen Alb (Württemberg). *Tübinger mikropal. Mitt.*, **10**, 1-120, Tübingen.
- Schmid, D.U.** (1995) „*Tubiphytes*“ *morronei* – ein fakultativ inkrustierende Foraminifere mit endosymbiontischen Algen. *Profil*, **8**, 105-117, Stuttgart.
- Schmid, D.U.** (1996) Marine Mikrobolithe und Mikroinkrustierer aus dem Oberjura. *Profil*, **9**, 101-251, Stuttgart.
- Schmid, D.U. und Leinfelder, R.R.** (1996) The Jurassic *Lithocodium aggregatum* - *Troglotella incrustans* foraminiferal consortium. *Palaeontology*, **39** (1), 21-52, London.
- Schmid, D.U., Leinfelder, R.R. und Nose, M.** (2001) Growth dynamics and ecology of Upper Jurassic mounds, with comparisons to Mid-Palaeozoic mounds. *Sediment. Geol.*, **145**, 343-376, Amsterdam.
- Schmid, J.** (2000) *Die oberjurassischen Kalkschwämme von Alobaca (Portugal): Taxonomie, Spiculation und Systematik*. Dipl.-Arb. Univ. Stuttgart. [unveröff.] [<http://die-julia.de/diplomarbeit/start.html>]
- Schmidt, G.** (1955) Stratigraphie und Mikrofauna des mittleren Malm im nordwestdeutschen Bergland mit einer Kartierung am südlichen Ith. *Arb. senckenb. naturforsch. Ges.*, **491**, 1-76, Frankfurt.

- Schmidt, M.** (1905) Über Oberen Jura in Pommern. Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie. *Abh. königl. preuß. geol. Landesanst. und Bergakad., N.F.*, **41**, 1-222, Berlin.
- Schmidt, U. und Jäger, R.** (1993) Bestimmungstabelle für einige inkrustierende Foraminiferen aus den Unterordnungen Textulariina und Rotaliina. *Zitteliana*, **20**, 171-178, München.
- Schöllhorn, E.** (1998) Geologie und Paläontologie des Oberapt im Becken von Organyà (Nordspanien). *Coral Research Bulletin*, **6**, 1-139, Dresden.
- Scholz, E.** (1908-1909) Über die geologischen Verhältnisse des Süntel und anstoßenden Wesergebirges. *Jber. nieders. geol. Vereins*, **1**, 78-112, Hannover.
- Schöndorf, F.** (1913) Über einige Terebrateln des Oberen Jura von Hannover. *Jber. nieders. geol. Vereins*, **4**, 105-118, Hannover.
- Schott, W.** (1938, für 1937) Stratigraphische und paläogeographische Untersuchungen über den Unteren Weißen Jura in der Umgebung von Braunschweig. *Jahrb. preuß. geol. Landesanst.*, **58**, 697-729, Berlin.
- Schrammen, A.** (1936) Die Kieselpongien des oberen Jura von Süddeutschland. *Palaeontographica*, **85**, 1-114 und 149-194, Stuttgart.
- Schrodt, F.** (1894) Das Vorkommen der Foraminiferen-Gattung Cyclamina im oberen Jura. *Z. dt. geol. Ges.* (1893) **45**, 733-735, Berlin.
- Schuhmacher, H.** (1974) On the conditions accompanying the first settlement of corals on artificial reefs with special reference to the influence of grazing sea urchins (Eilat, Red Sea). *Proc. 2nd. Int. Coral Reef Symp.*, **1**, 257-267, Brisbane.
- Schulze, K.H.** (1975) Mikrofazielle, geochemische und technologische Eigenschaften von Gesteinen der Oberen Heersumer Schichten und des Korallenoolith (Mittleres bis Oberes Oxfordium NW-Deutschlands) zwischen Weser und Leine. *Geol. Jb.*, **D 11**, 3-102, Hannover.
- Schülke, I.** (1993) Die Oxford-Schichtfolge im Steinbruch Riesenberg (NW Hameln). *Arbkr. Paläont. Hannover*, **21**, 38-48, Hannover.
- Schülke, I.** (1997) *Rioulina deisteriensis* (Struckmann) from the Heersumer Schichten (Brachiopoda, Thecideidina, Middle Oxfordian, Northwestern Germany). *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1997** (8), 465-476, Stuttgart.
- Schülke, I., Delecat, S. und Helm, C.** (1998) Oberjura-Riffe in NW-Deutschland, Ein Überblick. *Mitt. Geol. Inst. Univ. Hannover*, **38**, 191-202, Hannover.
- Schülke, I., Ebert, J., Mellor, M., Ebert, J. und Lubolt, K.** (1993) Ökophänotypische Variation von *Epithyris subsella* (Terebratulida, Malm). *Göttinger Arb. Geol. Paläont.*, **58**, 123-134, Göttingen.
- Schülke, I. und Helm, C.** (2000) A new thecideidid species (Brachiopoda, Spiriferida) from the Late Jurassic (Oxfordian) of Northwestern Germany. *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **2000** (5), 257-270, Stuttgart.
- Schülke, I., Helm, C., Strasser, A. und Winse-mann, J.** (2003) Evaluating eustatic and tectonic control on Late Jurassic (Oxfordian to Kimmeridgian) sedimentary successions in the Lower Saxony Basin (NW Germany). In: DFG - SPP 1135 Dynamics of sedimentary systems under varying stress conditions by example of the central european basin system. *Terra Nostra*, **2003** (7), 142-145, Bonn.
- Schwager, C.** (1865) Beitrag zur Kenntnis der mikroskopischen Fauna jurassischer Schichten. *Jh. Ver. vaterl. Natk. Wittberg*, **21**, 82-151, Stuttgart.
- Schwager, C.** (1866) Foraminiferen der Transversariuszone. In: **Waagen, W.** (Hrsg.) Über die Zone des *Ammonites transversarius*. In: *Geognost.-paläont. Beitr.*, **1** (2): 275-316, München.
- Schwager, C.** (1867) Foraminiferen der Zone des Ammoniten Sowerbyi. In: **Waagen, W.** (Hrsg.): In: *Geognost.-paläont. Beitr.*, **1** (3), 654-668, München.
- Schweigert, G., Dietl, G. und Krautter, M.** (2000) Schwämme im Nusplinger Plattenkalk. 70. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft (Vorträge und Poster), *Terra Nostra*, **00** (3), 111, Bonn.
- Scoffin, T.P.** (1992) Taphonomy of coral reefs, a review. *Coral Reefs*, **11**, 57-77, Berlin.
- Scoffin, T.P.** (1993) Microfabrics of carbonate muds in reefs. In: **Rezak, R. und Lavoie, D.L.** (Hrsg.) Carbonate microfabrics, 65-74, Springer, New York.
- Sebens, K.P.** (1982) Competition for space, growth rate, reproductive output, and escape in size. *Amer. Nat.*, **120** (2), 189-197, Chicago.
- Seibold, E. und Seibold, I.** (1960) Foraminiferen der Bank- und Schwamm-Fazies im unteren Malm Süddeutschlands. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **109** (3), 309-438, Stuttgart.
- Senowbari-Daryan, B.** (1981) Fazielle und paläontologische Untersuchungen in obererhätischen Rif-fen (Feichtenstein- und Gruberriff bei Hintersee, Salzburg, Nördliche Kalkalgen). *Facies*, **3**, 1-237, Erlangen.
- Senowbari-Daryan, B., Bucur, I. und Abate, B.** (1994) Upper Jurassic Calcareous Algae from the Madonie Mountains, Sicily. *Beiträge zur Paläontologie (Beitr. Paläont.)*, **19**, 227-259, Wien.
- Septfontaine, M.** (1980) Les Foraminifères imperforés des milieux de plate-forme au Mésozoïque, Détermination pratique, interprétation phylo-génétique et utilisation biostratigraphique. *Rev. Micropaléont.*, **23** (3-4), 169-203, Paris.

- Septfontaine, M.** (1988) Vers une classification évolutive des Lituolides (Foraminifères) Jurassiques en milieu de plate-forme carbonatée. *Rev. Paléobiol., Vol. Spéc. (Benthos '86)*, **2**, 229-256, Genf.
- Shapiro, R.** (2000) A comment on the systematic confusion of thrombolites. *Palaios*, **15**(2), 166-169, Tulsa.
- Sheppard, C.R.C.** (1980) Coral cover, zonation and diversity on reef slopes of Chagos atolls, and population structures of the major species. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **2**, 193-205, Halstenbek.
- Sheppard, C.R.C.** (1981) Illumination and the coral community beneath *Acropora* tables. *Mar. Biol.*, **64**, 53-58, Berlin.
- Sheppard, C.R.C.** (1982) Coral populations on reef slopes and their major controls. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* **7**, 83-115, Halsbeck.
- Sibley, D.F. und Gregg, J.M.** (1987) Classification of dolomite textures. *J. sed. Petrol.*, **57** (6), 967-975, Tulsa.
- Simmons, M.D. und Al-Thour, K.** (1994) Micro-paleontological biozonation of the Amram Series (Jurassic) in the Sana's region, Yemen Republic. In: **M.D. Simmons** (Hrsg.) *Micro-paleontology and hydrocarbon in the Middle East*, 43-79, Chapman und Hall, London.
- Simon, P.** (1965) Das Eisenerz des Oberen und Mittleren Korallenooliths im nördlichen Teil des Giftorner Troges. *Max Richter-Festschrift*, 231-255, Clausthal-Zellerfeld.
- Smith, A.M.** (1995) Palaeoenvironmental interpretation using bryozoans, a review. In: **Borence, D. und Allison, P.A.** (Hrsg.) *Marine Palaeo-environmental Analysis from Fossils. Geol. Soc., Special Publications*, **83**, 181-229, London.
- Smith, J.P.** (1893) Die Jurabildungen des Kahlberges bei Echte. *Jahrbuch der preuß. geol. L.-A. f. d. Jahr 1891*, **12**, 288-356, Berlin.
- Sollas, W.J.** (1877) On the perforate character of the genus *Webbina*, with a notice of two new species, *W. laevis* und *W. tuberculata*, from the Cambridge Greensand. *Geol. Mag.*, **4**, 102-105, London.
- Sorokin, Y.I.** (1995) Coral reef ecology. *Ecological Studies*, **102**, 465 S., Berlin (Springer).
- Speyer, C.** (1926) Die Korallen des nordwestdeutschen oberen Jura. *Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N.F.*, **15**, 235-281, Heidelberg.
- Spiehl, M.** (1999) *Makroskopisch-lithologische Bestandsaufnahme der florigemna-Bank (Korallenoolith, Oxfordium, Jura) im mittleren Wesergebirge zwischen Lagenfeld und Deckbergen*. Dipl.-Arb. Univ. Hannover, 30 S., Hannover. [unveröff.]
- Stafford-Smith, M.G.** (1993) Sediment-rejection efficiency of 22 species of scleractinian corals. *Mar. Biol.*, **115**, 229-243, Berlin.
- Stanley, G.D. und Swart, P.** (1995) Evolution of the coral-zooxanthellae symbiosis during the Triassic, a geo-chemical approach. *Paleobiology*, **21** (2), 179-199, Tulsa.
- Stanton, R.J. und Flügel, E.** (1987) Paleocology of Upper Triassic reefs in the Northern Calcareous Alps, reef communities. *Facies*, **16**, 157-186, Erlangen.
- Steiger, T.** (1981) Kalkturbidite im Oberjura der Nördlichen Kalkalpen (Barmsteinkalke, Salzburg, Österreich). *Facies*, **4**, 215-348, Erlangen.
- Stinder, T.** (1991) Mikropaläontologie und Biostratigraphie des Unteren Malm (Korallenoolith) im Wesergebirge (Norddeutschland). *Bochumer geol. geotechn. Arb.*, **35**, 1-319, Bochum.
- Strohenger, C., Dozet, S. und Koch, R.** (1987) Diagenesemuster-Stratigraphie: Oolith-Horizonte im Jura von SW-Slowenien. *Facies*, **17**, 253-266, Erlangen.
- Struckmann, C.** (1877) Ueber die Fauna des unteren Korallen-Ooliths von Völkßen am Deister unweit Hannover. *Z. dt. geol. Ges.*, **29**, 534-544, Berlin.
- Struckmann, C.** (1878) Geognostische Studien am östlichen Deister. *Jber. naturhist. Ges. Hannover*, **27/28**, 53-80, Hannover.
- Struckmann, C.** (1882) Neue Beiträge zur Kenntnis des oberen Jura und der Wealdenbildungen der Umgebung von Hannover. *Palaeontol. Abhandl.*, **1** (1), 1-37, Berlin.
- Stych, T.** (2002) *Das Korallenbiostrom der Unteren Korallenbank (Oberjura, Korallenoolith) von Dielmüssen im Ith (südliches Niedersachsen)*. Dipl.-Arb. Univ. Hannover, 90 S., Hannover. [unveröff.]
- Sulser, H. und Meyer, C.** (1998) Taxonomy and palaeoecology of terebratulid brachiopods (*Sellithyris subsella*-group) from the Late Jurassic of northwestern Switzerland. *Eclogae geol. Helv.*, **91**, 439-451, Basel.
- Sun, S.Q., Fallick, A.E. und Williams, B.P.J.** (1992) Influence of original fabric on subsequent porosity evolution, an example from the Corallian (Upper Jurassic) reefal limestones, the Weald Basin, southern England. *Sediment. Geol.*, **79**, 139-160, Amsterdam.
- Sun, S.Q. und Wright, V.P.** (1989) Peloidal fabrics in Upper Jurassic reefal limestones, Weald Basin, southern England. *Sediment. Geol.*, **65**, 165-181, Amsterdam.
- Tasli, K.** (1993) Micropaléontologie, stratigraphie et environnement de dépôts des séries jurassique à faciès de plate-forme de la région Kale-Gümüşhane (Pontides orientales, Turquie). *Rev. Micropaléont.*, **36** (1), 45-65, Paris.

- Tasli, K.** (2001) Benthic Foraminifera of the Upper Jurassic Platform Carbonate Sequence in the Aydıncik (icel) Area, Central Taurides, S Turkey. *Geologica Croatica*, **54** (1), 1-13, Zagreb.
- Taylor, P.D. und Palmer, T.** (1994) Submarine caves and their biotas in a Jurassic reef (La Rochelle, France) and the evolution of cave biotas. *Naturwissenschaften*, **81**, 357-360, Berlin.
- Taylor, P.D. und Wilson, M.A.** (1999) Middle Jurassic Bryozoans from the Carmel Formation of southwestern Utah. *J. Paleont.*, **73** (5), 816-830, Tulsa.
- Termier, G., Termier, H. und Ramalho, M.** (1985) Sur les spongiofaunes de l'Oxfordien supérieur et du Kimeridgien du Portugal, description du Neuroporidé *Periomipora elegantissima* nov. C.R. *Acad. Sci. Paris, Sér. 2*, **300**, 975-980, Paris.
- Tessin, R.** (1995) Zur Entwicklung des Raums Rüdersdorf (Ostbrandenburg) im Jura. *Berliner geowiss. Abh.*, **A 168**, 43-53, Berlin.
- Thompson, J.B.** (2000) Microbial whitings. In: **Riding, R. und Awramik, S.M.** (Hrsg.) *Microbial sediments*, 250-260, Springer, Berlin.
- Tišljarić, J. und Veljača, I.** (1987) The Kimmeridgian tidal-bar calcarenite facies of Western Istria (Western Croatia, Yugoslavia). *Facies*, **17**, 277-284, Erlangen.
- Tišljarić, J. und Veljača, I.** (1991) Carbonate facies and depositional environments of the Jurassic and Lower Cretaceous of the coastal Dinarides (Croatia). *Geol. Croat.*, **44**, 215-234, Zagreb.
- Tomascik, T. und Sander, F.** (1985) Effects of eutrophication on reef-building corals: I. Growth rate of reef-building coral *Montastrea annularis*. *Mar. Biol.*, **87**, 143-155 Berlin.
- Tribble, G.W., Sansone, F.J. und Smith, S.V.** (1990) Stoichiometric modeling of carbonate diagenesis within a coral reef framework. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **54**, 2439-2449, New York.
- Tribovillard, N.-P., Trichet, J., Défarge, C. und Trentesaux, A.** (1999) Jurassic lagoonal environments and quasi-abiotic platy limestone accumulation, microbial inter-venations. *Sedimentology*, **46**, 1183-1197, Amsterdam.
- Tsien, H.H.** (1994) Construction of reefs through geological time with emphasis on the role of non-skeletal micro-organisms. *Acta Geol. Taiwanica*, **31**, 1-30, Taipeh.
- Tudhope, A.W.** (1989) Shallowing-upwards sedimentation in a coral reef lagoon, Great Barrier Reef of Australia. *J. sed. Petrol.*, **59** (6), 1036-1051, Tulsa.
- Tunnicliffe, V.** (1981) Breakage and propagation of the stony coral *Acropora cervicornis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, **78** (4), 2427-2431, Washington.
- Turnšek, D.** (1972) Zgornjejurjske korale iz južne slovenije. [Upper Jurassic corals of southern Slovenia]. *Razpr. sov. Akad. Znanosti in Umetnosti*, IV, **15** [Dissertation, **15** (6)], 145-265, Ljubljana. [engl. summary, 219-261]
- Turnšek, D.** (1975) Malmian Corals from Zlobin, southwest Croatia. *Palaeontologica Jugoslavia*, **16**, 1-23, Zagreb.
- Turnšek, D.** (1997) Mesozoic Corals of Slovenia. *Zbika ZRC*, **16**, 1-512, Ljubljana.
- Turnšek, D. und Turnšek, S.** (1966) The development of the Lower Cretaceous beds and the boundary between Jurassic and Cretaceous Formations in the Western Part of Trnovski Gozd. *Geologija, Razpr. Poroc.*, **9** (9), 527-548, Ljubljana.
- Turnšek, D., Buser, S. und Ogorelec, B.** (1981) An Upper Jurassic reef complex from Slovenia, Yugoslavia. In: **Toomey, D.F.** (Hrsg.) *European fossil reef models. Soc. Econ. Paleont. Min., Spec. Publ.*, **30**, 361-369, Tulsa.
- Vallon, L.** (2003) *Der Brenztaltrümmerskalk und andere Gesteine der Ostalb. Eine mikrofaziell-paläoökologische Untersuchung.* Dipl.-Arb. Univ. Stuttgart, 166 S., Stuttgart. [unveröff.]
- Veron, J.E.N.** (1995) *Corals in space and time: the biogeography and evolution of the Scleractinia.* - 321 S., Cornell University Press, Ithaca.
- Vinken, R.**, unter Mitarbeit von **Gramann, F. und Jordan, R.** (1974) Der obere Jura (Malm) des Hildesheimer Jurazuges. *Geol. Jb.*, **A 23**, 3-56, Hannover.
- Vogel, K.** (1968) Zur Lebensweise des Gastropoden *Nerinea*. *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1968**, 181-184, Stuttgart.
- Voigt, E.** (1973) *Vinelloidea* Canu, 1913 (angeblich jurassische Bryozoa Ctenostomata) = *Nubeculinella* Cushman, 1930 (Foraminifera). *Paläont. Abh.*, **A, 4** (4), 665-670, Berlin.
- Voigt, E.** (1975) Tunnelbaue rezenter und fossiler Phoronidea. *Paläont. Z.*, **49** (1/2), 135-167, Stuttgart.
- Vytopil, E. und Willis, B.L.** (2001) Epifaunal community structure in *Acropora* spp. (Scleractinia) on the Great Barrier Reef, implications of coral morphology and habitat complexity. *Coral Reefs*, **20**, 281-288, Berlin.
- Wagenplast, P.** (1972) Ökologische Untersuchungen der Fauna aus Bank- und Schwammfazies des Weißen Jura der Schwäbischen Alb. - Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N.F., **67**, 1-99, Stuttgart.
- Wagner, W.** (1964) Kalkschwämme aus dem Korallenkalk des oberen Malm von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau. - Mitt. Bayer. Staatssamml. *Paläont. Hist. Geol.*, **4**, 23-46, München.
- Wallace, R.J. und Schafersman, S.D.** (1977) Patch-reef ecology and sedimentology of Glovers Reef Atoll, Belize. - In: **Frost, S.H., Weiss, M.P. und**

- Sauders, J.B.** (Hrsg.) Reefs and related carbonates – ecology and sedimentology. *Am. Ass. Petrol. Geol., Studies in Geology*, **4**, 37-52, Tulsa, Oklahoma.
- Walter, B.** (1969) Les bryozoaires jurassique. *Docum. Lab. Geol. Fac. Sci.*, **35**, 1-328, Lyon.
- Watkins, R.** (2000) Silurian reef-dwelling brachiopods and their ecologic implications. *Palaios*, **15** (2), 112-119, Tulsa.
- Webb, G.E.** (1996) Was Phanerozoic reef history controlled by the distribution of non-enzymatic secreted reef carbonates (microbial carbonate and biologically induced cement)? *Sedimentology*, **43**, 947-971, Amsterdam.
- Webb, G.E.** (1999) Youngest eraly carboniferous (Late Viséan) shallow-water patch reefs in eastern Australia (Rockhampton Group, Queensland) combining quantitative micro- and macro-scale data. *Facies*, **41**, 111-140, Erlangen.
- Webb, G.E.** (2001) Biological induced carbonate precipitation in reefs through time. In: **Stanley, G.D.jr.** (Hrsg.) The History and Sedimentology of ancient reef systems. *Topics in Geobiology Series*, **17**, 159-203, Kluwer Academic /Plenum Publishers, New York.
- Weidlich, O., Bernecker, M. und Flügel, E.** (1993) Combined quantitative analysis and mikrofacies studies of ancient reefs, an integradet approach to Upper Permian and Upper Triassic reef carbonates (Sultanate of Oman). *Facies*, **28**, 115-144, Erlangen.
- Weiss, M.** (1995) Stratigraphie und Mikrofauna im Kimmeridge SE-Niedersachsens unter besonderer Berücksichtigung der Ostracoden. *Clausthaler geowiss. Diss.*, **48**: 1-274, Clausthal-Zellerfeld.
- Weiss, M.** (1997) Die biostratigraphische Einstufung der Grenze Korallenoolith/Kimmeridge in NW-Deutschland. - Kenntnisstand und neue Ergebnisse. *Z. geol. Wiss.*, **25** (1/2), 109-120, Berlin.
- Weitschat, W. und Gründel, J.** (2002) Eine agglutinierte Wurmröhre (Polychaeta, Sedentaria, Terebellomorpha) aus einem Geschiebe des Mittel-Lias (Domerium, spinatum-Zone) Norddeutschlands. *Mit. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg*, **86**, 37-44, Hamburg.
- Werner, W.** (1986) Palökologische und biofazielle Analyse des Kimmeridge (Oberjura) von Conso-lacao, Mittelportugal. *Zitteliana*, **13**, 1-109, München.
- Werner, W., Leinfelder, R.R., Fürsich F.T. und Krautter, M.** (1994) Comparative palaeoecology of marly coralline sponge-bearing reefal associations from the Kimmeridgian (Upper Jurassic) of Portugal and Southwestern Germany. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **172**, 381-397, Frankfurt a.M..
- Wernli, R. und Fookes, E.** (1992) *Troglotella incrustans* n. gen., n. sp., un étrange et nouvelle foraminifère calcicavicole du complexe récifal Kimmeridgien de Saint German-de-Joux (Ain, France). *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, **31** (1), 95-103, Modena.
- Wetzel, A. und Strasser, A.** (2001) Sedimentology, palaeoecology, and high-resolution sequence stratigraphy of a carbonate-siliciclastic shelf (Ox-fordian, Swiss Jura Mountains). In: **Funk, H. und Wortmann, U.G.** (Hrsg.) Excursion Guide, 21st IAS Meeting of Sedimentology, Davos, Switzerland, 33-51, Davos.
- Wetzel, W.** (1953) Eine parasitäre Jura-Foraminifere. *N.Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1953**, 35-39, Stuttgart.
- Weyschenk, R.** (1950) Die Jura-Mikrofauna und -flora des Sonwendgebirges (Tirol). *Schlern-Schriften*, **83**, 1-32, Innsbruck.
- Weyschenk, R.** (1951) Two new Foraminifera from the Dogger and Upper Jurassic of the Sonwend Mountains of Tyrol. *Journ. Paleont.*, **25** (6), 793-795, New York.
- Weyschenk, R.** (1973) New data on the Jurassic family Ventrolaminidae Weyschenk, 1950 and the genus *Protopeneroplis* Weyschenk, 1950. *Micro-paleontology*, **19** (1), 91-96, New York.
- Wicher, C.A.** (1952) *Involutina, Trocholina* und *Vidalina* – Fossilien des Riffbereichs. *Geol. Jb.*, **66**, 257-284, Hannover.
- Wichmann, R.** (1907) *Der Korallenoolith und Kimmeridge im Gebiet des Selter und des Ith.* Diss. Univ. Göttingen, 40 S., Göttingen. [unveröff.]
- Williams, S.L. und Heck, K.L.** (2001) Chapter 12. Seagrass community ecology. In: **Bertness, M.D., Gains, S.D. und Hay, M.E.** (Hrsg.) *Marine community ecology*, 317-337, Sunderland.
- Wilson, M.A.** (1998) Succession in a Jurassic marine cavity community and the evolution of cryptic marine faunas. *Geology*, **26** (4), 379-380, Boulder.
- Wilson, V.** (1949) The Lower Corallin rocks of the Yorkshire coast and Hackness Hills. *Proc. geol. Ass.*, **60**, 235-271, London.
- Winter, B.** (1970) Foraminiferen-Faunen des Unter-Kimmeridge (Mittlerer Malm). *Erlanger geol. Abh.*, **79**, 1-56, Erlangen.
- Wnendt-Juber, E.** (1990) Das korallenführende Kimmeridgium der nordwestlichen iberischen Ketten und angrenzender Gebiete. Mikrofauna und -flora der Korallenkalke. *Palaeontographica, A*, **214** (3-6), 79-120, Stuttgart.
- Wolfer, O.** (1913) Die Bryozoen des schwäbischen Jura. *Palaeontographica*, **60** (3), 115-173, Stuttgart.
- Wyssling, G.** (1986) Der frühkretazische helvetische Schelf in Vorarlberg und im Allgäu - Stratigraphie,

- Sedimentologie und Paläogeographie. *Jb. Geol. B.-A.*, **129** (1), 161-265, Wien.
- Yamani, S.-A.** (1974) Zur Ökologie der Korallenkalke von Laisacker bei Neuburg an der Donau. *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, **14**, 3-9, München.
- Yamani, S.-A.** (1975) Die Bivalvenfauna der Korallenkalke von Laisacker bei Neuburg an der Donau (Untertithon). *Palaeontographica, A*, **149**, 31-118, München.
- Yamani, S.-A.** (1982) Die Bivalvenfauna der Schwammkalke von Biburg (Oberoxford, Südliche Frankenalb). Pteriomorphia I. *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, **22**, 19-34, München.
- Yamani, S.-A.** (1983) Die Bivalvenfauna der Schwammkalke von Biburg (Oberoxford, Südliche Frankenalb). Pteriomorphia II. *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, **23**, 3-33, München.
- Yokoyama, M.** (1890) Foraminiferen aus dem Kalksteinen von Torinosu und Kompira. *Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe*, **57**, 26-27, ?.
- Zankl, H. und Schroeder, J.H.** (1972) Interaction of genetic processes in Holocene reefs off North Eleuthera Island, Bahamas. *Geol. Rdsch.*, **61**, 520-541, Stuttgart.
- Zawischa, D. und Schormann, J.** (1994) Ein Korallenriff im Oberjura des Ith. *Arbkr. Paläont. Hannover*, **22** (2), 48-60, Hannover.
- Ziegler, B.** (1964) Die Cortex der fossilen Pharetroniden (Kalkschwämme). *Eclog. geol. Helv.*, **57** (2), 803-822, Basel.
- Ziegler, B.** (1965) Die Variabilität bei Pharetroniden (Kalkschwämme). *Paläont. Z.*, **39** (1/2), 106-110, Stuttgart.
- Ziegler, B.** (1992) *Einführung in die Paläobiologie. Teil 1. Allgemeine Paläontologie. 5. Auflage.* - 248 S., E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Ziegler, B. und Rietschel, S.** (1970) Phylogenetic relationships of fossil calcisponges. *Symp. zool. Soc. London*, **25**, 23-40, London.
- Zihrl, B.** (1990) Mikrobiostratigraphie, Palökologie und Mikropaläontologie in Gesteinen des Unteren und Mittleren 'Malm' am Langenberg bei Goslar/Oker. *Clausthaler geowiss. Diss.*, **38**, 1-220, Clausthal-Zellerfeld.
- Zuschin, M., Hohenegger, J. und Steininger, F.F.** (2000) A comparison of living and dead molluscs on coral reef associated hard substrata in the northern Red Sea – implications for the fossil record. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **159**, 167-190, Amsterdam.

Tafel 1-46

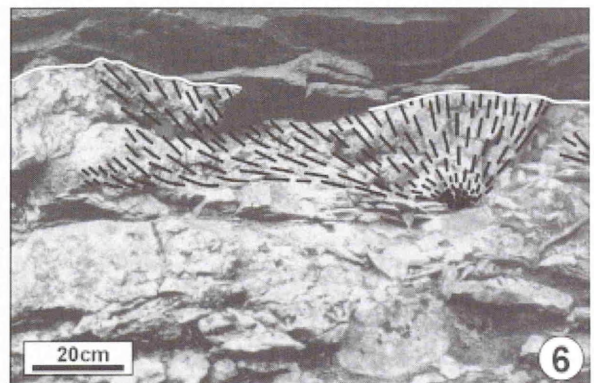
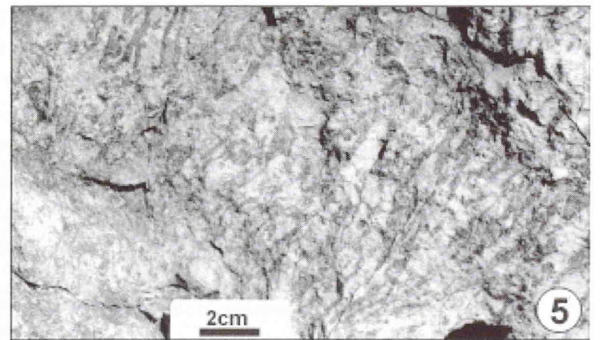
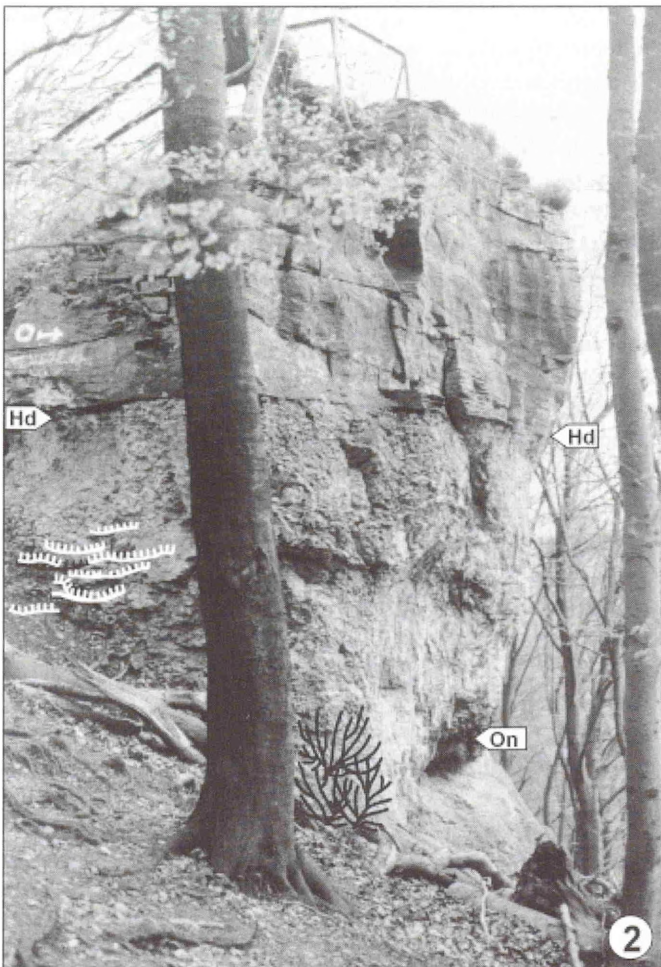
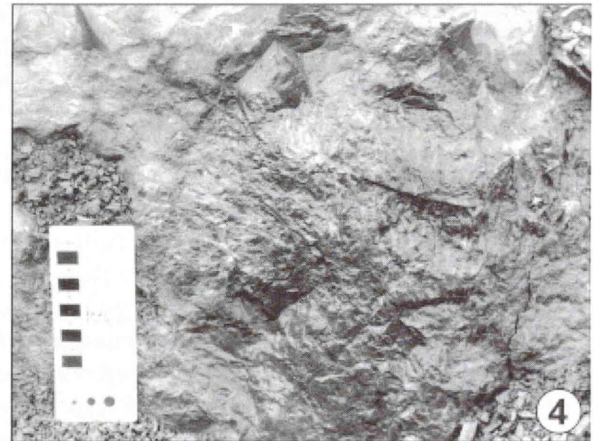
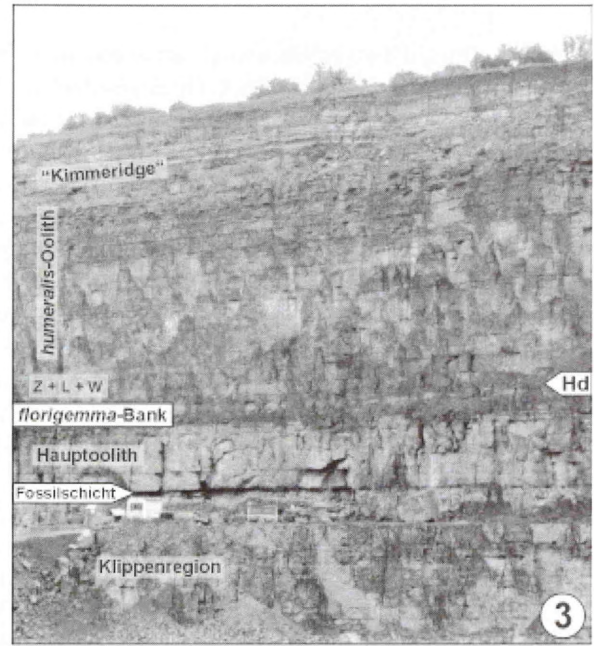
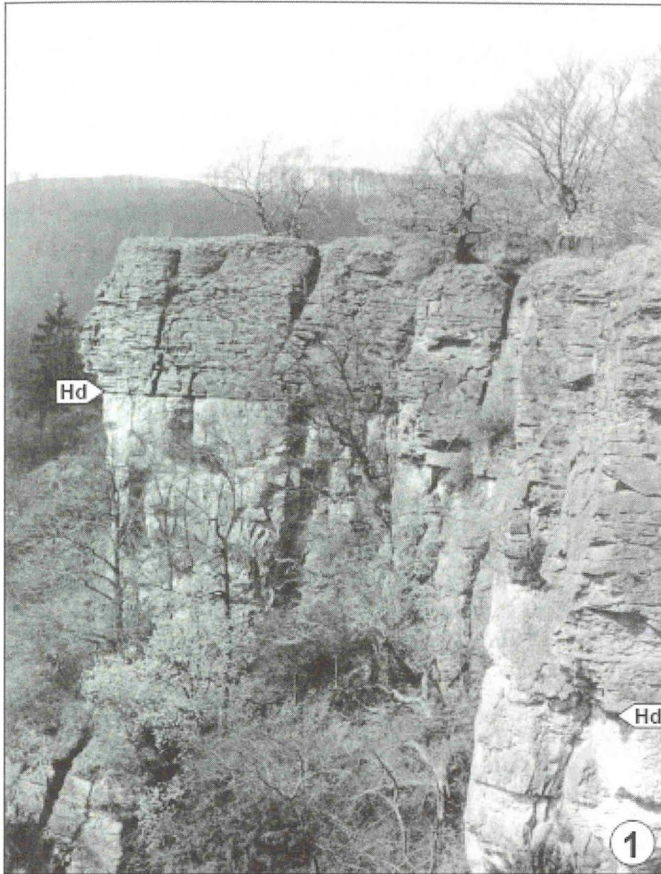
Plates 1-46

TAFEL 1

- Abb. 1** - Der Blick vom Hohenstein-Plateau in westliche Richtung über das Blutbachtal zum Ramsnacken und Riesenberg zeigt die markante Steilstufe des Korallenoolith mit verkippten und abgerutschten Einzelpfeilern (unten-links). An den Klippen ist der hellgrau-weiß verwitternde Kalkstein der *florigemma*-Bank aufgeschlossen. Über einer Paläokarstfläche (Hauptdiskontinuität: Hd) folgen siliziklastische, Fe-schüssige (rotbräunlich gefärbte) Partikelkalksteine.
- Abb. 2** - Der Aussichtsfelsen Grüner Altar am S-Abfall des Hohenstein-Plateaus erschließt ein komplettes Profil der *florigemma*-Bank. Ihre Basis ist durch Anreicherung von Onkoiden und Großforaminiferen (*Everticyclammina* sp.) gekennzeichnet (Hohlkehle: On). Seitlich verzahnt sich der Onkolith mit Riffkalkstein. Der Riffkalkstein besteht aus buschförmigen *Thamnasteria dendroidea*-Kolonien in Lebendstellung (schwarz nachgezeichnet, Detailaufnahme: Abb. 6). Weiter oben befinden sich fladenförmige Korallenstöcke (weißes Sägezahnsymbol: *Th. concinna* und *Fungiastrea arachnoides*). Den Abschluss der *florigemma*-Bank bildet ein Anreicherungshorizont von Nerineen („Nerineenlage“). Mit erosivem Kontakt (Hauptdiskontinuität: Hd) folgen gemischt siliziklastisch-karbonatische Ablagerungen. Die reliefierte Kontaktfläche wird durch Bohrspuren sowie inkrustierte, großteils erodierte Austern nuanciert.
- Abb. 3** - NW-Wand des Steinbruchs Riesenberg im Jahr 2001 mit dem Oberjura-Profil (vgl. Abb. 6). Die Rampe (links-unten) führt zum Höhlenportal der im Niveau der Fossilschicht (markante Schichtfuge etwas oberhalb des Bauwagens) entwickelten „Schillathöhle“. Das Profil beginnt mit gebankten Kalkoolithen (Klippenregion). Nach einer Unterbrechung durch ein geringmächtiges Korallenbiostrom (Fossilschicht) setzt sich massig bis dickbankiger Kalkoolith (Hauptdolomit) fort und endet mit ca. 2m mächtigem gebankten mikritischen Kalkstein der *florigemma*-Bank mit Fleckenriffen (Taf. 1/5). Über der verkarsteten Dachfläche der *florigemma*-Bank folgen Fe-schüssige, partienweise rotgefärbte Sandsteine (Zwischenregion, Liegendquarzit und Wohlverwahrtregion: Z, L, W). Der mittlere und höhere Profilabschnitt wird von Kalksteinen des *humerlis*-Oolith eingenommen. Das Profil endet mit einer Kalkstein-Mergelstein-Wechselfolge mit Einschaltungen Kalksandsteinbänken (Süntel-Formation).
- Abb. 4** - Durch Gesteinsabbau im Steinbruch am Riesenberg freigelegter Riffkalkstein mit fächerförmigen *Th. dendroidea*-Kolonien; Maßstab insgesamt 10cm.
- Abb. 5** - Korallengestrüpp mit *Th. dendroidea*-Kolonien in Lebendstellung am Grünen Altar (Hohenstein).
- Abb. 6** - Dachbereich der *florigemma*-Bank an der Paschenburg mit einer *Th. dendroidea*-Kolonie in Lebendstellung. Die sich von einem Sprossungszentrum auffächernden Koralliten (schematisch nachgezeichnet) erstrecken sich über mikritischen Kalkstein. Entlang der Dachfläche (Hauptdiskontinuität, mit weißer Linie nachgezeichnet) ist der obere Koloniebereich erosiv gekappt; darüber folgt quarzsandreicher, bioklastischer, Fe-schüssiger Kalkarenit.

PLATE 2

- Fig. 1** - Outcropping Korallenoolith Fm. in the Nature Conservancy “Hohenstein”. View from Hohenstein westwards (Blutbach valley and Ramsnacken and Riesenberg in the background). The cliff section exposes the light gray weathered *florigemma*-Bank Member. Arrows mark the position of the erosional unconformity (Hauptdiskontinuität: HD) with paleokarst phenomena. The karstic surface is overlain by reddish-brown quartz-bearing calcarenites.
- Fig. 2** - Grüner Altar (Hohenstein Plateau), exposing a complete section of the *florigemma*-Bank. The *florigemma*-Bank succession starts with an accumulation of oncooids and *Everticyclammina* sp. (notch: On). It vertically passes into reef limestone that mainly consists of *Thamnasteria dendroidea* colonies in growth position (black line-drawing, see Pl. 1/6 for detail). Towards the top flat colonies of *Th. concinna* and *Fungiastrea arachnoides* (white saw tooth symbol) prevail. The nerinean bed at the top of of the *florigemma*-Bank Member is truncated by an erosional unconformity and overlain by siliziclastic calcarenite. Bivalve borings and eroded oysters mark the erosional surface (Hd).
- Fig. 3** - Succession of the Korallenoolith Fm. and basalmost Süntel Fm. exposed at the northwestern quarry wall of the Riesenberg quarry in 2001. The ramp (bottom left) leads to the entrance of the “Schillathöhle” (Fossilschicht, notch slightly above the waggon). The succession starts with bedded oolite (Klippenregion) and is interrupted by a thin coral biostrome (Fossilschicht) which is overlain by oolite (Hauptoolith). Well-bedded lagoonal micritic limestone of the *florigemma*-Bank Member with patch reefs (close view: Pl. 1/5) follows up-section and is erosively overlain by calcareous, ferriferous, partly reddish sandstone (Zwischenregion: Z, Liegendquarzit: L, Wohlverwahrtregion: W) and marly limestone (*humerlis*-Oolith) about 20 meters in thickness. The uppermost part belongs to the Süntel Fm. and is composed of a limestone to marlstone alternation with intervening beds of sandstones.
- Fig. 4** - Exposed rock surface in the Riesenberg quarry showing fan-like colony of *Thamnasteria dendroidea*; scale in cm.
- Fig. 5** - Weathered surface exposure showing a *Th. dendroidea* colony in growth position; section Grüner Altar (“Hohenstein”).
- Fig. 6** - Top of the *florigemma*-Bank Member and overlying deposits at the locality Paschenburg. A fan-like *Th. dendroidea* colony in growth position (outlined in black in the photograph) overlies horizontally bedded micritic limestone. Its tips are truncated at the erosional surface of the Hauptdiskontinuität (outlined with white line). Reddish siliziclastic ferriferous calcarenite follow the *florigemma*-Bank Member.

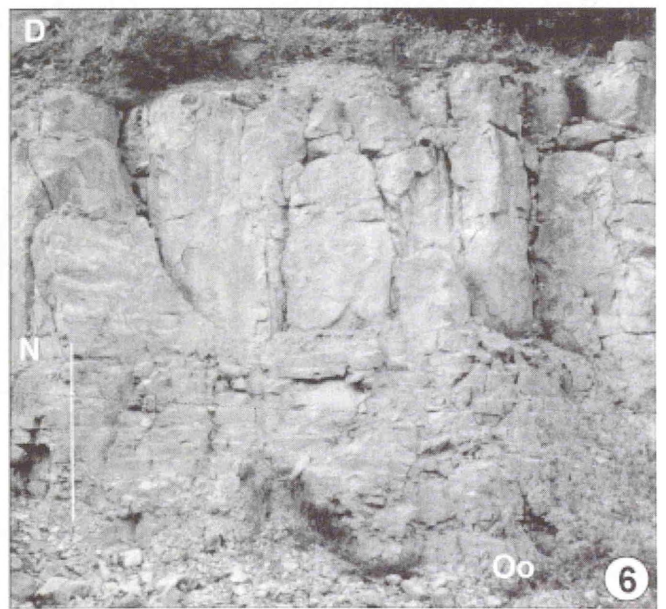
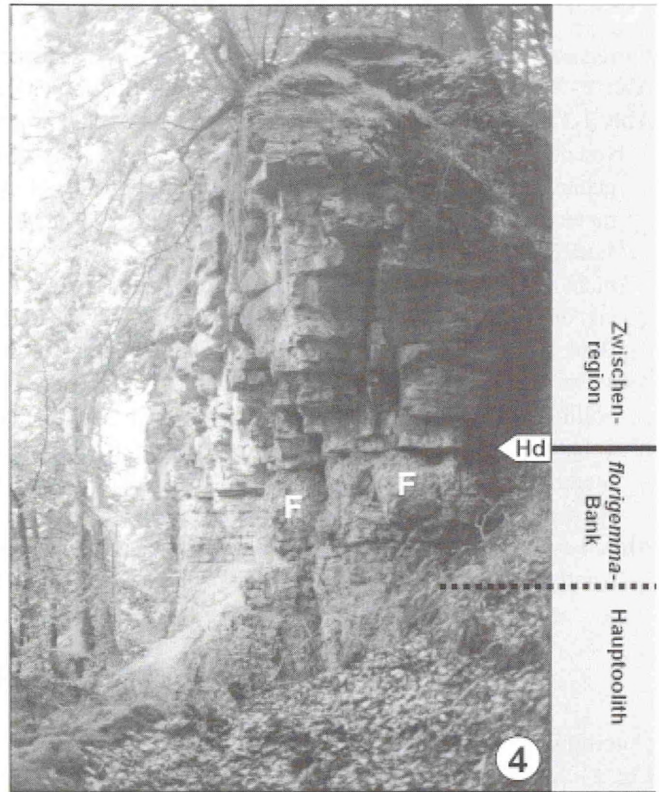
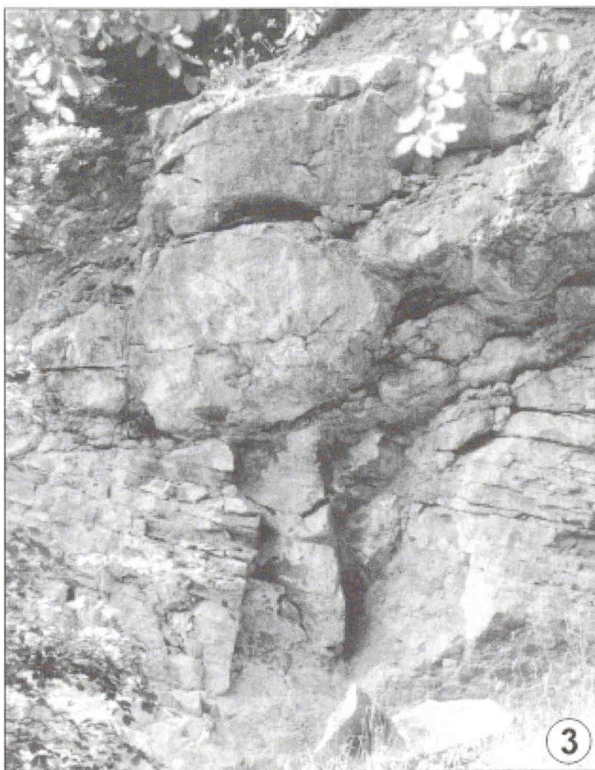
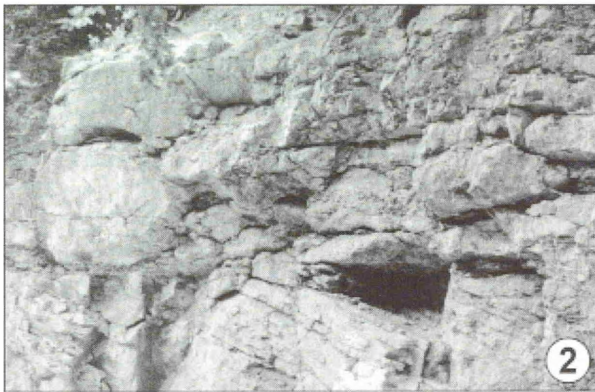


TAFEL 2

- Abb. 1-3** - Im auflässigen Steinbruch am Roten Stein überlagert die *florigemma*-Bank erosiv großdimensioniert schräggeschichteten Kalkoolith. **Abb. 1:** Direkt oberhalb der Erosionsfläche (Pfeil) setzt Riffwachstum ein (linsenförmige Riffkörper); Maßstab 1m. **Abb. 2:** Nördliche Abbauwand mit schräggeschichtetem Kalkoolith. Er wird von kleinen linsenförmigen Fleckenriffen, die vorwiegend aus *Fungia**strea arachnoides*-Kolonien bestehen, und undeutlich gebankten Kalksteinen erosiv überlagert. Letztere enthalten an der Basis zahlreiche Korallen in Lebendstellung, verkippte Kolonien und Riffschutt, so dass eine Trennung zwischen Riff- und Zwischenriffbereich kaum möglich ist. Breite des Ausschnitts ca. 10m. **Abb. 3:** Die Detailaufnahme aus Taf. 2/2 zeigt ein linsenförmiges Fleckenriff. Breite des Ausschnitts ca. 6m.
- Abb. 4-5** - Profil der *florigemma*-Bank am NW-Abfall des Hohenstein-Plateaus. Gebankter Kalkoolith (Hauptoolith) geht durch rasche Abnahme von Ooiden in die *florigemma*-Bank über. Letztere besteht aus dünnbankigem mikritischen Kalkstein und Riffkalkstein. Zwei Fleckenriffe (F) sind an der dem Betrachter zugewandten „Felsnase“ aufgeschlossen (Detailaufnahme: Taf. 2/5). Quarzsandreicher Kalkarenit überlagert die erosive Dachfläche (Hauptdiskontinuität: Hd) und geht unter Abnahme des detritischen Quarzes in Partikelkalkstein über. Die Gesamthöhe des Profils beträgt ca. 12m. Die Ausschnittsvergrößerung (Abb. 5) zeigt zwei Fleckenriffe innerhalb des mittleren und höheren Abschnitts der *florigemma*-Bank; Maßstab (Zollstock): 1m.
- Abb. 6** - Entwicklung der *florigemma*-Bank im Steinbruch am Mattenberg bei Hamelspringe, E-Wand an der Rampe zur oberen Sohle. Das Profil beginnt mit gebanktem Kalkoolith (Oo, MF-Typ 1). Über einer Schichtfuge folgt geringmächtiger oolith- und bioklastenführender mikritischer Kalkstein (MF-Typ 4), der rasch in gebankten mikritischen Kalkstein (MF-Typ 6) übergeht und mit einer Nerineenlage (N, MF-Typ 7) abschließt. Letztere wird von massivem Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9), riffschuttführenden Solenoporenkalkstein (MF-Typ 10) und foraminiferenreichem Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11) überlagert. Der Dachbereich der *florigemma*-Bank und die Hangende Gesteinsabfolge sind durch Dolomitisierung stark überprägt (D). Die Hauptdiskontinuitätsfläche dürfte sich im Bereich der Geländekante befinden (links-oben, z.t. von Vegetation bedeckt). Zollstock: 2m.

PLATE 2

- Fig. 1-3** - Quarry at the southeastern slope of the Roter Stein exposing the *florigemma*-Bank Member and underlying strata. **Fig. 1:** Large-scale cross-stratified oolite (MF type 1), alternating with *Everticyclammina* limestone (MF type 2) is capped by an erosional unconformity (arrow) developed as sharp contact (hardground). The *florigemma*-Bank Member consists of wavy, horizontally bedded limestone with intercalations of small lense-like patch reefs or mounds. The topmost part of the *florigemma*-Bank Member is covered by soil and vegetation. Scale amounts to 1m. **Fig. 2:** Northern quarry wall exposing small lensoid patch reefs consisting mainly of *Fungia**strea arachnoides* colonies, and unevenly bedded limestone of the *florigemma*-Bank. Both are erosively superimposed on cross-stratified oolite. Width of field is about 10m. **Fig. 3:** Close-up showing a single lensoid patch reef. The boundary to the adjacent bedded micritic limestone is not well-defined due to a complete facies transition from reef to inter-reef facies. Width of the picture is about 6 meters.
- Fig. 4-5** - The *florigemma*-Bank Member is well exposed in cliff sections at the margin of the Hohenstein Plateau (here: northwestern slope). The succession starts with thick, unevenly bedded oolite (Hauptoolith). Up-section follows the *florigemma*-Bank Member with *Thamnasteria dendroidea* dominated patch reefs (F, see Fig. 5 for detail) enclosed by bedded micritic inter-reef limestone. The top of the patch reefs and adjacent strata are truncated by an erosional unconformity (Hauptdiskontinuität: Hd). Quartz-bearing calcarenite (Zwischenregion) overlies the unconformity and vertically passes into calcarenite to oolite. The cliff section is about 12 meters high. Fig. 5: Two patch reefs and adjacent bedded inter-reef limestone (left); scale is 1m.
- Fig. 6** - Exposure of the *florigemma*-Bank Member in the Mattenberg quarry near Hamelspringe (outcrop photograph of the eastern quarry wall) in the southeastern Süntel Mts. Oolite (Oo, MF type 1) represents the basalmost unit. It is overlain by a thin bed of fossiliferous micritic limestone (MF type 4) that belongs to the basalmost part of the *florigemma*-Bank Member. It passes vertically into well-bedded micritic limestone (MF type 6) and a nerinean bed (N, MF type 7) the thickness of which does not exceed 25cm. It is followed by massive bioclastic cortoid limestone (MF type 9), solenopore limestone with reef debris (MF type 10) and ooid-bearing cortoid limestone rich in foraminifers (MF type 11). The top of the *florigemma*-Bank Member and overlying strata are dolomitized (D, recognizable by their yellow-brownish colour). The Hauptdiskontinuität is positioned within the dolomitized area (in the upper part, partly covered by talus). Scale is 2m.



TAFEL 3

florigemma-Bank im auflässigen Steinbruch Pötzen (nordöstliche Abbauwand).

Abb. 1 - Skizze des Steinbruchs Pötzen (hellgrau: Steinbruchareal, grau: Wegenetz im Steinbruch sowie Zufahrwege).

Abb. 2-3 - Die Abbauwand im östlichen Bereich des Steinbruchs Pötzen (s. Skizze Taf. 3/1) erschließt eine Schichtenfolge von den Heersumer Schichten bis in den Mittleren Teil der Süntel-Formation. Nach einer mächtigen Abfolge undeutlich gebankter Kalkoolithe und oolithischer Kalksteine des Hauptoolith zeichnet sich an der Steinbruchwand wenige Dezimeter mächtige gebankte mikritische Kalksteine der *florigemma*-Bank ab, die vereinzelt von Fleckenriffen durchsetzt sind. Die Fleckenriffe erscheinen als knollige Gebilde, durch die sich die ansonsten deutlich ausgebildete Schichtung nicht fortsetzt. Schräggeschichteter (nach SW' einfallender) quarzsandreicher Kalkarenit überlagert mit erosivem Kontakt die *florigemma*-Bank (Hauptdiskontinuität: Hd). Er greift im Zwischenriffbereich wesentlich tiefer in die *florigemma*-Bank ein, so dass die Fleckenriffe heute ihr Umfeld um bis zu 30cm überragen (Taf. 3/4-6). Bereits nach wenigen Profilm Metern setzt detritischer Quarzsand und -silt aus. Es folgt eine mehrere 10er Meter mächtige Abfolge von Kalkoolith, oolithischen Kalksteine und Partikelkalksteinen. Sie endet mit dem Einsetzen von Mergersedimentation sowie erneuten Schüttungen von Quarzsanden (Unterer „Kimmeridge“, oben-rechts). **Abb. 3**: Interpretation (Schemazeichnung) der Steinbruchwand im stratigraphischen Niveau der *florigemma*-Bank. Dargestellt ist die räumliche Verteilung von Kalksteinen des Zwischenriffbereichs (hellgrau) und der Fleckenriffe (dunkelgrau).

Abb. 4-6 - Detailaufnahmen einiger Fleckenriffe der *florigemma*-Bank, aufgeschossen an der nordöstlichen Steinbruchwand des Steinbruchs Pötzen. Gebankter mikritischer Kalkstein grenzt seitlich unmittelbar an Riffkalkstein.

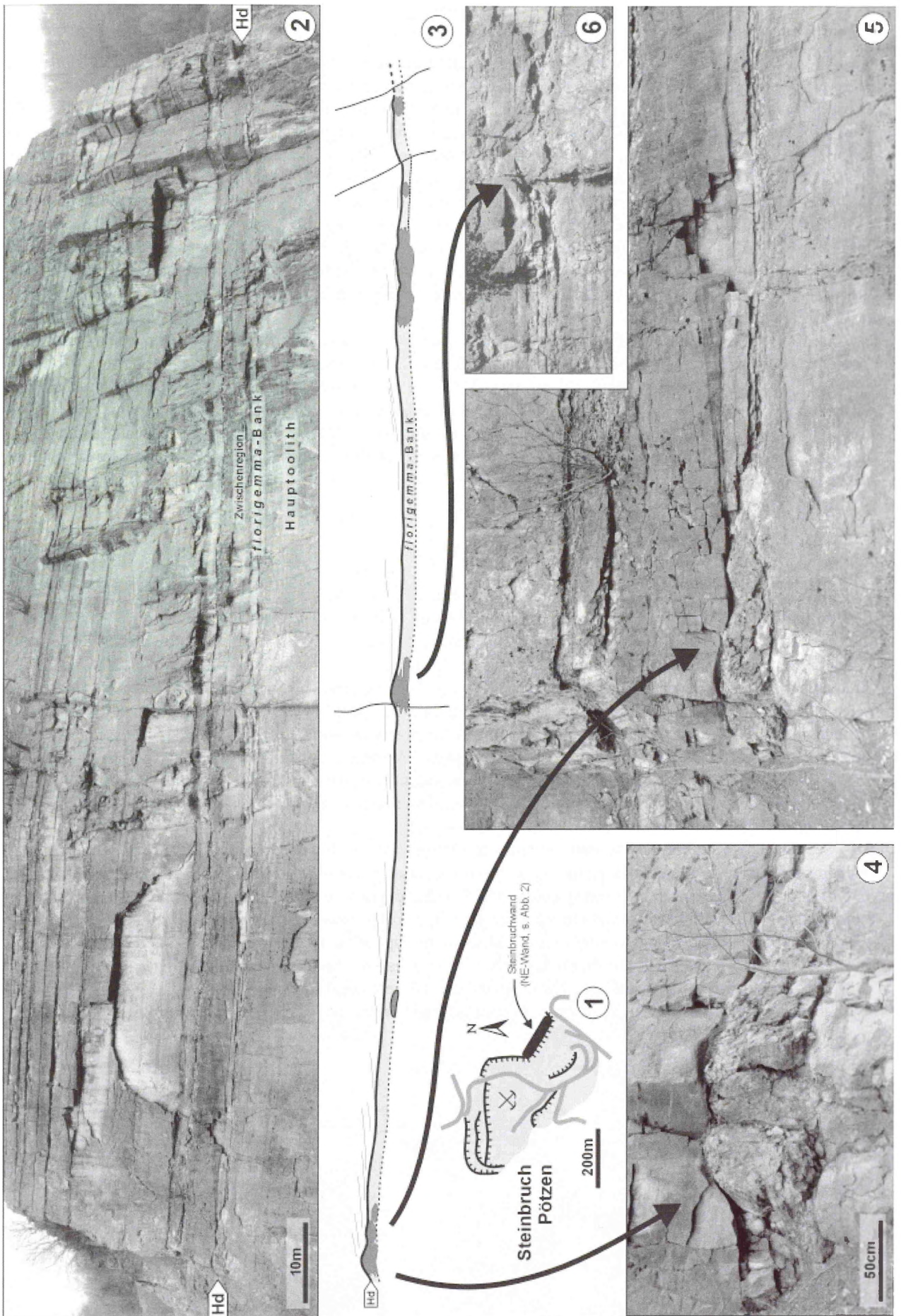
PLATE 3

Outcropping *florigemma*-Bank Member in the abandoned Pötzen quarry (NE' Süntel Mts); northeastern quarry wall.

Fig. 1 - A schematic sketch illustrating the Pötzen quarry (grey: tracks). The perspective of the photograph in Fig. 2 is indicated by the thick black line.

Fig. 2-3 - 2: Sedimentary sequence ranging from the Heersum Fm. to the Süntel Fm. exposed at the northeastern quarry wall (s. sketch Fig. 1) of the Pötzen quarry. Limestone of the *florigemma*-Bank Member only a few dm in thickness are superimposed on oolite of the Hauptoolith Member. The limestone *florigemma*-Bank Member exhibits small-scale lateral facies changes between bedded micritic inter-reef limestone and small knobby patch reefs. The top of the *florigemma*-Bank Member displays an erosional unconformity (Hauptdiskontinuität: Hd). Compared with the distribution area of bedded inter-reef limestone, the patch reefs are remarkably elevated above the erosional level (Figs. 4-6). The erosional surface is overlain by quartz-bearing calcarenite. A marked decrease of detrital quartz leads to a succession of oolite, oolithical limestone and calcarenite that follows up-section. At the top it becomes more marly and ends with intercalation of sandstone beds (Unterer "Kimmeridge", upper right). 3: Line tracing of the photograph in Fig. 2 and spatial facies distribution in the *florigemma*-Bank Member: reef limestone (dark grey) versus bedded inter-reef limestone (light grey). The position of detailed outcrop photographs is indicated by arrows.

Fig. 4-6 - Patch reefs of the *florigemma*-Bank Member, exposed at the northeastern quarry wall (s. Fig. 2-3). Reef limestone of lensoid patch reefs passing laterally into bedded micritic inter-reef limestone. Patch reef margins show sharp interfingering contact with inter-reef limestone.

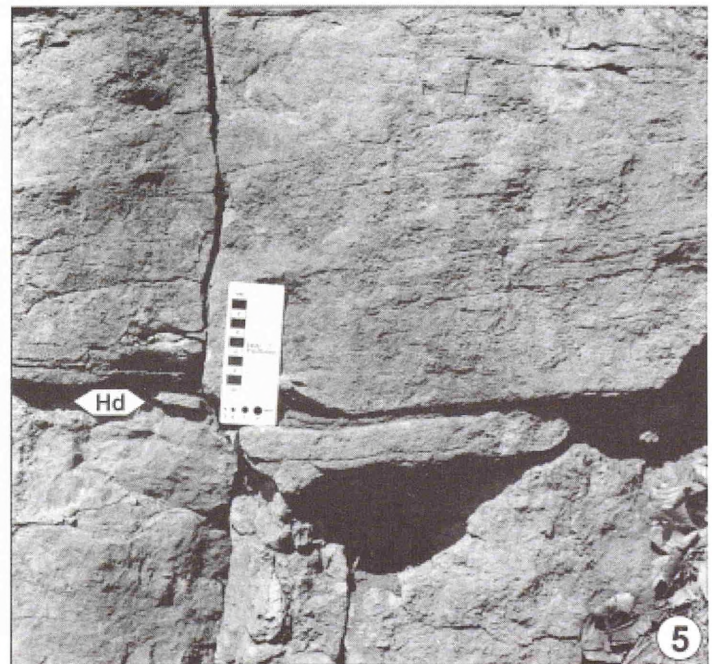
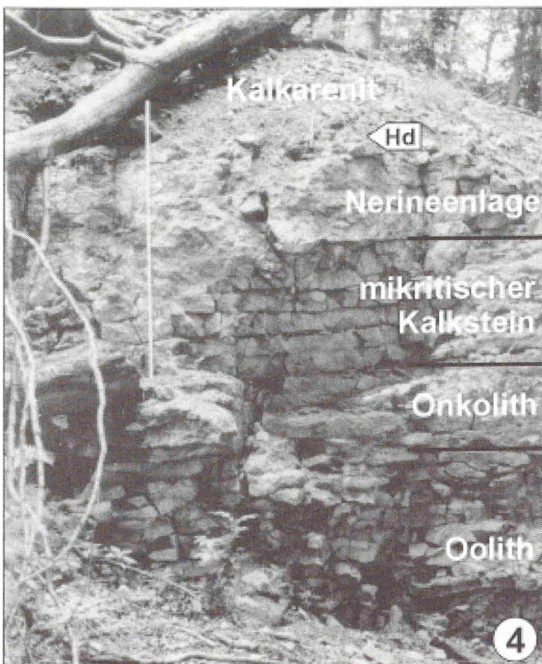
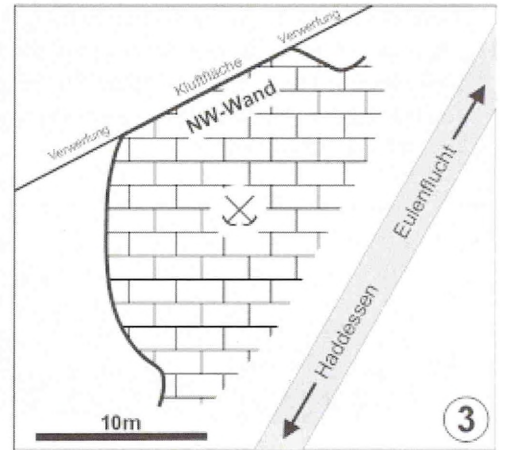
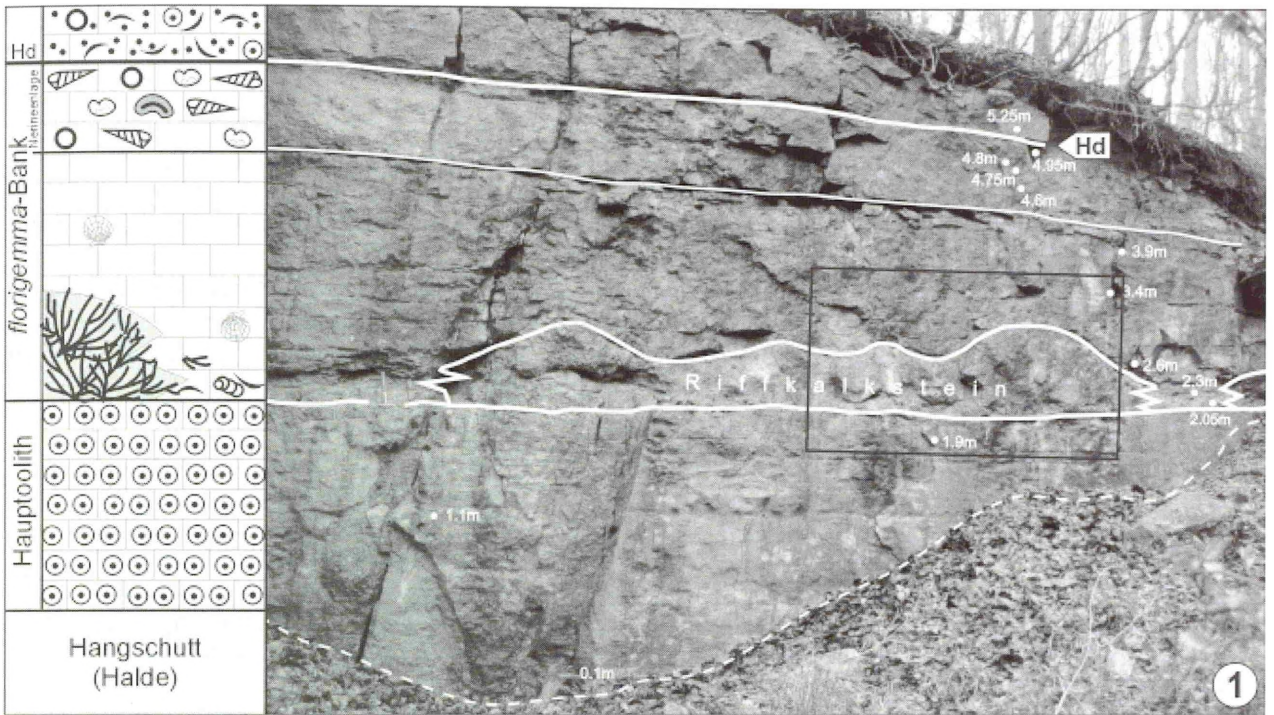


TAFEL 4

- Abb. 1-3** - Aufgelassener Steinbruch im Falltal (Profil Fa). **Abb. 1:** Blick auf die NW-Wand (s. Taf. 4/3). An einer Klufffläche (Verwerfung, z.t. mit „Sintertapeten“ überzogen) ist ein komplettes Profil der *florigemma*-Bank aufgeschlossen. Lithologische Grenzen sind mit einer weißen Linie nachgezeichnet (Hd: Hauptdiskontinuität); die Abfolge ist zusätzlich links in einem schematischen Säulenprofil dargestellt. Hammer im linken Bildbereich als Maßstab. Der schwarze Rahmen zeigt die Umgrenzung der in Taf. 4/2 dargestellten Ausschnittvergrößerung dar; die weißen Punkte kennzeichnen Probenahmepunkte (Profil Fa). **Abb. 2:** Detailaufnahme des in Taf. 4/1 durch den Rahmen angezeigten Bereichs (partiell versinterte Klufffläche, Hammer als Maßstab). Riffkalkstein überlagert – auf Höhe des Hammerkopfes – mit scharfer Grenzfläche Kalkoolith. Darüber folgt mikritischer Kalkstein, der das Relief auskleidet (durchhängende und bereichsweise auskeilende Schichtung). **Abb. 3:** Übersichtsskizze des Steinbruchs im Falltal (Backsteinsignatur: Steinbruchareal, grau: Forstweg). Die NW-Wand mit dem *florigemma*-Bank-Profil (Taf. 4/1) entspricht einer Verwerfungsfläche. Abgebaut wurde im Steinbruch ausschließlich Kalkoolith, der mit tektonischem Kontakt an die in Taf. 4/1 wiedergegebene Schichtenfolge stößt.
- Abb. 4** - Der kleine aufgelassene Steinbruch am Wellergrund erschließt ein vergleichsweise geringmächtiges Profil der *florigemma*-Bank in der faziellen Ausbildung lagunärer Zwischenriffablagerungen.
- Abb. 5** - Dachbereich der *florigemma*-Bank (Nerineenlage, MF-Typ 7) mit teilweise herausgewitterten und hervorstehenden Gehäusen von „*Nerinea*“ *fasciata* Voltz (vgl. Taf. 35/11) im aufgelassenen Steinbruch am Forstweg südlich vom Brennen-Berg (Profil Fö). Darüber folgt mit erosivem Kontakt (Hd: Hauptdiskontinuität) kreuzgeschichteter quarzsandreicher Kalkarenit. In Muldenartigen Vertiefungen (rechts unterhalb vom Maßstab) befinden sich größere Komponenten bis in den Feinkiesbereich angereichert.

PLATE 4

- Fig. 1-3** - Abandoned quarry in the Falltal (section Fa), southeastern Süntel Mts. **Fig. 1:** northwestern quarry wall (s. Pl. 4/3). The weathered joint surface (in places with sinter veneers) exposes a complete section of the *florigemma*-Bank Member as well as footwall deposits and overlying strata. Lithological boundaries are outlined by white lines (Hd: Hauptdiskontinuität), see hammer (center-left) for scale. The facies succession is illustrated in the left-hand schematic lithological column. The rectangle indicates area of enlarged photograph shown in Pl. 4/2. The white dots and labels refer to the origin of bulk samples. **Fig. 2:** Enlarged view of weathered joint surface (see rectangle in Pl. 4/1 for position), hammer for scale. Reef limestone of the *florigemma*-Bank Member disconformably overlying roughly horizontal bedded oolite (hammer head indicates boundary). Micritic limestone follows above to the patch reef and covers the submarine topographic relief (beds abut against the reef limestone and laterally wedge out). **Fig. 3:** Schematic sketch of the Falltal quarry (brick symbol: quarry area, grey: forest road). The northeastern quarry wall represents a joint surface on which the *florigemma*-Bank Member is exposed.
- Fig. 4** - Section across the *florigemma*-Bank Member and under- and overlying strata exposed in the small abandoned Wellergrund quarry (section We), with the vertical facies succession: oolite (MF type 1), oncolite (MF type 3), bedded micritic limestone (MF type 6), nerineid limestone (MF type 7) and quartz-bearing bioclastic calcarenite (MF type 12); Hd indicates the position of the erosional surface at the top of the *florigemma*-Bank Member.
- Fig. 5** - Abandoned quarry next to a forestry road on the southern slope of the Brennen-Berg (section Fö). Nerinean bed at the top of the *florigemma*-Bank Member with partly excavated tests of “*Nerinea*” *fasciata* Voltz (see Pl. 35/11) capped by quartz-bearing bioclastic calcarenite. The notch indicates the erosional surface (Hd: Hauptdiskontinuität). Coarser grained clasts are enriched in flat depressions as seen just right below the scale.



TAFEL 5

Rotalgen (*Solenopora jurassica*, *Solenopora cf. helvetica*) und Porostromata aus der florigemma-Bank.

Abb. 1 - *Solenopora jurassica* Brown umwächst Korallenast von *Goniocora socialis* Roemer. Bereichsweise ist *S. jurassica* von *Bacinella irregularis* Radoièiæ durchsetzt und von *Lithocodium aggregatum* Elliott (oben-rechts) bewachsen. Profil Herriehausen, Dünnschliff He-0.98m(1).

Abb. 2 - Randlich stark mikritisierter Thallus von *Solenopora cf. helvetica* Peterhans. Nerineenlage (MF-Typ 7); Profil Föhrtal, Dünnschliff Fö-2.3m(3).

Abb. 3a,b - a: Riffschuttführender Solenoporen-Kalkstein (MF-Typ 10) mit Cortoiden, kleinen Knollen von *Solenopora jurassica* Brown (links-oben) sowie porostromaten Cyanobakterien, die einen Echinodermenrest (Seeigelstachel?, unten) bewachsen. Die Kontaktflächen der Komponenten sind großteils stylolithisch überprägt. b: Detailaufnahme der porostromaten Cyanobakterien („cayeuxiiden Algen“). Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-5.3m(1).

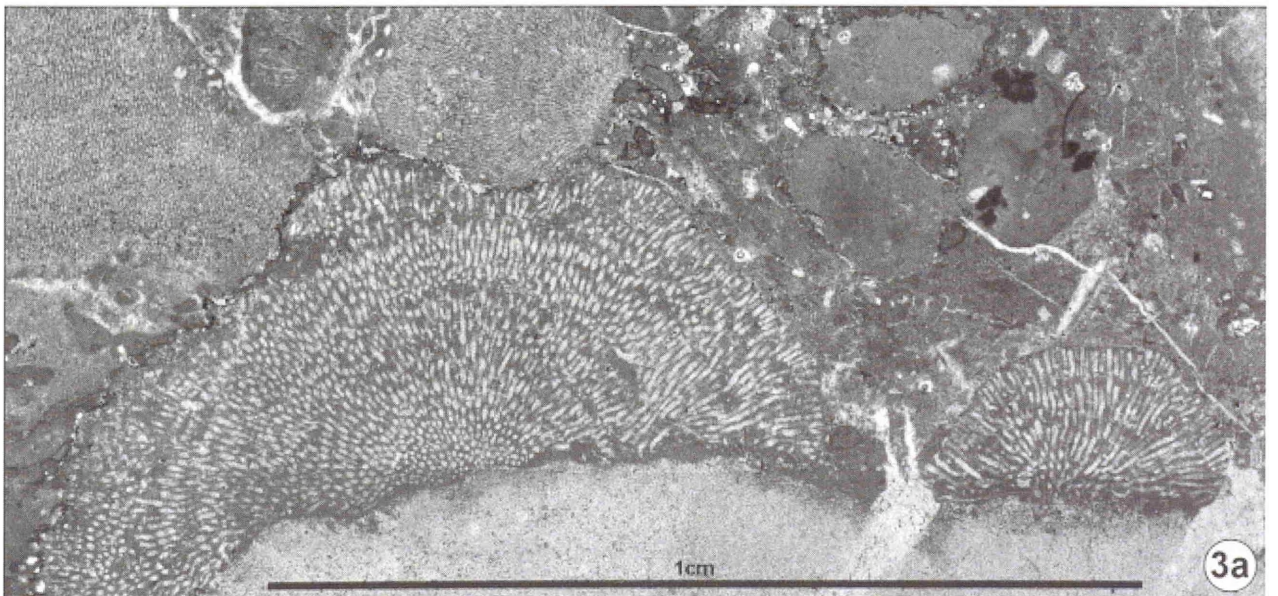
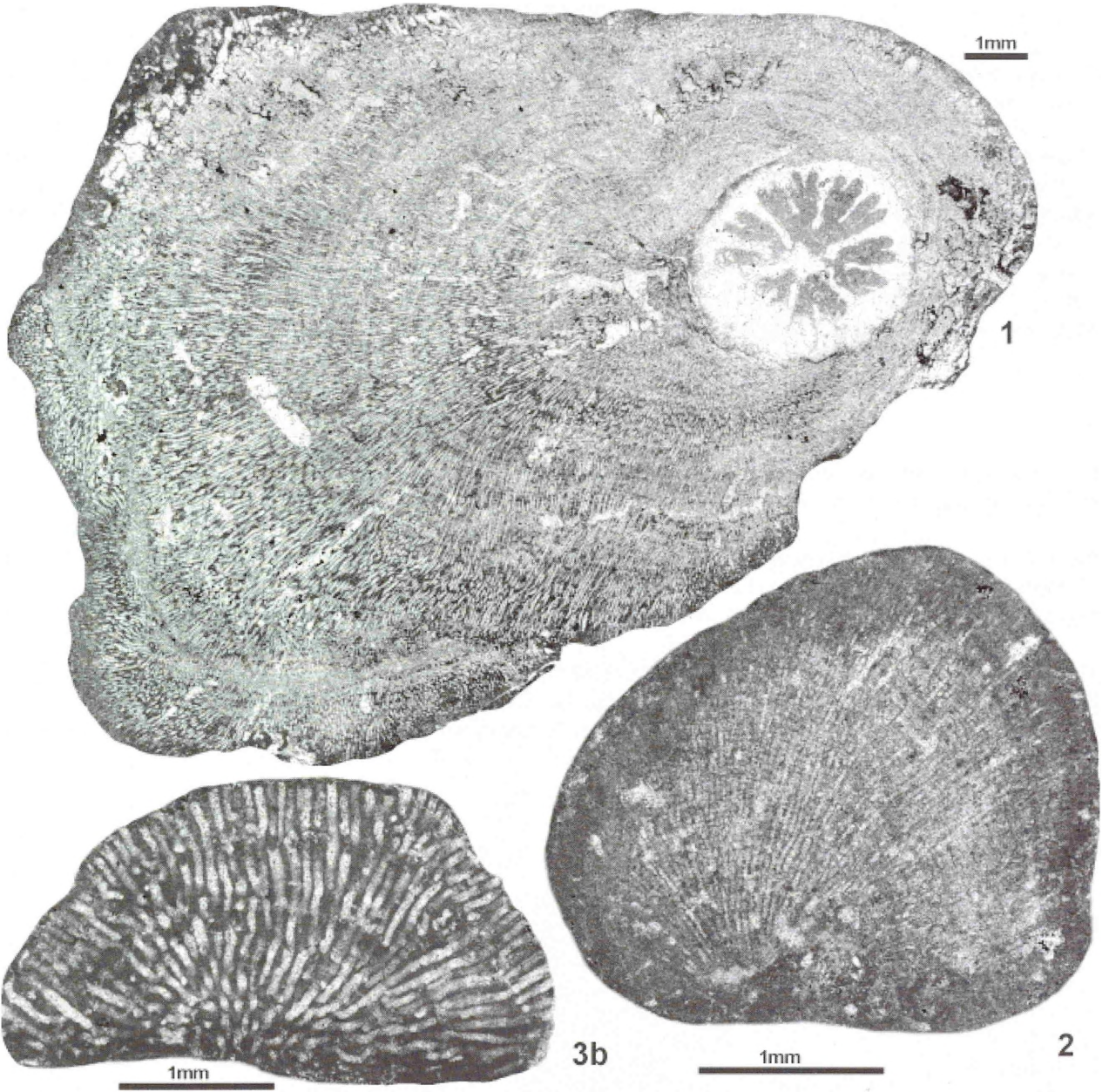
PLATE 5

Red algae (*Solenopora jurassica*, *Solenopora cf. helvetica*) and Porostromata of the florigemma-Bank.

Fig. 1 - *Solenopora jurassica* Brown growing around a corallite of *Goniocora socialis* Roemer. Note intergrown *Bacinella irregularis* Radoièiæ and encrustations of *Lithocodium aggregatum* Elliott (upper right), the latter is restricted to the margin of the *S. jurassica* nodule. Section Herriehausen, thin section He-0.98m(1).

Fig. 2 - Longitudinal section across a nodule of *Solenopora cf. helvetica* Peterhans displaying extensive micritization. Nerinean bed (MF type 7); section Föhrtal, thin section Fö-2.3m(3).

Fig. 3a,b - a: Solenoporid limestone with reef debris (MF type 10) with abundant calcareous algae. Two nodules of porostromate algae are fixed on an echinoid spine. Further components are small nodules of *Solenopora jurassica* Brown and cortoids (on the right). b: Nodule of porostromate (“cayeuxiid”) algae on the right side (Fig. 3a) in more detail. Mattenberg quarry, thin section Mat-I-5.3m(1).



TAFEL 6

Rotalgen (*Pycnoporidium lobatum*) und Dasycladaceen (*Salpingoporella ? suentelensis*, *Terquemella cf. elongata*, *Terquemella sp.*) aus der florigemma-Bank.

Abb. 1-2 - Querschnitte durch die Kalkröhre von *Salpingoporella ? suentelensis* Helm, Schülke & Schlagintweit. Nerineenlage (MF-Typ 7); Profil Föhrtal, Dünnschliff Fö-2.3m(2).

Abb. 3 - Randlicher Längsschnitt durch die Kalkröhre von *Salpingoporella ? suentelensis* Helm, Schülke & Schlagintweit. Nerineenlage (MF-Typ 7); Profil Falltal, Dünnschliff Fa-4.75m.

Abb. 4 - *Terquemella sp.*; Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9); Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-4.0m.

Abb. 5 - *Terquemella cf. elongata*. Nerineenlage (MF-Typ 7); Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-(6.3/0.25).

Abb. 6 - *Pycnoporidium lobatum* Yabe & Toyama. Nerineenlage (MF-Typ 7); Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-(4.0/1.4)-4.

PLATE 6

Red algae (*Pycnoporidium lobatum*) and dasycladalean algae (*Salpingoporella ? suentelensis*, *Terquemella cf. elongata*, *Terquemella sp.*) of the florigemma-Bank.

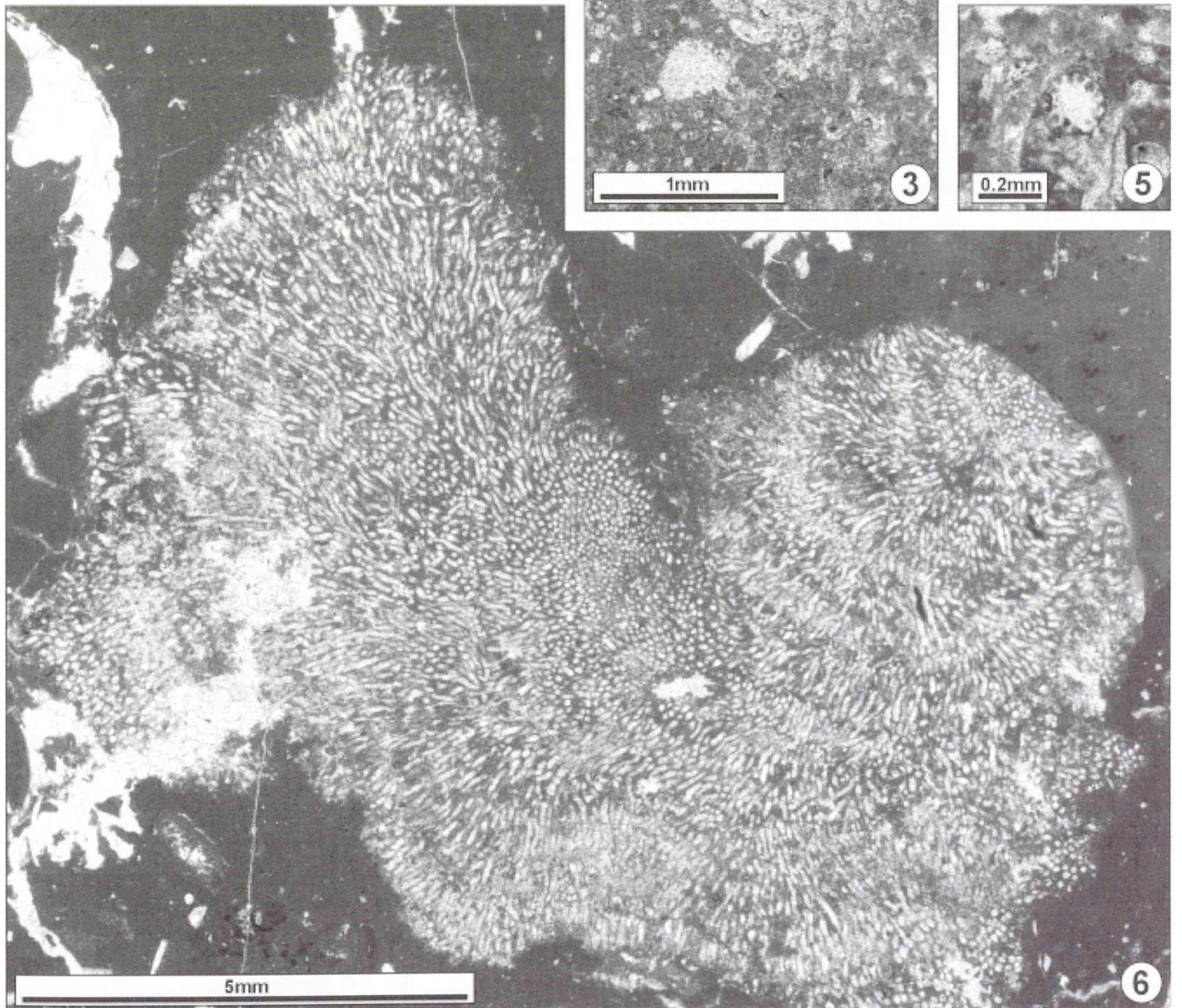
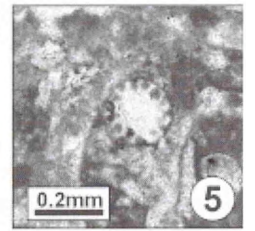
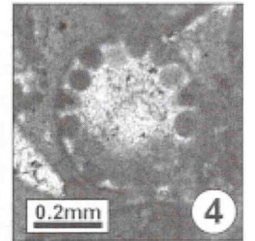
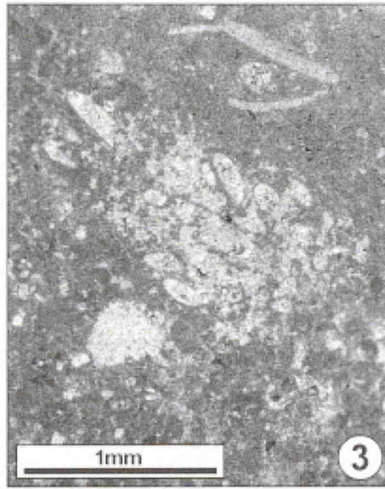
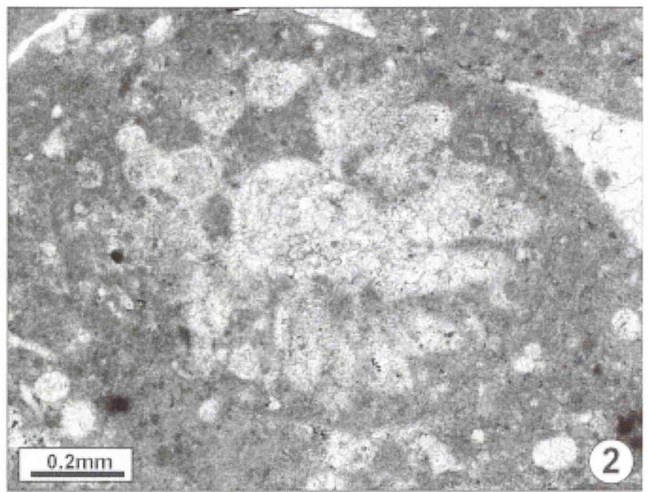
Fig. 1-2 - Large thalli of *Salpingoporella ? suentelensis* Helm, Schülke & Schlagintweit in cross section (slightly oblique). Nerinean bed (MF type 7); section Förtal, thin section Fö-2.3m(2).

Fig. 3 - *Salpingoporella ? suentelensis* Helm, Schülke & Schlagintweit in oblique longitudinal section. Nerinean bed (MF type 7); section Falltal, thin section Fa-4.75m.

Fig. 4. - *Terquemella sp.*; bioclastic cortoid limestone (MF type 9); section Mattenberg quarry, thin section Mat-I-4.0.

Fig. 5 - *Terquemella cf. elongata*. Nerinean bed (MF type 7); section Amelungsberg, thin section Am-(6.3/0.25).

Fig. 6 - Nodule of *Pycnoporidium lobatum* Yabe & Toyama. Nerinean bed (MF type 7); section "Grüner Altar", thin section Gr-(4.0/1.4)-4.



TAFEL 7

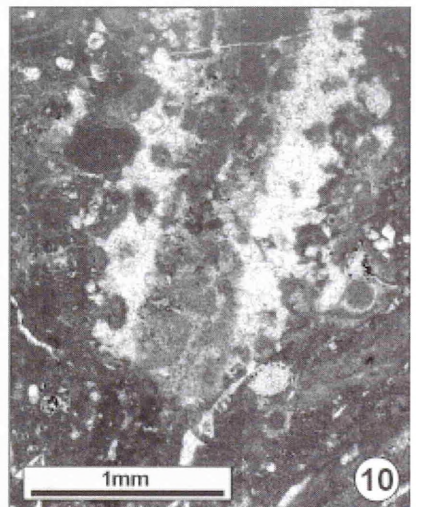
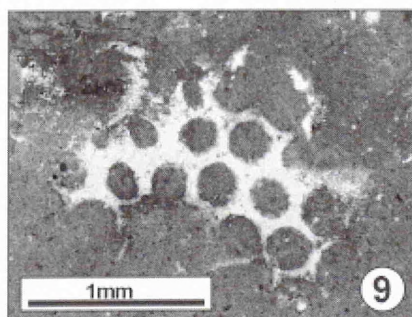
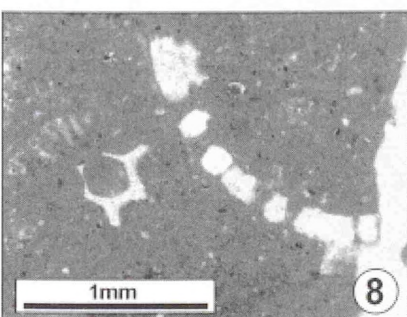
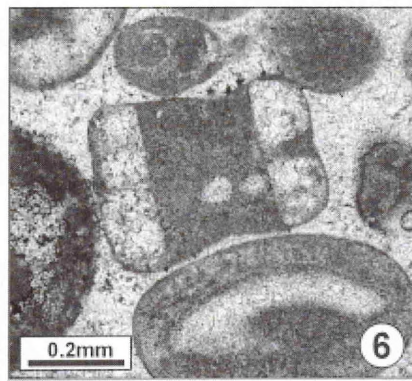
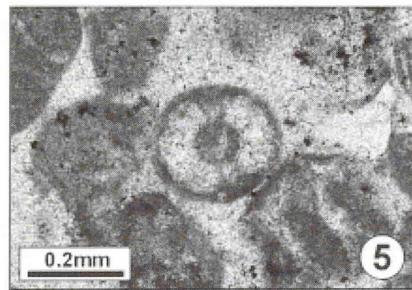
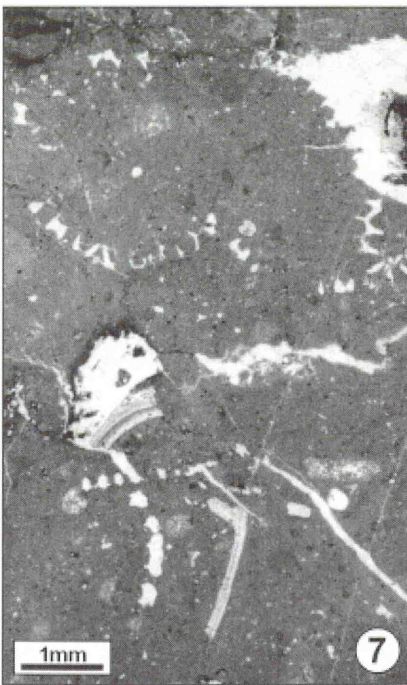
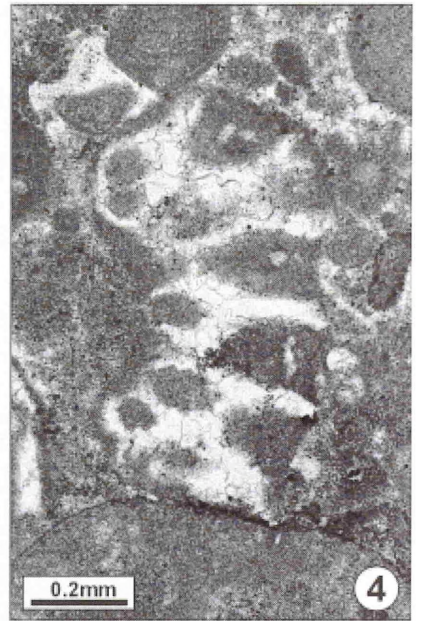
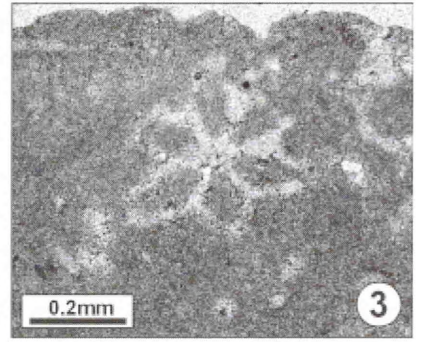
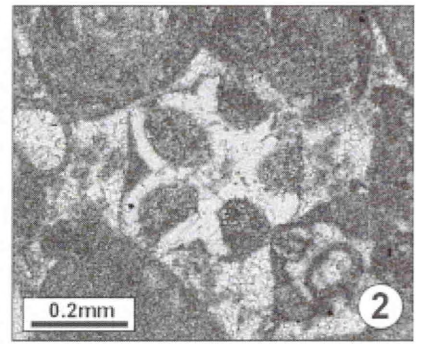
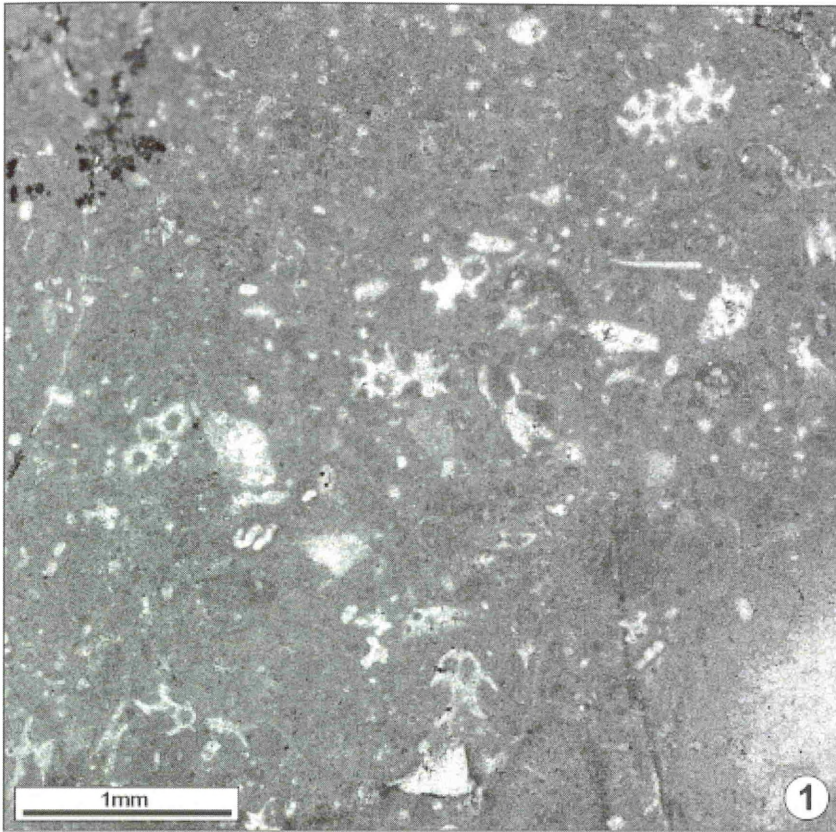
Dasycladaceen (*Rajkaella* cf. *iailaensis*, *Salpingoporella annulata*, *Anisoporella* ? *cretacea*, *Otternstella* cf. *lemmensis*) aus der *florigemma*-Bank.

- Abb. 1** - Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9) mit zahlreichen Fragmenten von *Rajkaella* cf. *iailaensis* (Maslov), unten-rechts: Cortoid. Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-3.9(3).
- Abb. 2-3** - *Rajkaella* cf. *iailaensis* (Maslov), distaler Schnitt durch die „Rosette“. **Abb. 2:** Foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11); Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-5.85m; **Abb. 3:** Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9); Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-3.9m(3).
- Abb. 4** - Längsschnitt durch miteinander „verschmolzene“ Äste von *Rajkaella* cf. *iailaensis* (Maslov). Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9); Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-3.9m(0).
- Abb. 5-6** - Fragmente von *Salpingoporella annulata* Carozzi im Kalkoolith (MF-Typ 1). **Abb. 5:** Kalkröhre im Querschnitt; Dünnschliff He-0.4m. **Abb. 6:** Aus zwei Segmenten bestehendes Bruchstück der Kalkröhre im Längsschnitt. Profil Herriehausen, Dünnschliff He-0.4m.
- Abb. 7** - Wackestone/Floatstone mit zahlreichen Fragmenten von *Anisoporella* ? *cretacea* (Dragastan). Nerineenlage (MF-Typ 7); Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-(4.0/1.4)(6)-2.
- Abb. 8** - Zwei Fragmente der Kalkröhre von *Anisoporella* ? *cretacea* (Dragastan) (links: Tangentialschnitt mit angedeutetem Wabenmuster; mitte und links: Querschnitt). Nerineenlage (MF-Typ 7); Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-(4.0/1.4)(5).
- Abb. 9** - Tangentialschnitt durch die dünne Kalkröhre von *Anisoporella* ? *cretacea* (Dragastan). Typisch sind runde Anschnitte im Zentrum der Wandung, die sich nach innen und außen zu einem 6-eckigen Wabenmuster erweitern (s. Taf. 7/8). Nerineenlage (MF-Typ 7); Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-(4.0/1.4)(5).
- Abb. 10** - Längsschnitt? durch die Röhre einer Kalkalge, vermutlich *Otternstella* cf. *lemmensis* (Bernier). Fossilreicher mikritischer Kalkstein (MF-Typ 4); Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-(1.1/0.1).

PLATE 7

Dasycladalean algae (*Rajkaella* cf. *iailaensis*, *Salpingoporella annulata*, *Anisoporella* ? *cretacea*, *Otternstella* cf. *lemmensis*) from the *florigemma*-Bank Member.

- Fig. 1** - Bioclastic cortoid limestone (MF type 9) with abundant thallus remains of *Rajkaella* cf. *iailaensis* (Maslov). Mattenberg quarry, thin section Mat-I-3.9(3).
- Fig. 2-3** - *Rajkaella* cf. *iailaensis* (Maslov), distal cutting of the rosette with 5 (Fig. 2) or 6 (Fig. 3) secondaries. **Fig. 2:** ooid-bearing cortoid limestone (MF type 11); Mattenberg quarry, thin section Mat-I-5.85m; **Fig. 3:** bioclastic cortoid limestone (MF type 9); Mattenberg quarry, thin section Mat-I-3.9(3).
- Fig. 4** - Longitudinal section of fused branches of *Rajkaella* cf. *iailaensis* (Maslov). Bioclastic cortoid limestone (MF type 9); Mattenberg quarry, thin section Mat-I-3.9(0).
- Fig. 5-6** - Oolithe (MF type 1) with worn fragment of *Salpingoporella annulata* Carozzi (Fig. 5: in cross section; Fig. 6: in longitudinal section). Section Herriehausen, thin section He-0.4m.
- Fig. 7** - Wackestone with abundant remains of *Anisoporella* ? *cretacea* (Dragastan). Nerinean bed (MF type 7); section "Grüner Altar", thin section Gr-(4.0/1.4) (6)-2.
- Fig. 8** - Small thallus fragment of *Anisoporella* ? *cretacea* (Dragastan) in tangential section (left) and fragment of the tube-like thallus in cross section. Nerinean bed (MF type 7); section Grüner Altar, thin section Gr-(4.0/1.4)(5).
- Fig. 9** - Fragment of *Anisoporella* ? *cretacea* (Dragastan) in tangential section showing honeycomb-like thallus wall (s. Pl. 7/8). Nerinean bed (MF type 7); section Grüner Altar, thin section Gr-(4.0/1.4)(5).
- Fig. 10** - Remain of dasycladalean alga in longitudinal section (? *Otternstella* cf. *lemmensis* (Bernier). Fossiliferous micritic limestone (MF type 4); Pötzen quarry, thin section Pö-(1.1/0.1).



TAFEL 8

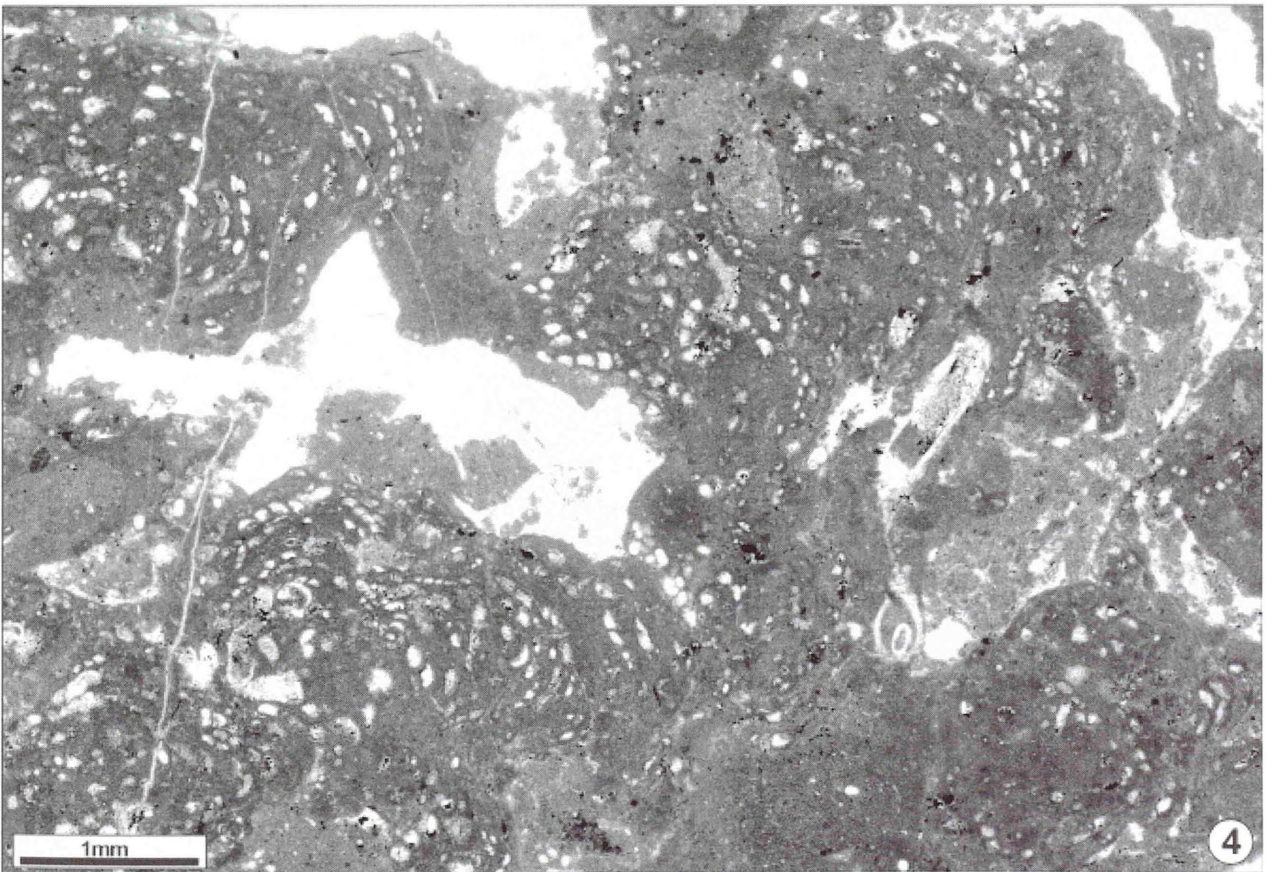
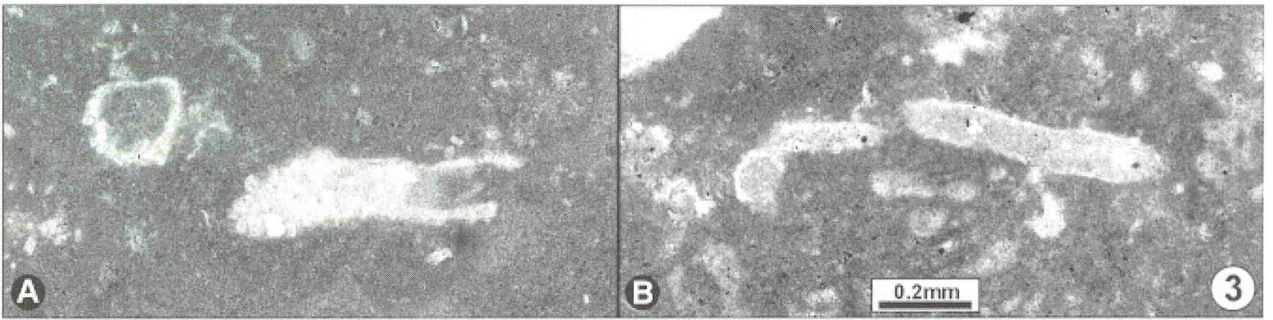
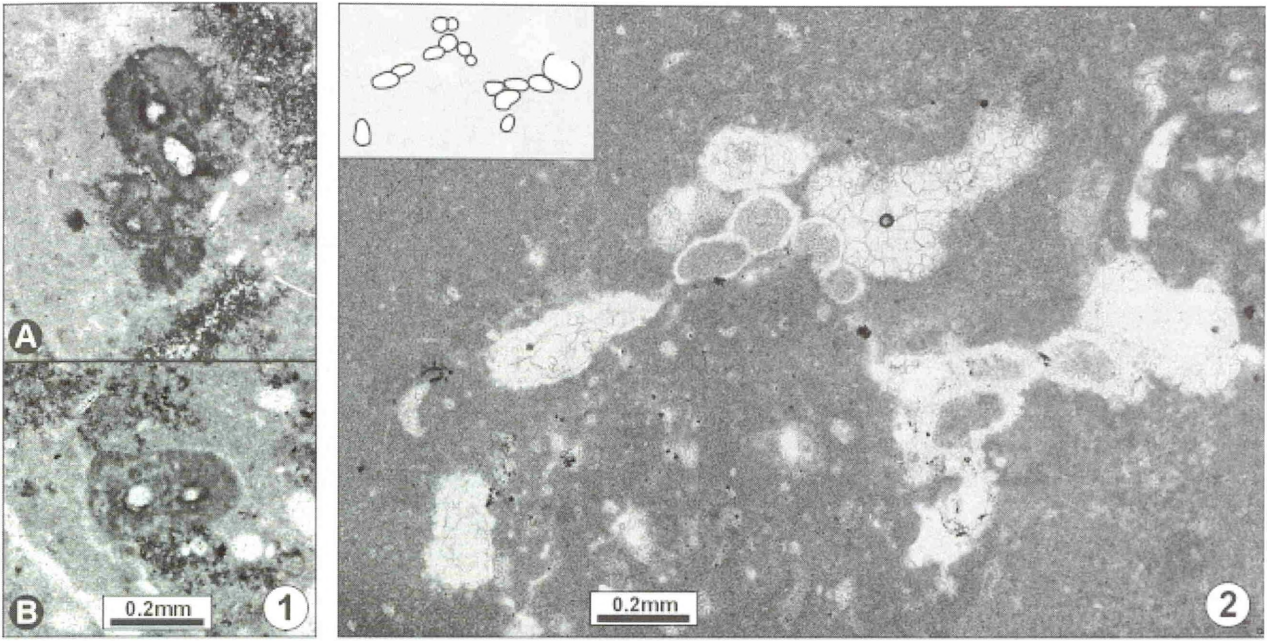
Inkrustierende Foraminiferen (Sandschaler: *Placopsilina? argoviensis*, *Tolypammima vagans*, nubeculariide Foraminiferen und Tubiphyten) des Riffbereichs (MF-Typ 8) und Riffschuttfazies (MF-Typ 5).

- Abb. 1A, B** - „*Tubiphytes*“ *morroneensis* Crescenti aus dem Riffschuttkalkstein (MF-Typ 5) der *florigemma*-Bank. Profil Steinruch Pötzen, Dünnschliff Pö-(21.1/0.1).
- Abb. 2** - *Sorosphaera* cf. *argoviensis* (Haeusler, emend. Oesterle) im Thrombolith (MF-Typ 8). Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(9.4/3.55)-C.
- Abb. 3A, B** - *Tolypammima vagans* (Brady) im Thrombolith (MF-Typ 8); Längs- und Querschnitte durch die aus feinem detritischen Quarz agglutinierte Röhre. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-3.6m.
- Abb. 4** - Thrombolith (MF-Typ 8) mit Massenvorkommen von nubeculariiden Foraminiferen. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-1.25m.

PLATE 8

Encrusting foraminifers (agglutinates: *Placopsilina? argoviensis*, *Tolypammima vagans*, nubeculariids, and „*Tubiphytes*“) of the reef facies (MF type 8) and reef rubble facies (MF type 5).

- Fig. 1A, B** - Clasts of „*Tubiphytes*“ *morroneensis* Crescenti in reef debris limestone (MF type 5). Pötzen quarry, thin section Pö-(21.1/0.1).
- Fig. 2** - *Sorosphaera* cf. *argoviensis* (Haeusler, emend. Oesterle) within thrombolite (MF type 8). Haddessen quarry, thin section Had-(9.4/3.55)-C.
- Fig. 3A, B** - Thrombolite (MF type 8) with *Tolypammima vagans* (Brady); longitudinal and cross section of the fine agglutinated tube. Haddessen quarry, thin section Had-I-3.6m.
- Fig. 4** - Microbial crusts (MF type 8) profusely encrusted with nubeculariid foraminifers. Haddessen quarry, thin section Had-I-1.25m.



TAFEL 9

Agglutinierende Foraminiferen (*Ammobaculites suprajurassicus*, *A. coprolithiformis*, *Haddonia* sp., *Pseudocyclammina lituus*)

Abb. 1A-F - Aus grobem Material einfach gebauter Sandschaler *Ammobaculites suprajurassicus* (Schwager) in gut ausgewaschenen Cortoid-Kalksteinen (MF-Typ 9) (A-C, E, Profil Mattenberg) und fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) (D, F, Profil Roter Stein). A: Dünnschliff Mat-I-6.8m; B-C: Dünnschliff Mat-I-5.6m; D: Dünnschliff RS-4.8m(P12.2); E: Dünnschliff Mat-I-5.9m; F: Dünnschliff RS-2.2m(P6.3).

Abb. 2A-C - *Ammobaculites coprolithiformis* (Schwager) im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4). Profil Roter Stein, Dünnschliff RS-1.9m(P4.4).

Abb. 3 - *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) aus dem *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2). Profil Bohrberg; Dünnschliff Bo-II-0.2m(3).

Abb. 4A, B - Der Querschnitt durch das inkrustierende Gehäuse von *Haddonia* sp. zeigt den canaliculaten Wandaufbau (A: Übersichtsaufnahme, B: Detailaufnahme). Riffkalkstein (MF-Typ 8); Profil Bohrberg-III, Dünnschliff Bo-S-1.0m.

PLATE 9

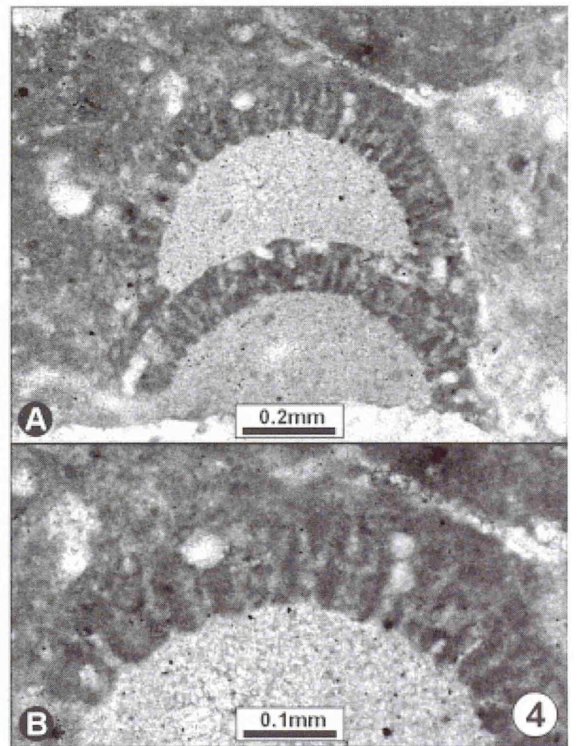
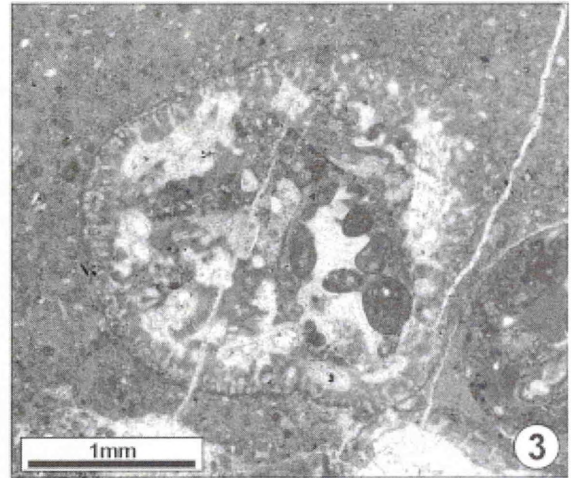
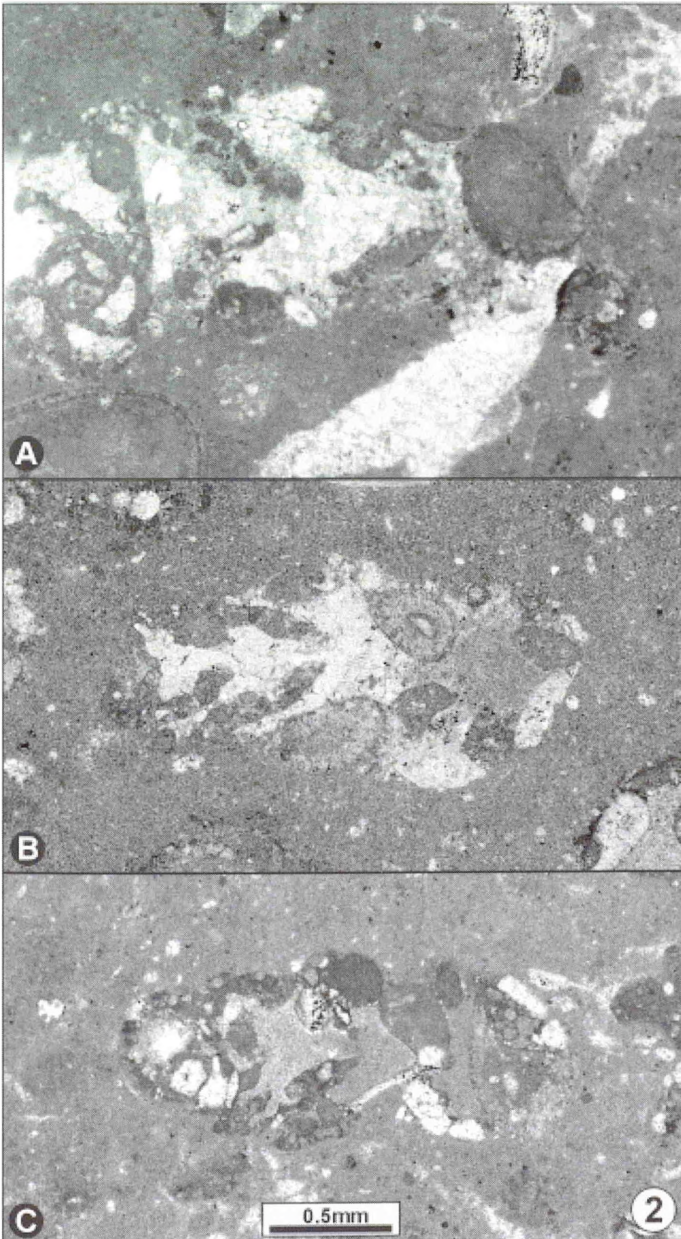
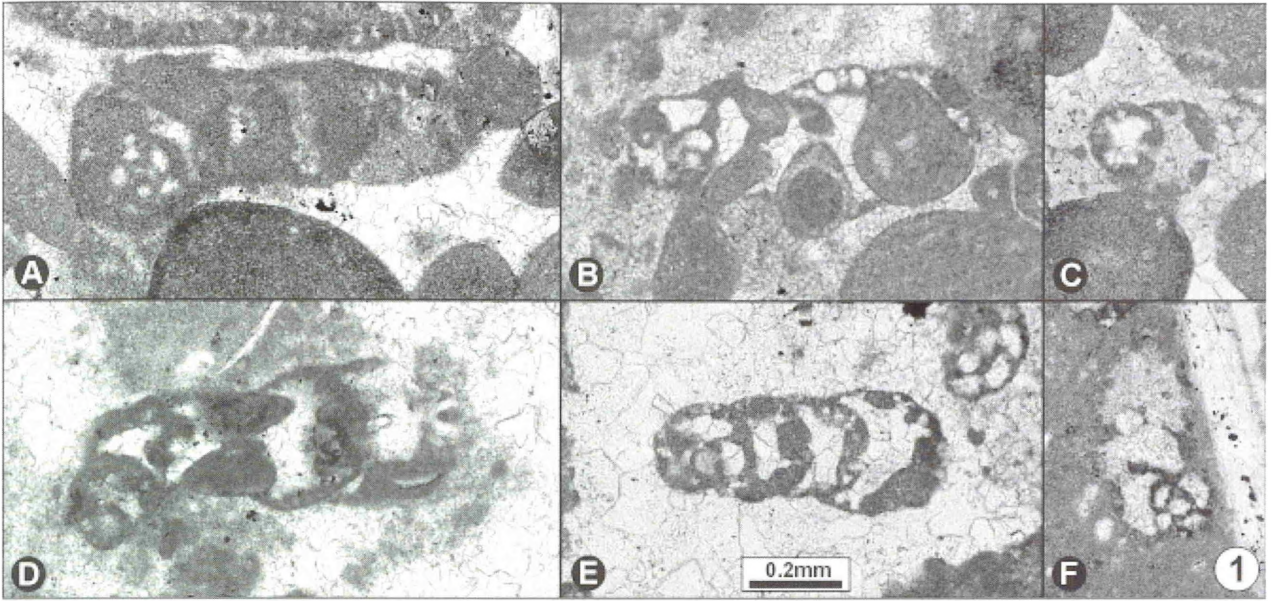
Agglutinating foraminifers (*Ammobaculites suprajurassicus*, *A. coprolithiformis*, *Haddonia* sp., *Pseudocyclammina lituus*)

Fig. 1A-F - Coarse agglutinated test of *Ammobaculites suprajurassicus* (Schwager) in bioclastic cortoid limestone (MF type 9) (A-C, E, Mattenberg quarry) and fossiliferous micritic limestone (MF type 4) (D, F, section Roter Stein). A: thin section Mat-I-6.8m; B-C: thin section Mat-I-5.6m; D: thin section RS-4.8m(P12.2); E: thin section Mat-I-5.9m; F: thin section RS-2.2m(P6.3).

Fig. 2A-C - *Ammobaculites coprolithiformis* (Schwager) in fossiliferous micritic limestone (MF type 4); section Roter Stein, thin section RS-1.9m(P4.4).

Fig. 3 - *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) in *Everticyclammina*-limestone (MF type 2); section Bohrberg, thin section Bo-II-0.2m(3).

Fig. 4A, B - Encrusting test of *Haddonia* sp. showing the canaliculate wall, A: overview, B: enlarged. Reef limestone (MF type 8); section Bohrberg-III, thin section Bo-S-1.0m.



TAFEL 10

Inkrustierende Sandschaler (*Subbdelloidina* cf. *haeusleri*, *Tritaxis lobata*) des Riffbereichs (MF-Typ 8) und *Lithocodium aggregatum*/*Troglotella incrustans*.

Abb. 1A-E - *Subbdelloidina* cf. *haeusleri* Frenzen, eine Quarz-agglutinierende inkrustierende Foraminifere, eingewachsen in Thrombolith. A, E: Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-(0.6/0.4); B: Profil Amelungsberg-I, Dünnschliff Am-I-1.0m(1); C: Profil Münchhausen-Ställe, Dünnschliff Mü-2.45m; D: Profil Kessiehausen, Dünnschliff Ke-A-1a.

Abb. 2A-I - Diverse Gehäuseanschnitte der Foraminifere *Tritaxis lobata* (Seibold); die meisten Exemplare sind direkt auf Korallenstöcken fixiert. A-B, D, F-G: Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-(4.0/3.0)-E; C: Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-(4.0/3.0); E: Profil Amelungsberg-I, Dünnschliff Am-I-1.0m; H: Profil Haddessen; Dünnschliff Mittelseminar-1.05m; I: Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-(5.0/3.5)-(2).

Abb. 3 - *Lithocodium aggregatum* Elliott inkrustiert Cortoid/Bioklast; beachte scharfen erosiven Kontakt zum randlich mikritisierten Substrat. *Everticyclammina*-Kalkstein (MF-Typ 2); Profil Bohrberg-II, Dünnschliff Bo-II-0.2m(1).

Abb. 4A, B - Zwei Exemplare von *Troglotella incrustans* Wernli & Fookes, „bohrend“ im Cortoid (A) und Korallenast von *Th. dendroidea* (B). A: Profil Herriehausen, Dünnschliff He-0.85m(2). B: Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-III-P22.2.

PLATE 10

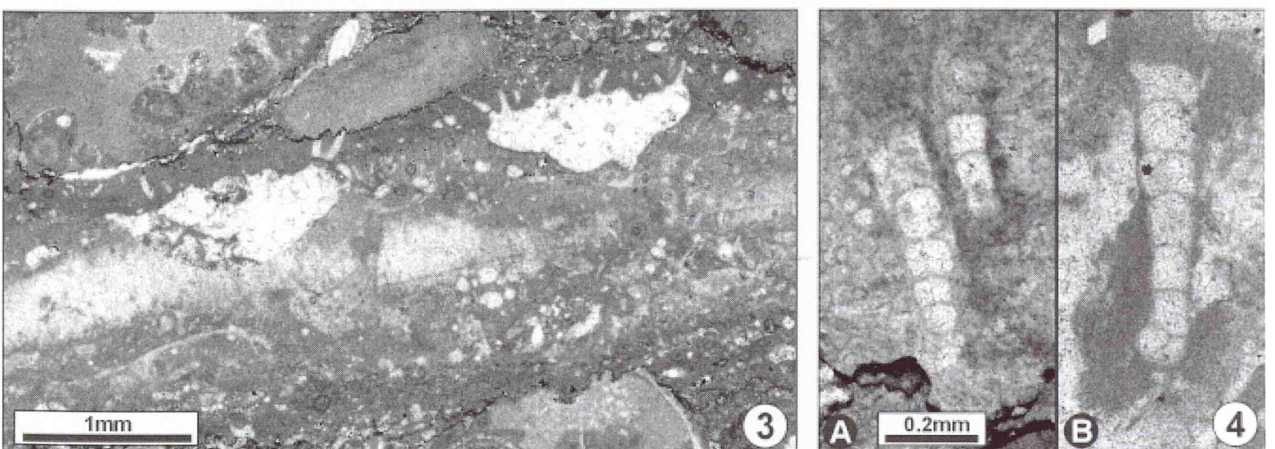
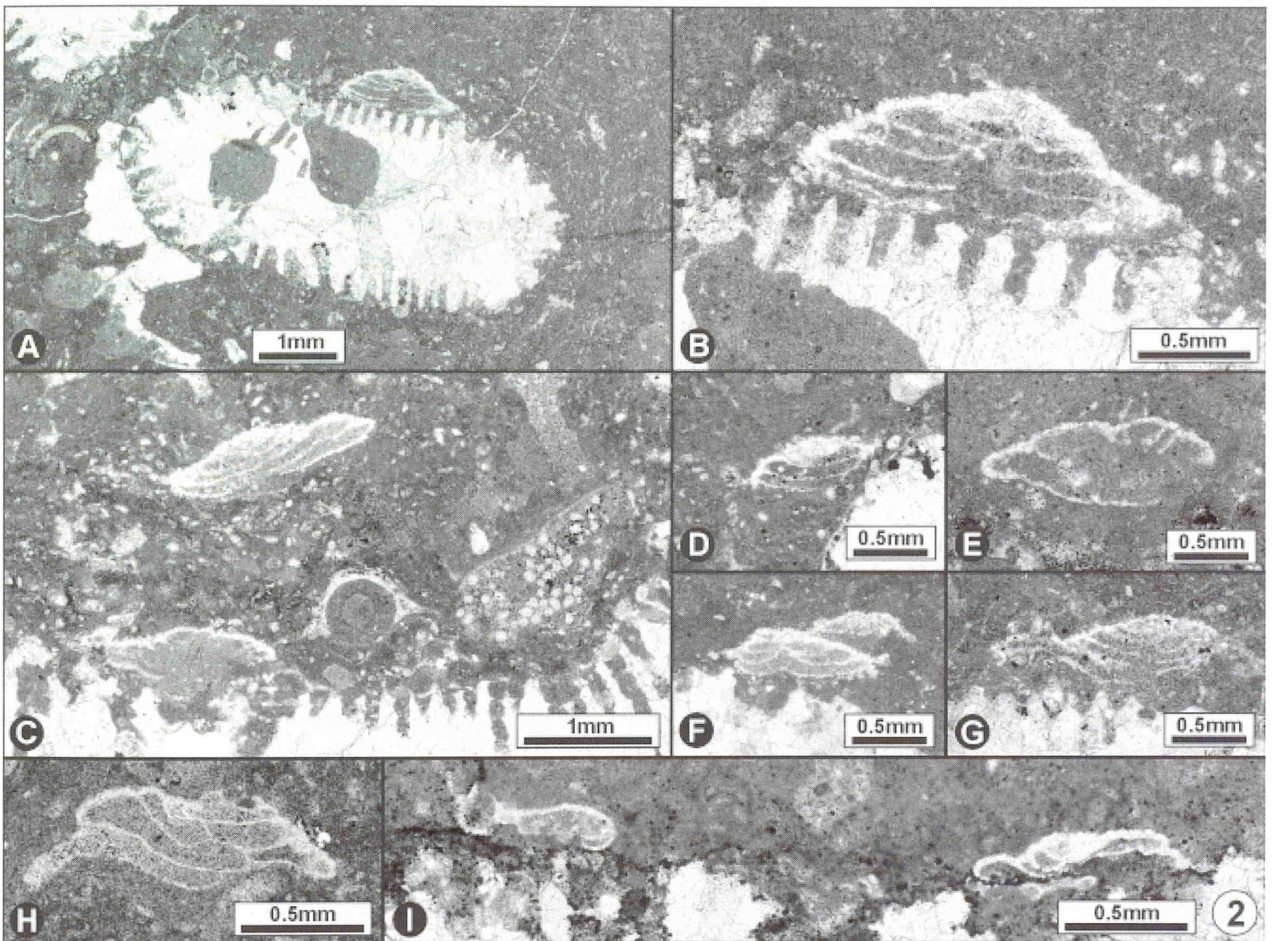
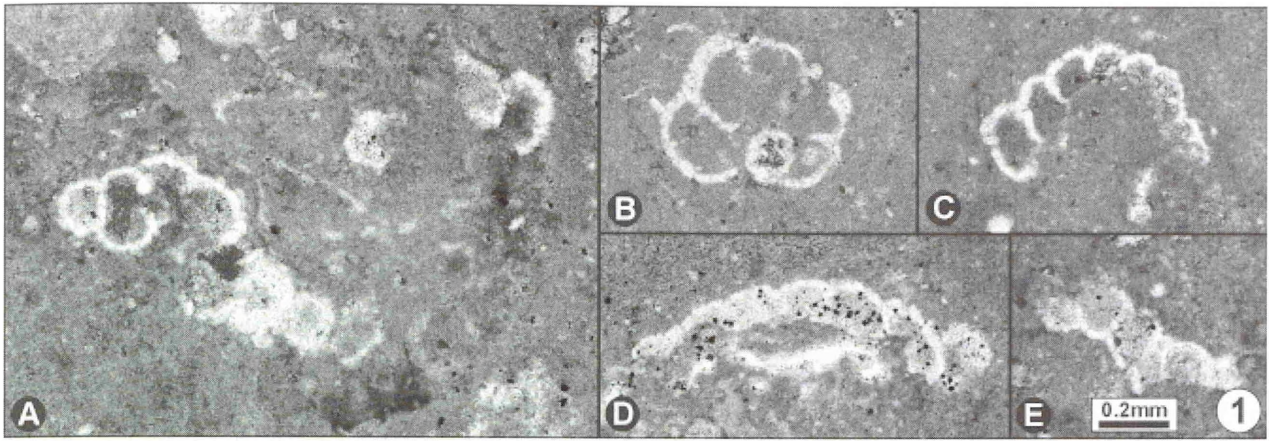
Reef-dwelling (MF type 8) encrusting/adherent textulariid foraminifers (*Subbdelloidina* cf. *haeusleri*, *Tritaxis lobata*) as well as *Lithocodium aggregatum*/*Troglotella incrustans* consortian.

Fig. 1A-E - *Subbdelloidina* cf. *haeusleri* Frenzen is typically found within thrombolite. Its test consists exclusively of fine agglutinated quartz grains. A, E: section Grüner Altar, thin section Gr-(0.6/0.4); B: section Amelungsberg-I, thin section Am-I-1.0m(1); C: section Münchhausen-Ställe, thin section Mü-2.45m; 4: section Kessiehausen, thin section Ke-A-1a.

Fig. 2A-I - Quartz-agglutinated tests of *Valvulina tritaxis* (Seibold); most specimens grew directly on coral skeletons. A-B, D, F-G: section Grüner Altar, thin section Gr-(4.0/3.0)-E; C: section Grüner Altar, thin section Gr-(4.0/3.0); E: section Amelungsberg-I, thin section Am-I-1.0m; H: Haddessen quarry; thin section Mittelseminar-ca. 1.05m; I: section Grüner Altar, thin section Gr-(5.0/3.5)-(2).

Fig. 3 - *Lithocodium aggregatum* Elliott attached to a cortoid/bioclast. Note the sharp erosional contact between *L. aggregatum* and its substratum. *Everticyclammina* limestone (MF-Typ 2); section Bohrberg-II, thin section Bo-II-0.2m(1).

Fig. 4A, B - Specimens of *Troglotella incrustans* Wernli & Fookes (boring ontogenetic stage), within a cortoid (A) and coral branch (B). A: section Herriehausen, thin section He-0.85m(2). B: section Amelungsberg-III, thin section Am-III-P22.2.



TAFEL 11

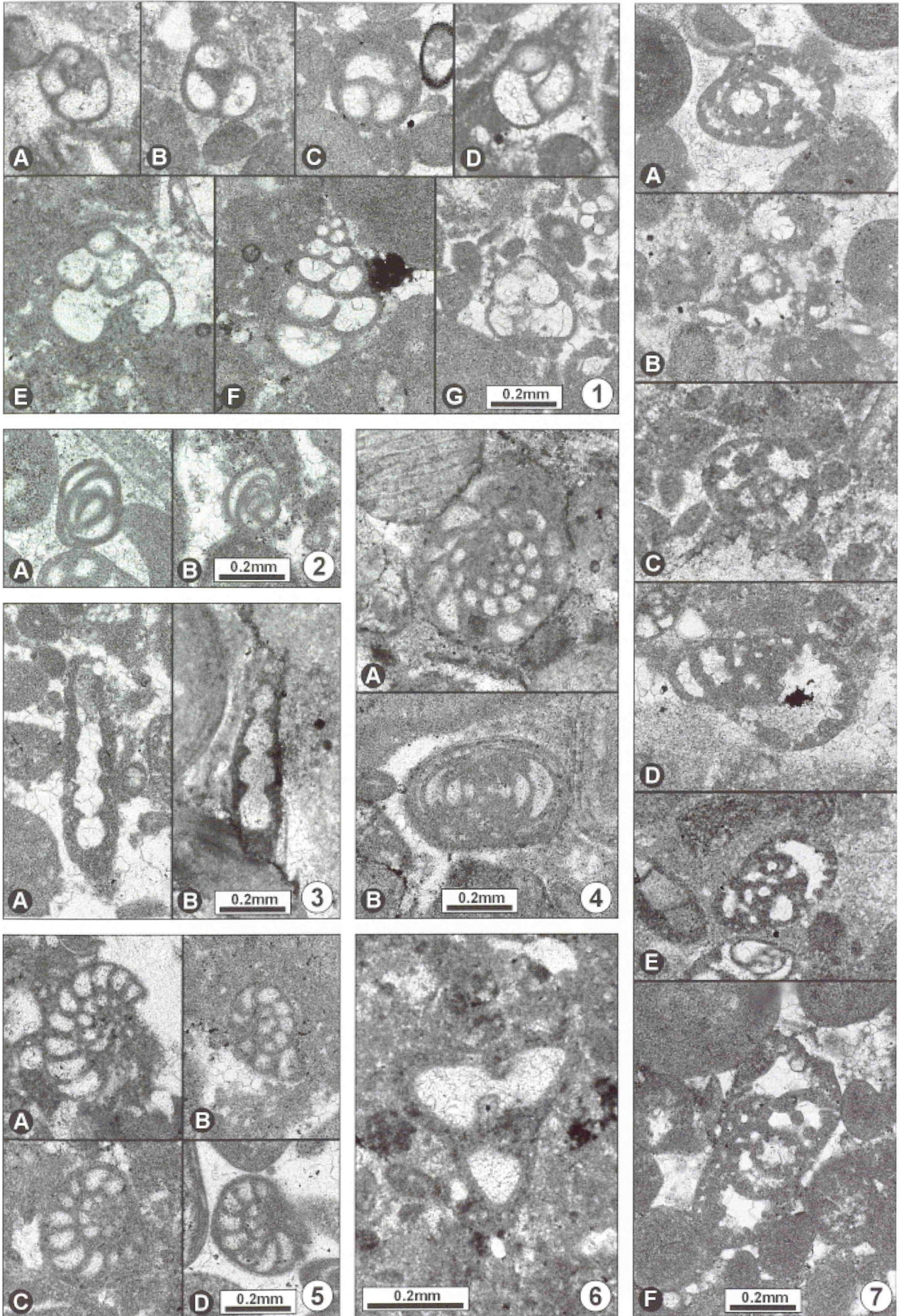
Agglutinierende Foraminiferen (*Eggerella meentzeni*, *Glomospira* cf. *variabilis*, *Reophax* sp., *Nautiloculina oolithica*, *Comaliamma gediki*, cf. *Tritaxia* sp.1, *Audienusina fourcadei*), die durch einfachen Bau und dünne Wände gekennzeichnet sind.

- Abb. 1** - *Eggerella meentzeni* (Klinger), A-D: Querschnitt, E-F: Längsschnitt, G: zusätzlich mit „*Paleopfenderina*“ cf. *gracilis* (oben-rechts). A: Profil Falltal; B-G: Profil Mattenberg. A: Dünnschliff Fa-5.25m; B: Dünnschliff Mat-I-5.8m; C: Dünnschliff Mat-I-6.7m; D, G: Dünnschliff Mat-I-6.3m; E: Dünnschliff Mat-I-5.9m; F: Dünnschliff Mat-I-5.7m-B.
- Abb. 2A, B** - *Glomospira* cf. *variabilis* im Cortoid-Kalkstein (MF-Typ 9 und 11) des Profils Mattenberg; A: Dünnschliff Mat-I-6.7m; B: Dünnschliff Mat-I-3.9m.
- Abb. 3A, B** - Zentrale Längsschnitte durch *Reophax* sp.. A: Profil Mattenberg (Cortoid/Bioklasten-Kalkstein, MF-Typ 9), Dünnschliff Mat-I-5.85m; B: Profil Wellersgrund (Kalkoolith, MF-Typ 1), Dünnschliff We-0.0m.
- Abb. 4A, B** - *Nautiloculina oolithica* Mohler im Äquatorialschnitt (A) und Achsialschnitt (B). Profil Herriehausen; A: Dünnschliff He-0.85m(1), B: Dünnschliff He-0.95m(1).
- Abb. 5** - Äquatorialschnitte des Gehäuses von *Comaliamma gediki* (Tasli). A: Profil Herriehausen, Dünnschliff He-0.95m(1); B-C: Profil Mattenberg, B: Dünnschliff Mat-I-4.9m, C: Dünnschliff Mat-I-4.45m; D: Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-II-0.5m.
- Abb. 6** - Gehäuse von cf. *Tritaxia* sp.1 sensu Lutze (Querschnitt) im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4). Profil Haddessen; Dünnschliff Had-(3.9/2.9)m.
- Abb. 7A-F** - Verschiedene Schnittlagen durch *Audienusina fourcadei* Bernier; alle aus dem Foraminiferen-reichen Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11) des Profils Mattenberg. A, F: Dünnschliff Mat-I-6.5m; B, D-E: Dünnschliff Mat-I-5.7m(1); C: Dünnschliff Mat-I-5.8m.

PLATE 11

Agglutinating foraminifers (*Eggerella meentzeni*, *Glomospira* sp., *Reophax* cf. *variabilis*, *Nautiloculina oolithica*, *Comaliamma gediki*, cf. *Tritaxia* sp.1, *Audienusina fourcadei*) with simple and thin walled tests.

- Fig. 1** - *Eggerella meentzeni* (Klinger), A-D: cross section, E-F: longitudinal section, G: together with “*Paleopfenderina*” cf. *gracilis* (upper right). A: section Falltal; B-G: Mattenberg section. A: thin section Fa-5.25m; B: thin section Mat-I-5.8m; C: thin section Mat-I-6.7m; D, G: thin section Mat-I-6.3m; E: thin section Mat-I-5.9m; F: thin section Mat-I-5.7m-B.
- Fig. 2A, B** - *Glomospira* cf. *variabilis* within cortoid limestones (MF type 9 and 11) of the Mattenberg section. A: thin section Mat-I-6.7m; B: thin section Mat-I-3.9m.
- Fig. 3A, B** - Two tests of *Reophax* sp. in longitudinal section. A: Mattenberg section (bioclastic cortoid limestone, MF type 9), thin section Mat-I-5.85m; B: Wellersgrund section (oolite, MF-Typ 1), thin section We-0.0m.
- Fig. 4A, B** - *Nautiloculina oolithica* Mohler, A: equatorial section, B: axial section. Section Herriehausen; A: thin section He-0.85m(1), B: thin section He-0.95m(1).
- Fig. 5A-D** - Test of *Comaliamma gediki* (Tasli), equatorial sections. A: section Herriehausen; thin section He-0.95m(1); B-C: Mattenberg quarry, B: thin section Mat-I-4.9m, C: thin section Mat-I-4.45m; D: section Bakeder Berg, thin section Ba-II-0.5m.
- Fig. 6** - Test of cf. *Tritaxia* sp.1 sensu Lutze (cross section) in fossiliferous micritic limestone (MF type 4). Haddessen quarry, thin section Had-(3.9/2.9)m.
- Fig. 7A-F** - Various views of the test of *Audienusina fourcadei* Bernier in thin section; all specimens have been found in ooid-bearing cortoid limestone rich in foraminifers (MF type 11). Mattenberg quarry. A, F: thin section Mat-I-6.5m; B, D-E: thin section Mat-I-5.7m(1); C: thin section Mat-I-5.8m.



TAFEL 12

Inkrustierende Sandschaler (*Subbdelloidina luterbacheri* Riegraf, cf. *Placopsilina* sp.2, *Haddonia* sp.) und inkrustierende miliolide Foraminiferen des Riffbereichs (MF-Typ 8).

Abb. 1 - cf. *Placopsilina* sp.2 (Bruchstück) („unidentified foraminifer“ nach Bucur et al. 1996), isoliert im Sediment (fossilreicher mikritischer Kalkstein, MF-Typ 4). Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-3.3m(2).

Abb. 2 - *Haddonia* sp., aufgewachsen auf einen Korallenstock (umkristallisiert und kollabiert). Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(2.5/3.7).

Abb. 3 - cf. *Placopsilina* sp.2, aufgewachsen auf *Th. dendroidea*-Ast (MF-Typ 8). Profil Höllental-III, Dünnschliff Höl-III-(19.8/0.05).

Abb. 4 - *Subbdelloidina luterbacheri* Riegraf, aufgewachsen auf *Th. dendroidea*-Ast (MF-Typ 8). Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-(3.9/0.2).

Abb. 5 - Nubeculariide Foraminiferen, aufgewachsen auf Korallenstock (MF-Typ 8). Profil Münchhausen-Ställe, Dünnschliff Mü-I-1.55m.

Abb. 6 - Massenvorkommen von nubeculariiden Foraminiferen im Thrombolith (MF-Typ 8). Profil Haddessen; Dünnschliff Had-I-1.25m.

PLATE 12

Reef-dwelling (MF type 8) encrusting textulariid foraminifers (*Subbdelloidina luterbacheri* Riegraf, cf. *Placopsilina* sp.2, *Haddonia* sp.) and miliolids.

Fig. 1 - Bioclast of cf. *Placopsilina* sp.2 (unidentified foraminifer sensu Bucur et al. 1996) in fossiliferous micritic limestone (MF type 4). Mattenberg quarry; thin section Mat-I-3.3m(2).

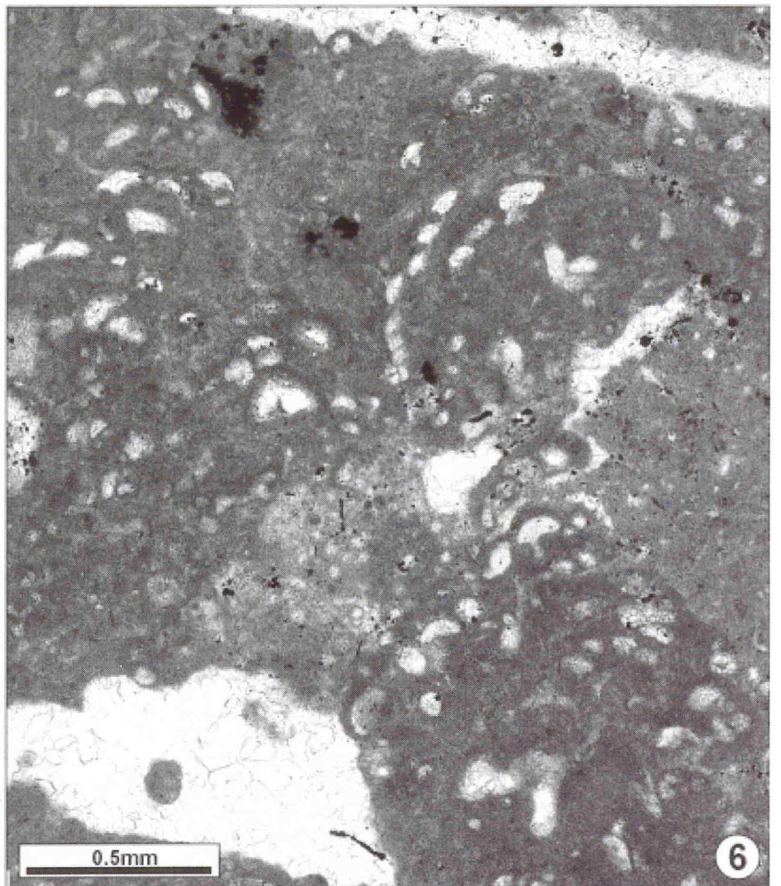
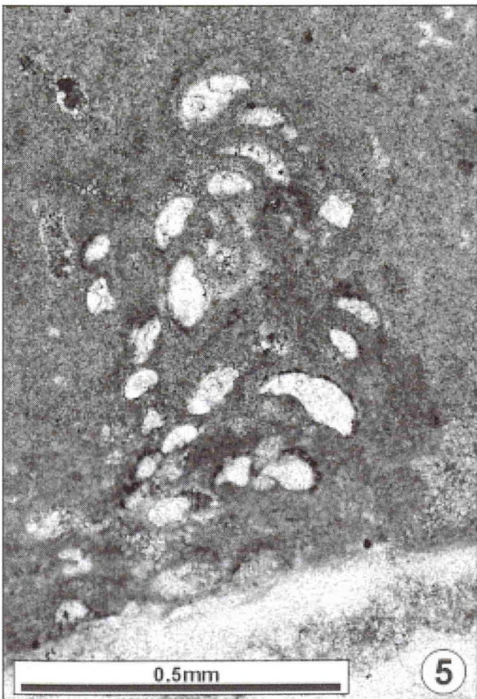
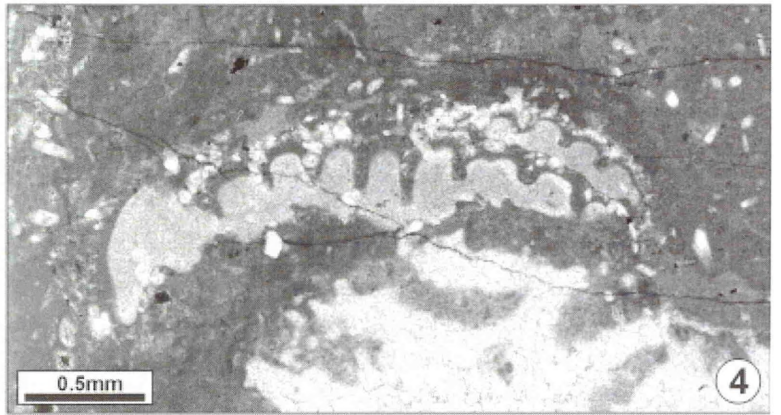
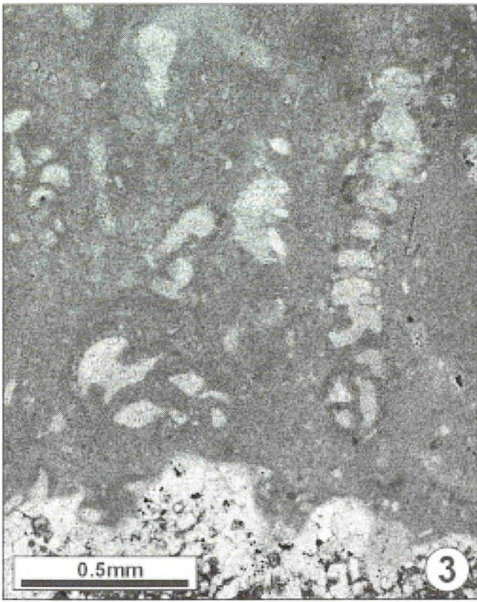
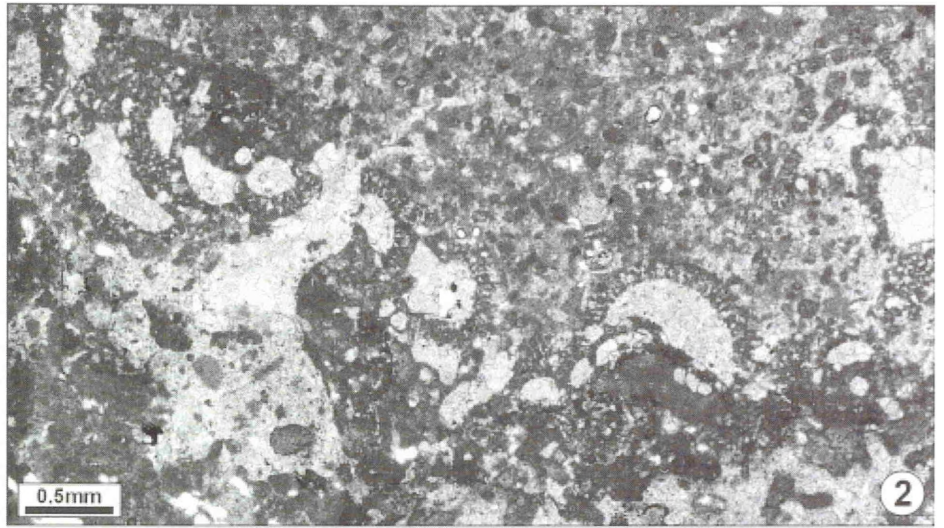
Fig. 2 - *Haddonia* sp., fixed on poorly preserved coral skeleton. Haddessen quarry; thin section Had-(2.5/3.7).

Fig. 3 - cf. *Placopsilina* sp.2, rising from a *Th. dendroidea* branch (MF type 8). Section Höllental-III, thin section Höl-III-(19.8/0.05).

Fig. 4 - *Subbdelloidina luterbacheri* Riegraf, attached to a *Th. dendroidea* branch (MF type 8). Section Amelungsberg, thin section Am-(3.9/0.2).

Fig. 5 - Nubeculariid foraminifers, rising from coral skeleton (MF type 8). Section Münchhausen-Ställe, thin section Mü-I-1.55m.

Fig. 6 - Profusion of nubeculariid foraminifers within thrombolite (MF type 8). Section Haddessen, thin section Had-I-1.25m.



TAFEL 13

Agglutinierende benthonische Foraminiferen (*Pseudocyclammina lituus*, *Bigenerina* sp., cf. *Trochammina inflata*, *Charentia* cf. *evoluta*, cf. *Navarella* sp., *Placopsilina* sp.1).

Abb. 1 - *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) aus fossilreichem mikritischem Kalkstein (MF-Typ 4). Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(3.8/2.0)-3.

Abb. 2A-D - *Bigenerina* sp. im Längsschnitt. Quarzsandreicher Kalkarenit im Hangenden der *florigemma*-Bank (MF-Typ 12). Profil Falltal, Dünnschliff Fa-5.25m-5.

Abb. 3A, B - Äquatorialschnitt des Gehäuses von cf. *Trochammina inflata* (Montagu); fossilreicher mikritischer Kalkstein (MF-Typ 4). Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(3.4/2.5)-1.

Abb. 4 - *Charentia* cf. *evoluta* (Gorbachik), Äquatorialschnitt. Kalkoolith (MF-Typ 1) des Profils Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-I-0.1m-B.

Abb. 5 - cf. *Navarella* sp. aus der Nerineenlage (MF-Typ 7). Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(6.8/3.2).

Abb. 6A-D - *Placopsilina* sp.1, aufgewachsen auf einem Ooid (A-C, Kalkoolith, MF-Typ 1) bzw. Cortoid (D, Cortoid-Kalkstein, MF-Typ 9). A: Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-II-0.5m-A; B: Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-I-0.1m-D; C: Profil Höllental, Dünnschliff Höl-IV-0.3m-1; D: Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-4.45m-A.

PLATE 13

Agglutinating benthic foraminifers (*Pseudocyclammina lituus*, *Bigenerina* sp., cf. *Trochammina inflata*, *Charentia* cf. *evoluta*, cf. *Navarella* sp., *Placopsilina* sp.1).

Fig. 1 - *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) in fossiliferous micritic limestone (MF type 4). Haddessen quarry, thin section Had-(3.8/2.0)-3.

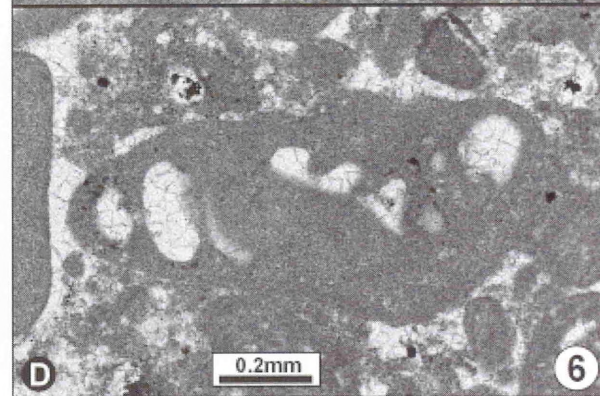
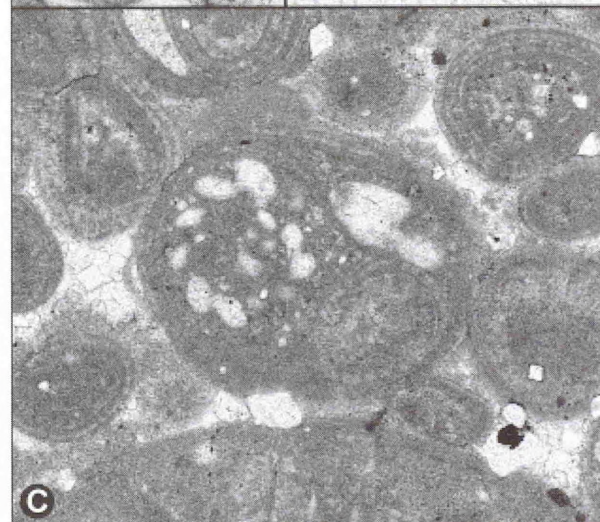
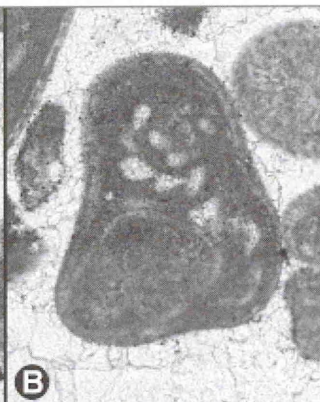
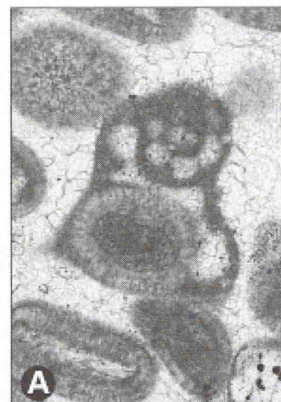
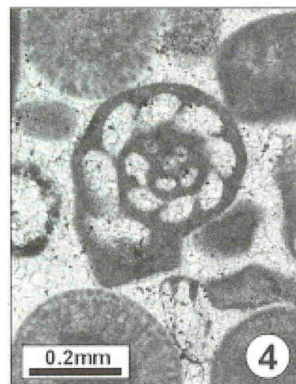
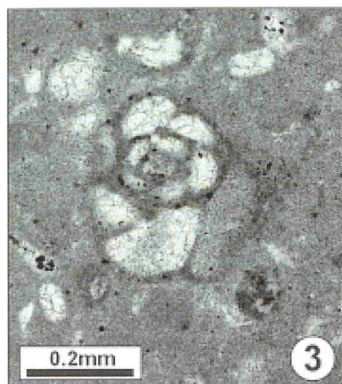
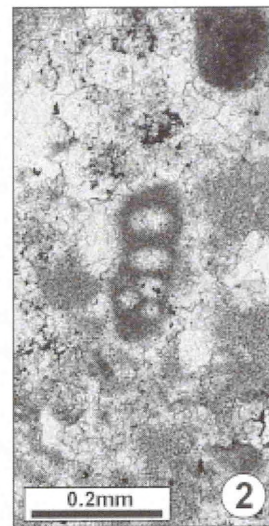
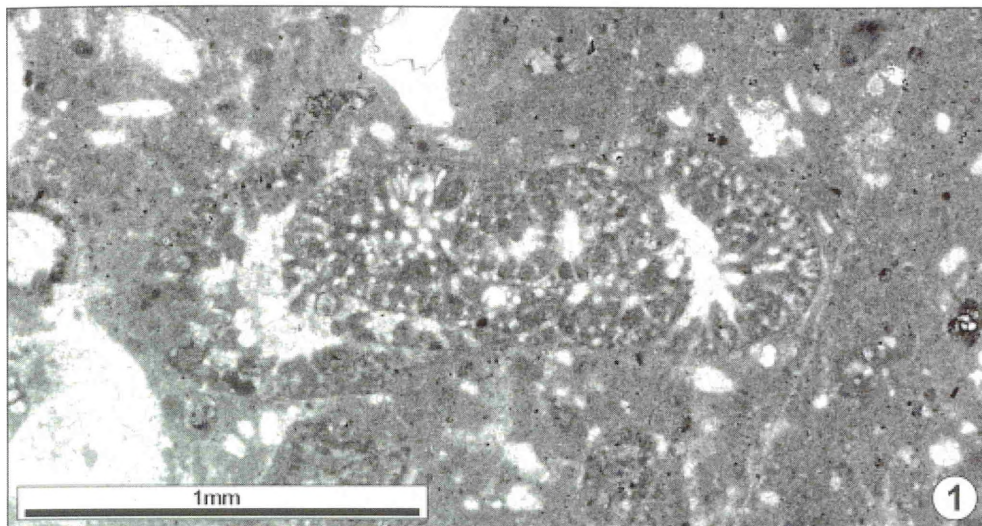
Fig. 2A-D - Test of *Bigenerina* sp. in longitudinal section. quartz-bearing bioclastic calcarenite above *florigemma*-Bank Member (MF type 12). Section Falltal, thin section Fa-5.25m-5.

Fig. 3A, B - Equatorial section of cf. *Trochammina inflata* (Montagu); fossiliferous micritic limestone (MF type 4). Haddessen quarry, thin section Had-(3.4/2.5)-1.

Fig. 4 - *Charentia* cf. *evoluta* (Gorbachik) (equatorial section) in oolite (MF type 1). Section Bakeder Berg, thin section Ba-I-0.1m-B.

Fig. 5 - Nerinean bed (nerineid/solenoporid limestone, MF type 7) with cf. *Navarella* sp.. Haddessen quarry, thin section Had-(6.8/3.2).

Fig. 6A-D - *Placopsilina* sp.1, attached to an ooid (A-C, oolite, MF type 1) resp. cortoid (D, cortoid limestone, MF type 9). A: section Bakeder Berg, thin section Ba-II-0.5m-A; B: section Bakeder Berg, thin section Ba-I-0.1m-D; C: section Höllental, thin section Höl-IV-0.3m-1; D: section Mattenberg, thin section Mat-I-4.45m-A.



TAFEL 14

Agglutinierte benthonische Foraminiferen (*Everticyclammina virguliana*, *Charentia* cf. *evoluta*, *Bosniella croatica*, cf. *Bosniella* sp.).

Abb. 1A-F - Verschiedene Schnittlagen durch *Everticyclammina virguliana* (Koechlin); alle Exemplare aus fossilreichem mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4). A: Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(3.4/2.5); B: Profil Pötzen-I, Dünnschliff Pö-I-0.75m; C-D: Profil Roter Stein, Dünnschliff RS-1.9m(P4.1); E-F: Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(3.5/2.9).

Abb. 2A, B - *Charentia* cf. *evoluta* Gorbachik. A: Nerineenlage (MF-Typ 7) des Profils Iberg; Dünnschliff Ib-0.2m. B: Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9) des Profils Mattenberg; Dünnschliff Mat-I-4.0m.

Abb. 3A-D - *Bosniella croatica* (Gusic) aus unterschiedlichen Faziestypen. A: „Nerineenlage“ (MF-Typ 7); Profil Höllental-I, Dünnschliff Höl-I-1.75m. B: Fossilreicher mikritischer Kalkstein (MF-Typ 4); Profil Oberberg, Dünnschliff Ob-I-1.3m. C: Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9); Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-4.9m. D: Kalkoolith (MF-Typ 1); Profil Münchhausen Ställe, Dünnschliff Mü-I-0.1m.

Abb. 4 - cf. *Bosniella* sp. aus verschiedenen Faziestypen der *florigemma*-Bank. A: Profil Herriehausen, Dünnschliff He-0.98m(2). B: Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-3.3m(1). C: Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-4.1m. D: Profil Haddessen-I, Dünnschliff Had-I-0.5m.

PLATE 14

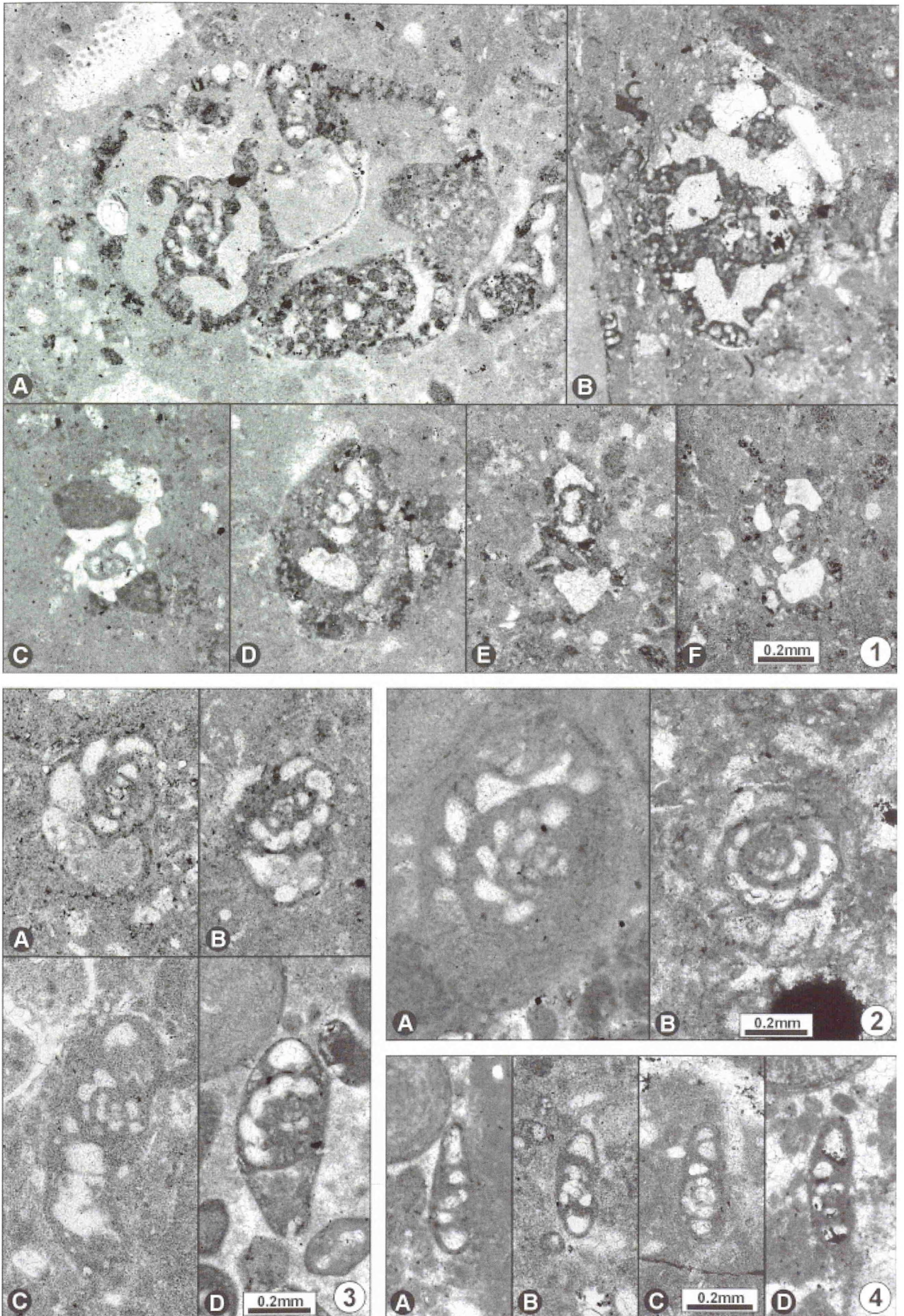
Agglutinating benthic foraminifers (*Everticyclammina virguliana*, *Charentia* cf. *evoluta*, *Bosniella croatica*, cf. *Bosniella* sp.).

Fig. 1A-F - *Everticyclammina virguliana* (Koechlin) tests in thin section; all specimens were found in fossiliferous micritic limestone (MF type 4). A: Haddessen quarry, thin section Had-(3.4/2.5); B: section Pötzen-I, thin section Pö-I-0.75m; C-D: section Roter Stein, thin section RS-1.9m(P4.1); E-F: section Haddessen, thin section Had-(3.5/2.9).

Fig. 2A-B - *Charentia* cf. *evoluta* Gorbachik. A: nerinean bed of the *florigemma*-Bank Member (MF type 7); section Iberg, thin section Ib-0.2m. B: bioclastic cortoid limestone (MF type 9); Mattenberg quarry, thin section Mat-I-4.0m.

Fig. 3A-D - *Bosniella croatica* (Gusic), tests derived from different facies types. A: nerinean bed (MF type 7); section Höllental-I, thin section Höl-I-1.75m. B: fossiliferous micritic limestone (MF type 4); section Oberberg, thin section Ob-I-1.3m. C: bioclastic cortoid limestone (MF type 9); Mattenberg quarry, thin section Mat-I-4.9m. D: oolite (MF type 1); section Münchhausen Ställe, section Mü-I-0.1m.

Fig. 4 - cf. *Bosniella* sp., tests from different facies types. A: section Herriehausen, thin section He-0.98m(2). B: Mattenberg quarry, thin section Mat-I-3.3m(1). C: Haddessen quarry, thin section Had-I-4.1m. D: Haddessen quarry, thin section Had-I-0.5m.



TAFEL 15

Everticyclammina sp., ein im Arbeitsgebiet ubiquitärer, großwüchsiger Sandschaler mit komplexem Wandaufbau.

Abb. 1A-G - Anschnitte des walzenförmigen Gehäuses von *Everticyclammina* sp.. Die Exemplare A-D kommen aus Partikelkalksteinen (*Everticyclammina*-Kalkstein: MF-Typ 2, Onkolith: MF-Typ 3) des Liegenden bzw. der Basis der *florigemma*-Bank; die Exemplare E-G stammen aus dem foraminiferenreichen CortoidKalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11) des Profils Mattenberg.

A: Längsschnitt mit planspiralem Anfangsteil. Zum Wandaufbau werden neben Peloiden vereinzelt auch größere Komponenten (Ooide) genutzt. **B:** Längsschnitt durch ein sehr großes (>7mm Länge), randlich mikritisierendes Gehäuse, welches den Kern eines Onkoids bildet. Zum Wandaufbau werden Ooide, Bioklasten, Peloiden und Gehäuse von Foraminiferen (Sandschaler, Milioliden) genutzt. **C-D:** Der schräge Querschnitt zeigt ein aus z.T. sehr großen Ooiden (Anschnitt im unteren Bildteil) bestehendes, randlich mikritisierendes Gehäuse (D: Detailaufnahme). **E:** Tangentialschnitt. Die im oberen Bildabschnitt befindlichen letzten Kammern gehen scheinbar in das einbettende Sediment über. Der komplexe Wandaufbau ist größtenteils durch Drucklösungssäume, die die Kontur des Gehäuses nachzeichnen, überprägt (Bildausschnitt um 90° aus der Horizontalen gedreht: Suturen verlaufen senkrecht). **F:** Schräger Gehäusequerschnitt mit zwei Kammern. Das „Gerüst“ besteht aus großen Cortoiden, die über Zementbrücken (mikritisch) miteinander verbunden sind. Nach außen wird das Gehäuse durch Einbau von deutlich feinerem Material abgeschlossen, was eine ausgesprochen glatte, reliefarme Gehäuseoberfläche erzeugt. **G:** Gut ausgewaschener, foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein. In der Bildmitte ist ein Gehäuse von *Everticyclammina* sp. im Querschnitt ersichtlich. Man erkennt Querschnitte von zwei Kammern, deren agglutinierte Komponenten jeweils einen perlschnurartigen „Ring“ ergeben. Der auf den Außenbereich des Gehäuses beschränkte komplexe Wandaufbau ist nur bereichsweise erkennbar.

A: Profil Münchhausen Ställe, Dünnschliff Mü-I-1.15m; B: Profil Wellergrund, Dünnschliff We-0.6m(1); C-D: Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-1.1m. E-G: Profil Mattenberg; E: Dünnschliff Mat-I-6.4m, F: Dünnschliff Mat-I-5.6m, G: Dünnschliff Mat-I-6.0m-B.

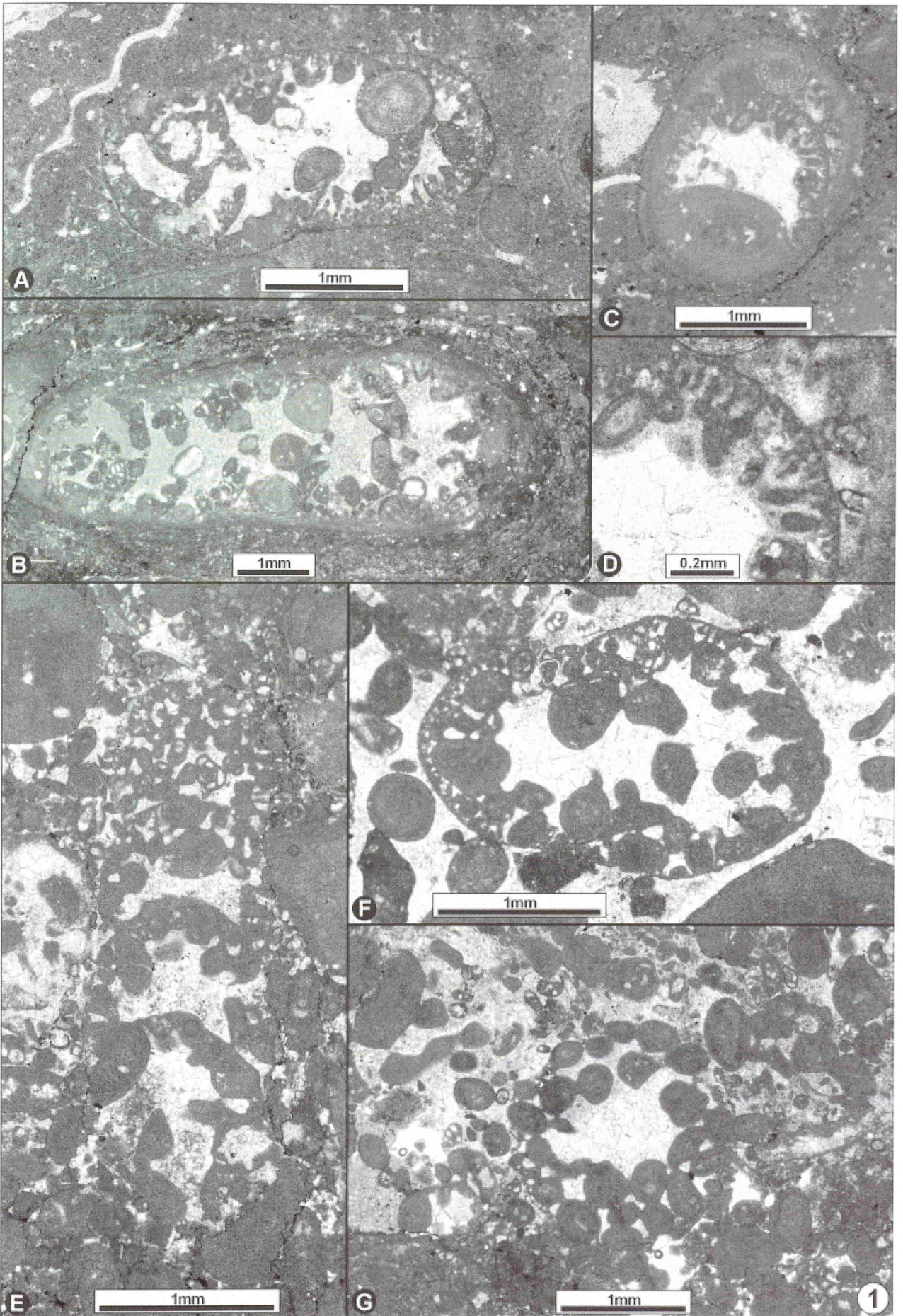
PLATE 15

Everticyclammina sp., a large, coarse-agglutinating foraminifer is by far the most abundant foraminiferal species in the study area.

Fig. 1A-G - Tests of *Everticyclammina* sp. in thin section. This species is characterized by a large, coarse-agglutinated test with complex wall structure. The specimens shown in Figures A-D derive from the footwall deposits or base of the *florigemma*-Bank Member (*Everticyclammina* limestone: MF type 2; oncolite: MF type 3), whereas specimens E-G derive from ooid-bearing cortoid limestone rich in foraminifers (MF type 11) of the Mattenberg quarry.

A: Longitudinal section showing the planispiral coiled initial spira. Peloids and partially larger grains, e.g. ooids, are used for wall construction. **B:** Longitudinal section of a long (>7mm) test as core of an oncoid. Ooids, bioclasts, peloids and tests of smaller foraminifers are used for wall construction. The test exhibits marginal micritization. **C-D:** Oblique cross section showing a test consisting mainly of small and partly large grains, e.g. ooids (to be seen at lower part). Due to marginal micritization of the test, the complex wall structure is mostly obliterated (D: a close up view of the wall). **E:** Oblique longitudinal section of a test. The terminal chambers are cut tangentially so that the boundary between the agglutinated test and coarse calcarenite is almost unrecognizable. However, the outline of *Everticyclammina* sp. is intensified by the formation of thin solution seams at the boundary between the agglutinated test and matrix (photomicrograph is rotated, solution seams are arranged vertically). **F:** Oblique cross section of the test. The “framework” consists of large cortoids connected by (micritic) cement bridges. Finer grains are restricted to the margins of single chambers, which leads to a relatively smooth test surface. **G:** Well-winnowed cortoid limestone rich in foraminifers. Note “hidden” test of *Everticyclammina* sp. (cross section) in the center. Two chambers are observable (two “rings” made of agglutinated grains, cone-in-cone structure). The complex wall structure of the margin can only be observed in small areas.

A: section Münchhausen Ställe, thin section Mü-I-1.15m; B: section Wellergrund, thin section We-0.6m(1); C-D: section Grüner Altar, thin section Gr-1.1m. E-G: Haddessen quarry; E: thin section Mat-I-6.4m, F: thin section Mat-I-5.6m, G: thin section Mat-I-6.0m-B.



TAFEL 16

Benthonische, großwüchsige Sandschaler (*Rectocyclammina chouberti*, *Alveosepta jaccardi*, *Otaina magna*) mit komplexem Wandaufbau.

Abb. 1A, B - Gehäuselängsschnitte von *Rectocyclammina chouberti* Hottinger, die Spira des keulenförmigen Gehäuses liegt bei beiden Exemplaren außerhalb der Schnittebene. A: Charakteristischer Längsschnitt der Art mit aufgewölbten Kammern, die zentral durchbrochen sind und dadurch einen durchgehenden „Verbindungskanal“ erzeugen. Der rechte Bildausschnitt zeigt darüber hinaus noch – ausschnittsweise – einen Wandquerschnitt von *Everticyclammina* sp.. B: Dezentraler, zur Spira hin tangentialer Längsschnitt durch *R. chouberti*. Beide Exemplare kommen aus dem foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein (MF-Typ 11) des Profils Mattenberg; A-B: Dünnschliff Mat-I-6.0m-A.

Abb. 2A, B - *Alveosepta jaccardi* (Schrodt), A: Schnittlage parallel zur Aufrollungsachse des Gehäuses. Nerineenlage (MF-Typ 7); Profil Föhrberg, Dünnschliff Fö-2.4m(1). B: Schnittlage senkrecht zur Aufrollungsachse des Gehäuses. Nerineenlage (MF-Typ 7); Profil Iberg, Dünnschliff Ib-0.8m.

Abb. 3A, B - Zwei gut erhaltene Gehäuse von *Otaina magna* Ramalho im Querschnitt. Als Baumaterial werden vor allem Peloide, kleine Foraminiferen und Rhaxen genutzt. Nerineenlage (MF-Typ 7). A: Profil Bohrberg-III; Dünnschliff Bo-III-S-1.0m(2). B: Profil Föhrtal; Dünnschliff Fö-2.4m(1).

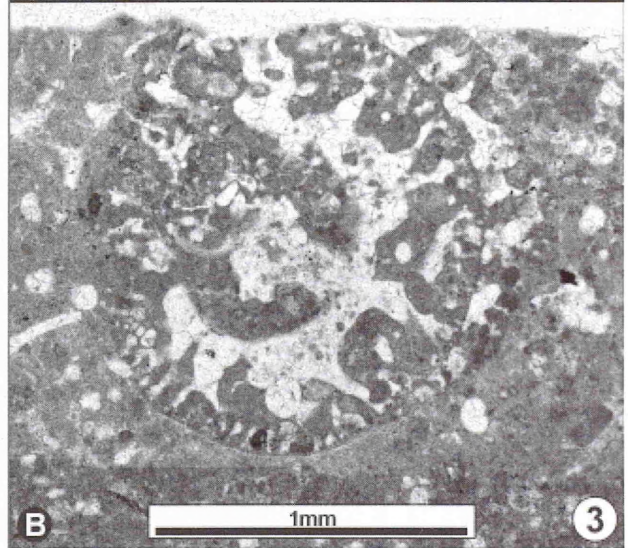
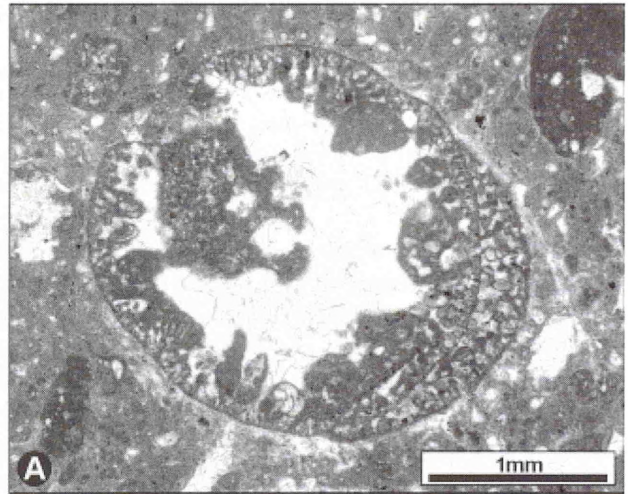
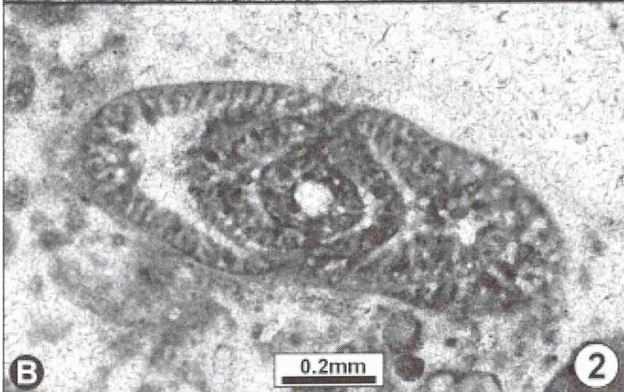
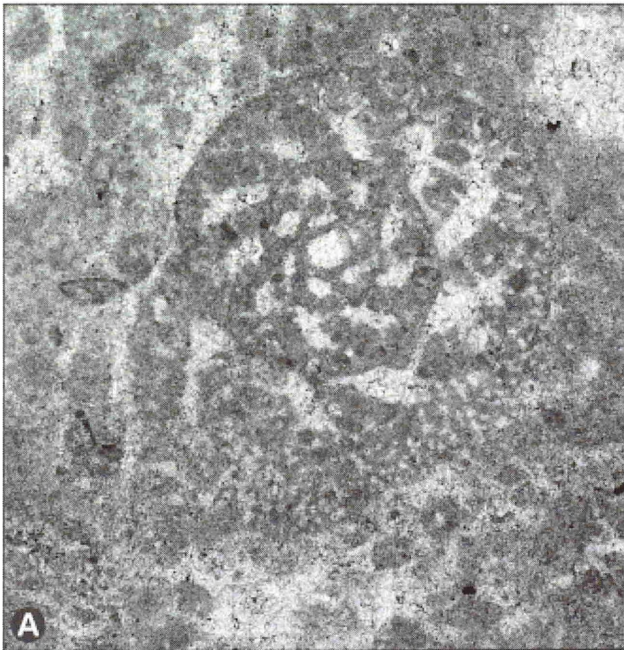
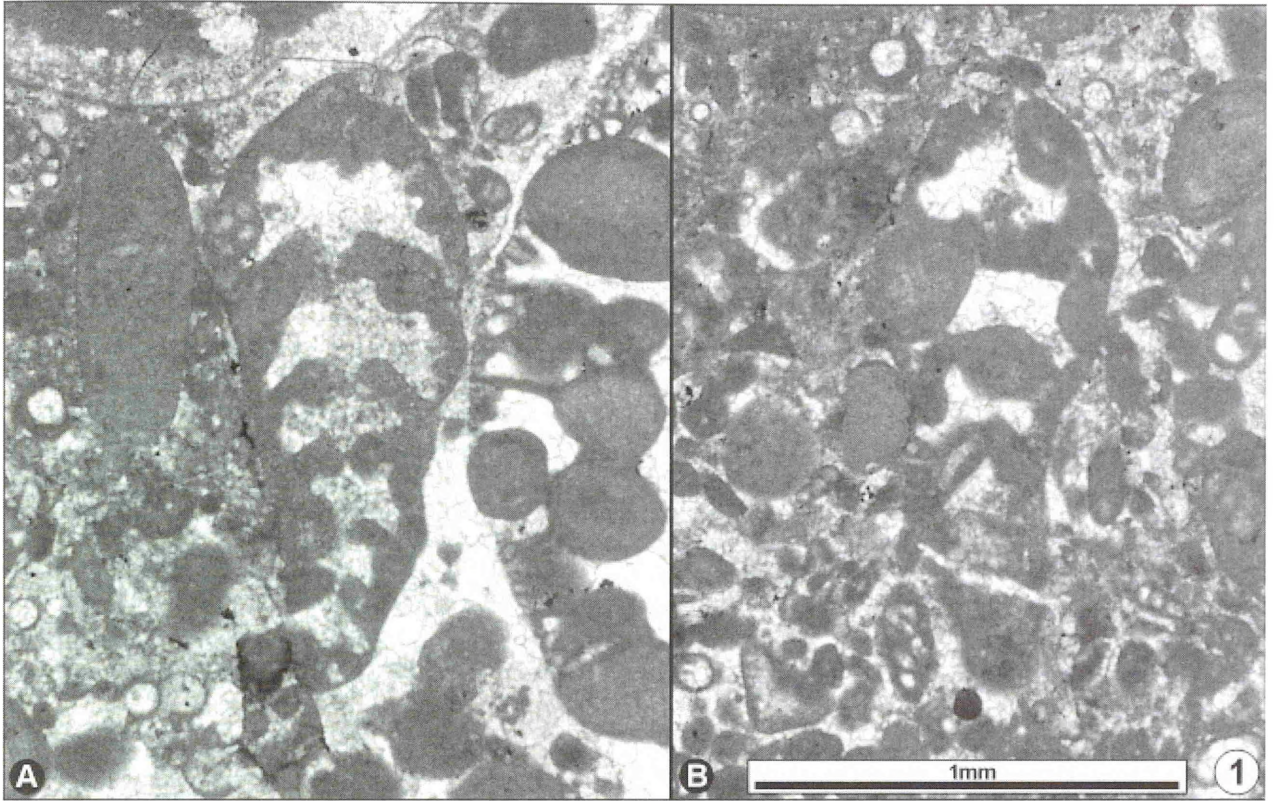
PLATE 16

Large agglutinating foraminifers (*Rectocyclammina chouberti*, *Alveosepta jaccardi*, *Otaina magna*) with complex wall structure.

Fig. 1A, B - Oblique longitudinal sections across the club-shaped tests of *Rectocyclammina chouberti* Hottinger. The spira of both specimens cannot be seen. A: Characteristic longitudinal section of this species showing dome-like arched chambers. A foramen in the center of each chamber (aperture) builds up a canal ranging through the whole test. In addition, a part of a *Everticyclammina* sp. test is seen on the right. B: Oblique longitudinal section, compared with specimen of Figure A cut more tangentially. This species is restricted to the ooid-bearing cortoid limestone rich in foraminifers (MF type 11) exposed in the Mattenberg quarry. A-B: thin section Mat-I-6.0m-A.

Fig. 2A, B - Two tests of *Alveosepta jaccardi* (Schrodt), both from the nerinean bed (MF type 7). A: Cut parallel to equatorial plane; section Föhrberg, thin section Fö-2.4m(1). B: Cut parallel to the axis; section Iberg, thin section Ib-0.8m.

Fig. 3A, B - Two well-preserved tests of *Otaina magna* Ramalho in cross section. Peloids, small foraminifers and rhaxes are used for wall construction. Nerinean bed (MF type 7). A: section Bohrberg-III; thin section Bo-III-S-1.0m(2). B: section Föhrtal; thin section Fö-2.4m(1).



TAFEL 17

Agglutinierende Foraminiferen (*Gaudryina heersumensis*, *Pseudomarssonella* cf. *dumortieri*, *Textularia* sp., cf. „*Textularia*“ sp., „*Paleopfenderina*“ cf. *gracilis*, verneuilinoide Foraminiferen), die durch einfachen Bau und dünne Wände gekennzeichnet sind.

Abb. 1A-J - Verschiedene Schnittlagen durch *Gaudryina heersumensis* Lutze (A-F: Längsschnitt; G-H: schräger Querschnitt durch den triseriellen Gehäuseabschnitt; I-J: Querschnitt durch den triseriellen Gehäuseabschnitt). Alle aus dem Kalkoolith (MF-Typ 1). A: Profil Ramsnacken, Dünnschliff Ram-L-8a-2. B-J: Profil Bakeder Berg; B, D, F, H, J: Dünnschliff Ba-I-0.1m(2); C, G: Dünnschliff Ba-I-0.1m(2); E, I: Dünnschliff Ba-II-0.1m.

Abb. 2 - Anreicherung von Kalkarenit im Kalkoolith (MF-Typ 1) mit feinen Bioklasten und mehreren Gehäusen von *Gaudryina heersumensis* Lutze (Pfeile). Profil Föhrtal, Dünnschliff Fö-0.0m.

Abb. 3A-G - *Pseudomarssonella* cf. *dumortieri* (Schwager), verschiedene Schnittlagen durch das Gehäuse; Kalkoolith (MF-Typ 1) und oolithischer Kalkstein; A-B: Querschnitte, C-G: Längsschnitte. A: *Ps.* cf. *dumortieri* als Kern eines Ooids, Profil Münchhausen Ställe, Dünnschliff Mü-I-0.1m; B: Profil Kessiehausen, Dünnschliff Ke-A-1b; C: Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-II-0.5m; D: Profil Münchhausen Ställe, Dünnschliff Mü-I-0.1m; E: Profil Kessiehausen, Dünnschliff Ke-A-2; F-G: Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-I-0.1m(1).

Abb. 4 - Längsschnitt von *Textularia* sp.. Nerineenlage (MF-Typ 7); Profil Borberg-I, Dünnschliff Bo-I-3.2m.

Abb. 5 - Querschnitt durch cf. „*Textularia*“ sp.; Profil Ramsnacken, Dünnschliff Ram-L-8b-1.5.

Abb. 6A-I - „*Paleopfenderina*“ cf. *gracilis* (Redmond) sensu Bassoulet & Lorenz (1995) im Längsschnitt (A-B), schrägen Längsschnitt (C, E-G) und Querschnitt (D, H-I). A-H: Profil Mattenberg; A: Dünnschliff Mat-I-4.45m-A; B: Dünnschliff Mat-I-5.7m-C; C: Dünnschliff Mat-I-6.4m-C; D: Dünnschliff Mat-I-6.3m; E: Dünnschliff Mat-I-5.85m; F, G: Dünnschliff Mat-I-5.7m; H: Dünnschliff Mat-I-5.85m; I: Profil Oberberg-I; Dünnschliff Ob-I-0.8m.

Abb. 7-8 - Längsschnitte durch verneuilinoide Foraminiferen. 7: Nerineenlage (MF-Typ 7); Profil Iberg, Dünnschliff Ib-0.8m. 8: Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9); Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-3.9m.

PLATE 17

Agglutinating foraminifers (*Gaudryina heersumensis*, *Pseudomarssonella* cf. *dumortieri*, *Textularia* sp., cf. „*Textularia*“ sp., „*Paleopfenderina*“ cf. *gracilis*, verneuilinoide foraminifers) with simple wall structure.

Fig. 1A-J - Test of *Gaudryina heersumensis* Lutze in different inter-sections (A-F: longitudinal section; G-H: oblique cross section of the triserial part of the test; I-J: triserial part of the test in cross section. All specimens have been found in oolite (MF type 1). A: section Ramsnacken; thin section Ram-L-8a-2. B-J: section Bakeder Berg; B, D, F, H, J: thin section Ba-I-0.1m(2); C, G: thin section Ba-I-0.1m(2); E, I: thin section Ba-II-0.1m.

Fig. 2 - Enrichment of calcarenite in oolite (MF type 1) with small bioclasts (cortoids) and tests of *Gaudryina heersumensis* Lutze (arrows). Section Föhrtal, thin section Fö-0.0m.

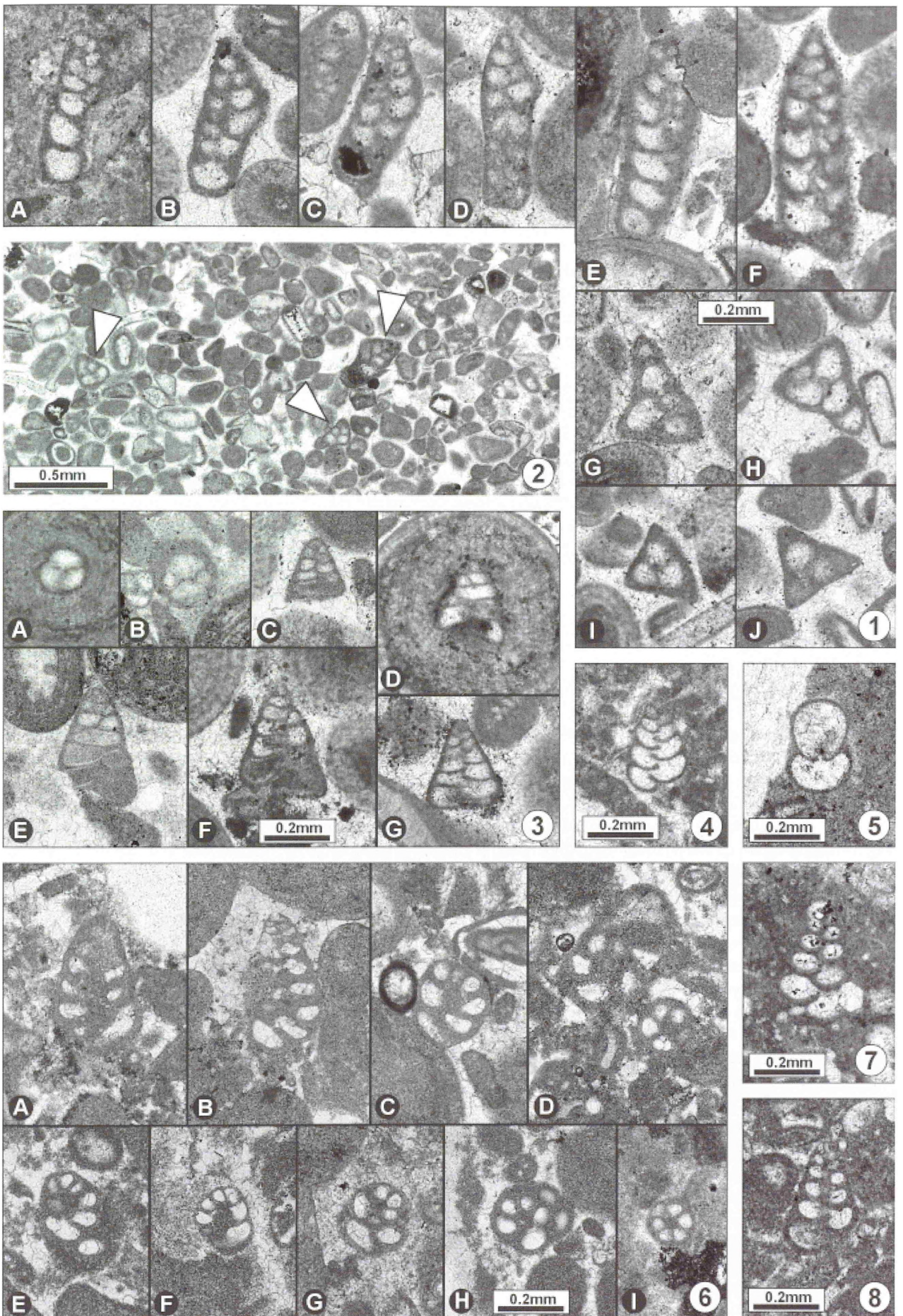
Fig. 3A-G - Tests of *Pseudomarssonella* cf. *dumortieri* (Schwager) in oolite or oolithic limestone (MF type 1). A-B: in cross section, C-G: in longitudinal section. A: *Ps.* cf. *dumortieri* as ooid core, section Münchhausen Ställe, thin section Mü-I-0.1m; B: section Kessiehausen, thin section Ke-A-1b; C: section Bakeder Berg, thin section Ba-II-0.5m; D: section Münchhausen Ställe, thin section Mü-I-0.1m; E: section Kessiehausen, thin section Ke-A-2; F-G: section Bakeder Berg, thin section Ba-I-0.1m(1).

Fig. 4 - *Textularia* sp. in longitudinal section. Nerinean bed (MF type 7); section Borberg-I, thin section Bo-I-3.2m.

Fig. 5 - Cross section of cf. „*Textularia*“ sp.; section Ramsnacken, thin section Ram-L-8b-1.5.

Fig. 6A-I - „*Paleopfenderina*“ cf. *gracilis* (Redmond) sensu Bassoulet & Lorenz (1995) in longitudinal section (A-B), oblique longitudinal section (C, E-G) and cross section (D, H-I). A-H: Mattenberg quarry; A: thin section Mat-I-4.45m-A; B: thin section Mat-I-5.7m-C; C: thin section Mat-I-6.4m-C; D: thin section Mat-I-6.3m; E: thin section Mat-I-5.85m; F, G: thin section Mat-I-5.7m; H: thin section Mat-I-5.85m; I: section Oberberg-I; thin section Ob-I-0.8m.

Fig. 7-8 - Longitudinal section of verneuilinoide foraminifers. 7: nerinean bed (MF type 7); section Iberg, thin section Ib-0.8m. 8: bioclastic cortoid limestone (MF type 9). Mattenberg quarry; thin section Mat-I-3.9m.



TAFEL 18

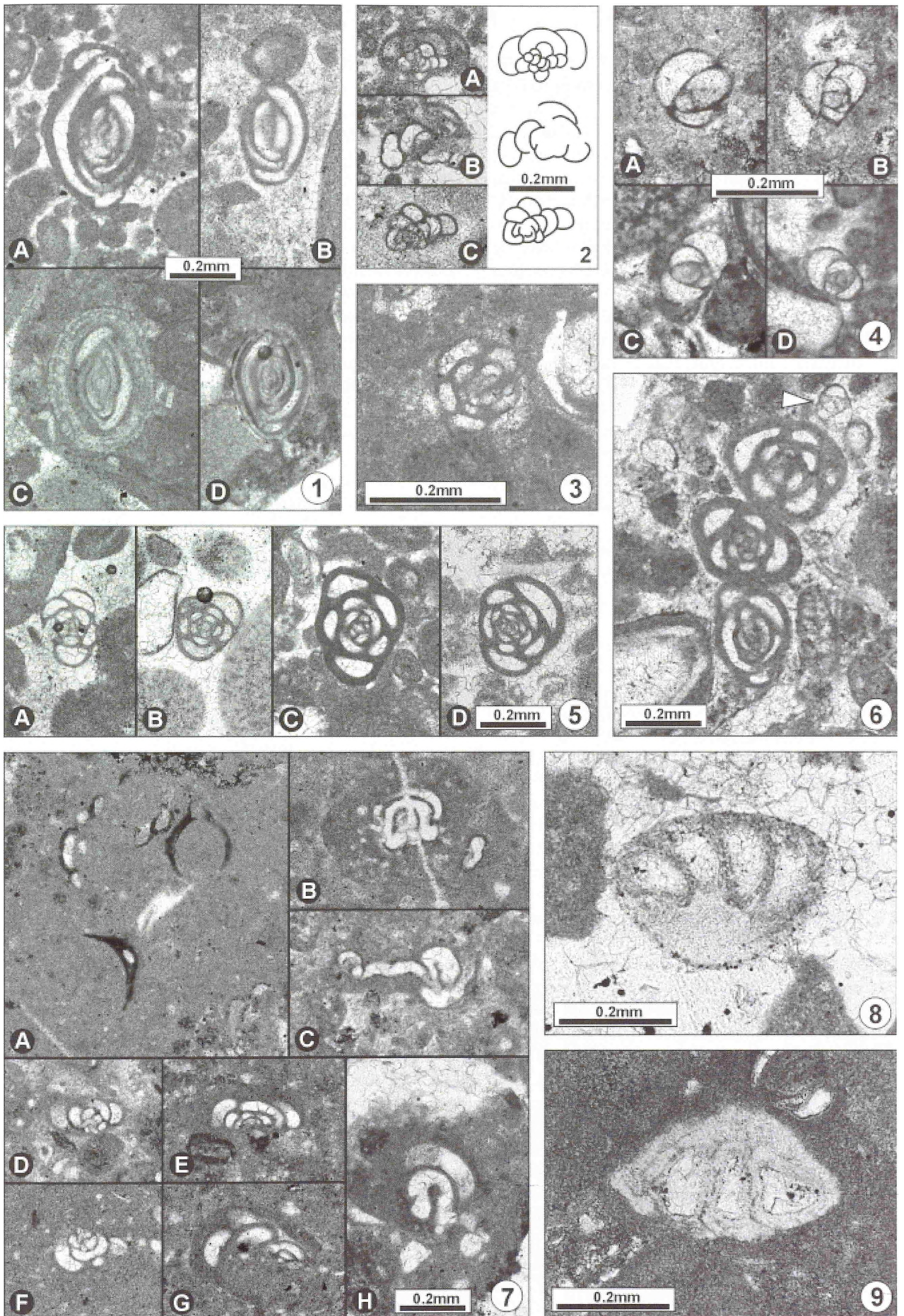
Milioliden (Ophthalimidien, *Meandrospira* cf. *favrei*, *Triloculina* sp.) und *Ventrolamina cribrans*.

- Abb. 1A-D** - Achsialschnitte durch Gehäuse von Ophthalimidien; A: Foraminiferenreicher Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11); Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-6.5m-A. B: Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9) des Profils Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-4.45m-A. C: im Kern eines Ooids (Kalkoolith, MF-Typ 1); Profil Föhrtal, Dünnschliff Fö-0.1m. D: Kalkoolith (MF-Typ 1); Profil Pötzen-II, Dünnschliff Pö-II-0.0m.
- Abb. 2A-C** - Miliolide Foraminifere gen. et sp. indet.. A-B: Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-II-2.2m; C: Hainholz/Reu.
- Abb. 3** - *Meandrospira* cf. *favrei* (Charrolais, Brönnimann & Zaninetti); fossilreicher mikritischer Kalkstein (MF-Typ 4). Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(3.5/2.9)-1.
- Abb. 4A-D** - *Triloculina* sp. A-B: Profil Schrabstein, Dünnschliff Schr-4.05m(2); C: Profil Föhrtal, Dünnschliff Fö-0.33m; D: Profil Bohrberg, Dünnschliff Bo-I-0.0m.
- Abb. 5A-D** - Diverse Milioliden aus dem Kalkoolith (MF-Typ 1: B) und foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11: A, C-D). A: Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-6.7m-D; B: Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-II-0.5m-D; C: Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-6.7m-A; D: Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-5.85m.
- Abb. 6** - Ansammlung von Milioliden im foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11) (Pfeil: *Triloculina* sp., s. Taf. 18/4); Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-6.0m.
- Abb. 7A-H** - Unterschiedliche Schnittlagen durch ?epiphytische Milioliden, alle aus fossilreichem mikritischem Kalkstein (MF-Typ 4) bzw. der Nerineenlage (MF-Typ 7). A, G: Profil Föhrtal; B-E, H: Profil Haddessen; F: Profil Bakeder Berg. A: Dünnschliff Fö-0.8m-2, B: Dünnschliff Had-(3.4/2.5)-6, C: Dünnschliff Had-(3.5/2.9)-2, D: Dünnschliff Had-(3.5/2.9)-5, E: Dünnschliff Had-(3.5/2.9)-1, F: Dünnschliff Ba-I-1.45m-A, G: Dünnschliff Fö-0.9m, H: Dünnschliff Had-(3.4/2.5)-4.
- Abb. 8-9** - *Ventrolamina cribrans* Weynschenk (8: Vertikalschnitt, 9: Querschnitt, cf. *V. cribrans*) aus dem foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11) des Profils Mattenberg; 8: Dünnschliff Mat-I-6.5m-A, 9: Dünnschliff Mat-I-6.5m-B.

PLATE 18

Miliolid foraminifers (ophthalimids, *Meandrospira* cf. *favrei*, *Triloculina* sp.) and cf. *Ventrolamina cribrans*.

- Fig. 1A-D** - Tests of ophthalimids, sections parallel to the axis; A: ooid-bearing cortoid limestone rich in foraminifers (MF type 11); Mattenberg quarry, thin section Mat-I-6.5m-A. B: bioclastic cortoid limestone (MF type 9); Mattenberg quarry, thin section Mat-I-4.45m-A. C: test as ooid core (oolite, MF type 1); section Föhrtal, thin section Fö-0.1m. D: oolite (MF type 1); section Pötzen-II, thin section Pö-II-0.0m.
- Fig. 2A-C** - Miliolid foraminifer gen. et sp. indet.. A-B: Mattenberg quarry, thin section Mat-II-2.2m; C: Hainholz/Reu.
- Fig. 3** - *Meandrospira* cf. *favrei* (Charrolais, Brönnimann & Zaninetti); fossiliferous micritic limestone (MF type 4). Haddessen quarry, Dünnschliff Had-(3.5/2.9)-1.
- Fig. 4A-D** - *Triloculina* sp. A-B: section Schrabstein, thin section Schr-4.05m(2); C: section Föhrtal, thin section Fö-0.33m; D: section Bohrberg, thin section Bo-I-0.0m.
- Fig. 5A-D** - Miliolids within oolite (MF type 1, B) or ooid-bearing cortoid limestone rich in foraminifers (MF type 11, A, C-D). A: Mattenberg quarry; thin section Mat-I-6.7m-D; B: section Bakeder Berg; thin section Ba-II-0.5m-D; C: Mattenberg quarry, thin section Mat-I-6.7m-A; D: Mattenberg quarry; thin section Mat-I-5.85m.
- Fig. 6** - Accumulation of miliolids in ooid-bearing cortoid limestone rich in foraminifers (MF type 11). The arrow points to *Triloculina* sp., s. Pl. 18/4); Mattenberg quarry, thin section Mat-I-6.0m.
- Fig. 7A-H** - Different cross-sections through ?epiphytic miliolids, all specimens derive from fossiliferous micritic limestone (MF type 4) or nerineid/solenoporid limestone of the nerinean bed (MF type 7). A, G: section Föhrtal; B-E, H: Haddessen quarry; F: section Bakeder Berg. A: thin section Fö-0.8m-2, B: thin section Had-(3.4/2.5)-6, C: thin section Had-(3.5/2.9)-2, D: thin section Had-(3.5/2.9)-5, E: thin section Had-(3.5/2.9)-1, F: thin section Ba-I-1.45m-A, G: thin section Fö-0.9m, H: thin section Had-(3.4/2.5)-4.
- Fig. 8-9** - cf. *Ventrolamina cribrans* Weynschenk (8: cf. tangential section, 9: transverse section) within ooid-bearing cortoid limestone rich in foraminifers (MF-Typ 11) of the Mattenberg quarry; 8: thin section Mat-I-6.5m-A, 9: thin section Mat-I-6.5m-B.



TAFEL 19

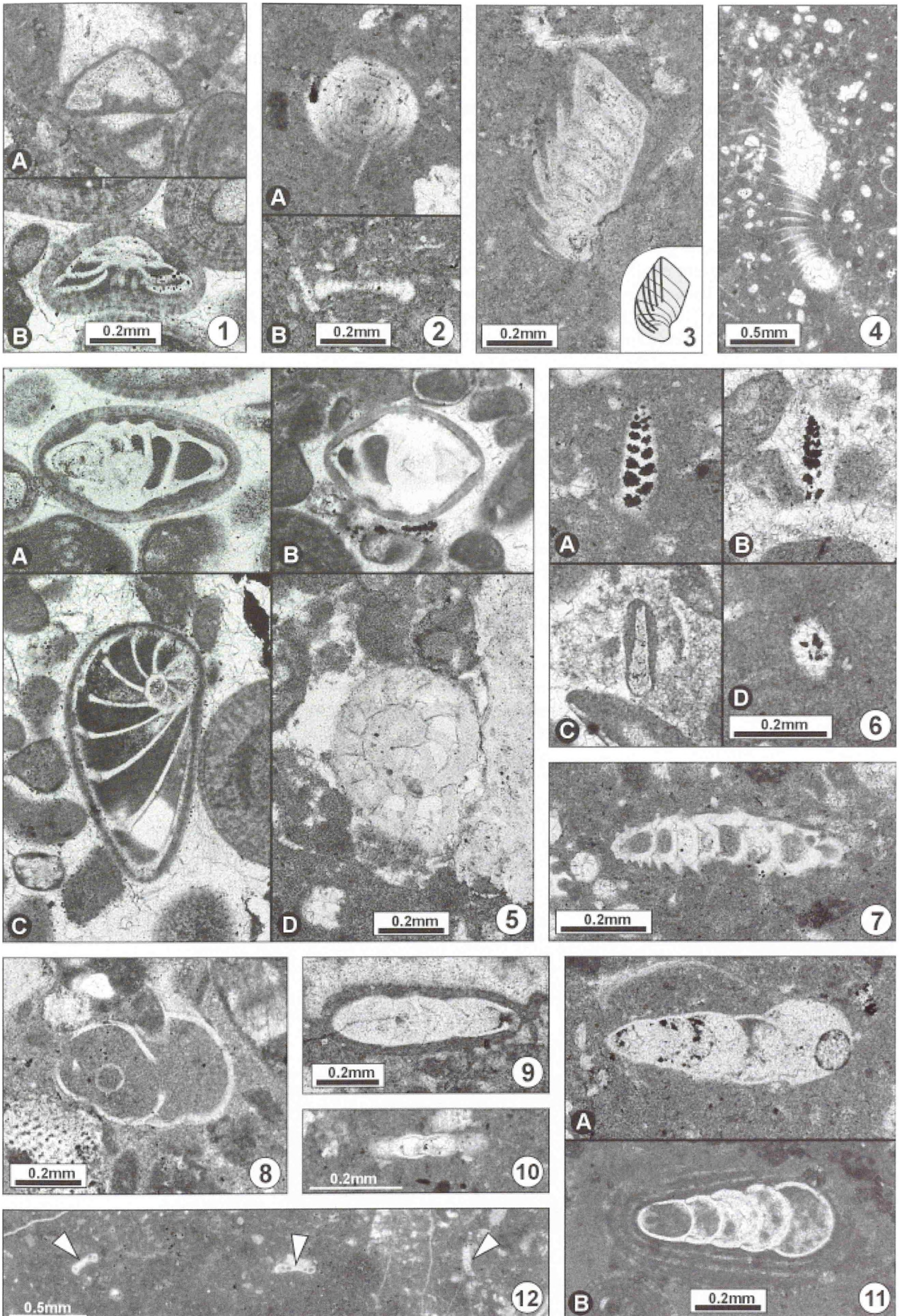
Involutinide (Trocholinen), spirillinide (Spirillinen), lagenide (*Citharina* sp., Lenticulinen, cf. *Frondicularia* sp., lagenide Foraminiferen, *Rectoglandulina* sp.) und rotaliide Foraminiferen (*Bolivina* sp.).

- Abb. 1A, B** - Trocholinen (*Trocholina* cf. *nodulosa* E. & I. Seibold) im Kalkoolith (MF-Typ 1). A: Profil Münchhausen Ställe; Dünnschliff Mü-I-0.85m. B: Profil Bakeder Berg; Dünnschliff Ba-II-0.5m.
- Abb. 2A, B** - Spirillinen (*Spirillina* sp.). Nerineenlage (MF-Typ 7). A (Äquatorialschnitt): Profil Bakeder Berg; Dünnschliff Ba-I-1.45m. B (Achsienschnitt): Profil Höllental-IV, Dünnschliff Höl-IV-3.4(2).
- Abb. 3** - *Citharina* sp. (rechts-unten: Rekonstruktion/Seitenansicht des Gehäuses) aus dem foraminiferenreichen Cortoid-Kalkstein/Kalkoolith (MF-Typ 11); Profils Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-5.5m(2).
- Abb. 4** - Foraminifere gen. et sp. indet.; Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-3.3m(1).
- Abb. 5A-D** - Diverse Lenticulinen in Achsial- (A-B) und Äquatorialschnitten (C-D). A: evtl. *Epistomina* sp., C: *L. (Astracolus)* cf. *major* (Bornemann). A-C: im Kalkoolith (MF-Typ 1) als „Kern“ von Ooiden oder mit dünner Ooid-Hülle; D: im Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9). A: Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-II-0.5m; B: Profil Münchhausen Ställe, Dünnschliff Mü-0.1m; C: Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-I-0.1m-D; D: Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-4.45m-A.
- Abb. 6A-D** - *Bolivina* sp. in Längs- und Querschnitten. Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9) des Profils Mattenberg; A-C: Dünnschliff Mat-I-4.45m-A; D: Dünnschliff Mat-I-4.45m-B.
- Abb. 7** - Berippte oder bestachelte lagenide Foraminifere (aff. *Marginulina spinata*); Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(3.4/2.5)-9.
- Abb. 8** - cf. *Frondicularia* sp. aus dem quarzsandreichen Kalkarenit (MF-Typ 12); Profil Roter Stein, Dünnschliff RS-4.8m.
- Abb. 9-10** - Lagenide Foraminiferen gen. et sp. indet.; 9: Profil Höllental-IV, Dünnschliff Höl-IV-1.1m; 10: Profil Oberberg, Dünnschliff Ob-II-2.0m.
- Abb. 11** - *Rectoglandulina* sp.; A: Profil Hohennacken, Dünnschliff Hona-0.15m; B: Schrabstein, Dünnschliff Schr-1.4m(1).
- Abb. 12** - Drei Spirillinen (Pfeile), eingewachsen in Thrombolith (MF-Typ 8). Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-3.6m.

PLATE 19

Involutinid (trocholinids) spirillinid (*Spirillina* sp.), lagenid (*Citharina* sp., lenticulinids, cf. *Frondicularia* sp., lagenid foraminifers, *Rectoglandulina* sp.), and rotaliid foraminifers (*Bolivina* sp.).

- Fig. 1A, B** - Oolite (MF type 1) with trocholinids (*Trocholina* cf. *nodulosa* E. & I. Seibold). A: section Münchhausen Ställe; thin section Mü-I-0.85m. B: section Bakeder Berg; thin section Ba-II-0.5m.
- Fig. 2A, B** - Spirillinids (*Spirillina* sp.) of the nerinean bed (MF type 7). A (aequatorial section): section Bakeder Berg; thin section Ba-I-1.45m; B (axial section): section Höllental-IV, thin section Höl-IV-3.4(2).
- Fig. 3** - *Citharina* sp. (line-drawing at bottom left: reconstruction/side view of the test) ooid-bearing cortoid limestone rich in foraminifers (MF type 11); Mattenberg quarry, thin section Mat-I-5.5m(2).
- Fig. 4** - Foraminifer gen. et sp. indet.; Mattenberg quarry, thin section Mat-I-3.3m(1).
- Fig. 5A-D** - Lenticulinids in axial section (A-B) and equatorial section (C-D). A: perhaps *Epistomina* sp.; C: *L. (Astracolus)* cf. *major* (Bornemann). A-C: as ooid core (MF type 1); D: in bioclastic cortoid limestone (MF type 9). A: section Bakeder Berg, thin section Ba-II-0.5m; B: section Münchhausen Ställe, thin section Mü-0.1m; C: section Bakeder Berg, thin section Ba-I-0.1m-D; D: section Mattenberg; thin section Mat-I-4.45m-A.
- Fig. 6A-D** - *Bolivina* sp. in longitudinal and cross section. Bioclastic cortoid limestone (MF type 9) of the Mattenberg quarry; A-C: thin section Mat-I-4.45m-A; D: thin section Mat-I-4.45m-B.
- Fig. 7** - Distinctive costate or spiked lagenid foraminifer (aff. *Marginulina spinata*); Haddessen quarry, thin section Had-(3.4/2.5)-9.
- Fig. 8** - cf. *Frondicularia* sp. in quartz-bearing bioclastic calcarenite (MF type 12); section Roter Stein, thin section RS-4.8m.
- Fig. 9-10** - Lagenid foraminifers gen. et sp. indet.; 9: section Höllental-IV, thin section Höl-IV-1.1m; 10: section Oberberg, thin section Ob-II-2.0m.
- Fig. 11** - *Rectoglandulina* sp.; A: section Hohennacken, thin section Hona-0.15m; B: Schrabstein, thin section Schr-1.4m(1).
- Fig. 12** - Three spirillinids (arrows) in thrombolite (MF type 8). Haddessen quarry, thin section Had-I-3.6m.



TAFEL 20

Hyalinschalige, inkrustierende Foraminiferen (*Bullopore tuberculata*, *B. laevis*) des Riffbereichs (MF-Typ 8).

Abb. 1A-D - *Bullopore tuberculata* (Sollas). A: Gehäuse mit zwei angeschnittenen Kammern (mittig: Querschnitt; rechts oben: Tangentialschnitt), aufgewachsen auf einer mikritisierten Molluskenschale. B: Gehäuse mit drei angeschnittenen Kammern (rechts oben: Tangentialschnitt), aufgewachsen auf der Innenfläche einer Thecideen-Klappe. C: Von Thrombolith umhülltes Gehäuse mit zwei angeschnittenen, deutlich bestachelten Kammern. D: Detailaufnahme aus C. A: Profil Herriehausen, Dünnschliff He-1.5m; B: Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-3(B); C-D: Profil Höllental, Dünnschliff Höl-II-L-F-1.

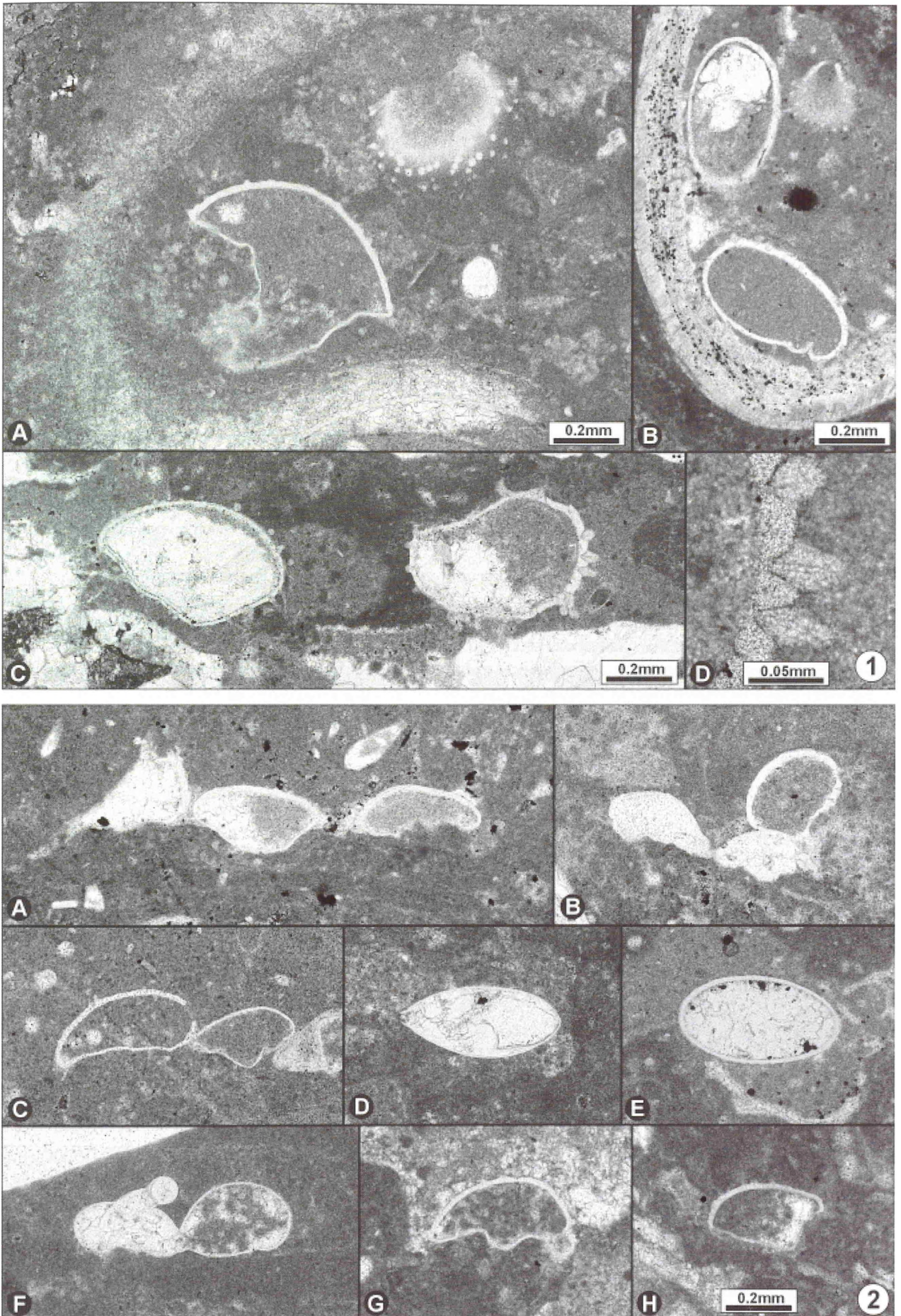
Abb. 2A-H - *Bullopore laevis* (Sollas) aus dem Riffbereich; diverse Gehäuse- und Kammeranschnitte. A-C, F: Längsschnitte, Schnittebene senkrecht zum Substrat (F: mit Proloculus). D-E: Kammer-Längsschnitte, Schnittebene parallel zum Substrat. G-H: Querschnitte, Schnittebene senkrecht zum Substrat. A: Profil Amelungsberg, B-D: Profil Höllental-III, E-H: Profil Haddessen. A: Dünnschliff Am-P41, B-D: Dünnschliff Höl-III-(12.7/1.5), E: Dünnschliff Had-I-4.1m, F: Dünnschliff Had-(8.9/3.3), G: Dünnschliff Had-(8.9/3.3)-1, H: Dünnschliff Had-I-4.4m-2.

PLATE 20

Reef dwelling (MF type 8) encrusting foraminifers (*Bullopore tuberculata*, *B. laevis*) with hyaline test.

Fig. 1A-D - *Bullopore tuberculata* (Sollas). A: Section through two chambers of the test (center: cross section; upper right: tangential section, note tuberculate wall structure) attached to a micritized mollusc shell. B: *B. tuberculata*, inhabiting the inner side of a thecideid shell (upper right: tangential section of a chamber). C: Two tuberculate chambers intergrown in thrombolite. D: Detail of the previous photograph (C) showing three tubercles in longitudinal section. A: section Herriehausen, thin section He-1.5m; B: section Falltal, thin section Fa-R-3(B); C-D: section Höllental; thin section Höl-II-L-F-1.

Fig. 2A-H - *Bullopore laevis* (Sollas) in thrombolite, different chamber and test sections. A-C, F: longitudinal sections, cut perpendicular to the substratum (F: with proloculus). D-E: longitudinal sections, cut parallel to the substratum. G-H: cross section, cut perpendicular to the substratum. A: section Amelungsberg, B-D: section Höllental-III, E-H: Haddessen quarry. A: thin section Am-P41, B-D: thin section Höl-III-(12.7/1.5), E: thin section Had-I-4.1m, F: thin section Had-(8.9/3.3), G: thin section Had-(8.9/3.3)-1, H: thin section Had-I-4.4m-2.



TAFEL 21

Hyalinschalige Foraminiferen (Gattungen *Tentilenticulina*, *Ramulinella*, *Bullopورا*) des Riffbereichs (MF-Typ 8)

Abb. 1A-D - *Tentilenticulina latens* Hitchings, jeweils mit Schemazeichnung des angeschnittenen Gehäuses; das Gehäuse befindet sich gewöhnlich in Zwickeln der Korallenstockoberfläche angeheftet. A: Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-(4.0/3.0); Profil Höllental, Dünnschliff Höl-II-L-A; C: Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-III-P8b; D: Profil Höllental, Dünnschliff Höl-(18.1/1.4)-1.

Abb. 2A-D - *Ramulinella* aff. *ecphyma* Loeblich & Tappan im Riffkalkstein (angeheftet an *Th. dendroidea*-Ast, umwachsen von Thrombolith). A: Übersichtsaufnahme des Gehäuses mit Schemazeichnung der Schnittpur. B-D: Detailaufnahmen. Profil Bakeder Berg-SW, Dünnschliff Ba-SW-(35/0.7)-1.

Abb. 3A-B - *Bullopورا* cf. *negevensis* Avnimelech & Reiss, 1954, umwachsen von Thrombolith. Längsschnitt durch das Gehäuse, Schittebene jeweils parallel zum Substrat. A: Profil Ramsnacken, Dünnschliff Ram-L-8b1.3; B: Profil Höllental-III, Dünnschliff Höl-III-(18.1/1.4)-2.

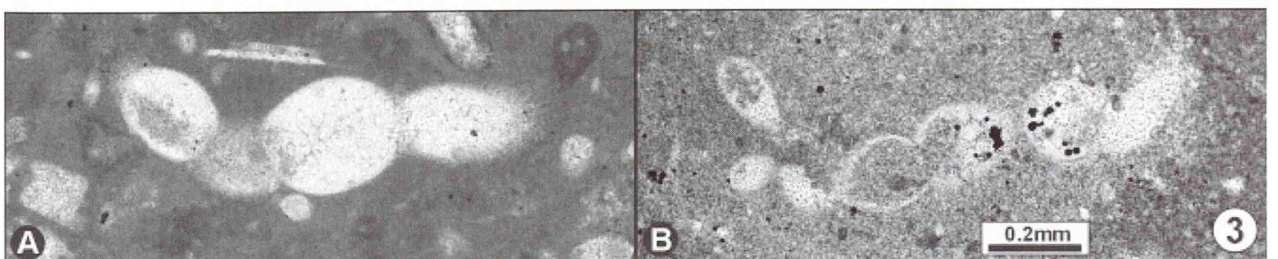
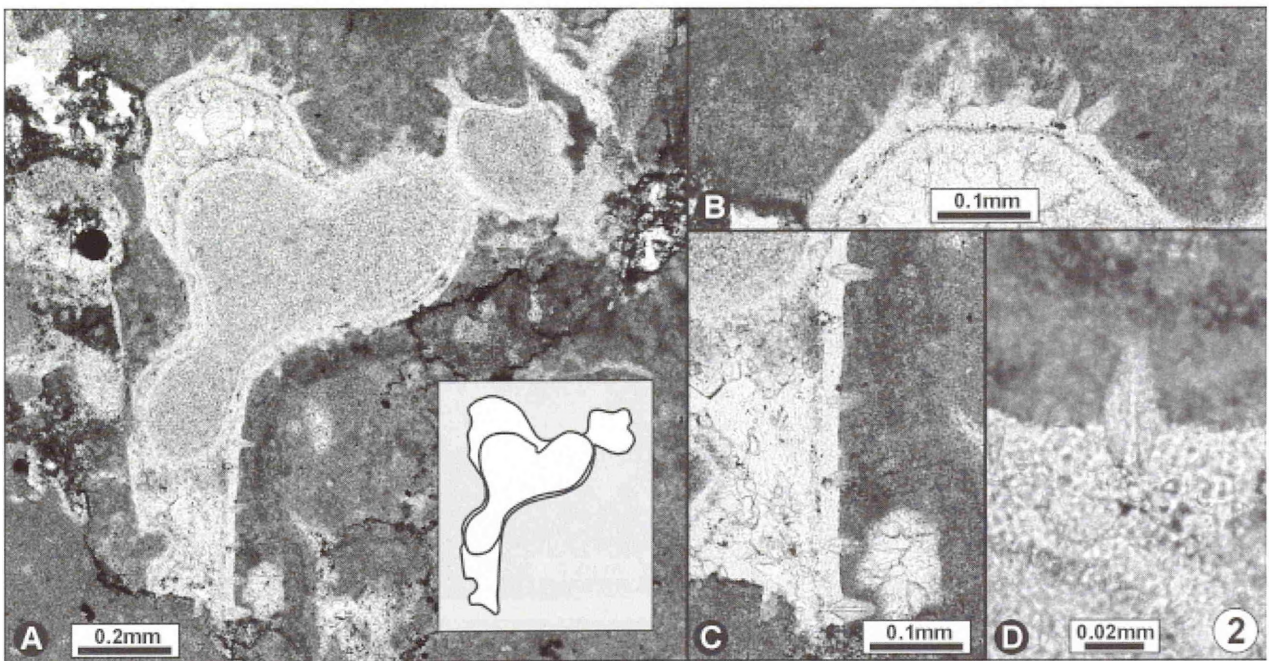
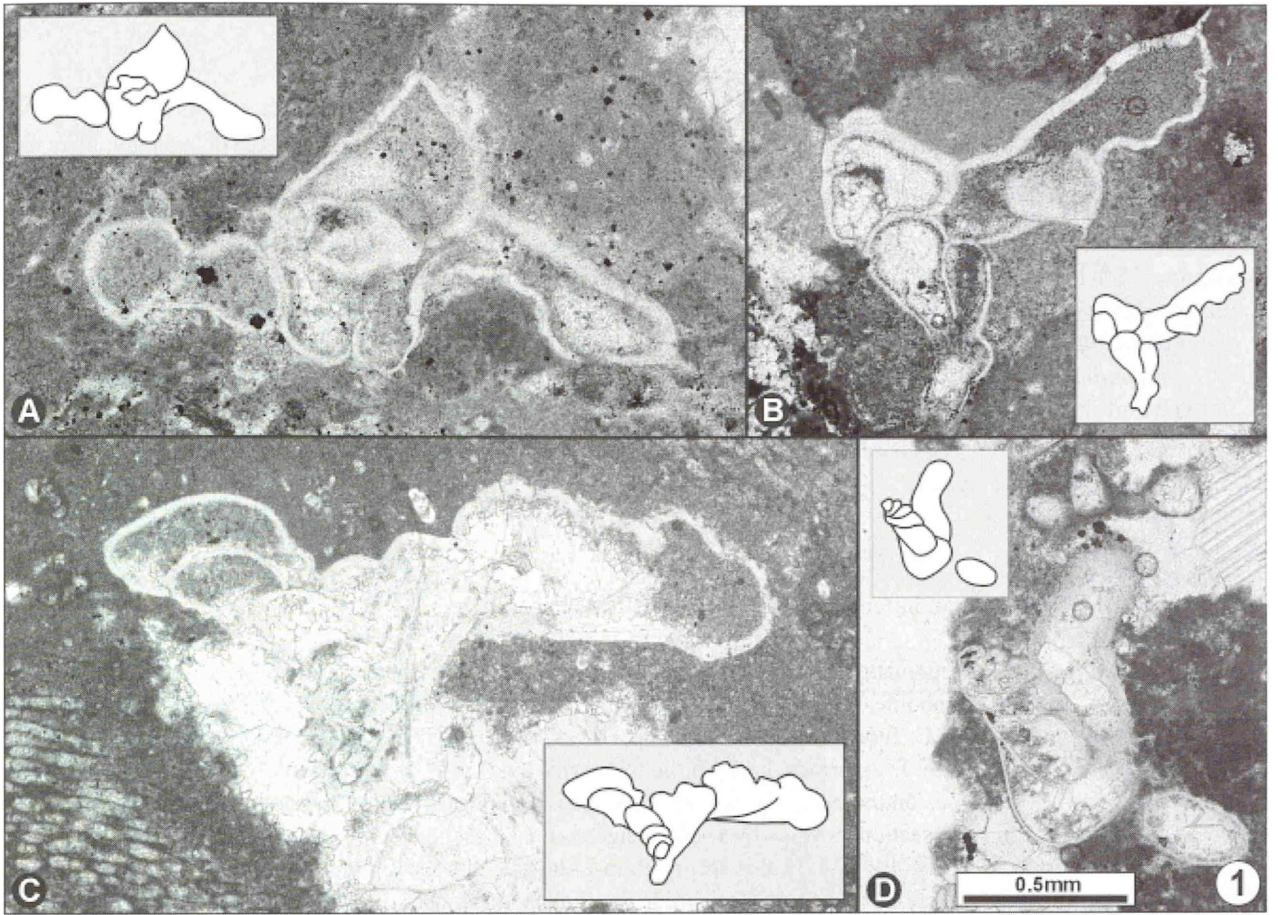
PLATE 21

Reef dwelling (MF type 8) foraminifers (genera *Tentilenticulina*, *Ramulinella*, *Bullopورا*) with hyaline test.

Fig. 1A-D - *Tentilenticulina latens* Hitchings (photomicrograph and line tracing of the test), attached to the surface of coral skeletons or *Solenopora* nodule as seen in C. A: section Grüner Altar, thin section Gr-(4.0/3.0); section Höllental, thin section Höl-II-L-A; C: section Amelungsberg, thin section Am-III-P8b; D: section Höllental, thin section Höl-(18.1/1.4)-1.

Fig. 2A-D - *Ramulinella* aff. *ecphyma* Loeblich & Tappan in *Thammasteria dendroidea* thicket (attached to a *Th. dendroidea* branch and overgrown by thrombolite). A: photomicrograph of the test and line tracing of two chambers exposing cone-in-cone structure. B-D: A close up view of the wall with tubercles similar to those of *Bullopورا tuberculata* (see Pl. 20/1D). Section Bakeder Berg-SW, thin section Ba-SW-(35/0.7)-1.

Fig. 3A-B - Transversal section of *Bullopورا* cf. *negevensis* Avnimelech & Reiss, 1954 (plane of intersection is parallel to the substratum). A: section Ramsnacken, thin section Ram-L-8b1.3; B: section Höllental-III, thin section Höl-III-(18.1/1.4)-2.



TAFEL 22

Hyalinschalige Foraminiferen (Gattung *Ramulina*) des Riffbereichs (MF-Typ 8).

Abb. 1A-I - *Ramulina* sp.2. A: Auf Thrombolith aufliegende, mehrfach angeschnittene Kalkröhre (links, unten links und Bildmitte), die z.t. von *Haddonia* sp. bewachsen ist. B: Ausschnittvergrößerung aus A. C: An ein Korallenskelett angeschmiegte Röhre. D: Ausschnittsvergrößerung aus C. E: prismatischer Wandaufbau der Kammerwand im Detail. F: ?Mündungsbereich mit geweihartig verlängerten Apophysen. G: Röhre im Querschnitt, mit krallenartigen Wandauswüchsen. H: Röhre im schrägen Querschnitt, eingewachsen in Thrombolith. I: Röhre im Querschnitt, überwachsen von einem „Weichschwamm“. A-F, H-I: Profil Ramsnacken, G: Profil Münchhausen Ställe; A, B, I: Dünnschliff Ram-8b3; C-F, H: Dünnschliff Ram-L-2(3); G: Dünnschliff Mü-I-2. 1m-1.

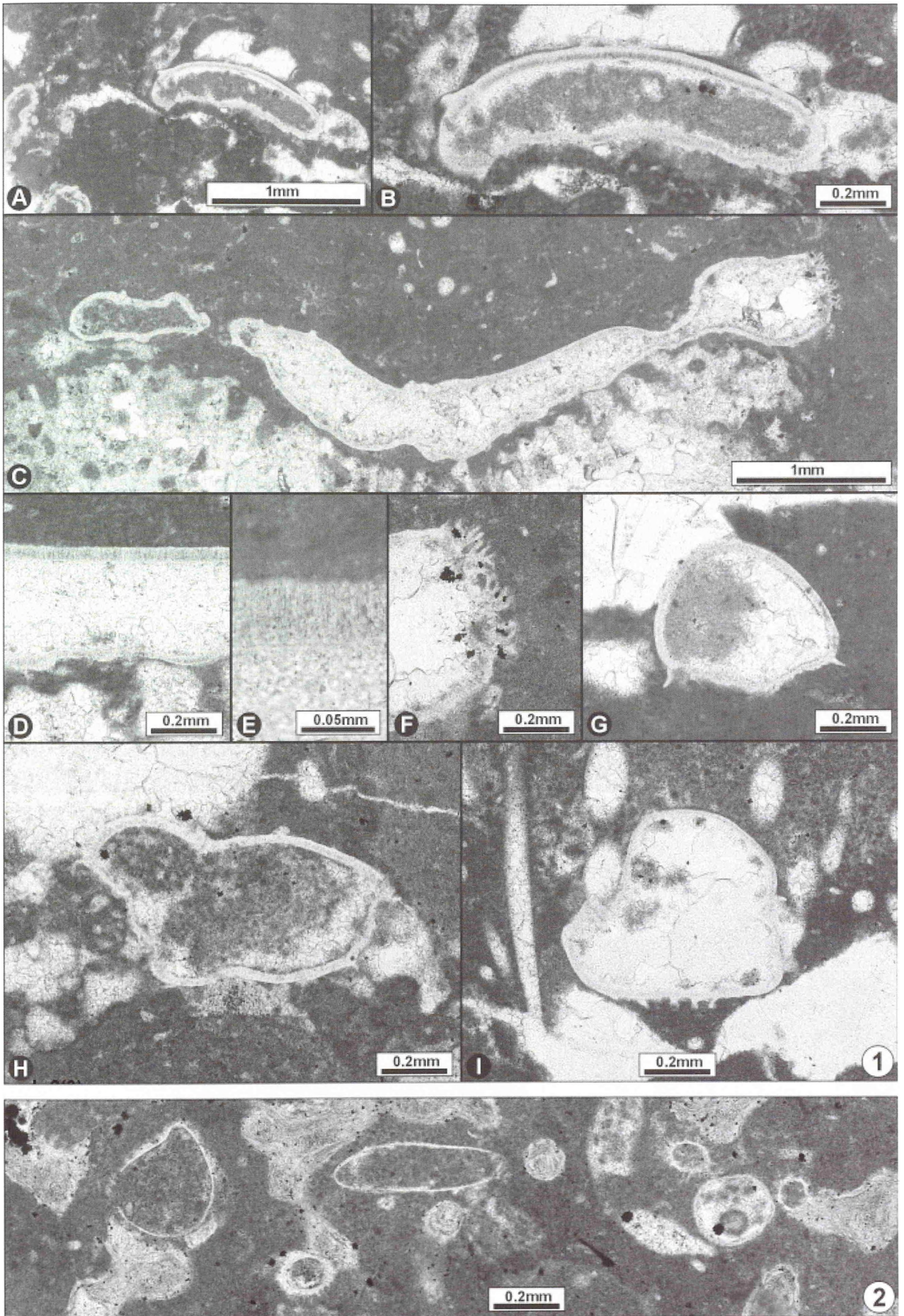
Abb. 2 - *Ramulina* sp.1 (zahlreiche Röhrenquerschnitte) als Kommensale in einem pharetroniden Schwamm. Die nadelartigen Fortsätze der Gehäusewand sind infolge von Lösungsprozesse nur rudimentär erhalten (Querschnitte im rechten Bildausschnitt). Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-P41j.

PLATE 22

Reef dwelling (MF type 8) foraminifers (genus *Ramulina*) with hyaline tests.

Fig. 1A-I - *Ramulina* sp.2 - an enigmatic porcellaneous foraminifer? with tube-like, irregular meandrine test/chamber fixed on substratum. A: Tube in thrombolite, repeatedly intersected (left, bottom left, center) and partially overgrown by *Haddonia* sp.. B: A close up view of A. C: Tube nestling on a surface of a coral skeleton. D: Close-up view of C. E: Detail of figure C showing the prismatic wall. F: Apertural lip(?) of the tube exhibiting antler-like processes. G: Tube in cross section showing claw-like processes on the outer surface. H: Tube (cross section), grown on thrombolite and overgrown by thrombolite. I: Tube in cross section, covered by a soft sponge. A-F, H-I: section Ramsnacken, G: section Münchhausen Ställe; A, B, I: thin section Ram-8b3; C-F, H: thin section Ram-L-2(3); G: thin section Mü-I-2. 1m-1.

Fig. 2 - *Ramulina* sp.1 (cross sections of the tube) inhabiting the skeletal meshwork of a pharetronid calcarea. The needle-like processes of the outer wall are commonly occluded by dissolution (rudimentarily preserved at the tubes at right). Section Amelungsberg, thin section Am-P41j.



TAFEL 23

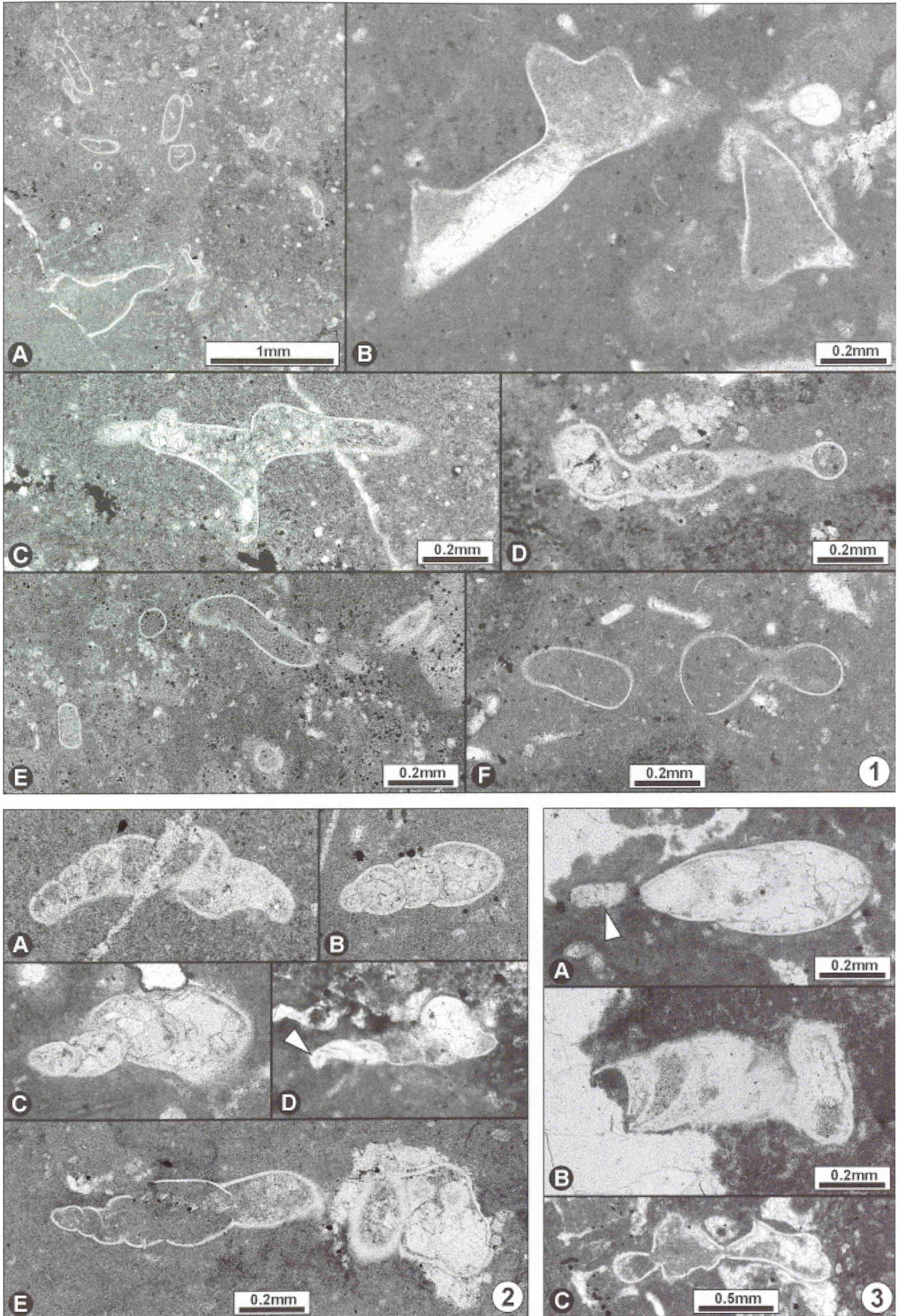
Hyalinschalige Foraminiferen (*Ramulina cf. laevis*, *Dentalina*-artige, aff. *Tentifrons barnardi*) des Riffbereichs (MF-Typ 8)

- Abb. 1A-F** - *Ramulina cf. laevis* (Sollas) im Thrombolith. Diese Art ist durch eine verzweigte, unregelmäßig gewachsene, dünnwandige Röhre gekennzeichnet. A: Profil Bakeder Berg-SW, Dünnschliff Ba-SW-(125/1.5); B: Profil Münchhausen Ställe, Dünnschliff Mü-I-2.8m; C: Profil Höllental-III, Dünnschliff, Höl-III-(18.1/1.4)-2; D: Profil Bakeder Berg-SW, Dünnschliff Ba-SW-(125/1.5); E: Profil Haddessen, Dünnschliff Had-ca. 2.1m; F: Profil Bakeder Berg-SW, Dünnschliff Ba-SW-(35/1.7)-1.
- Abb. 2A-E** - *Dentalina*-artige riffassoziierte Foraminiferen, eingewachsen in Thrombolith, E: möglicherweise aff. *Tentifrons barnardi* Loeblich & Tappan. A: Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-(3.7/3.7); B: Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(8.7/3.8); C: Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-P76a; D: Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-L-1; E: Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-2.4m-2.
- Abb. 3A-C** - aff. *Tentifrons barnardi* Loeblich & Tappan. A-B: Juveniler Gehäuseabschnitt mit *Citharina*-artig aufgewundenen Kammern, die nicht inkrustierend sind (A: Pfeil zeigt auf initialen Gehäuseteil; B: Übergang zum inkrustierenden Gehäuseteil im rechten Bildausschnitt). C: Adulter inkrustierender Gehäuseabschnitt mit den rectilinearen, irregulär gewachsenen Kammern. A-C: Profil Haddessen; A, C: Dünnschliff Had-I-4.4m-1, B: Dünnschliff Had-I-4.4m-2.

PLATE 23

Reef dwelling (MF type 8) foraminifers (*Ramulina cf. laevis*, *Dentalina*-artige, aff. *Tentifrons barnardi*) with hyaline test.

- Fig. 1A-F** - *Ramulina cf. laevis* (Sollas), intergrown with thrombolite. This species consists of a branched, irregular meandrine tube with thin wall, that is attached to the substratum (commonly scalloped thrombolite surfaces). A: section Bakeder Berg-SW, thin section Ba-SW-(125/1.5); B: section Münchhausen Ställe, thin section Mü-I-2.8m; C: section Höllental-III, thin section, Höl-III-(18.1/1.4)-2; D: section Bakeder Berg-SW, thin section Ba-SW-(125/1.5); E: Haddessen quarry, thin section Had-ca. 2.1m; F: section Bakeder Berg-SW, thin section Ba-SW-(35/1.7)-1.
- Fig. 2A-E** - *Dentalina*-like reef dwelling foraminifer, intergrown with thrombolite, E: possibly aff. *Tentifrons barnardi* Loeblich & Tappan. A: section Grüner Altar, thin section Gr-(3.7/3.7); B: Haddessen quarry, thin section Had-(8.7/3.8); C: section Amelungsberg, thin section Am-P76a; D: section Falltal, thin section Fa-R-L-1; E: section Amelungsberg, thin section Am-2.4m-2.
- Fig. 3A-C** - aff. *Tentifrons barnardi* Loeblich & Tappan. A-B: Test with early chambers in citharine arrangement (A: arrow indicates the initial part of the test; B: transition to the adult stage at the right). C: Encrusted part of the (adult) test with uncoiled, rectilinear chambers of irregular shape. A-C: Haddessen quarry; A, C: thin section Had-I-4.4m-1, B: thin section Had-I-4.4m-2.



TAFEL 24

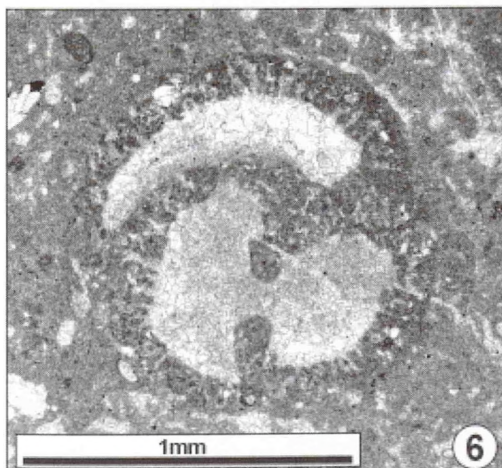
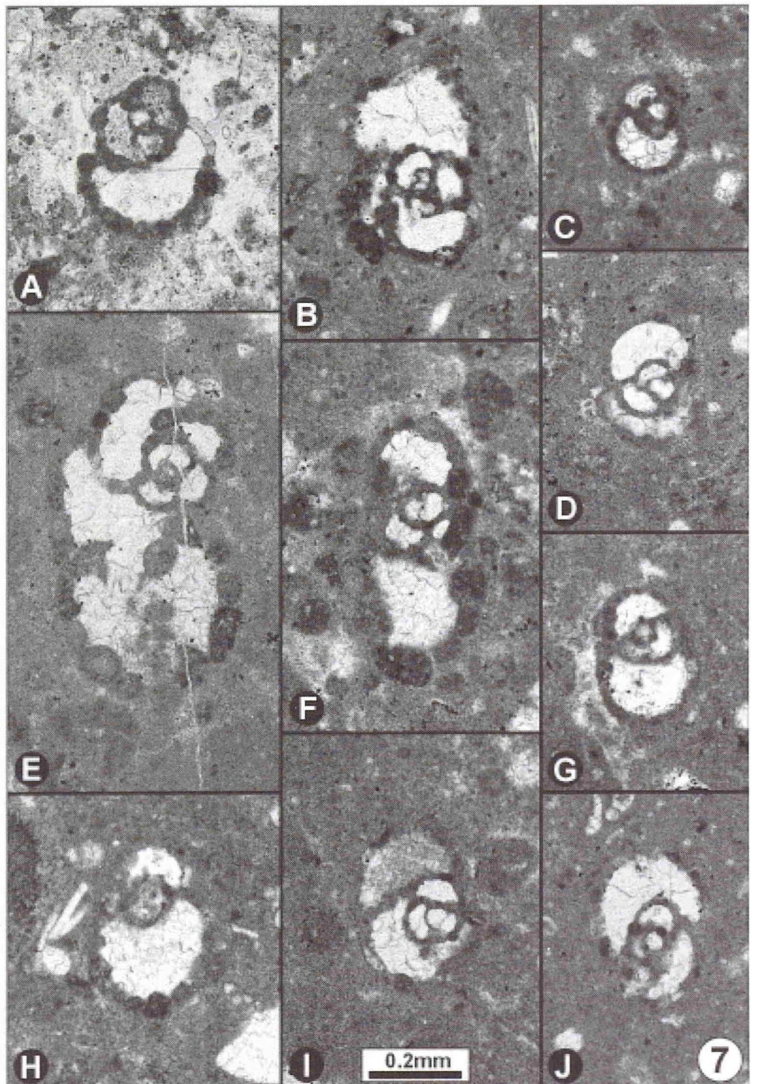
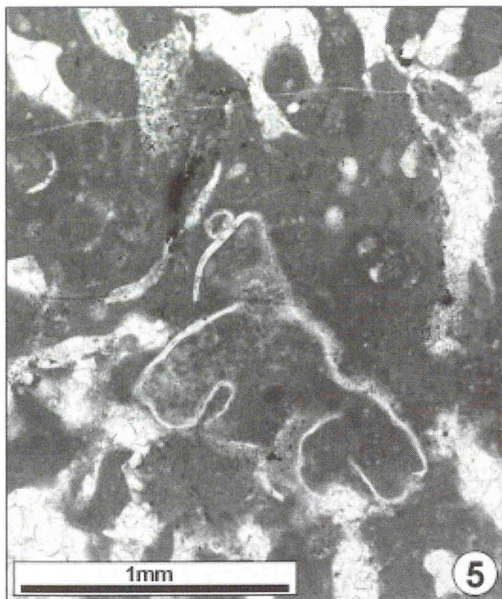
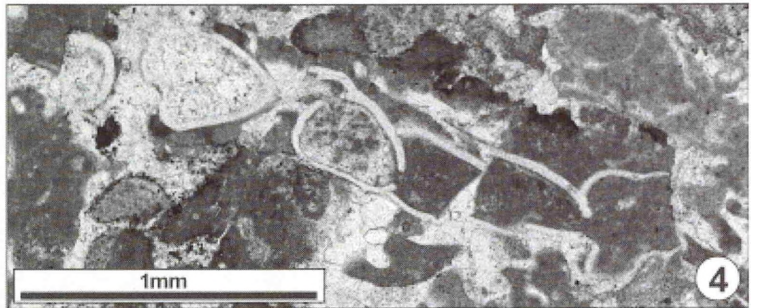
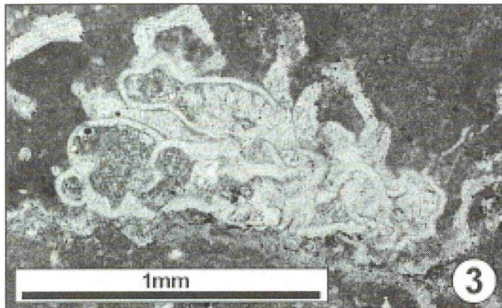
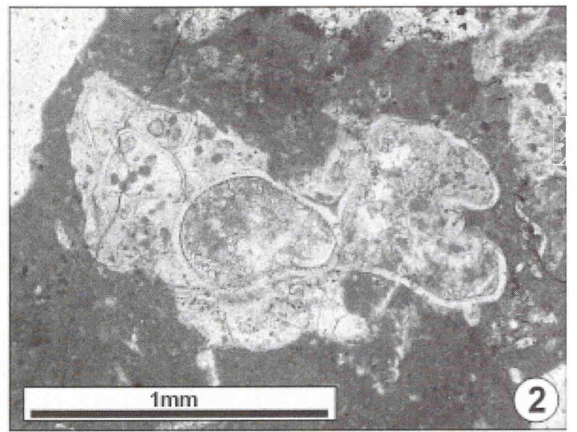
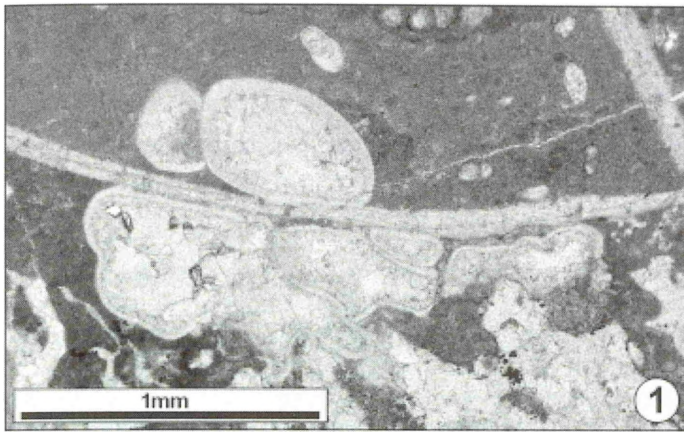
Hyalinschalige Foraminiferen (generische Zuordnung unsicher, aff. *Ramulina*) und agglutinierende Foraminiferen (*Haddonia* sp.) des Riffbereichs (MF-Typ 8) sowie aff. *Ammosphaeroidina* sp..

- Abb. 1** - Zwischen Korallenstock und Brachiopodenschale verkeilte hyalinschalige Foraminiferen mit amöbenartig eingefalteter Kammer (aff. *Ramulina*). Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-A-II.
- Abb. 2** - Hyalinschalige riffassozierte Foraminifere (aff. *Ramulina*) in Thrombolith. Profil Bohrberg-III, Dünnschliff Bo-III-S-0.75m-A.
- Abb. 3** - Hyalinschalige riffassozierte Foraminifere (aff. *Ramulina*), einem Korallenstock aufsitzend. Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-3-B+++.
- Abb. 4** - Hyalinschalige riffassozierte Foraminifere (aff. *Ramulina*), einem Korallenstock von *Fungiastrea arachnoides* aufsitzend. Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-(15.3/0.9)-3.
- Abb. 5** - Kelch von *Fungiastrea arachnoides* (Tangentialschnitt) mit angehefteter eingefalteter Kammer einer hyalinschaligen Foraminifere (aff. *Ramulina*). Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-5-B.
- Abb. 6** - *Haddonia* sp. (Horizontalschnitt parallel zum Substrat), inkrustiertes Substrat außerhalb der Schnittebene. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(3.8/2.0)-1.
- Abb. 7A-J** - Eine agglutinierte Foraminifere unsicherer systematischer Stellung (aff. *Ammosphaeroidina* sp.). Die Art kommt im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) und der Nerineenlage (MF-Typ 7) relativ häufig vor. A-F: Profil Haddessen, G-H: Profil Bakeder Berg, I-J: Profil Pötzen; A: Dünnschliff Had-(3.8/2.0)-3, B: Dünnschliff Had-(3.8/2.0)-1, C: Dünnschliff Had-(3.8/2.0)-2, D, F: Dünnschliff Had-(3.4/2.5)-4, E: Dünnschliff Had-(3.4/2.5)-7, G: Dünnschliff Ba-I-1.6m, H: Dünnschliff Ba-I-1.45m-A, I: Dünnschliff Pö-X-2, J: Dünnschliff Pö-X-4.

PLATE 24

Reef dwelling (MF type 8) foraminifers (determination at generic level is not possible: aff. *Ramulina*) with hyaline test and agglutinating foraminifers (*Haddonia* sp., aff. *Ammosphaeroidina* sp.).

- Fig. 1** - Interstice between coral skeleton (at bottom) and brachiopod shell, inhabited by hyaline foraminifer with amoeba-like folded chambers (aff. *Ramulina*). Section Grüner Altar, thin section Gr-A-II.
- Fig. 2** Test of a hyaline foraminifer consisting of an agglomerate of chambers with bulbous outline (aff. *Ramulina*) within thrombolite. Section Bohrberg-III, thin section Bo-III-S-0.75m-A.
- Fig. 3** - Agglomerate of chambers with irregular outline of a hyaline foraminifer (aff. *Ramulina*), attached to each other and adherent to a coral skeleton. Section Falltal, thin section Fa-R-3-B+++.
- Fig. 4** - Irregular-shaped chamber(s) of a hyaline foraminifer (aff. *Ramulina*), adherent to a coral skeleton of *Fungiastrea arachnoides*. Section Pötzen, thin section Pö-(15.3/0.9)-3.
- Fig. 5** - Large irregular chevron-shaped chamber of a foraminifer (aff. *Ramulina*) occupying the calice of a *Fungiastrea arachnoides* colonie (in tangential section). Section Falltal, thin section Fa-R-5-B.
- Fig. 6** - *Haddonia* sp. (horizontal section parallel to the substratum), substratum of the encrusting test is not exposed. Haddessen quarry, thin section Had-(3.8/2.0)-1.
- Fig. 7A-J** - An agglutinating foraminifer of uncertain systematic position, here provisionally attributed to the genus *Ammosphaeroidina* (aff. *Ammosphaeroidina* sp.); note inflated chambers of the test. This species occurs in varying numbers within fossiliferous micritic limestone (MF type 4) and the nerinean bed (MF type 7). A-F: Haddessen quarry, G-H: section Bakeder Berg, I-J: section Pötzen; A: thin section Had-(3.8/2.0)-3, B: thin section Had-(3.8/2.0)-1, C: thin section Had-(3.8/2.0)-2, D, F: thin section Had-(3.4/2.5)-4, E: thin section Had-(3.4/2.5)-7, G: thin section Ba-I-1.6m, H: thin section Ba-I-1.45m-A, I: thin section Pö-X-2, J: thin section Pö-X-4.



TAFEL 25

?Tetractinellide, pharetronide, sclerospongide und demospongide Schwämme des Riffbereichs (MF-Typ 8).

Abb. 1 - Riffbewohnender ?tetractinellider Demospongier mit ?triaenen Megaskleren zwischen Korallenästen (links-oben, rechts, unten-rechts) und Serpuliden. Die Skleren sind in klumpigem peloidalen Automikrit eingebettet. Der Pfeil zeigt auf die in Taf. 25/2 vergrößert dargestellte Megasklere. Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-II-0.9m.

Abb. 2 - Ausschnittvergrößerung von Taf. 25/1: Megasklere.

Abb. 3 - Anreicherung von Rhaxen in Zwickeln des Riffgerüsts (*Thamnasteria dendroidea* mit Thrombolith, B: Bohrspur). Hierbei handelt es sich wahrscheinlich um einen tangentialen Anschnitt durch die Dermallage eines geodiiden Demospongiers. Die Pfeile zeigen auf Quarz-agglutinierende Foraminiferen (*Subbdelloidina cf. haeusleri* Frentzen), welche in Thrombolith eingewachsen sind. Profil Münchhausen Ställe; Dünnschliff Mü-I-2.1m(1).

Abb. 4 - Flächig ausgebreiteter pharetronider Kalkschwamm mit Basalplatte, aufgewachsen auf Mikrobialith-Kruste, die einen *Thamnasteria dendroidea*-Ast (umkristallisiert, dolomitisiert) überzieht. Links-oben: Schemazeichnung (schwarz: Pharetronidenfasern mit Basalplatte, grau: Mikrobialith, gestreift: Korallenstock). Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-P41F. [GPH 1998 I 22]

Abb. 5 - Thrombolith mit sclerospongiden Schwämmen: *Neuropora* sp.1 (rechts), überwachsen von *Neuropora* sp.2 (links) und Thecideen (T). Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-3-(B)++++.

Abb. 6 - Horizontalschnitt durch (wachstumsgeschichtete) *Neuropora* sp.2, aufgewachsen auf Thrombolith und bewachsen durch „*Proboscina*“ sp. (P). Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-6-(A).

PLATE 25

Pharetronid Calcareia, sclerospongid (*Neuropora* spp.) and demospongid sponges present in the reef facies (MF type 8).

Fig. 1 - ?Tetractinellid demospongid sponge consisting of triaene megascleres as reef dweller between coral branches (in the bottom-right an top-left corner, and on the right) and serpulids (bottom left and center). The megascleres are embedded in clotted automicrite. The arrow points to the megasclere that is shown enlarged in Pl. 25/2. Section Bakeder Berg, thin section Ba-II-0.9m.

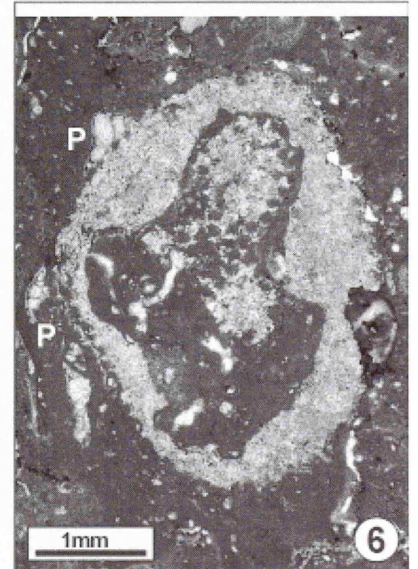
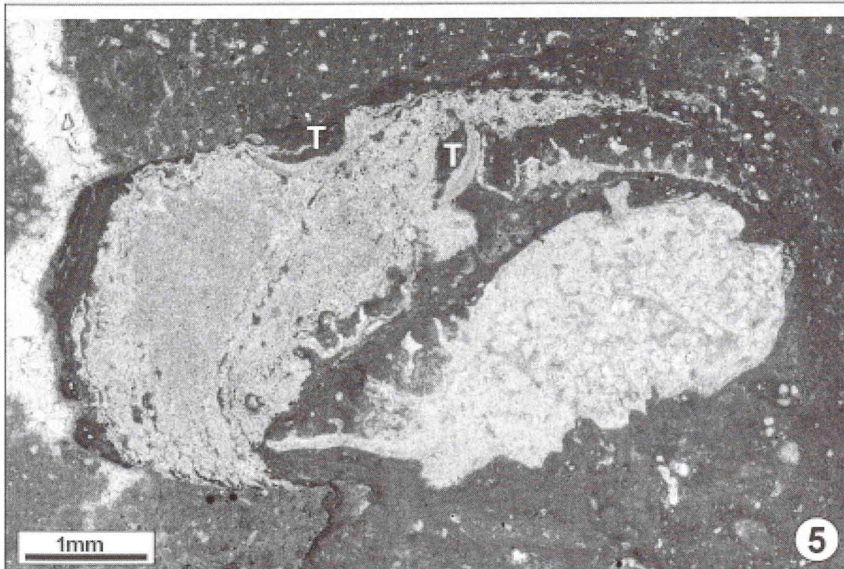
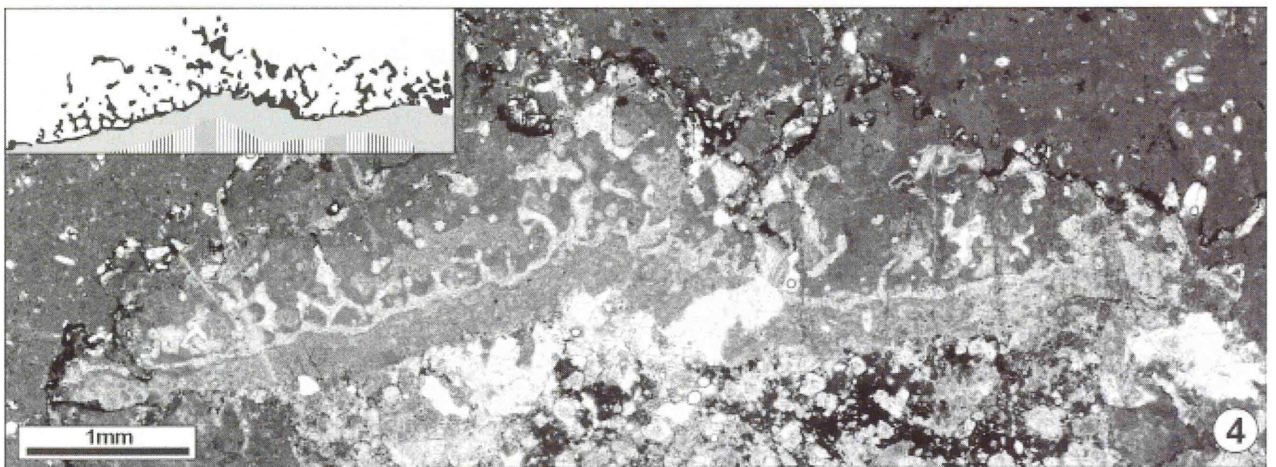
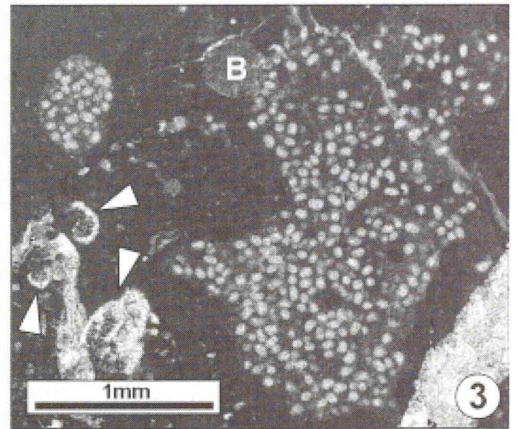
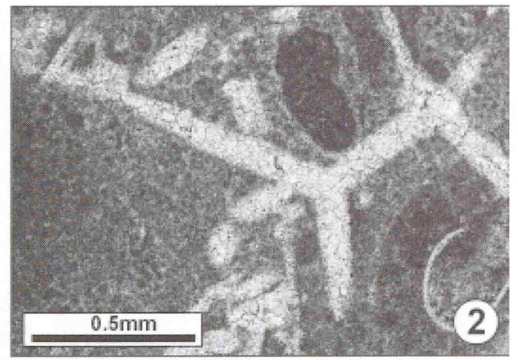
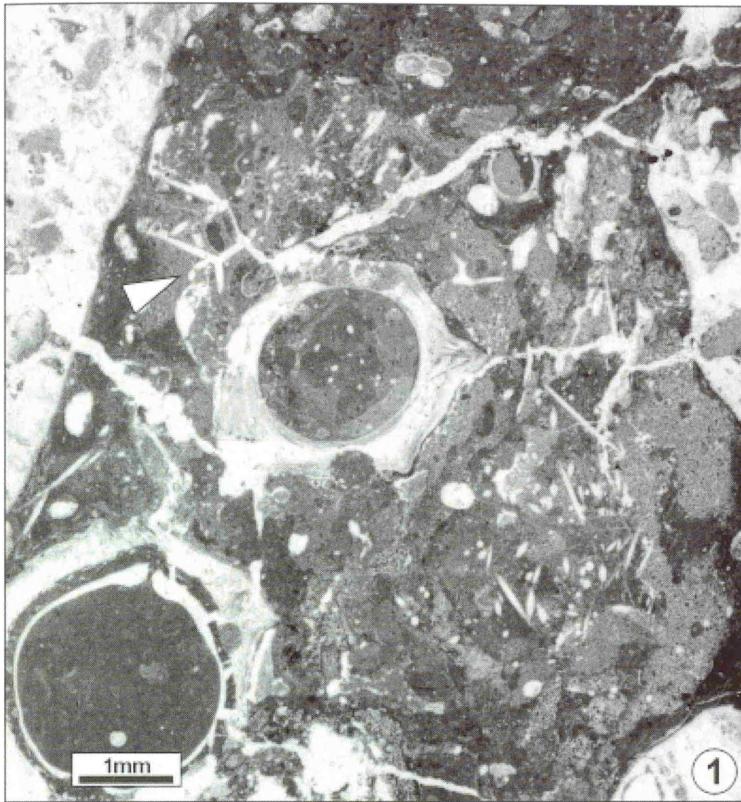
Fig. 2 - Detail of the previous photomicrograph (Pl. 25/1).

Fig. 3 - Accumulation of renieform spicules (rhaxes) within small interstice produced by *Thamnasteria dendroidea* branches and thrombolite (B: boring). Tangential section of a dermal layer of a geodiid sponge. The arrows points to quartz-agglutinating foraminifers (*Subbdelloidina cf. haeusleri* Frentzen) within thrombolite. Section Münchhausen Ställe; thin section Mü-I-2.1m(1).

Fig. 4 - Pharetronid sponge with adpressed encrusting shape. The sponge skeleton consists of a basal plate and is attached to a flat microbial crust that covers a *Thamnasteria dendroidea* branch (structure occluded by recrystallization and dolomitization). Line-tracing of thin section at top-left (black: pharetronid fiber with basal plate, grey: thrombolite, striped: coral skeleton). Section Amelungsberg, thin section Am-P41F. [GPH 1998 I 22]

Fig. 5 - Thrombolite with sclerospongid sponge *Neuropora* sp.1 (at bottom), overgrown by *Neuropora* sp.2 (at left), and cemented thecideidnids (T). Section Falltal, thin section Fa-R-3-(B)++++.

Fig. 6 - Horizontal section through multi-layered *Neuropora* sp.2, attached to thrombolite and overgrown by “*Proboscina*” sp. (P). Section Falltal, thin section Fa-R-6-(A).



TAFEL 26

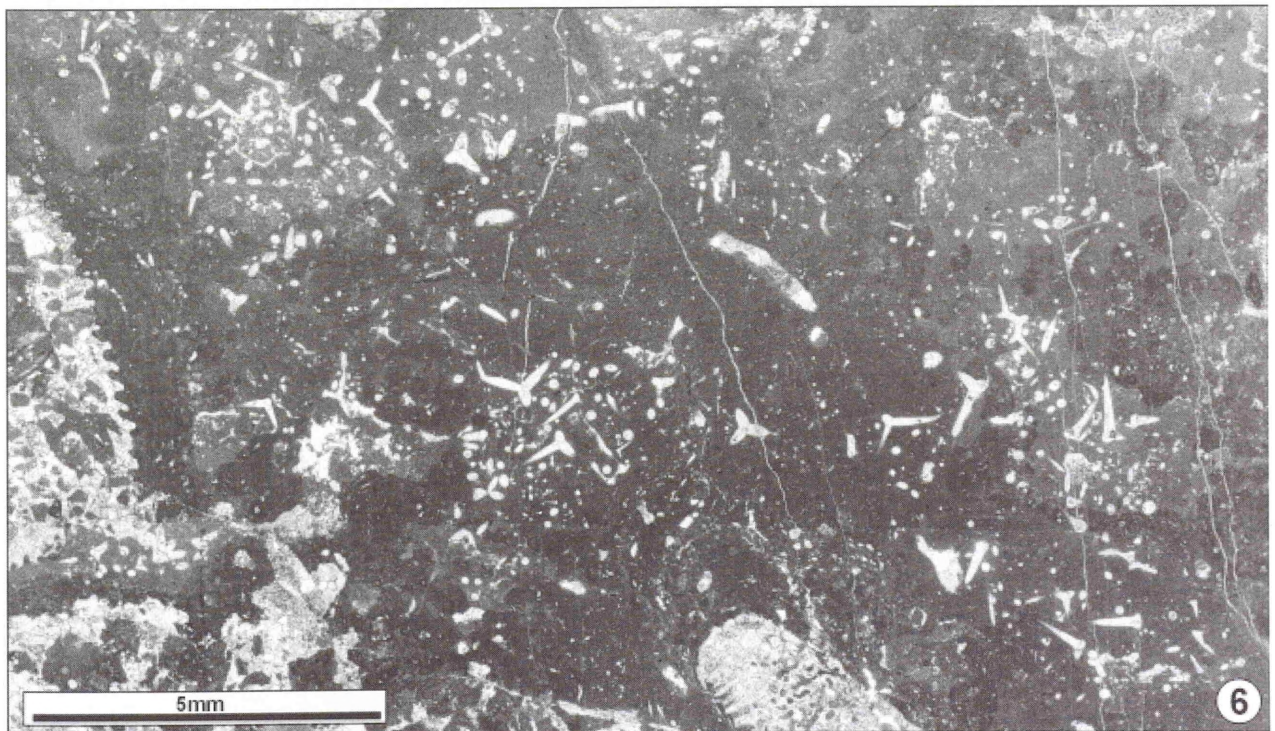
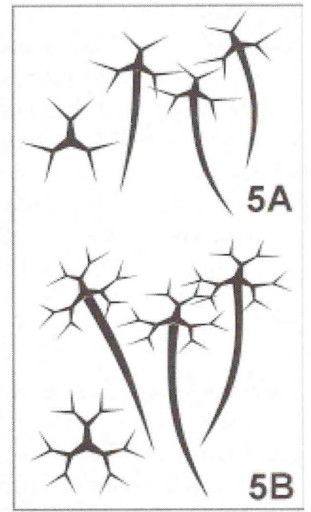
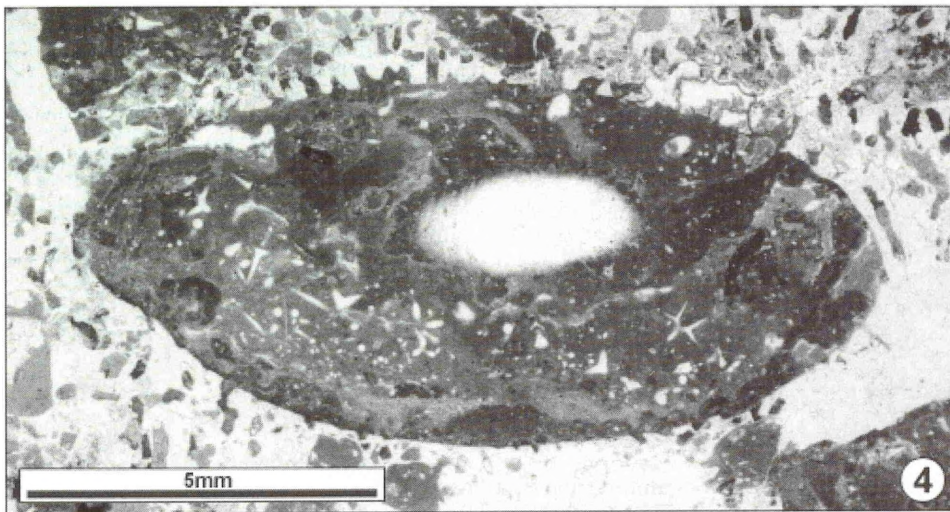
Pachastrellide Schwämme mit dichotrienen Megaskleren im Mesohyl (Riffkalkstein, MF-Typ 8).

- Abb. 1** - Einfach dichotom verzweigte dichotriene Megasklere eines pachastrelliden Schwammes; Ausschnitt aus dem Mesohyl-Bereich. Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-I-1.6m.
- Abb. 2** - Isolierte, einfach dichotom verzweigte dichotriene Megasklere eines pachastrelliden Schwammes aus dem Riffkalkstein (zwischen Ästen von *Goniocora socialis*). *florigemma*-Bank-Aufschluss nahe Amelungsberg, Dünnschliff L-S-2.
- Abb. 3** - Pachastrellider Schwamm im Riffkalkstein. Der Ausschnitt des Mesohyl-Bereichs zeigt eine dichotriene Megasklere mit dichotom aufgespaltenen Nadelenden. Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-(15.3/0.9)-0.
- Abb. 4** - Muschelbohrloch in *Fungiastrea arachnoides*, das von einem pachastrelliden Schwamm besiedelt ist. Seine Megaskleren sind in dem kryptischen Hohlraum in situ überliefert. Weichteilzerfall und Abbau von organischer Substanz nach dem Tode des Schwammtieres führte zum Schrumpfen des Schwammkörpers und anschließend zur klumpigen Anhäufung der Megaskleren. Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-(15.3/0.9)-3.
- Abb. 5A, B** - Schemazeichnung dichotriener Megaskleren von pachastrelliden Schwämmen (ohne Maßstab). A: Einfach dichotom verzweigte Megaskleren, B: Mehrfach dichotom verzweigte Megaskleren.
- Abb. 6** - Vergleichsweise großer pachastrellider Schwamm mit in situ überlieferten dichotrienen Megaskleren. Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-(15.3/0.9)-0.

PLATE 26

Pachastrellid non-rigid sponges with dichotriena megasclers in the mesohyl (reef limestone, MF type 8).

- Fig. 1** - Simple dichotomously branched megasclere of a pachastrellid non-rigid sponge, enlargement of the mesohyl area. Section Bakeder Berg, thin section Ba-I-1.6m.
- Fig. 2** - Isolated, simple dichotomously branched megasclere of a pachastrellid non-rigid sponge as bioclast within a small reef cavity. Small outcrop of reef limestone next to the Amelungsberg, thin section L-S-2.
- Fig. 3** - Reef dwelling pachastrellid sponge. Its mesohyl area shows a megasclere with repeated dichotomously branched spicules. Section Pötzen, thin section Pö-(15.3/0.9)-0.
- Fig. 4** - A bivalve borehole within a *Fungiastrea arachnoides* colony containing a cryptic pachastrellid sponge with in situ preserved megascleres. Decomposition of sponge tissue led to shrinking and volume reduction. As a result, in places the sponge spicules occur enriched and appear clotted. Section Pötzen, thin section Pö-(15.3/0.9)-3.
- Fig. 5A, B** - Schematic line-drawing of dichotriena megascleres of pachastrellid non-rigid sponges as seen in studied material (no scale implied). A: Simple dichotomously branched megascleres; B: Multiple dichotomously branched megascleres.
- Fig. 6** - Comparatively large pachastrellid non-rigid sponge with in situ preserved dichotriena megascleres due to fast calcification by microbial activity. Section Pötzen, thin section Pö-(15.3/0.9)-0.



TAFEL 27

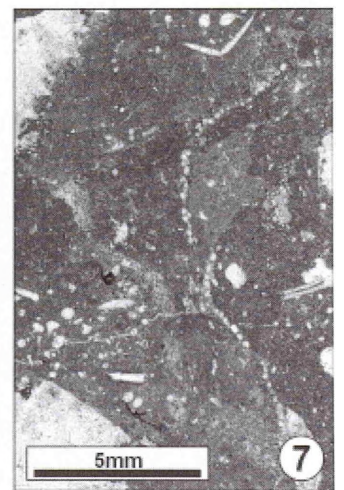
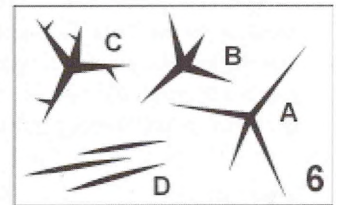
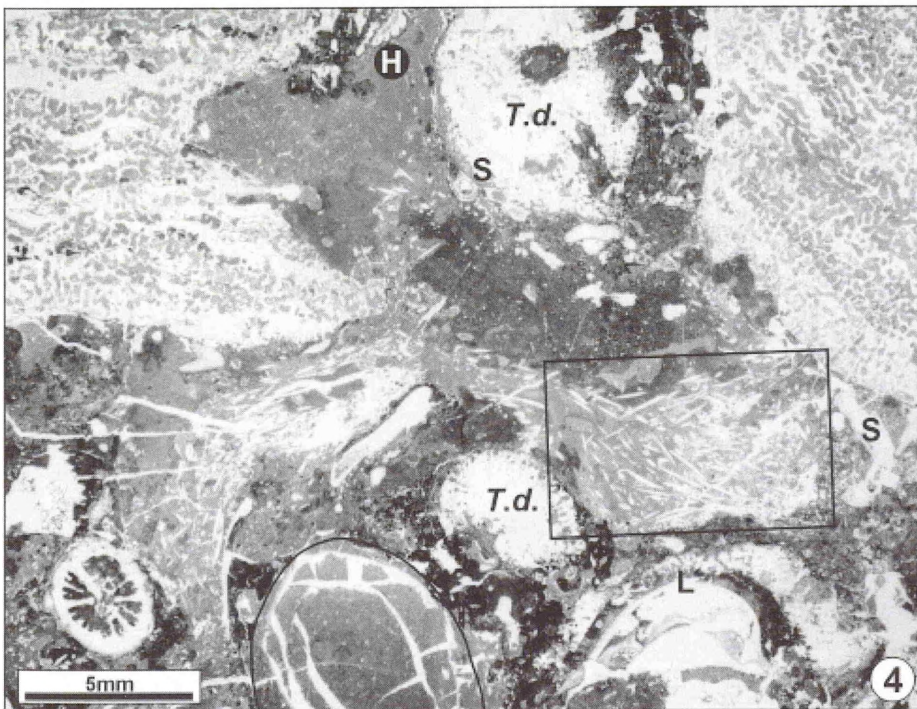
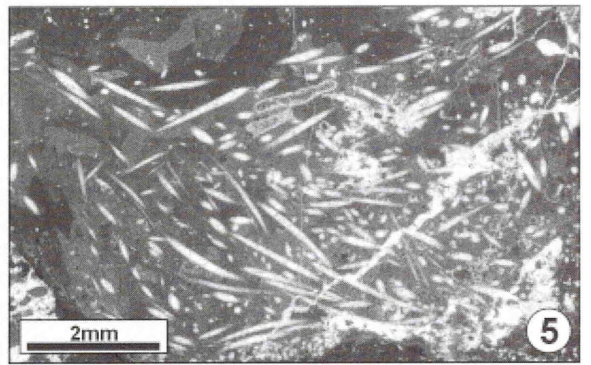
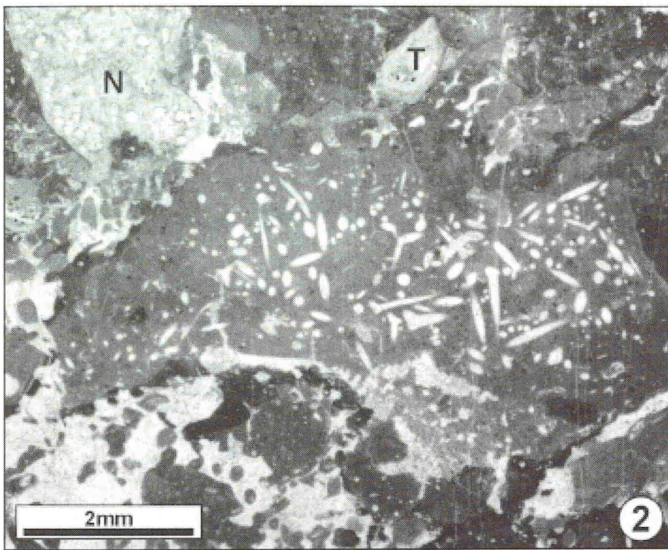
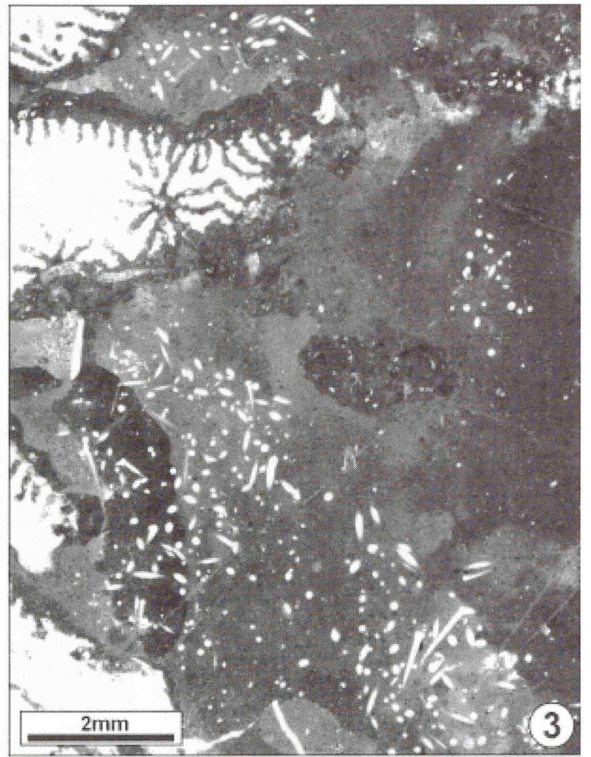
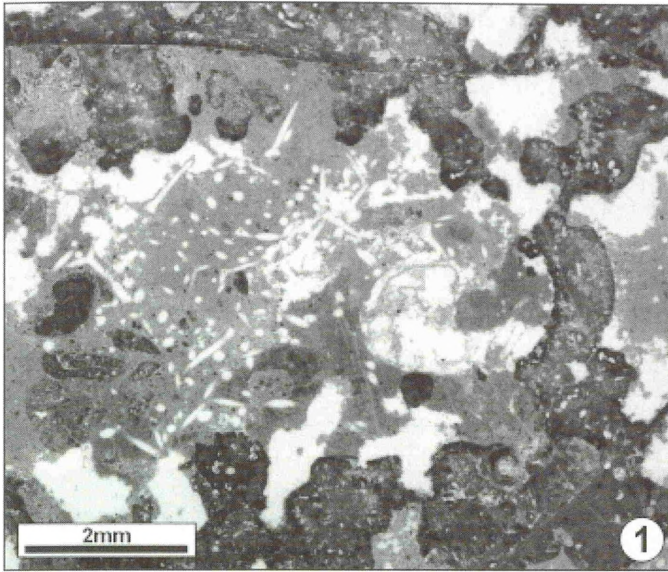
Tetractinellide und halichondride „Weichschwämme“ im Riffkalkstein (MF-Typ 8).

- Abb. 1** - In situ überlieferte Nadeln eines tetractinelliden Demospongiers als Zwickelfüllung zwischen Thrombolith. Das Restlumen ist z.t. von Sparit aufgefüllt. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(9.4/3.55).
- Abb. 2** - Zwickel im Riffgerüst mit in situ überlieferten Nadeln eines tetractinelliden Demospongiers mit kräftig entwickelten Megaskleren (Taf. 27/6B). Der Weichschwamm ist von einem intensiv angebohrten Korallenstock (unten), *Neuropora* sp.1 (oben-links) und einer Thecidee (oben) umgeben; alle Organismen sind von Thrombolith eingehüllt. Profil Roter Stein, Dünnschliff RS-L-C.
- Abb. 3** - Zahlreiche von Thrombolith umschlossene Nadeln eines tetractinelliden Demospongiers zwischen *Thamnasteria dendroidea*-Ästen. Es handelt sich um ein Taxon mit filigranen, lang ausgezogenen Nadeln (cf. Fig. 6A). Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-2.2m.
- Abb. 4-5** - Riffkalkstein mit folgenden Korallen: cf. *Meandראה* sp. (oben-links und oben-rechts), *Goniocora socialis* (Astquerschnitt, unten-links) und *Thamnasteria dendroidea* (T.d.). Als inkrustierende Organismen treten Serpuliden (S), *Lithocodium aggregatum* (L) und *Haddonina* sp. (H) auf. Thrombolith überwächst Korallen und inkrustierende Organismen. Rifforganismen und Thrombolith sind angebohrt (schwarz umkreist: Muschelbohrung). Der Resthohlraum wird von einem halichondriden Demospongier mit faserartig angeordneten monaxonen Megaskleren eingenommen. Der schwarze Rahmen zeigt die Position der Ausschnittvergrößerung an. Profil Ramsnacken (Lesestein), Dünnschliff Ram-L-8b3-7.
- Abb. 6A-D** - Megaskleren von tetractinelliden Demospongieren (A-C) und „gebündelte“ monaxone Nadeln eines halichondriden Demospongiers (D) als Schemazeichnungen (ohne Maßstab). A: Tetractinellide Megasklere mit filigranen, lang ausgezogenen Nadeln. B: Tetractinellide Megasklere mit kurzen, robusten Nadeln. C: Tetractinellide Megasklere mit rechtwinklig abzweigenden dornartigen Fortsätzen an den einzelnen Nadelenden. D: Monaxone (Amphioxen).
- Abb. 7** - Tetractinellider Demospongier mit dem Anschnitt des Mesohyl-Bereichs (linke Bildhälfte) und der das Mesohyl umgebenden Dermallage. Letztere besteht aus perlschnurartig aneinandergereiht erscheinenden Rhaxen, die sich im Bogen von unten-rechts nach oben-rechts erstrecken. Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-(4.0/3.0)-B.

PLATE 27

Tetractinellid and halichondrid non-rigid sponges from reefal limestone (MF type 8).

- Fig. 1** - Spicules of a non-rigid tetractinellid sponge between clotted thrombolite (at bottom and top). Remaining interstitial place is filled-up by sparry cement. Haddessen quarry, thin section Had-(9.4/3.55).
- Fig. 2** - Non-rigid tetractinellid sponge as interstitial organism within reef framework consisting of bioeroded coral skeleton (below), specimens of *Neuropora* sp.1 (upper left), thecideidinid brachiopod (above) and thrombolite. Note strong, in situ preserved spicules (cf. Fig. 6B) of this species. Section Roter Stein, thin section RS-L-C.
- Fig. 3** - Abundant spicules of a non-rigid tetractinellid sponge within *Thamnasteria dendroidea* colony (left: oblique longitudinal sections of branches). This morph consists of rather delicate, slender spicules (cf. Fig. 6A). Haddessen quarry, thin section Had-I-2.2m
- Fig. 4-5** - Reef limestone consisting of the following coral: cf. *Meandראה* sp. (top left and top right), *Goniocora socialis* (corallite at bottom left), and *Thamnasteria dendroidea* (T.d.). Attached fauna comprises serpulids (S), *Lithocodium aggregatum* (L) and *Haddonina* sp. (H). Corals and encrusters are overgrown by thrombolite. A few borings are present (encircled: bivalve boring). The remaining pore-space is occupied by a halichondrid non-rigid sponge. Its skeleton consists exclusively of amphioxean scleres, that are partly arranged in bundles. The rectangle indicates the position of the enlargement shown in Pl. 27/5. Section Ramsnacken (hand specimen), thin section Ram-L-8b3-7.
- Fig. 6A-D** - Line-drawing of different megascleres of tetractinellid non-rigid sponges (A-C) and monaxons of a halichondrid sponge (D) that are arranged in a bundle (no scale implied). A: A specimen consisting of long delicate processes. B: A specimen consisting of short stout processes. C: A specimen consisting of processes with spike-like junctions. D: Fusiform monaxons (amphioxean scleres).
- Fig. 7** - Tetractinellid non-rigid sponge showing a mesohyl area (top, left, and bottom) with a few choanosomal megascleres. They are surrounded by the dermal layer with its rhaxen arranged in a string-of-pearl pattern (from bottom right to top right). Section Grüner Altar, thin section Gr-(4.0/3.0)-B.



TAFEL 28

Sclerospongiger Kalkschwamm *Neuropora* sp.2 aus dem Riffbereich (MF-Typ 8).

Abb. 1 - Längsschnitt durch *Neuropora* sp.2: Domartiges Exemplar mit Wachstumsunterbrechungen, aufgewachsen auf Thrombolith. Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-3-(F).

Abb. 2 - Längsschnitt durch *Neuropora* sp.2, mehrlagiges Exemplar. Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-3-(B)++.

Abb. 3 - Längsschnitt durch *Neuropora* sp.2, domartiges Exemplar. Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-6-(A).

Abb. 4 - Riffkalkstein, bestehend aus *Fungia* *strea arachnoides* (unten), die von Thrombolith, zwei domartigen Exemplaren von *Neuropora* sp.2 (Längsschnitt) und „*Proboscina*“ sp. (P) bewachsen ist. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-1.25m.

Abb. 5 - Längsschnitt durch ein mit Wachstumsunterbrechungen kegelförmig gewachsenes Exemplar von *Neuropora* sp.2. Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-3-(B)++.

Abb. 6 - Der Längsschnitt durch ein einlagiges in Thrombolith eingewachsenes Exemplar von *Neuropora* sp.2 zeigt das typische Zahnstangen-artige Erscheinungsbild der Art. Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-6-(A).

Abb. 7-8 - Abb. 7: Thrombolith mit verschiedenen Schnittlagen durch *Neuropora* sp.2 (rechts: Längsschnitte, einzeilig; mitte und unten: Horizontalschnitte, z.t. mit Wabenstruktur) und Thecideen (T). Abb. 8: Die Detailvergrößerung (um 90° gedreht) zeigt einen (tangentialen) Horizontalschnitt durch *Neuropora* sp.2. Deutlich zu sehen sind die Wabenstruktur der Oberfläche und die feinverteilten Pyriteinlagerungen im Skelett. Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-6-(A).

PLATE 28

Views of the reef dwelling sclerospongid sponge *Neuropora* sp.2 (MF type 8).

Fig. 1 - Dome-shaped specimen of *Neuropora* sp.2 in longitudinal section exhibiting abundant growth interruptions. Section Falltal, thin section Fa-R-3-(F).

Fig. 2 - Multi-layered specimen of *Neuropora* sp.2 in longitudinal section. Section Falltal, thin section Fa-R-3-(B)++.

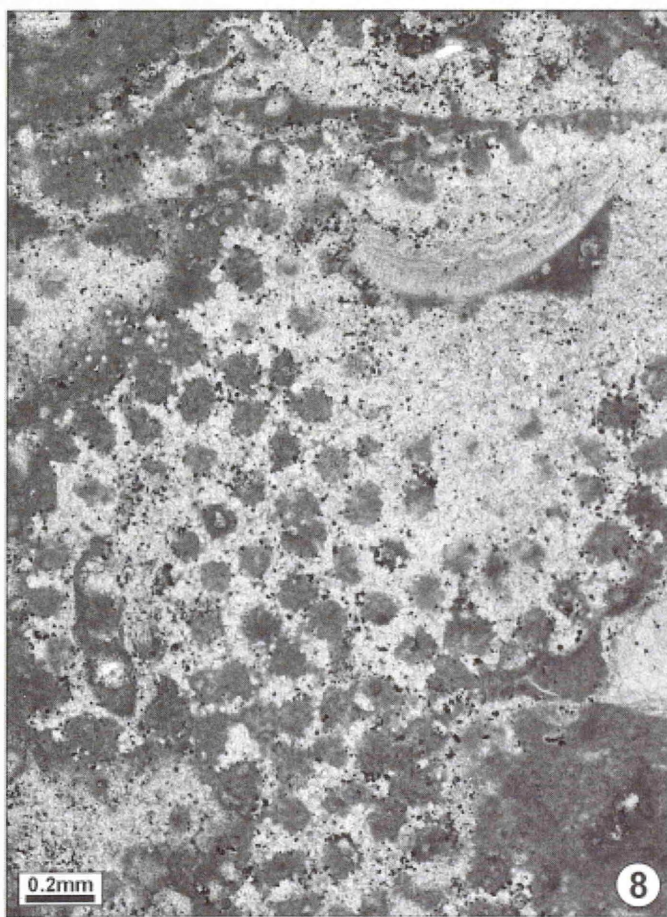
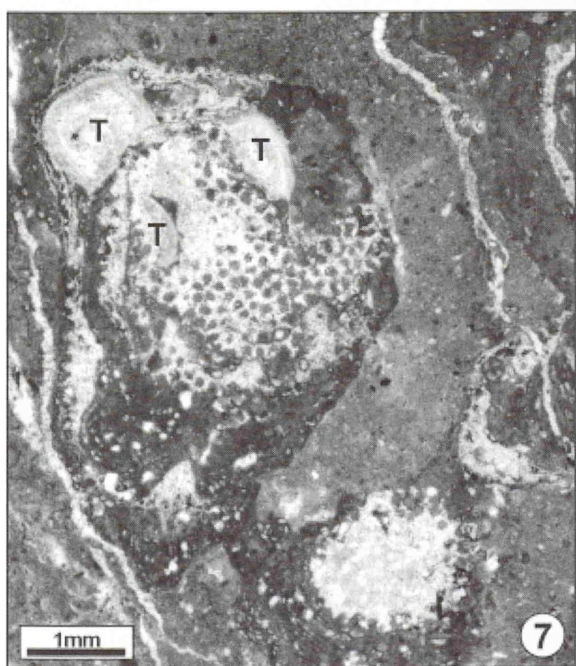
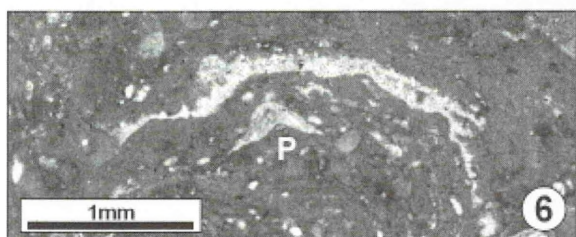
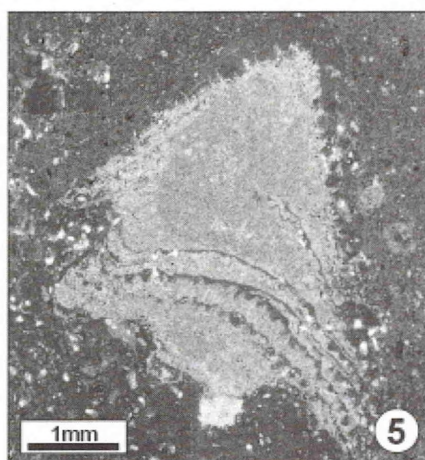
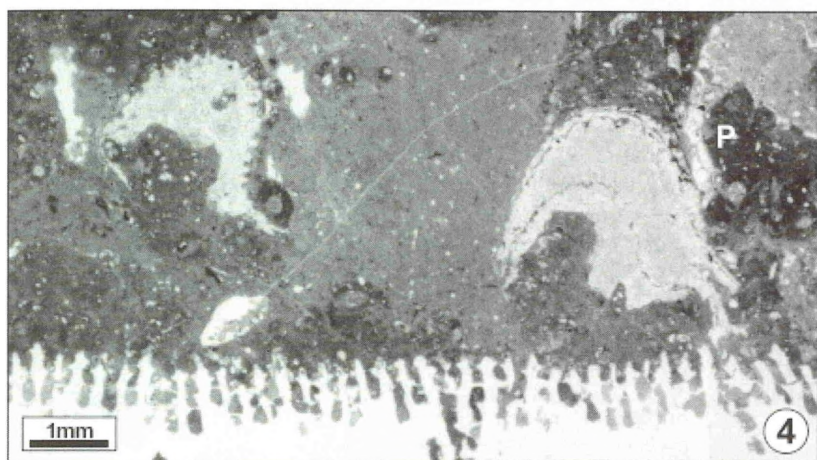
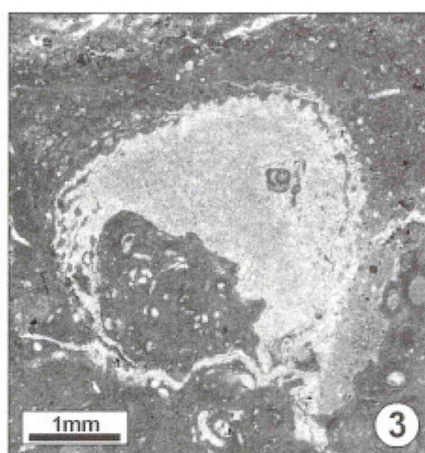
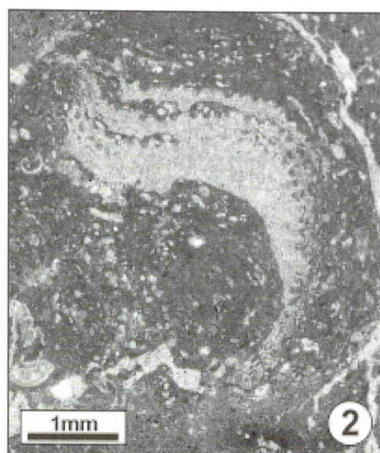
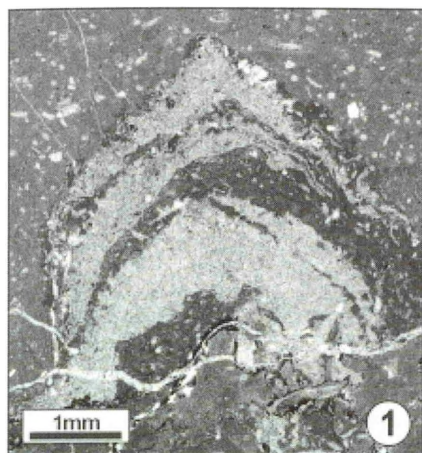
Fig. 3 - Dome-shaped specimen of *Neuropora* sp.2 in longitudinal section. Section Falltal, thin section Fa-R-6-(A).

Fig. 4 - Reef limestone consisting of platy *Fungia* *strea arachnoides* colony (at bottom). The flattened colony surface is covered by thrombolite with intervening specimens of *Neuropora* sp.2 with domical growth form and “*Proboscina*” sp. (P). Haddessen quarry, thin section Had-I-1.25m.

Fig. 5 - Specimen of *Neuropora* sp.2 with domal upward growth in top part and growth interruptions (longitudinal section). Section Falltal, thin section Fa-R-3-(B)++.

Fig. 6 - Longitudinal section of a single-layered specimen of *Neuropora* sp.2 intergrown in thrombolite. Note the typical teethbar-like appearance of this species. Section Falltal, thin section Fa-R-6-(A).

Fig. 7-8 - Fig. 7: Thrombolite exhibiting different sections through specimens of *Neuropora* sp.2 (single-layered longitudinal sections to the right, horizontal section in the center and at bottom) and cemented thecideidids (T); see Fig. 8 for a close-up of the part in the center. Fig. 8: Detail of the previous photomicrograph (figure rotated) showing a horizontal section through *Neuropora* sp.2. Honeycomb structure of the surface and the fine scattered pyrit crystals within the skeleton are well recognizable. Section Falltal, thin section Fa-R-6-(A).



TAFEL 29

Pharetronide Calcareia und sclerospongide Schwämme (*Neuropora* sp.1) des Riffbereichs (MF-Typ 8).

Abb. 1 - Riffkalkstein, bestehend aus *Thamnasteria dendroidea*-Ästen (z.t. kollabiert) und biogener Inkrustierung (T: Thecidee). Den Ästen sitzen zwei kleine pharetronide Schwämme auf, die zusammen mit den Korallenästen von Thrombolith eingehüllt sind. Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-L(3).

Abb. 2-3 - *Thamnasteria dendroidea*-Gestrüpp (Korallenäste außerhalb der Schnittebene) mit zwei Exemplaren von *Neuropora* sp.1., die in Thrombolith eingewachsen sind. Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-2.2m(1).

Abb. 4 - *Neuropora* sp.1, angewachsen auf *Thamnasteria dendroidea*-Ast. Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-L.

Abb. 5-6 - Detailaufnahme von *Neuropora* sp.1. Profil Falltal; 5: Dünnschliff Fa-R-5(C), 6: Dünnschliff Fa-R-5(D).

PLATE 29

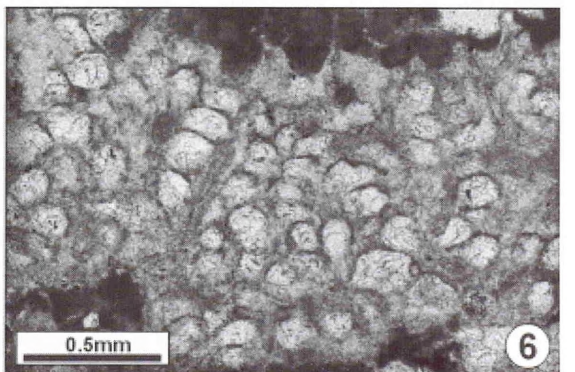
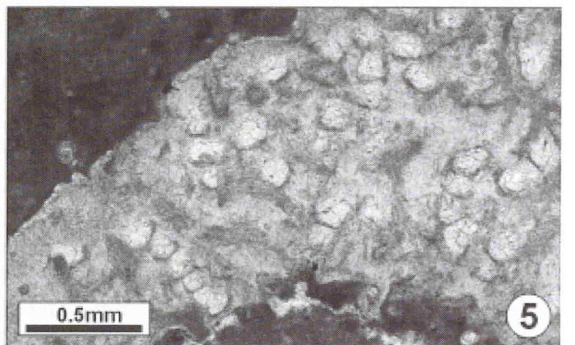
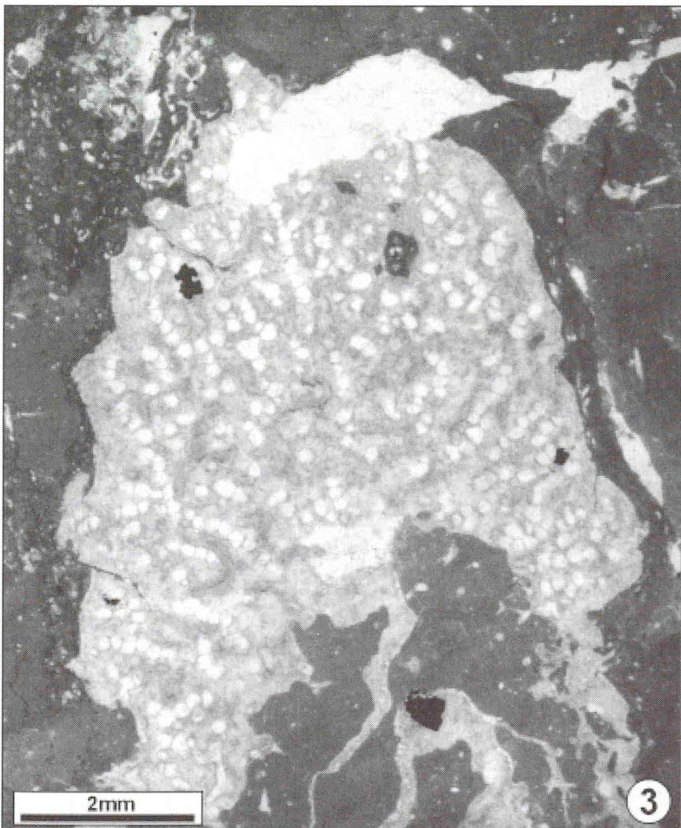
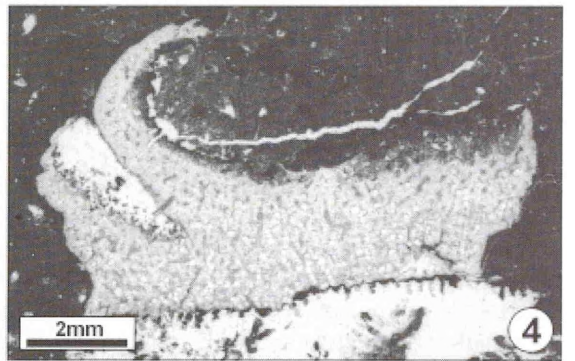
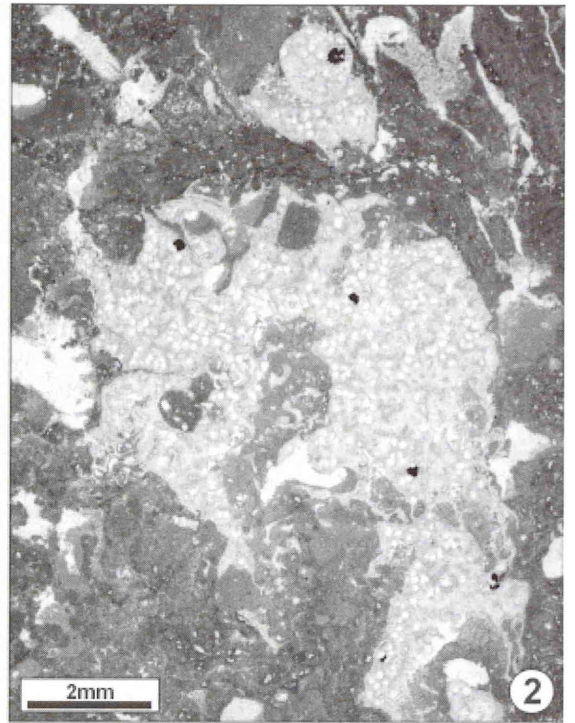
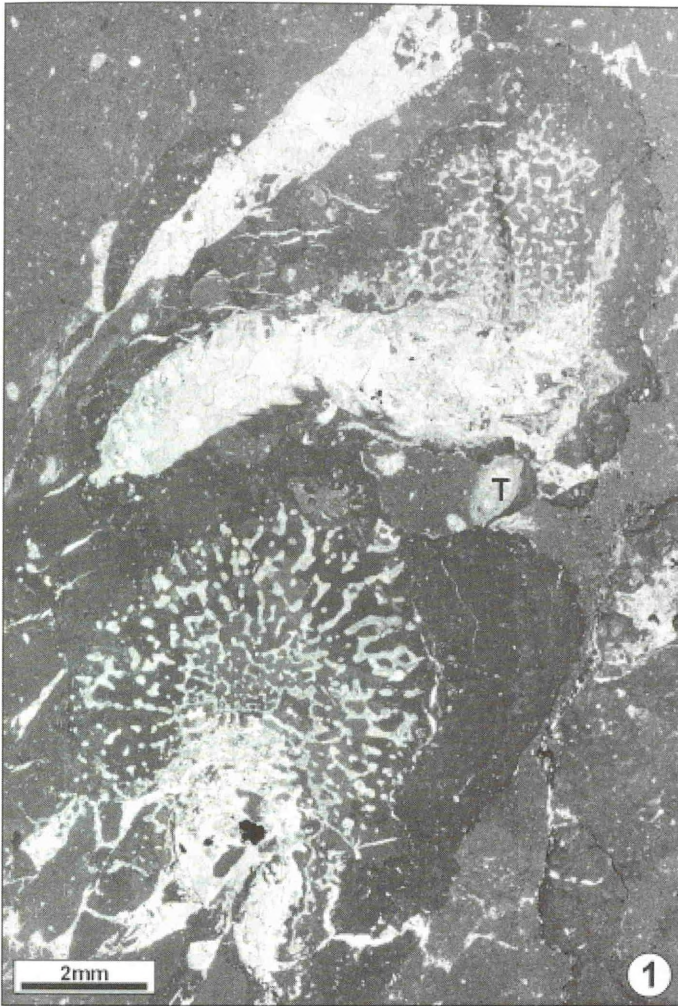
Pharetronid calcarea und sclerospongid sponges (*Neuropora* sp.1) present in the patch reef facies (MF type 8).

Fig. 1 - Reef limestone consisting of *Thamnasteria dendroidea* branches (partly collapsed) and encrusting organisms (T: thecideidid brachiopod). Two small pharetronid sponges are attached to the branches and itself overgrown by microbial crusts which also cover the coral branches. Section Falltal, thin section Fa-R-L(3).

Fig. 2-3 - Two specimens of *Neuropora* sp.1., intergrown in thrombolite (*Thamnasteria dendroidea* thicket). Section Amelungsberg, thin section Am-2.2m(1).

Fig. 4 - *Neuropora* sp.1, attached to *Thamnasteria dendroidea* branch. Section Falltal, thin section Fa-R-L.

Fig. 5-6 - Enlarged view of *Neuropora* sp.1. Section Falltal; 5: thin section Fa-R-5(C), 6: thin section Fa-R-5(D).



TAFEL 30

Thamnasteria dendroidea (Lamaroux) (Abb. 1-2) und *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) (Abb. 3-6), die häufigsten Korallenarten im Untersuchungsgebiet; Riffkalkstein (MF-Typ 8).

Abb. 1 - *Th. dendroidea*-Kolonie mit quergeschnittenen, z.t. kollabierten Ästen, die von Serpuliden (oben-rechts), Thecideen (T), Thrombolith und „Weichschwämmen“ (S) bewachsen sind. Allomikrit und Sparit-Zement füllen verbleibende Hohlräume auf. Korallenäste und Thrombolith weisen zahlreiche Bohrspuren unterschiedlicher Erzeuger, z.B. von Muscheln (weiß nachgezeichnet), auf, die sowohl Korallenskelett als auch Thrombolith schneiden. Beachte „Zerreizung“ von Korallenstöcken und Sediment. Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-/4.0/3.0).

Abb. 2 - Dickstämmige *Th. dendroidea*-Kolonie in Lebendstellung, die von verschiedenen Organismen (z.B. Serpeln) und Thrombolith bewachsen sind. Korallenäste und Thrombolith sind intensiv angebohrt. Gelegentlich befinden sich in den Bohrlöchern ineinander geschachtelte Muschelschalen; dies deutet auf Sekundärbesiedlung durch Nestler hin. Aus der Wiederholung von Bioerosion und Thrombolith-Wachstum resultiert das „schneiden“ einiger Bohrlöcher. „Weichschwämme“ (S) befinden sich in Astzwischenräumen und in Bohrkavernen. Profil Kelliehausen, Dünnschliff Ke-A-6.

Abb. 3 - Angewitterte Kolonieoberfläche von *F. arachnoides* mit charakteristisch geperlten Septalrändern und spongiöser Columella (größtenteils von Sediment bedeckt). Profil Pötzen, Handstück Pö-I-0.6m (geweißt).

Abb. 4 - Der Horizontalschnitt durch *F. arachnoides* zeigt in Reihen angeordnete Koralliten mit ineinanderfließenden Septen sowie die spongiöse Columella. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(4.2/0.6).

Abb. 5 - Umkristallisierte fladenförmige *F. arachnoides*-Kolonie im Längsschnitt. Der durch Allomikrit verschüttete bzw. von mikrobiellen Karbonaten nachgezeichnete Außenbereich ist gut erhalten und zeigt im Dünnschliff den typischen sägezahnartigen Anschnitt der Septen. Profil Münchhausen Ställe, Dünnschliff Mü-57,6m.

Abb. 6 - Kelchanschnitte von *F. arachnoides* mit relativ unregelmäßig angeordneten Koralliten. Infolge von Auffüllung der Interseptalräume mit Allomikrit zeichnet sich deutlich die spongiöse Columella ab. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(6.9/2.5).

PLATE 30

Thamnasteria dendroidea (Lamaroux) (Fig. 1-2) and *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) (Fig. 3-6), the most widespread coral species of the study area; reef limestone (MF type 8).

Fig. 1 - *Th. dendroidea* colony with recrystallized and partly collapsed corallites. The branches are partly populated by serpulids (top right), thecideidiniids (T) and soft sponges (S), and are heavily affected by microbial crusts. Allomicrite fills the framework pores. Corallites and microbial crusts are bored, e.g. bivalve boring (at right) cutting coral skeleton and thrombolite (white line). Note syndimentary fissures within the coral skeletons and allomicrite (penecontemporaneous shear joints?). Section Grüner Altar, thin section Gr-/4.0/3.0).

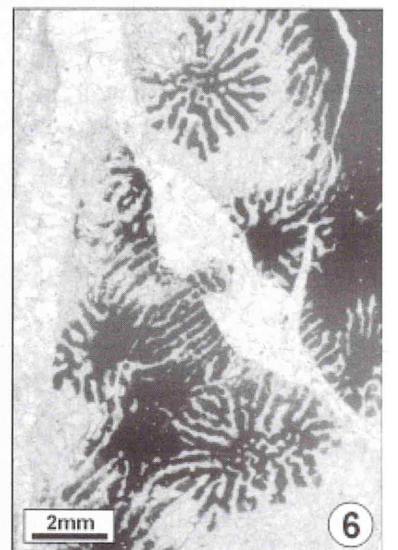
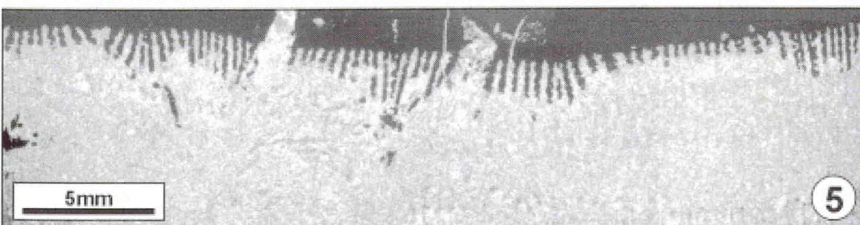
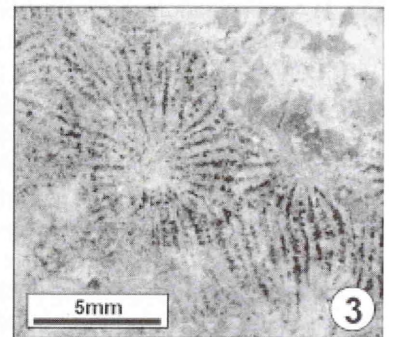
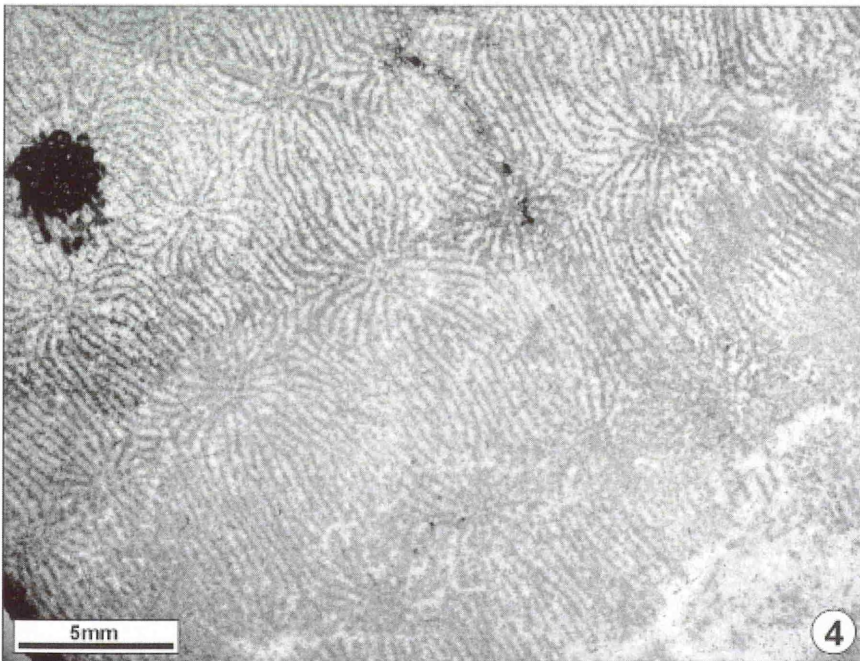
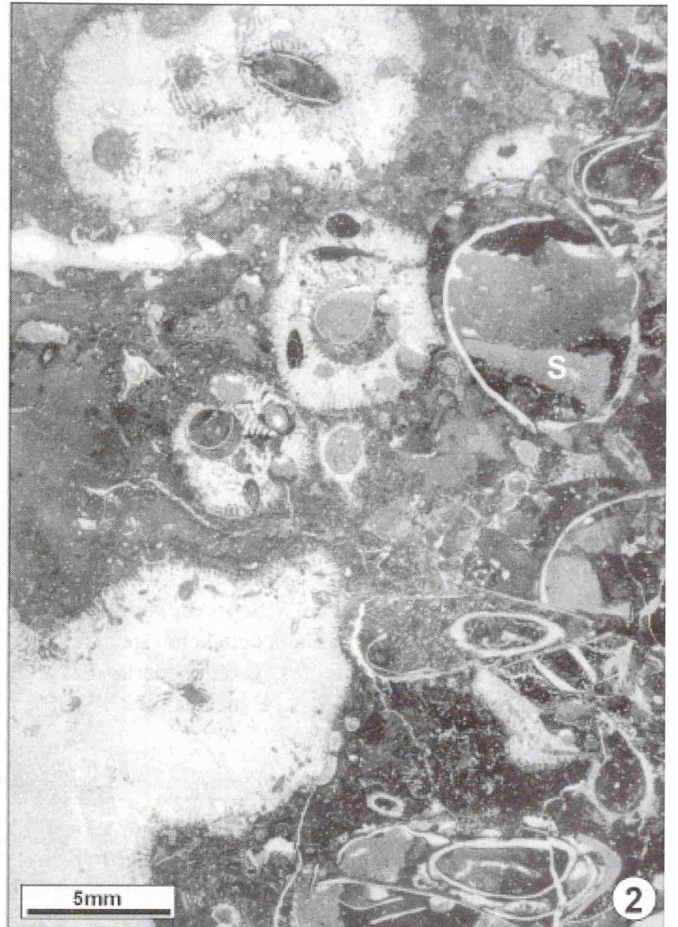
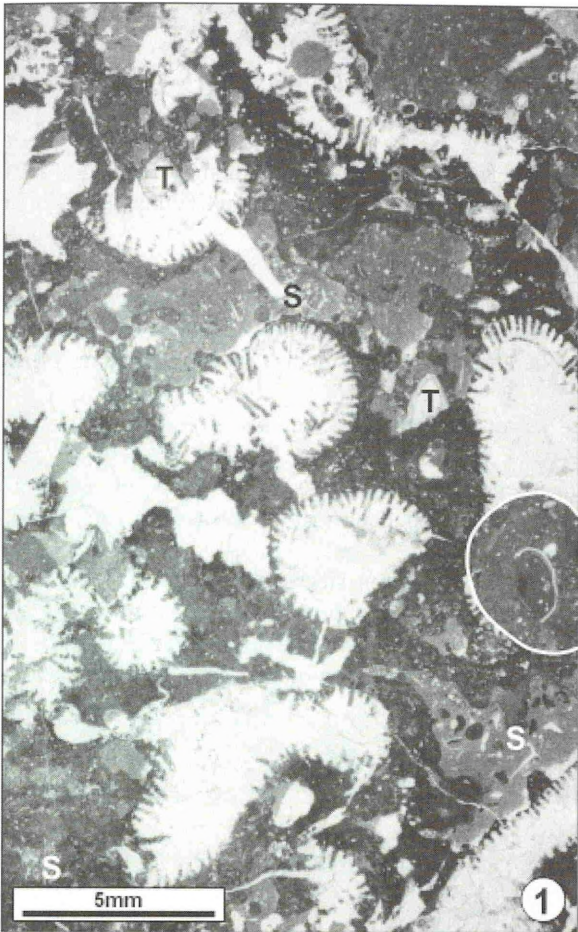
Fig. 2 - *Th. dendroidea* colony with strong branches, which are overgrown by microbial crusts and encrusting organisms (e.g., serpulids). The framework reveals borings that pass skeletal material as well as thrombolite. Aggregation of bivalve shells in boreholes points to nestling bivalves. Partly, bivalve borings transect (older) borings indicating a replacement sequence. Soft sponges are restricted to protected interstices between corallites and bivalve boreholes (S). Section Kelliehausen, thin section Ke-A-6.

Fig. 3 - Weathered colony surface of *F. arachnoides* exhibiting characteristic beaded septal margin and spongy columella (for the most part covered by sediment). Section Pötzen, sample Pö-I-0.6m (whitened with MgO).

Fig. 4 - Horizontal section of a flat *F. arachnoides* colony showing corallites in rows with thamnasterioid septa and the spongy columella. Haddessen quarry, thin section Had-(4.2/0.6).

Fig. 5 - Longitudinal section of *F. arachnoides* colony exhibiting recrystallized core. Only the margin is better preserved due to sediment cover (allomicrite or microbial crusts) so that the septa appear saw-tooth like in thin section. Section Münchhausen Ställe, thin section Mü-57,6m.

Fig. 6 - *F. arachnoides* colony in tangential section showing calices which are less regular arranged. Note well discernible spongy columella. Haddessen quarry, thin section Had-(6.9/2.5).



TAFEL 31

Korallen des Riffbereichs: *Cladophyllia rollierae* (Koby), *Latomeandra plicata* (Goldfuss), *Latiastrea cf. variabilis* (Étallon), *Goniocora socialis* Roemer und *Thamnasteria concinna* (Goldfuss).

Abb. 1 - Kleine *Cladophyllia rollierae*-Kolonie mit quergeschnittenen Koralliten, die dicht gedrängt stehen und sich gegenseitig in ihrem Wuchs beeinflussen. Die Koralliten sind in Thrombolith und Allomikrit (hell) eingehüllt. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-1.55m.

Abb. 2a, b - Querschnittener Korallenstock von *Latomeandra plicata*. 2a: Schemazeichnung vom Gesteinsanschliff mit Anschnitten der gedrängt angeordneten Koralliten (hellgrau, dunkelgrau: Korallit im Dünnschliff, 2b). Die Koralliten erscheinen infolge sehr häufiger Knospung polyzentrisch. 2b: Ausschnitt von 2a: Ast mit angedeuteten und großteils vollzogenen Astabsplattungen, umgeben von weiteren Ästen. Fossilreicher Allomikrit füllt die Astzwischenräume. Profil Bakeder Berg SW, Handstück Kada und Dünnschliff Kada2.

Abb. 3 - Angewitterte Kolonieoberfläche eines knolligen Korallenstocks von *Latiastrea cf. variabilis* mit cerioiden Kelchen. Profil Ramsnacken, Handstück Ram-L-6 (geweißt).

Abb. 4 - Die Schnittlage tangential zur Kolonieoberfläche von *Latiastrea cf. variabilis* erfasst neben den polygonalen bis langgestreckten cerioiden Kelchen auch inkrustierte Organismen, vor allem Serpuliden. Profil Ramsnacken, Dünnschliff Ram-L-3.1

Abb. 5 - Der Anschnitt eines Korallenstocks von *Goniocora socialis* zeigt einen sich verzweigenden Koralliten. *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder bildet eine dünne Umkrustung. Profil Oberberg, Dünnschliff Ob-L-1.3.

Abb. 6 - Verkieselter, aus dem Riffkalkstein herausgeätzter Korallenstock von *Th. concinna*; Aufsicht auf die Unterseite. Er setzt sich aus zahlreichen fächer- bis öhrchenartigen Korallenplatten zusammen, die in dichter Abfolge übereinander wachsen. Profil Bakeder Berg SW, Handstück Ba-SW-L.

PLATE 31

Coral species of the patch reefs: *Cladophyllia rollierae* (Koby), *Latomeandra plicata* (Goldfuss), *Latiastrea cf. variabilis* (Étallon), *Goniocora socialis* Roemer, and *Thamnasteria concinna* (Goldfuss).

Fig. 1 - Small corallum of *Cladophyllia rollierae* with branches cut perpendicular to the growth direction. The branches are densely spaced which led to mutual influence of their growth. Cloudy thrombolite and allomicrite fills the space between the branches. Haddessen quarry, thin section Had-I-1.55m.

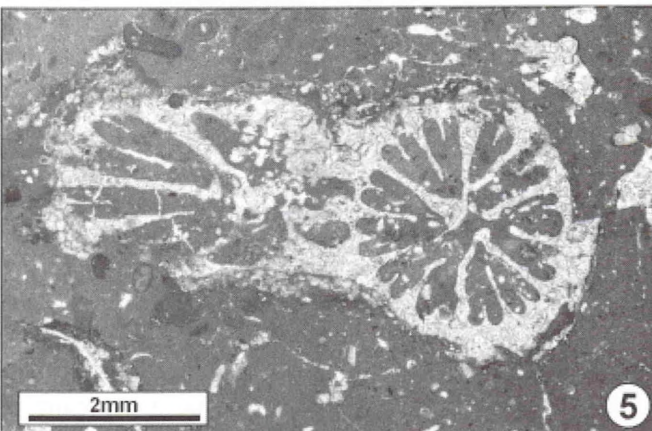
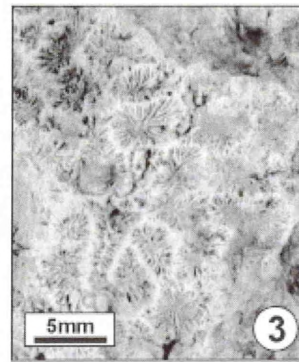
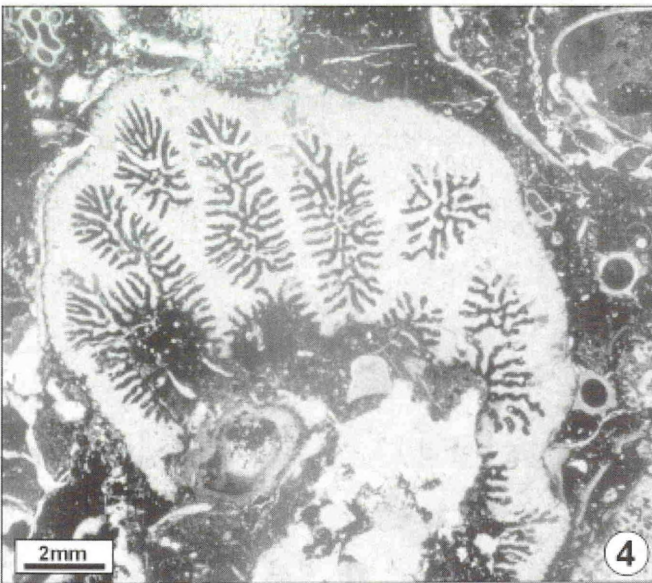
Fig. 2a, b - Corallum of *Latomeandra plicata* with stout branches cut perpendicular to their growth direction. 2a: Line-tracing of polished slab showing densely spaced corallites (light grey; dark grey: corallite shown enlarged in 2b). Owing to extensive intratentacular budding, single corallites appear polycentric. 2b: Detail from 2a showing polycentric *L. plicata* branch in the center, surrounded by further corallites. Space between corallites is filled up by fossiliferous mudstone. Section Bakeder Berg SW, hand specimen Kada and thin section Kada2.

Fig. 3 - Weathered calicinal surface of hummocky colony of *Latiastrea cf. variabilis* showing cerioid calices. Section Ramsnacken, hand specimen Ram-L-6 (whitened with MgO).

Fig. 4 - *Latiastrea cf. variabilis* in thin section. The tangential section exposes cerioid to meandroid calices and encrusting organisms (in particular serpulids). Profil Ramsnacken, thin section Ram-L-3.1.

Fig. 5 - Corallite of *Goniocora socialis* showing extratentacular budding. Note sheet-like colony of *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder that covers the corallite surface. Section Oberberg, thin section Ob-L-1.3.

Fig. 6 - Dissolved reef limestone revealing a silicified corallum of *Thamnasteria concinna*. The corallum is composed of stacked layers of laterally spreading leafy plates; view of the colony undersurfaces. Section Bakeder Berg SW, sample Ba-SW-L.



TAFEL 32

Korallen des Riffbereichs: *Pseudocoenia* cf. *limbata* (Goldfuss), *Pseudocoenia* sp., *Stylina* cf. *limbata* (Goldfuss) und *Stylina tubulifera* (Phillips).

Abb. 1 - Zwischen *Thamnasteria dendroidea*-Ästen (Astanschnitt links-unten) eingewachsener kleiner Korallenstock von *Pseudocoenia* cf. *limbata* mit quergeschnittenen Coralliten, der von Thrombolith überwachsen ist. Profil Ramsnacken, Dünnschliff Ram-L-8c1.

Abb. 2 - Tangential angeschnittener Korallenstock von *Pseudocoenia* cf. *limbata*; er ist umkristallisiert und besteht aus Fe-Dolomit(?), in dem Quarzkristalle gesprosst sind. Profil Ramsnacken, Dünnschliff Ram-L-4b.

Abb. 3 - Kleiner Korallenstock von *Pseudocoenia* sp., eingewachsen zwischen *Th. dendroidea*-Äste (oben-rechts). In kleinen Bohrlöchern finden sich inkrustierende Foraminiferen (Pfeil). Profil Kelliehausen, Dünnschliff Ke-E.

Abb. 4 - Plocoider Korallenstock von *Stylina* cf. *limbata* im Horizontalschnitt. Profil Kelliehausen, Dünnschliff Ke-C.

Abb. 5 - Stark umkristallisierter plocoider Korallenstock von *Stylina tubulifera* im Horizontalschnitt (kelchnahe Schnittlage). Er ist stellenweise von Bryozoen (Bry) und *Baccinella* (Ba) bewachsen, inkrustierende hyalinschalige Foraminiferen (Pfeil) besiedeln den Interseptalraum eines Kelches. Profil Ramsnacken, Dünnschliff Ram-L-8b1.6.

PLATE 32

Coral species of the patch reefs: *Pseudocoenia* cf. *limbata* (Goldfuss), *Pseudocoenia* sp., *Stylina* cf. *limbata* (Goldfuss), and *Stylina tubulifera* (Phillips).

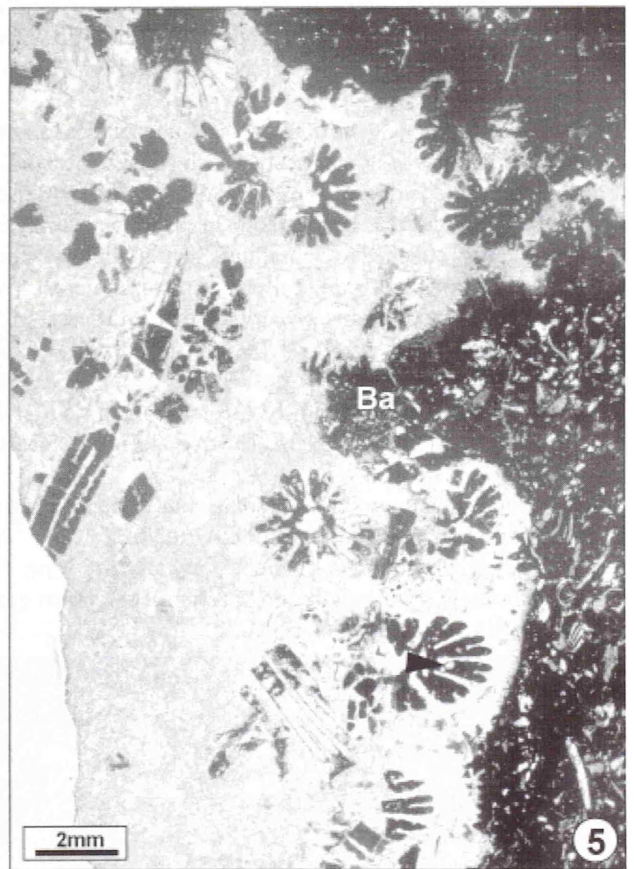
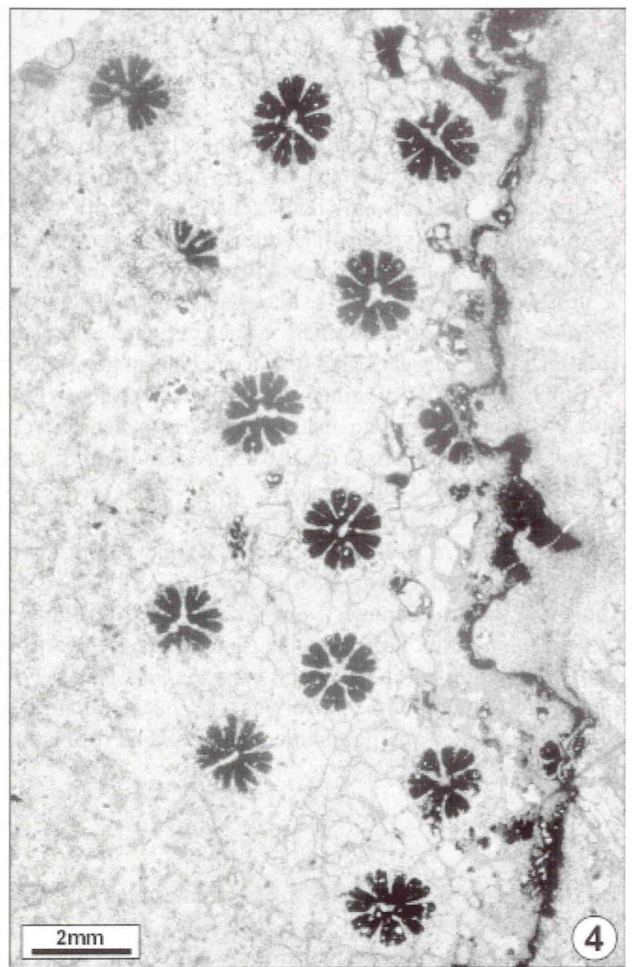
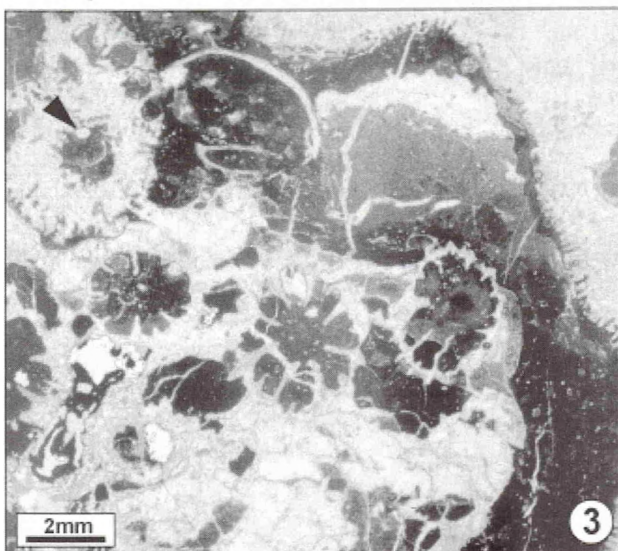
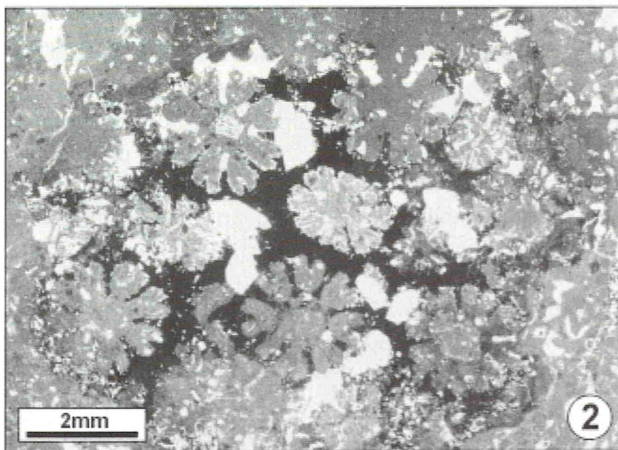
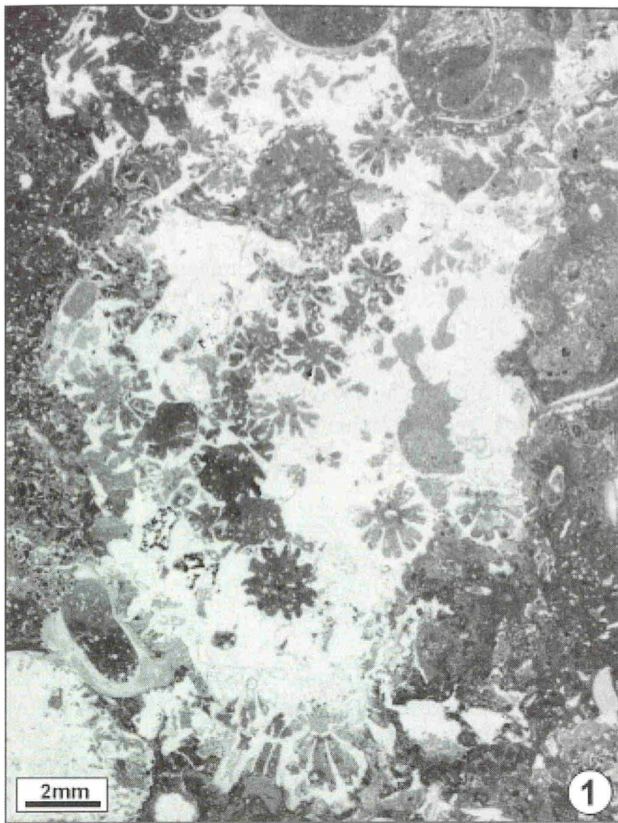
Fig. 1 - Small colony of *Pseudocoenia* cf. *limbata* showing plocoid calices in cross section. The colony occurs in the *Thamnasteria dendroidea* thicket (bottom-left: cross section through a branch) and is overgrown by microbial crusts. Section Ramsnacken, thin section Ram-L-8c1.

Fig. 2 - *Pseudocoenia* cf. *limbata* colony in tangential; the corallum is recrystallized (Fe-dolomite? with quartz crystals). Section Ramsnacken; thin section Ram-L-4b.

Fig. 3 - Small colony of *Pseudocoenia* sp. between *Th. dendroidea* branches (upper right). A bore hole is inhabited by encrusting foraminifers (arrow). Section Kelliehausen, thin section Ke-E.

Fig. 4 - Plocoid corallum of *Stylina* cf. *limbata* in horizontal section. Section Kelliehausen, thin section Ke-C.

Fig. 5 - Strongly recrystallized corallum of plocoid *Stylina tubulifera* in horizontal to tangential section. Bryozoans (Bry) and *Baccinella* (Ba) are attached to the corallum. Encrusting hyaline forminifers (arrow) occupy the interskeletal cavities of a calice. Section Ramsnacken, thin section Ram-L-8b1.6.



TAFEL 33

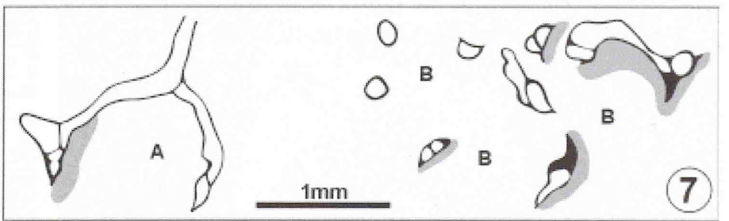
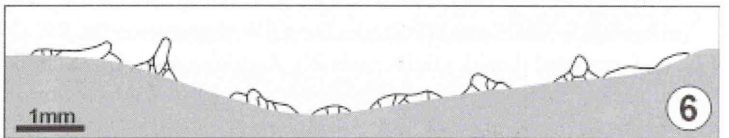
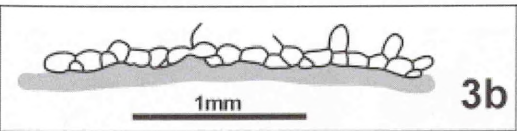
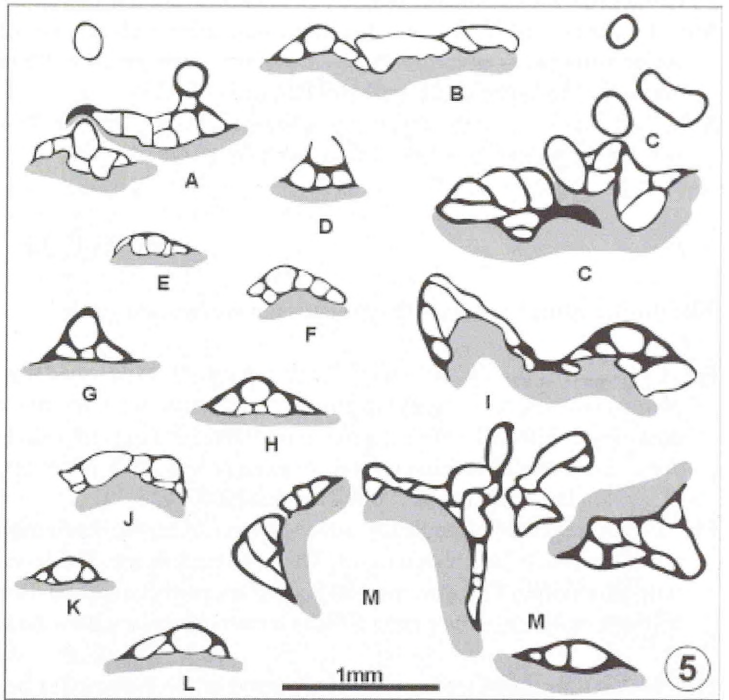
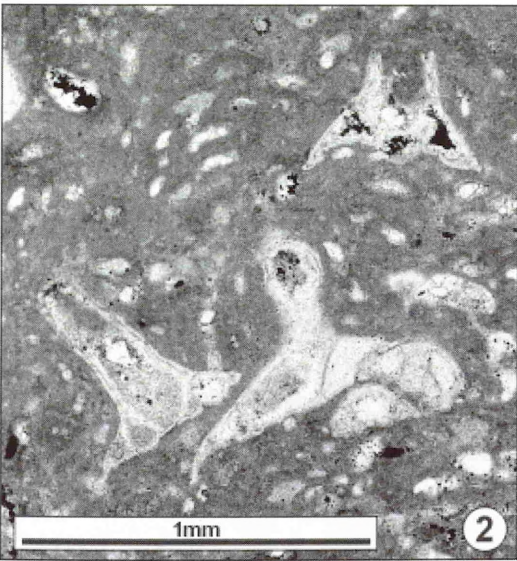
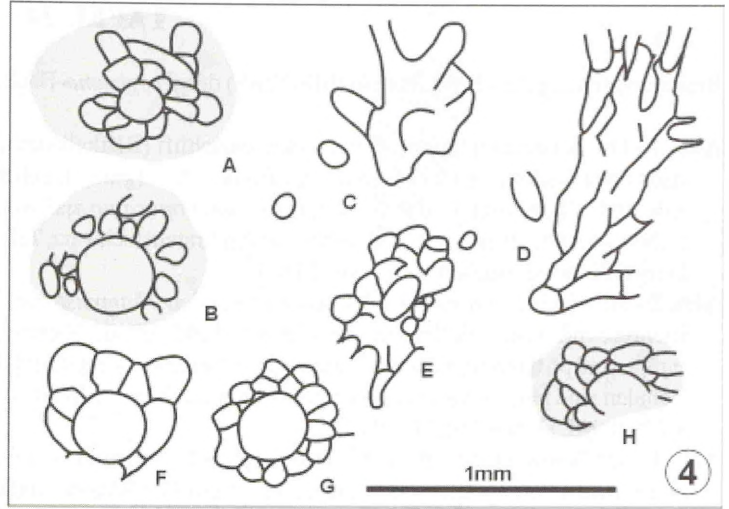
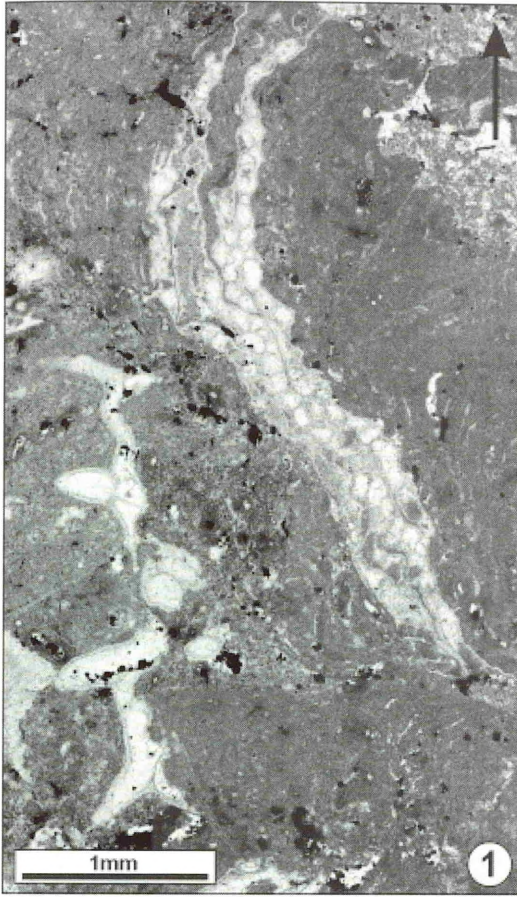
Bryozoen aus der *florigemma*-Bank (Riffkalkstein, MF-Typ 8: Abb. 1-3, 5-7)

- Abb. 1** - Bryozoen im Thrombolith; Schnittlage senkrecht zur Schichtung (Pfeil zeigt zum Top). Die Inkrustationsabfolge verlief von oben-rechts nach links. In der Bildmitte befindet sich eine multilaminare Kolonie vom „*Berenicea*“-Typ. Sie fingert z.t. seitlich auf, ihr Wachstum hielt mit dem Thrombolith-Wachstum schritt. Unten-links: Kolonie vom „*Stomatopora*“-Typ. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-4.4m(A).
- Abb. 2** - Von nubeculariiden Foraminiferen durchsetzter Thrombolith mit zahlreichen quergeschnittenen „Strängen“ von Bryozoen des „*Proboscina*“-Typs. Sie bestehen aus parallel zueinander verlaufenden Zooecien, von denen das kräftigste – in der Mitte gelegen – jeweils ein nach oben gerichtetes Peristom entsendet. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-1.25m(B).
- Abb. 3a, b** - Leiterartiger Längsschnitt einer einlagigen Kolonie vom „*Berenicea*“-Typ (3a: Dünnschliff, 3b: Schemazeichnung vom Dünnschliff), die einen Korallenstock bewächst. Profil Ramsnacken, Dünnschliff Ram-L-3.1.
- Abb. 4** - Diverse Schnittlagen durch ästige Bryozoen aus verschiedenen MF-Typen; Zeichnungen von Dünnschliffen, grau: Bioklast in Kalkoolith. A: Ob-II-0.05m, B: Ob-III-1.4m, C: Am-II-2.2m, D: Ib-0.63m, E: Am-II-2.2m, F: Pö-(21.1/0.1), G: Bo-I-3.4m, H: Ob-III-1.4m.
- Abb. 5** - Schnitte durch Bryozoen vom „*Proboscina*“-Typ; Schemazeichnungen von Dünnschliffen, grau: inkrustierter Thrombolith. A: Höl-III-(18.1/1.4)-2, B: Had-I-1.4m, C: Had-(8.7/3.3), D: Had-(6.1/3.6), E: Fa-R-6(A), F: Had-I-1.25m, G: Had-(8.4/2.3), H: Had-(6.1/3.6), I: Had-(5.5/2.6), J: RS-2.8m, K: Had-(6.1/3.6), L: Ba-SW-(35/1.7m), M: Am-I-2.5m(2).
- Abb. 6** - Bryozoen-„Stränge“ vom „*Proboscina*“-Typ, aufgewachsen auf einer Muschelschale (grau); Schemazeichnungen vom Dünnschliff. Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-P92A-(6.2/0.2).
- Abb. 7** - Schnitte durch Bryozoen vom „*Stomatopora*“-Typ; Schemazeichnungen von Dünnschliffen, grau: inkrustiertes Substrat (Thrombolith). A: vorwiegend Zooecien-Längsschnitte; Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(5.5/2.6). Kolonie(n) mit vorwiegend quergeschnittenen Zooecien. Profil Falltal, Dünnschliff Fa-R-6(A).

PLATE 33

Bryozoans of the *florigemma*-Bank (reef limestone, MF type 8: Fig. 1-3, 5-7).

- Fig. 1** - The photomicrograph shows two bryozoan types in thrombolite; arrow points to stratigraphic top. Succession of growth increments starts in the top-right “corner” and continues to the bottom-left. A multi-layered colony of the bereniciform type with tapering ends is cut in the center. Interfingering phenomena with thrombolite indicate simultaneous growth. In addition, a colony of the “*Stomatopora*” type is present at bottom left. Haddessen quarry, Dünnschliff Had-I-4.4m(A).
- Fig. 2** - Thrombolith with the omnipresent nubeculariid foraminifers and abundant branches of “*Proboscina*” type bryozoan colonies in cross sections. Each branch consists of parallel running zooids, of which the central zooid arises from the substratum and ends with the zooecial aperture. Haddessen quarry, thin section Had-I-1.25m(B).
- Fig. 3a, b** - Single-layered bereniciform bryozoan, appearing ladder-like in thin section (a: photomicrograph, b: line-tracing). The colony is attached to a corallum. Section Ramsnacken, thin section Ram-L-3.1.
- Fig. 4** - Line-drawing of thin sections of reworked erect bryozoans; the branches are cut in various directions (grey: as bioclast in oolite). The material originate from different MF types. A: Ob-II-0.05m, B: Ob-III-1.4m, C: Am-II-2.2m, D: Ib-0.63m, E: Am-II-2.2m, F: Pö-(21.1/0.1), G: Bo-I-3.4m, H: Ob-III-1.4m.
- Fig. 5** - Sections through bryozoan colony of the “*Proboscina*” type; schematic line-drawings of thin sections, grey: encrusted thrombolite. A: Höl-III-(18.1/1.4)-2, B: Had-I-1.4m, C: Had-(8.7/3.3), D: Had-(6.1/3.6), E: Fa-R-6(A), F: Had-I-1.25m, G: Had-(8.4/2.3), H: Had-(6.1/3.6), I: Had-(5.5/2.6), J: RS-2.8m, K: Had-(6.1/3.6), L: Ba-SW-(35/1.7m), M: Am-I-2.5m(2).
- Fig. 6** - Bryozoan colony of the “*Proboscina*” type attached to a bivalve shell (grey); line-tracing of thin section. Section Amelungsberg, thin section Am-P92A-(6.2/0.2).
- Fig. 7** - Bryozoan colonies of the “*Stomatopora*” type; line-drawings of thin sections, grey: encrusted substratum (thrombolite). A: in longitudinal section; Haddessen quarry, thin section Had-(5.5/2.6). B: in cross section; section Falltal, thin section Fa-R-6(A).



TAFEL 34

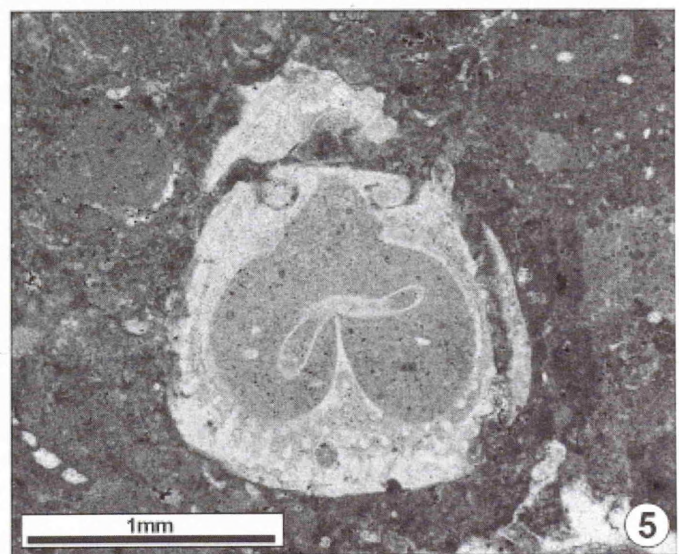
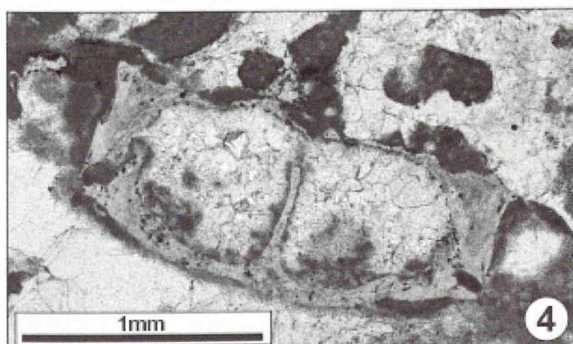
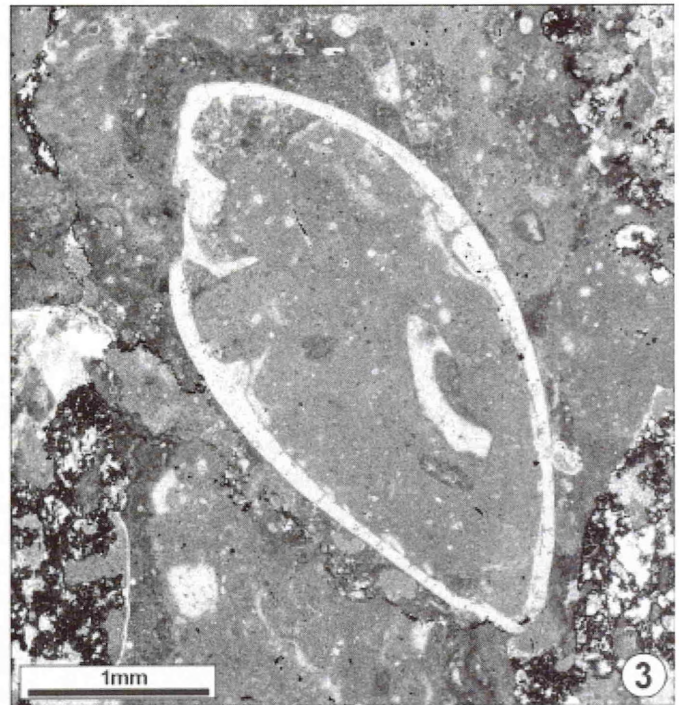
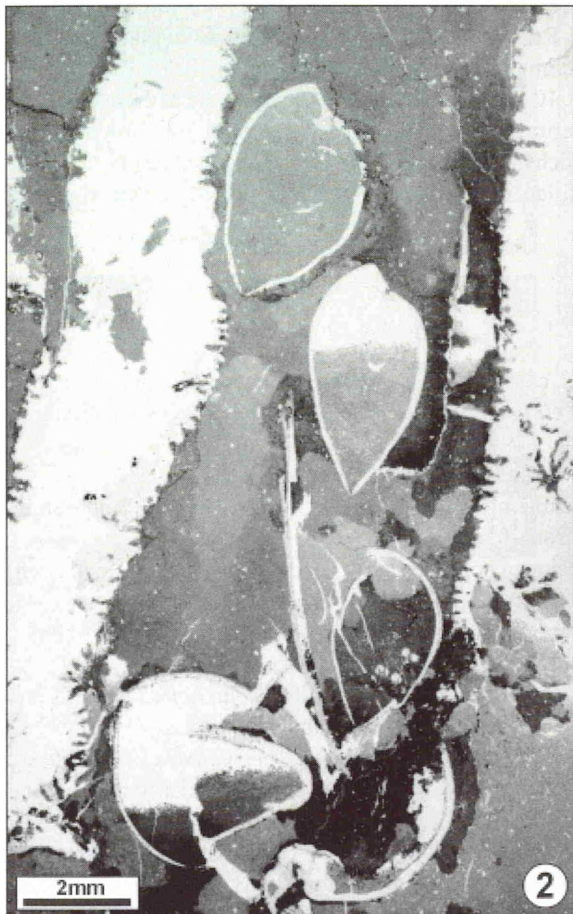
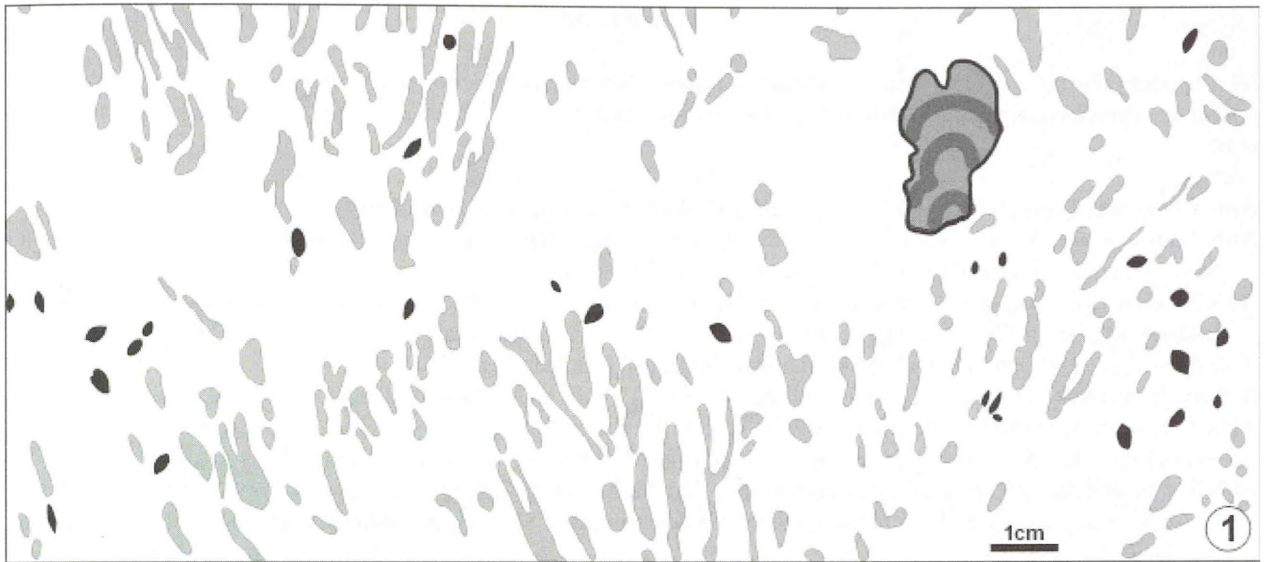
Brachiopoden aus dem Riffkalkstein (MF-Typ 8) der *florigemma*-Bank.

- Abb. 1** - Die Schemazeichnung vom Gesteinsanschliff (Riffkalkstein, senkrecht zur Schichtung geschliffen) zeigt schräg nach oben wachsende *Thamnasteria dendroidea*-Äste (grau) in Lebendstellung (weiß: Thrombolith-Krusten um Korallenäste und Allomikrit). In das Geäst ist eine *Solenopora jurassica*-Knolle eingewachsen (rechts). Außerdem sind 28 in Lebendstellung überlieferte mikromorphe Terebrateln (schwarz, Taf. 34/3: Dünnschliffphoto) angeschnitten. Profil Bakeder Berg SW, Gesteinsanschliff Ba-SW-35/0.8.
- Abb. 2** - Anschnitte von zwei nach oben wachsenden *Thamnasteria dendroidea*-Ästen. Im Zwischenraum befinden sich mehrere mikromorphe Terebrateln, die in Lebendstellung überliefert sind. Die unteren Exemplare sind z.t. kollabiert, einige sind post mortem nur unvollständig mit Sediment aufgefüllt (Geopetalgefüge). Die Korallenäste und Brachiopodenschalen sind partienweise von Thrombolith bewachsen, Allomikrit füllt verbleibende Hohlräume des Riffgerüsts. Profil Höllental-II, Dünnschliff Höl-II-L-C.
- Abb. 3** - Der Dünnschliff zeigt einen mikromorphen Terebratulid zwischen stark umkristallisierten *Thamnasteria dendroidea*-Ästen (links-unten, rechts-unten und rechts-oben). Die Schalen sind von Thrombolith und agglutinierenden Foraminiferen bewachsen. Profil Bakeder Berg SW, Dünnschliff Ba-SW (35/0.7)-1.
- Abb. 4** - Querschnitt durch eine Thecidee, wahrscheinlich *Rioulina pustulosa* Schülke & Helm, die die Unterseite eines fladenförmigen Korallenstocks von *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) bewächst. Links-unten: Sparit-Zement (shelter porosity). Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-(15.3/0.5)-2.
- Abb. 5** - Horizontalschnitt durch eine Thecidee, wahrscheinlich *Rioulina pustulosa* Schülke & Helm, die Thrombolith bewächst. Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr.-(0.6/0.4).

PLATE 34

Reef dwelling brachiopods (MF type 8) of the *florigemma*-Bank.

- Fig. 1** - Sketch of the *Thamnasteria dendroidea* thicket (polished slab of reef limestone, cut perpendicular to the bedding planes) with branches (grey) in growth position (white: microbial crusts and allomicrite; at the right: small *Solenopora jurassica*). Within the thicket a rich micromorphic fauna of pedicle-attached terebratulid brachiopods is present (black dots, altogether 28 specimens that are more or less in life position); a close view (photomicrograph) is shown in Pl. 34/3. Section Bakeder Berg SW, polished slab Ba-SW-35/0.8.
- Fig. 2** - Aggregation of pedically attached micromorphic terebratulids between *Thamnasteria dendroidea* branches in growth position (at left and right). The terebratulids are double-valved, in life position, and a few are geopetally filled with allomicrite. The specimens at bottom are partly collapsed. Both the coral branches and terebratulids are overgrown by microbial crusts, allomicrite fills the remaining space within the framework. Section Höllental-II, thin section Höl-II-L-C.
- Fig. 3** - Micromorphic terebratulid brachiopod in the interstices between *Thamnasteria dendroidea* branches (strongly recrystallized: top-right, bottom-right and bottom-left corner). The shells are encrusted by textulariid foraminifers and microbial crusts. Section Bakeder Berg SW, thin section Ba-SW (35/0.7)-1.
- Fig. 4** - Cemented thecideidid, probably *Rioulina pustulosa* Schülke & Helm, in cross section, attached to the underplate of a leafy *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) plate. Bottom-left corner: sparry calcite (shelter porosity). Section Pötzen, thin section Pö-(15.3/0.5)-2.
- Fig. 5** - Horizontal section through cemented thecideidid, probably *Rioulina pustulosa* Schülke & Helm, in thrombolite. Section Grüner Altar, thin section Gr.-(0.6/0.4).



TAFEL 35

Gastropoden („*Turbo*“ *principes* Roemer, „*Bulla*“ *hildesiensis* Roemer, cf. *Asperilla* sp., *Nerinea*“ *visurgis* Roemer, *Metriomphalus* sp., *Pseudomelania* sp., „*Cerithium*“ cf. *limaeforme* Roemer, cf. *Buccinium parvulum* Roemer) aus der *florigemma*-Bank.

Abb. 1 - Steinkern von „*Turbo*“ *principes* (geweißt). Profil Paschenburg, Handstück Pa-(6.5/0.5).

Abb. 2a, b - „*Bulla*“ *hildesiensis*. a: Schiefer Achsialschnitt (Schemazeichnung vom Dünnschliff, RS-1.9m); Profil Roter Stein. b: Steinkern (geweißt); Profil Hohennacken, Probe Hona-0.6m.

Abb. 3a, b - Kleine „bedornte“ Schnecke (cf. *Asperilla* sp.) aus dem Riffbereich; Schemazeichnung vom Gesteinsanschliff (a, Had-7.8/1.4, Haddessen) und Dünnschliff (b, Mü-I-84.5/0.9-1, Münchenhausen-Ställe).

Abb. 4-5 - „*Nerinea*“ *visurgis* (Abb. 5: Detailaufnahme), Profil Amelungsberg-III.

Abb. 6 - *Metriomphalus* sp. aus der Nerineenlage (MF-Typ 7). Profil Hohennacken, Handstück Hona-0.6m.

Abb. 7 - Fossilreicher mikritischer Kalkstein (MF-Typ 4) mit Anreicherung von *Pseudomelania* sp. sowie weitere Biogene (Korallenklasten, Seeigelstacheln, S: *Septaliphora* sp.). Profil Falltal, Gesteinsanschliff Fa-R-8.

Abb. 8 - Fossilreicher mikritischer Kalkstein (MF-Typ 4) mit zahlreichen Kleingastropoden (fast ausschließlich „*Cerithium*“ cf. *limaeforme*) und kleinen Terebrateln (Pfeile). Gesteinsanschliff, Schnittlage senkrecht zur Schichtung. Profil Pötzen, Handstück Pö-1.1/0.4.

Abb. 9 - Fossilreicher mikritischer Kalkstein (MF-Typ 4) mit zahlreichen Kleingastropoden („*Cerithium*“ cf. *limaeforme*, *Metriomphalus* sp., Pfeile: cf. *Buccinium parvulum*), Muscheln, Riffschutt (R), Flossenstachel eines hybodontiformen Hais (V) und vereinzelt Ooide. Gesteinsanschliff (Pö-1.1/0.3), Schnittlage senkrecht zur Schichtung. Profil Pötzen.

Abb. 10-12 - Nerineenlage (MF-Typ 7) mit „*Nerinea*“ *visurgis*. Abb. 10: Steinkerne von „*N.*“ *visurgis* und Muschelschalen; Profil Amelungsberg-III (Geländeaufnahme). Abb. 11: Anreicherungshorizont von „*N.*“ *visurgis* im Steinbruch Föhrtal (Fö). Die Gehäuse stehen auf der angewitterten Kluftfläche deutlich hervor. Abb. 12: Regellos eingebettete „*N.*“ *visurgis* (Schnittlage senkrecht zur Schichtung); die Gehäuse sind infolge von Kompaktion häufig leicht zerdrückt. Profil Wellergrund, Gesteinsanschliff We-2.45m.

PLATE 35

Gastropods (“*Turbo*” *principes* Roemer, “*Bulla*” *hildesiensis* Roemer, cf. *Asperilla* sp., *Nerinea*” *visurgis* Roemer, *Metriomphalus* sp., *Pseudomelania* sp., “*Cerithium*” cf. *limaeforme*, cf. *Buccinium parvulum* Roemer) of the *florigemma*-Bank.

Fig. 1 - Mould of “*Turbo*” *principes* (whitened with MgO). Section Paschenburg, sample Pa-(6.5/0.5).

Fig. 2a, b - “*Bulla*” *hildesiensis*. a: oblique longitudinal section (line tracing of thin section, RS-1.9m); section Roter Stein. b: Mould (whitened with MgO); Section Hohennacken, sample Hona-0.6m.

Fig. 3a, b - Reef dwelling small spiny snail (cf. *Asperilla* sp.); Line tracing of polished slab (a, Had-7.8/1.4, section Haddessen) and thin section (b, Mü-I-84.5/0.9-1, section Münchenhausen-Ställe).

Fig. 4-5 - “*Nerinea*” *visurgis* (Fig. 5: enlarged view), section Amelungsberg-III.

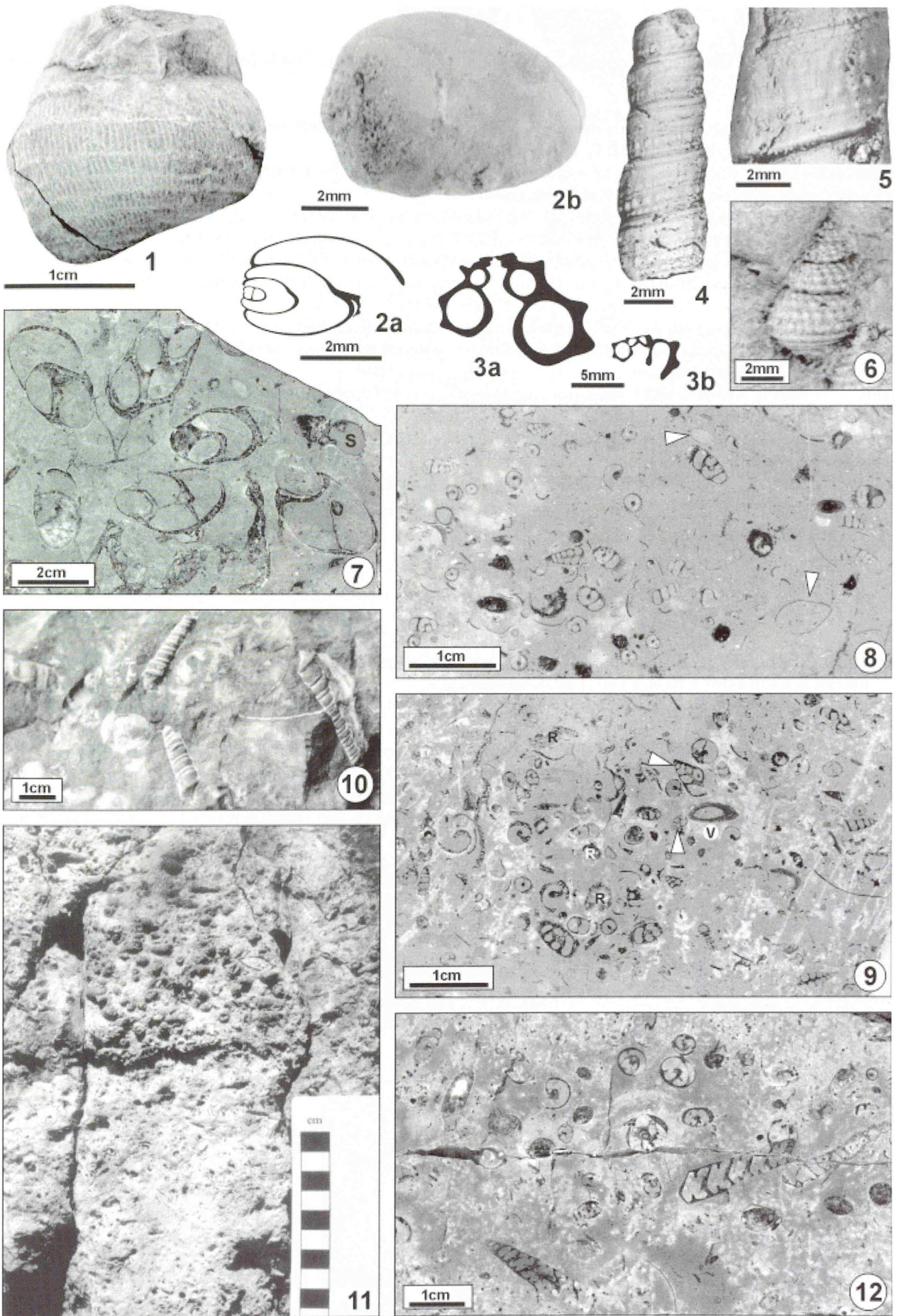
Fig. 6 - *Metriomphalus* sp. of the nerinean bed (MF type 7). Section Hohennacken, sample Hona-0.6m.

Fig. 7 - Fossiliferous micritic limestone (MF type 4) showing monospecific aggregations of *Pseudomelania* sp. shells and bioclasts (reef rubble, sea urchin spines, S: *Septaliphora* sp.). Section Falltal, Polished slab Fa-R-8.

Fig. 8 - Fossiliferous micritic limestone (MF type 4) with abundant small gastropods (in particular “*Cerithium*” cf. *limaeforme*) as well as small terebratulids (cf. *Zeileria humeralis*, arrows). Polished slab, intersection perpendicular to the bedding plane. Section Pötzen, sample Pö-1.1/0.4.

Fig. 9 - Polished slab (perpendicular to bedding) of fossiliferous micritic limestone (MF type 4) showing small gastropods (“*Cerithium*” cf. *limaeforme*, *Metriomphalus* sp., arrows: cf. *Buccinium parvulum*), bivalve shells, reef debris (R), ooids and a finspines of a hybodont shark (V). Section Pötzen, sample Pö-1.1/0.3.

Fig. 10-12 - Nerinean bed (MF type 7) with “*Nerinea*” *visurgis*. Fig. 10: Moulds and bivalve shells; field exposure Amelungsberg-III. Fig. 11: Coquina consisting of densely packed, mud-supported nerineid shells on a weathered joint surface (Föhrtal quarry). 12: Monotypical association of “*N.*” *visurgis* (polished slab cut perpendicular to the bedding planes). Section Wellergrund, polished slab We-2.45m.



TAFEL 36

Echiniden (Abb. 1-2), Holothurienreste (Abb. 3), Schlangensterne (Abb. 4), Napfschnecken (Abb. 5-6) und Muscheln (Abb. 7, 9-11).

Abb. 1a, b - Corone von *Hemicidaris intermedia* (Fleming), geweißt (a: Seitenansicht, b: Oberseite). Fossilreicher mikritischer Kalkstein (Basis der florigemma-Bank). Profil Falltal; Probe Fa-R-8.

Abb. 2a, b - Corone von *Hemicidaris cf. hoffmanni* (Roemer, 1836), geweißt (a: Oberseite, b: Unterseite). Fossilreicher mikritischer Kalkstein (MF-Typ 4). Profil Mattenberg, Probe Mat-C.

Abb. 3 - Holothurien-Rädchen im Kalkoolith (MF-Typ 1). Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-II-0.5m.

Abb. 4A-E - Schlangensterne aus dem Kalkoolith (MF-Typ 1) (A: Schnitt senkrecht zur Längsachse; B-E: Schnitte parallel zur Längsachse). A: Profil Oberberg, Dünnschliff Ob-II-0.05m; B: Profil Dachtelfeld, Dünnschliff Da-0.3m; C: Profil Oberberg, Dünnschliff Ob-II-0.6m. D: Profil Hohennacken, Dünnschliff Hona-0.05m; E: Profil Oberberg, Dünnschliff Ob-II-0.05m.

Abb. 5 - Schräger Längsschnitt durch das Gehäuse einer Napfschnecke; Profil Roter Stein, Dünnschliff RS-P4.2.

Abb. 6 - Napfschnecke mit kräftig entwickelten Radialrippen zwischen *Thamnasteria dendroidea*-Ästen. Profil Münchhausen-Ställe, Dünnschliff Mü-3.1m.

Abb. 7 - Steinkerne, Abdrücke und Schalen von *Camptonectes auritus* (Schlotheim) im mikritischem Kalkstein (MF-Typ 6). Profil Höllental-I, Handstück Höl-I.

Abb. 8 - *Gastrochaenolites dijugus* Kelly & Bromley im Korallenstock. Profil Bakeder Berg, Handstück Ba-Ga.

Abb. 9-11 - *Barbatia* sp. als Riffbewohner (cf. MF-Typ 8). 9: Profil Pötzen, Handstück Pö-(21.2/0.8). 10: Profil Bakeder Berg SW, Handstück Ba-SW-50m. 11: Profil Pötzen, Handstück Pötzen-L.

PLATE 36

Echinoids (Figs. 1-2), holothuroid remains (Figs 3) ophiuroid remains (Figs. 4), limpets (Figs. 5-6), and bivalves (Figs. 7, 9-11).

Fig. 1a, b - Test of *Hemicidaris intermedia* (Fleming), whitened with MgO (a: in side view, b: aboral view). Fossiliferous micritic limestone (MF type 4); section Falltal, sample Fa-R-8.

Fig. 2a, b - Test of *Hemicidaris cf. hoffmanni* (Roemer, 1836), whitened with MgO (a: aboral view, b: oral view). Fossiliferous micritic limestone (MF type 4); Mattenberg quarry, sample Mat-C.

Fig. 3 - Sclerites of holothuroids in oolite (MF type 1). Section Bakeder Berg, thin section Ba-II-0.5m.

Fig. 4A-E - Isolated ophiuroid vertebrae; all from oolite (MF type 1) (A: cut perpendicular to longitudinal axis; B-E: cut parallel to longitudinal axis). A: section Oberberg, thin section Ob-II-0.05m; B: section Dachtelfeld, thin section Da-0.3m; C: section Oberberg, thin section Ob-II-0.6m. D: section Hohennacken, thin section Hona-0.05m; E: section Oberberg, thin section Ob-II-0.05m.

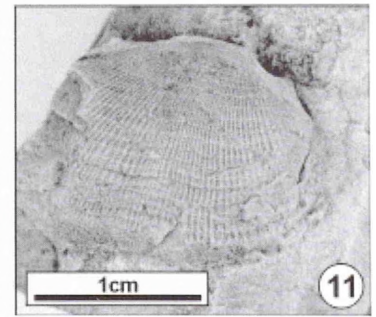
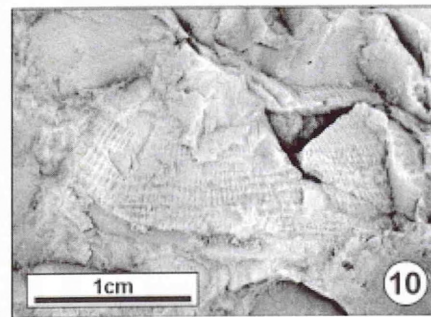
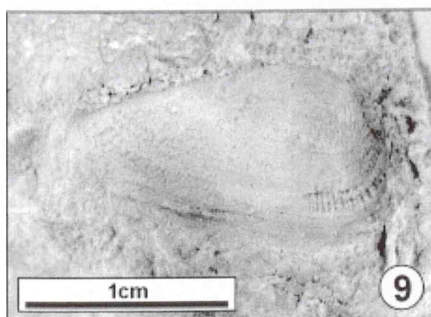
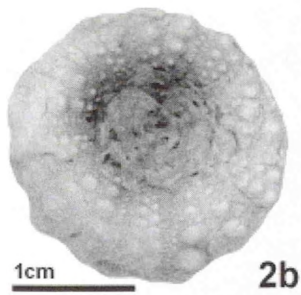
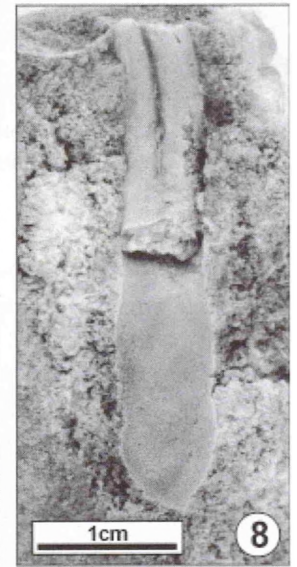
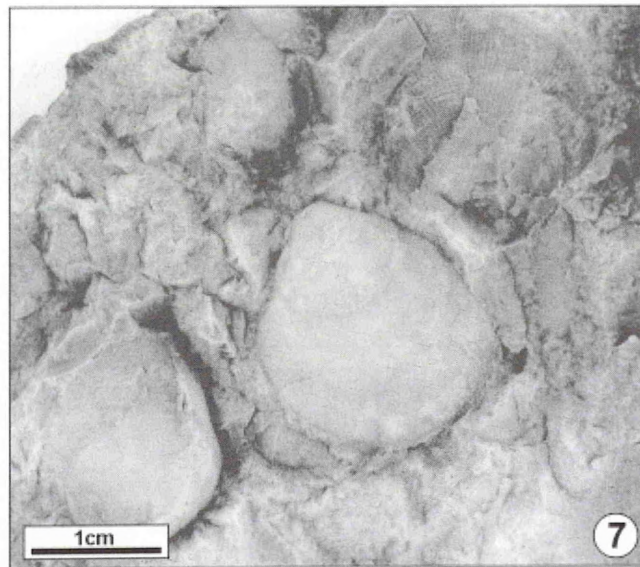
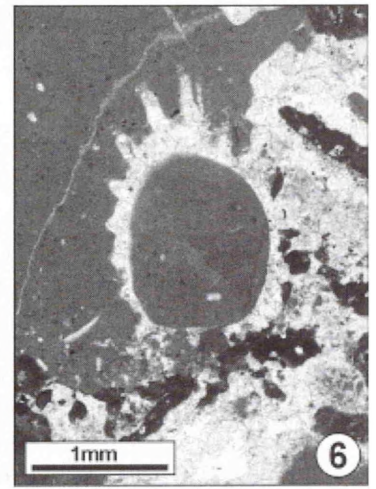
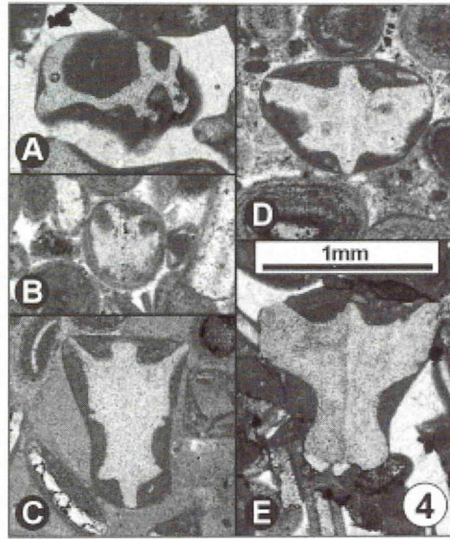
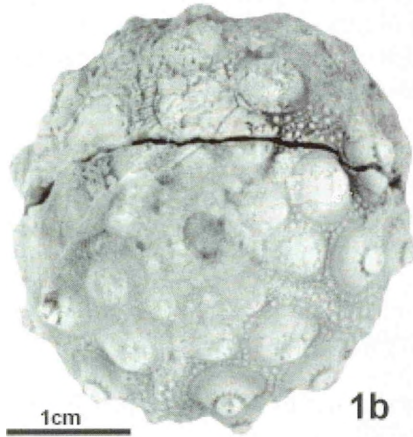
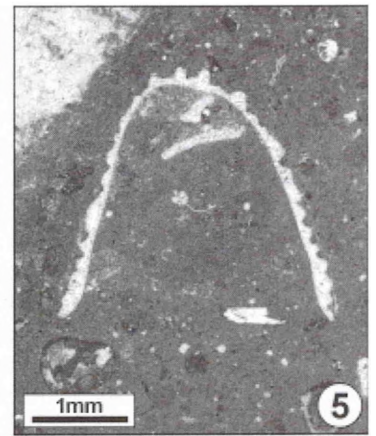
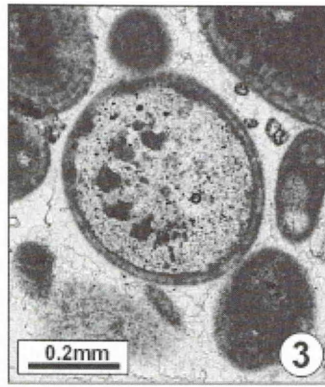
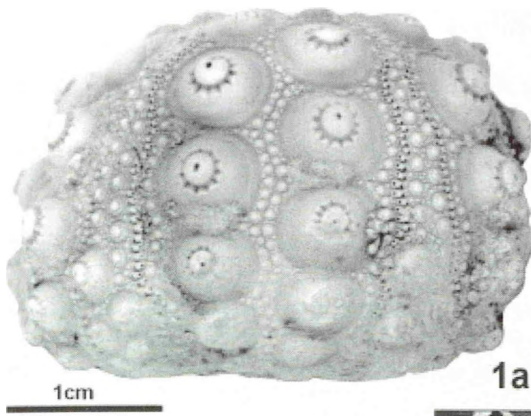
Fig. 5 - Shell of a reef dwelling limpet in thin section. Section Roter Stein, thin section RS-P4.2.

Fig. 6 - Limpet with strong radial ribs within *Thamnasteria dendroidea* thicket. Section Münchhausen-Ställe, thin section Mü-3.1m.

Fig. 7 - Moulds and shells of *Camptonectes auritus* (Schlotheim), embedded in micritic limestone (MF type 6). Section Höllental-I, sample Höl-I.

Fig. 8 - *Gastrochaenolites dijugus* Kelly & Bromley in coral skeleton. Section Bakeder Berg, sample Ba-Ga.

Fig. 9-11 - *Barbatia* sp. (reef dweller, cf. MF type 8). 9: Section Pötzen, sample Pö-(21.2/0.8). 10: Section Bakeder Berg SW, sample Ba-SW-50m. 11: Section Pötzen, sample Pötzen-L.



TAFEL 37

Terebellen (Fig. 1-4), Serpuliden (Fig. 5) und Napfschnecken (Fig. 6) aus der *florigemma*-Bank.

Abb. 1 - Riffkalkstein (MF-Typ 8) mit zahlreichen fein-agglutinierten Röhren von „*Terebella*“ *lapilloides* Münster zwischen zwei schlecht erhaltenen Korallenplatten (oben und unten) von *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson), eingewachsen in peloidalen Thrombolith. Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-0.8m(2).

Abb. 2 – Riffkalkstein (MF-Typ 8) mit Röhre von „*Terebella*“ *lapilloides* Münster (großwüchsige Variante) im schrägen Querschnitt. Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-P8B.

Abb. 3 - Agglomerat agglutiniertes Röhren von „*Terebella*“ sp.1, inkrustiert auf *Latiastrea cf. variabilis* (Étallon) (Riffkalkstein, MF-Typ 8). Profil Ramsnacken, Dünnschliff Ram-L-4.2.

Abb. 4 - Riffkalkstein (MF-Typ 8) mit einer vorwiegend aus Schwammnadeln agglutinierten Röhre von „*Terebella*“ sp.2 im Querschnitt. Profil Grüner Altar, Dünnschliff Gr-A-I.

Abb. 5A-B - Kleiner, in einer Ebene eingerollter Serpulide („*Dorsoserpula*“ sp.), jeweils auf einem Korallenstock (grau) aufgewachsen. Schemazeichnungen von Dünnschliffen; A: Dünnschliff Am-P92c (6.2/02), GPH 1998 I 12, B: Am-P41f.

Abb. 6 - Zwei Napfschnecken (links: Art mit ornamentiertem Gehäuse, rechts: glattschalige Art) aus dem fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4) des Intrariffbereichs. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(3.8/2.0)-2.

PLATE 37

Species of “*Terebella*” (Figs 1-4), serpulids (Fig. 5) and limpet (Fig. 6) of the *florigemma*-Bank.

Fig. 1 - Reef limestone (MF type 8) showing abundant fine-agglutinating micritic polychaetid tubes of “*Terebella*” *lapilloides* Münster between leafy *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) colonies (badly preserved: bottom and top) and thrombolite. Section Amelungsberg, thin section Am-0.8m(2).

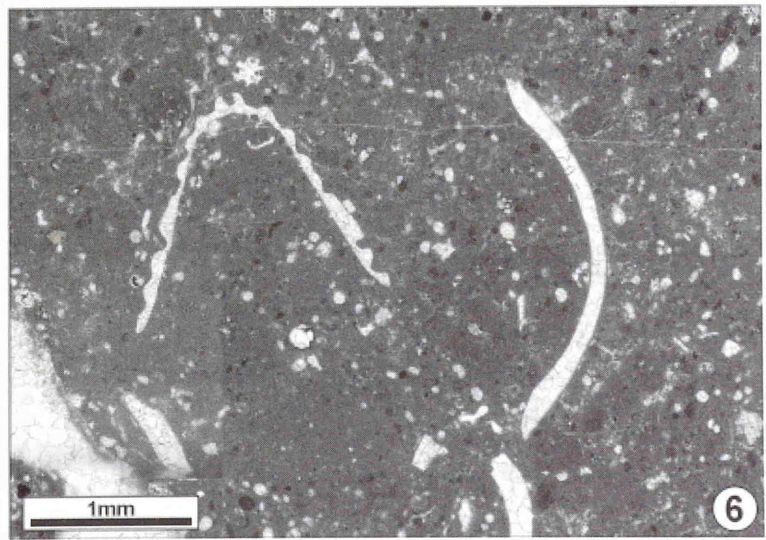
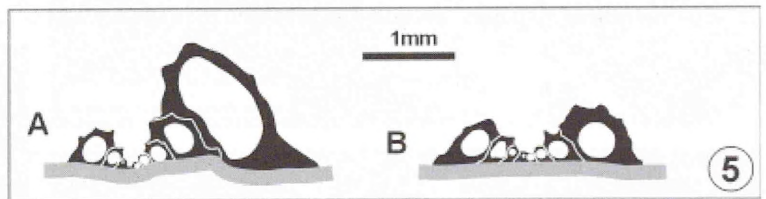
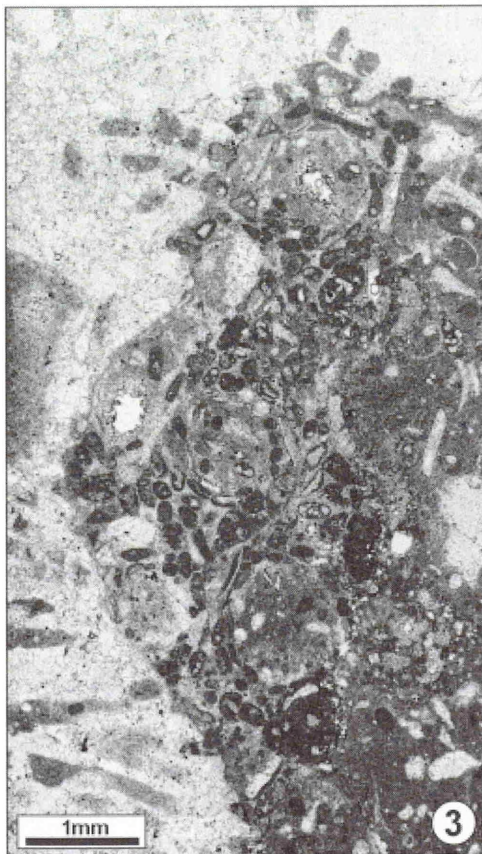
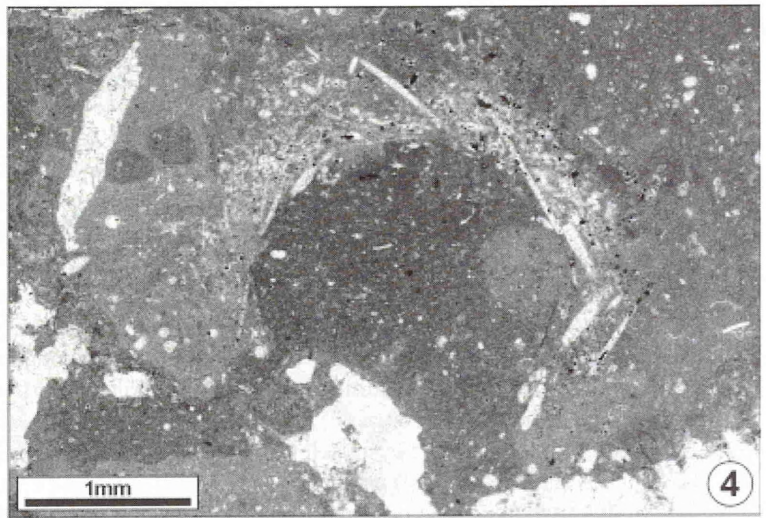
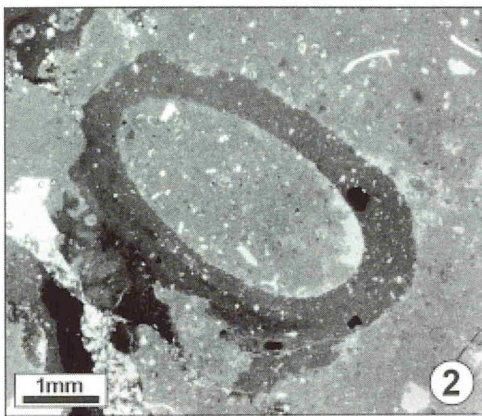
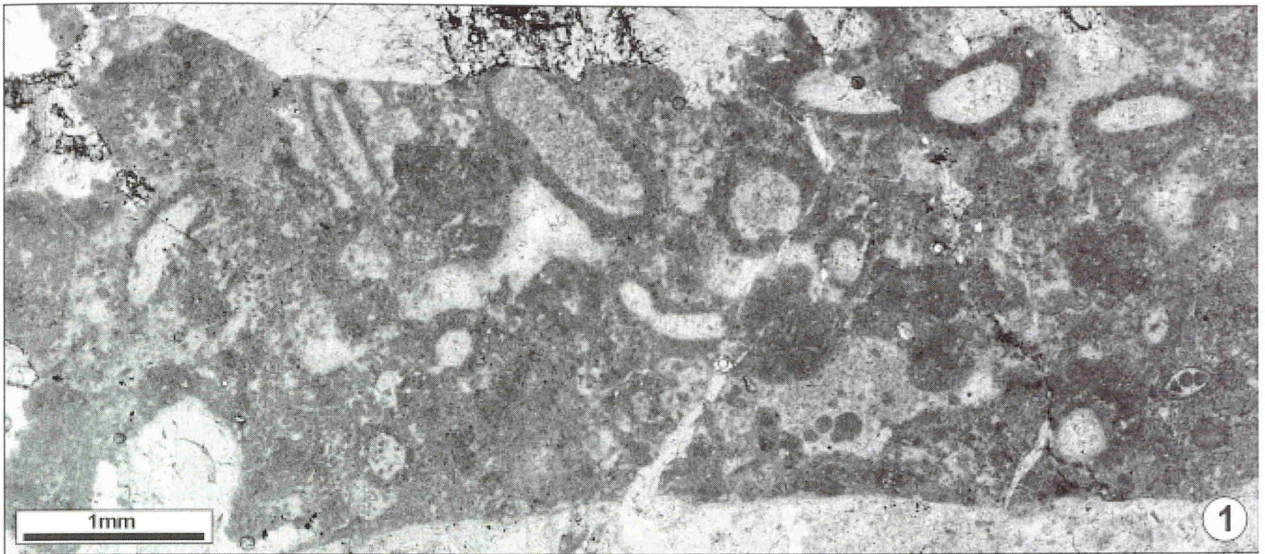
Fig. 2 - Agglutinated worm tube of “*Terebella*” *lapilloides* Münster in oblique cross section; probably large morph of “*T*”. *lapilloides* (reef limestone, MF type 8). Section Amelungsberg, thin section Am-P8B.

Fig. 3 - Gregarious agglutinated worm tubes of “*Terebella*” sp.1, fixed on *Latiastrea cf. variabilis* (Étallon) (reef limestone, MF type 8). Section Ramsnacken, thin section Ram-L-4.2.

Fig. 4 - Reef limestone (MF type 8) with worm tube of “*Terebella*” sp.2 in cross section. The tube mainly consists of agglutinated sponge spicules. Section Grüner Altar, thin section Gr-A-I.

Fig. 5A-B - Small serpulid „*Dorsoserpula*“ sp. with planspirally coiled tube, fixed on coral skeleton (grey). Line-tracing of thin sections; A: thin section Am-P92c (6.2/02), GPH 1998 I 12; B: Am-P41f.

Fig. 6 - Two limpet shells (on the left: species with embellished shell, on the right: species with smooth shell) in intra-reefal fossiliferous micritic limestone (MF type 4). Haddessen quarry, thin section Had-(3.8/2.0)-2.



TAFEL 38

Polychaeten (*Carpathiella triangulata* Mišík, Sotak & Ziegler, Serpuliden) aus der *florigemma*-Bank.

Abb. 1A-G - Kalkröhren von *Carpathiella triangulata* Mišík, Sotak & Ziegler im Querschnitt (A, C, E-G) und Längsschnitt (B, D); G: Ausschnittvergrößerung von F) in Kalksteinen mit matrixgestützten Gefügen (MF-Typen 4 und 7). A: Profil Ramsnacken, Dünnschliff Ram-2.2m; B: Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-(21.1/0.1)m; C: Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(13.6/2.85); D: Profil Föhrtal, Dünnschliff Fö-2.3m(1); E: Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-(1.1/0.3)m; F-G: Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-Lehrsammlung.

Abb. 2 - Dünnschliff von Riffkalkstein (MF-Typ 8) mit drei Serpulidenarten auf fladenförmigen Korallen. Bildmitte: Großen, mit Kämmen versehene Serpelnröhren, darunter: Kreisrunde Querschnitte von *Glomerula „gordialis“* (Schlotheim) (Glo), oben-links: Kleine, gerippte Serpelnröhren. Außerdem befinden sich *Lithocodium aggregatum* Elliott (L) und ein pharetronider Schwamm (P) im Thrombolith eingewachsen. Resthohlräume sind geopetal mit Pelmicrit aufgefüllt und bereichsweise von mycelartigen Gangsystemen (M) durchsetzt. Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-II-1.2m.

Abb. 3 - Mit ausgeprägten Kämmen verzierte Serpulidenröhren im Querschnitt, aufgewachsen auf *Thamnasteria dendroidea* (Riff-Kalkstein, MF-Typ 8). Eine Röhre ist im Korallenast eingewachsen. Profil Kessiehausen, Dünnschliff Ke-A-1a.

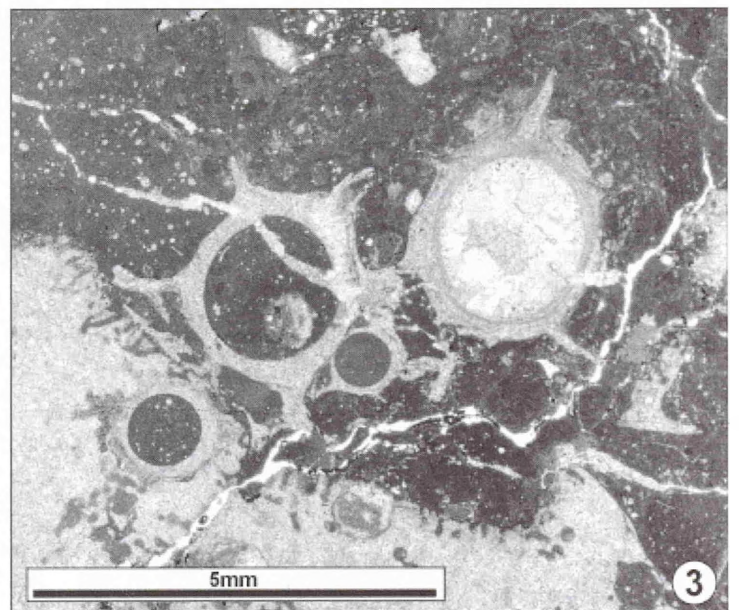
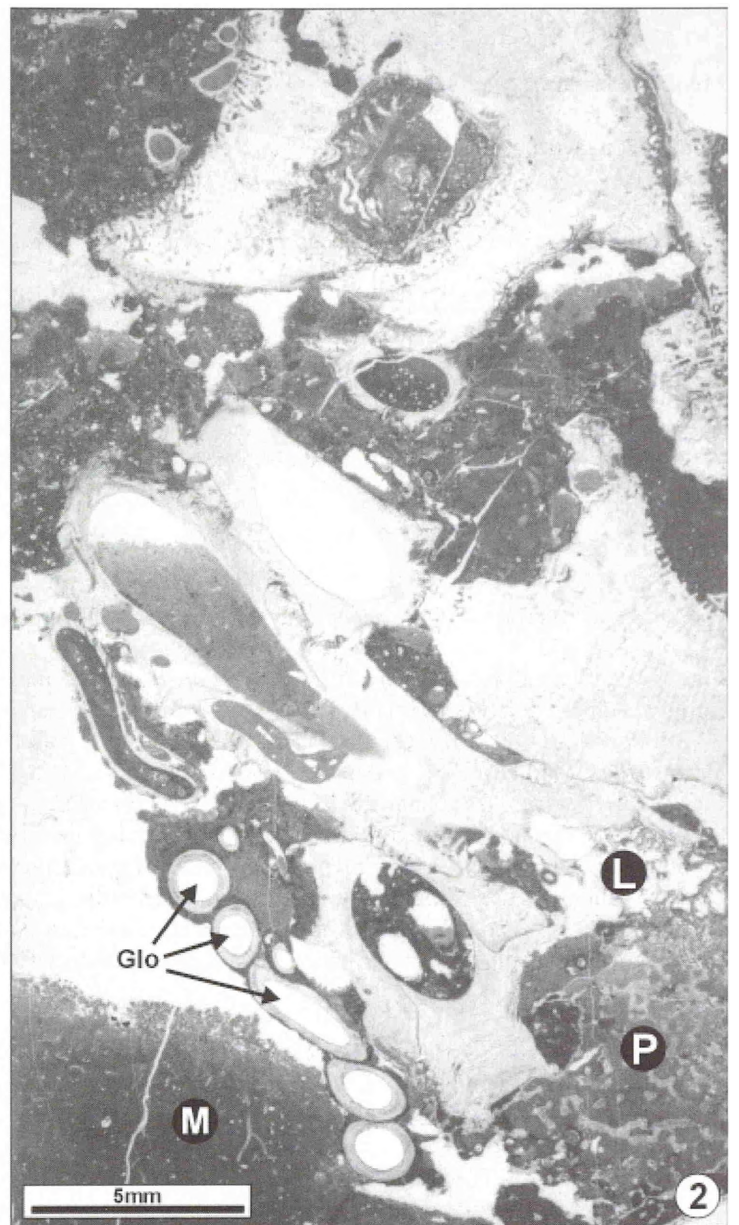
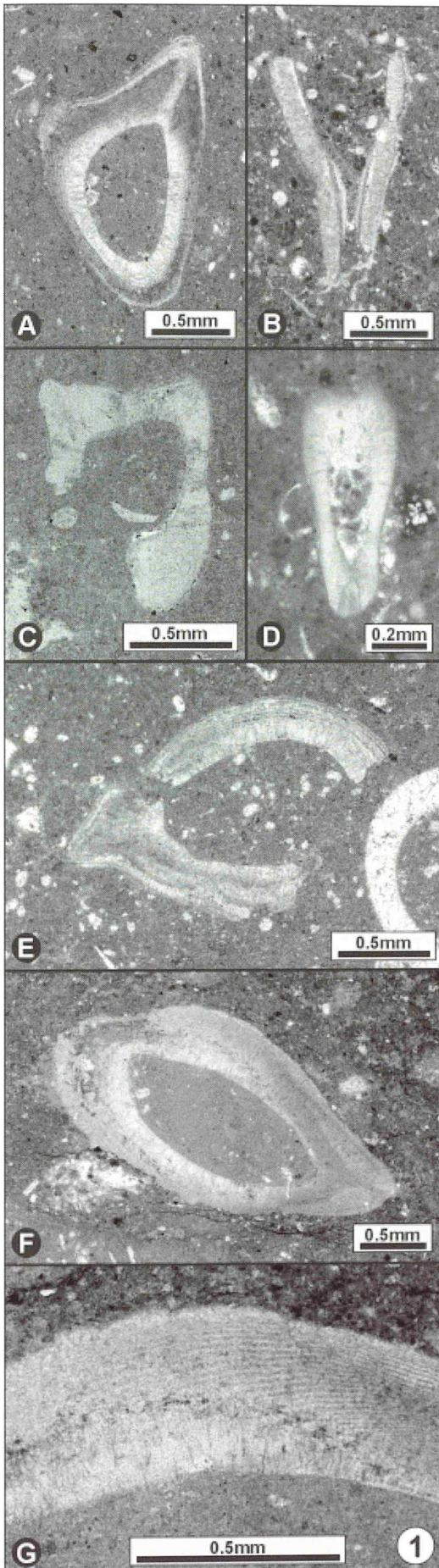
PLATE 38

Polychaetes (*Carpathiella triangulata* Mišík, Sotak & Ziegler, serpulids) of the *florigemma*-Bank.

Fig. 1A-G - Tubes of *Carpathiella triangulata* Mišík, Sotak & Ziegler in cross section (A, C, E-G) and longitudinal section (B, D) (G: enlarged). This species is restricted to fossiliferous wackestone and floatstone (MF type 4 and 7). A: section Ramsnacken, thin section Ram-2.2m; B: Pötzen quarry, thin section Pö-(21.1/0.1)m; C: section Haddessen, thin section Had-(13.6/2.85); D: section Föhrtal, thin section Fö-2.3m(1); E: Pötzen quarry, thin section Pö-(1.1/0.3)m; F-G: Pötzen quarry, thin section Pö-Lehrsammlung.

Fig. 2 - Thin section of reef limestone (MF type 8) exhibiting tubes of three serpulid species which grow on platy overhanging coral skeletons. Large, highly scalloped tubes are gregariously exposed in the center. They are in places overgrown by *Glomerula „gordialis“* (Schlotheim) which consists of circular tubes. Small ripped serpulid tubes occur in the top left attached to a coral skeleton. Additional encrusting biota comprises *Lithocodium aggregatum* Elliott (L), a small specimen of a pharetronid sponge (P) and microbial crusts. Interstitial place (bottom left) is geopetally filled with pelmicrite that is characterized by myceloid burrows (M). Section Bakeder Berg, thin section Ba-II-1.2m.

Fig. 3 - Serpulids (in cross section) with highly sculptured outer shape, attached to a branch of *Thamnasteria dendroidea* (reef limestone, MF type 8). A certain tube is incorporated into the coral skeleton suggesting that coral growth continued after settling of serpulids. Section Kessiehausen, thin section Ke-A-1a.



TAFEL 39

Mikroproblematika (*Iberopora bodeuri*, *Koskinobullina socialis*) aus dem Riffbereich (MF-Typ 8).

Abb. 1 - Riffkalkstein (MF-Typ 8) mit *Iberopora bodeuri* Granier & Berthou (oben-links und oben-rechts), die einen krustenartigen Überzug auf einem *Bacinella*-artigen Mikroproblematikum bildet. In das *Bacinella*-artige Mikroproblematikum sind vereinzelt isolierte „Kuppeln“ von *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder eingewachsen. Gut zu erkennen sind die regelmäßig angeordneten, nadelstichartigen Poren der Wandung (Pfeile). Profil Roter Stein, Dünnschliff RS-L-D.

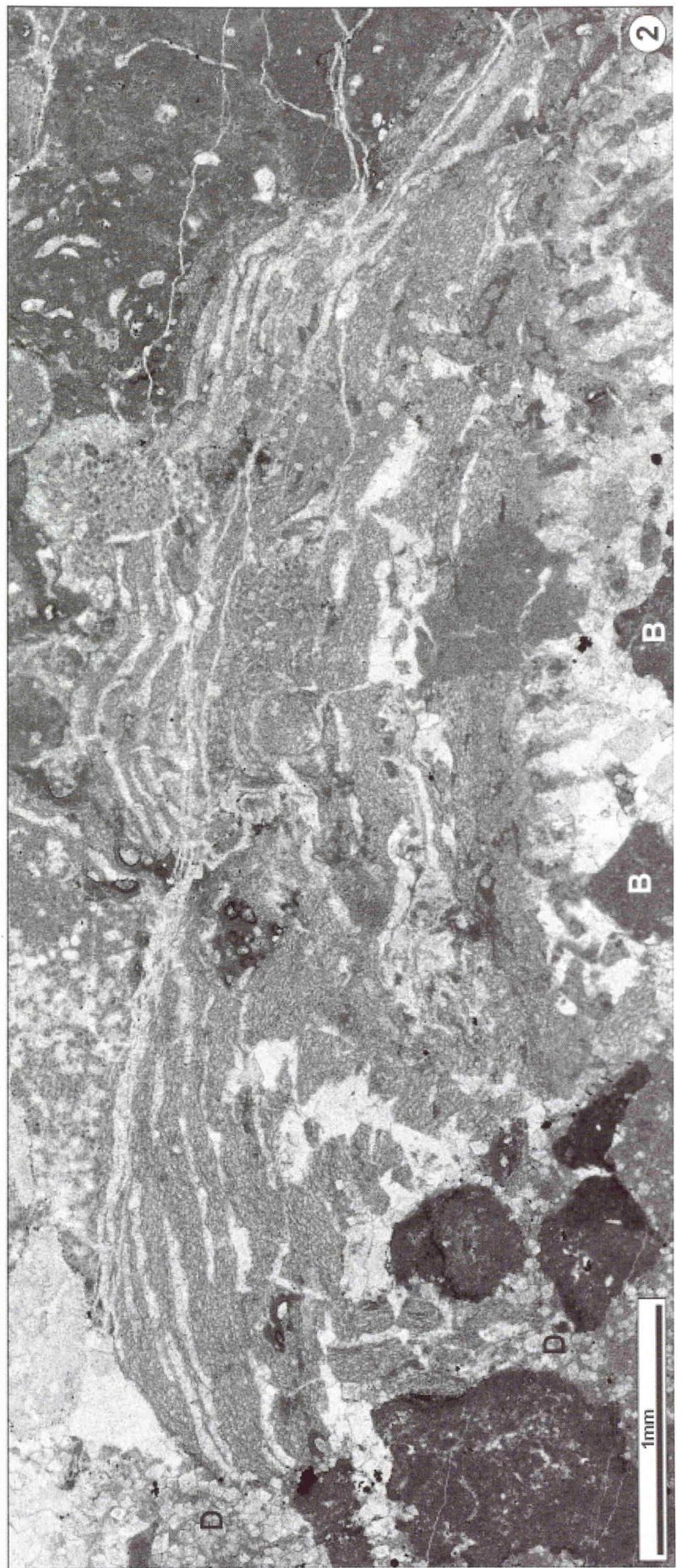
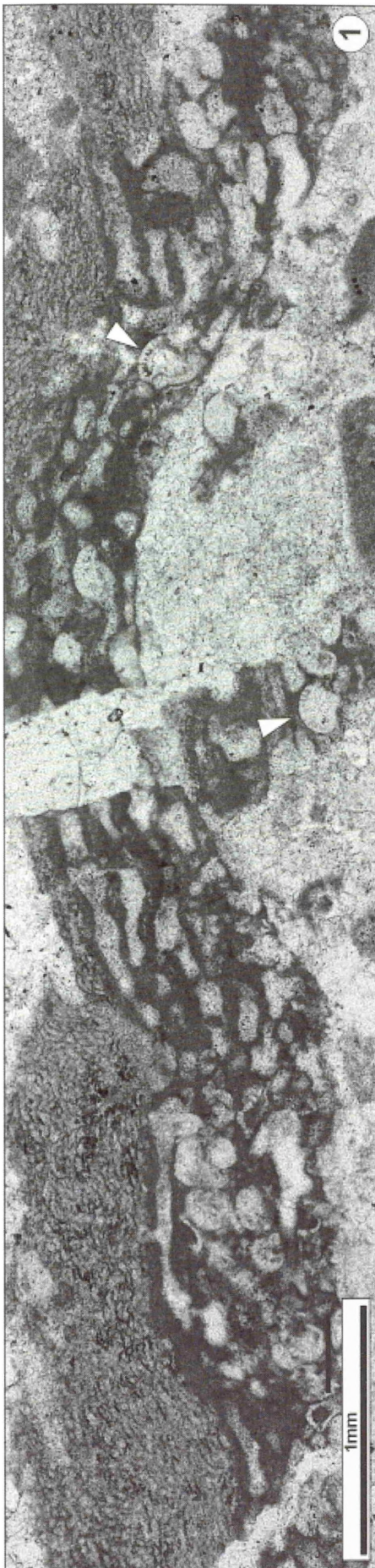
Abb. 2 - Mattenartiger Überzug von *Iberopora bodeuri* Granier & Berthou auf fladenförmiger *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson)-Kolonie (angebohrt: B, Bohrkavernen deformiert bzw. z.t. kollabiert). Das *Iberopora bodeuri* wird nach oben hin zunehmend von „Sparitbändern“ durchzogen. Anschließend folgen mikrobielle Krusten mit zahlreichen eingewachsenen nubeculariiden Foraminiferen, vor allem oben-rechts. Vereinzelt treten nubeculariide Foraminiferen aber auch eingewachsen im *Iberopora bodeuri* auf (z.B. links von Bildmitte). Dolomitierungserscheinungen bleiben auf Allomikrit beschränkt (D: Dolomithomboeder und -pflaster). Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-2.2m(3).

PLATE 39

Incertae sedis (*Iberopora bodeuri*, *Koskinobullina socialis*) of the reef facies (MF type 8).

Fig. 1 - Reef limestone (MF type 8) with *Iberopora bodeuri* Granier & Berthou (top left and top right) growing on a *Bacinella*-like microproblematicum, the latter is partly recrystallized and shows intercalations of isolated chambers of *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder. Note well preserved canaliculate wall structure of single chambers (arrows). Section Roter Stein, thin section RS-L-D.

Fig. 2 - *Iberopora bodeuri* Granier & Berthou that is addressed to a flat *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) colony with borings (B, in place collapsed). Numerous layering-parallel cracks with sparite (perhaps void-filling cement) interrupt the multi-layered *I. bodeuri*. Microbial crusts with nubeculariids follow up-section, in particular in the top-right corner. More rarely, nubeculariids occur incorporated within *I. bodeuri* (e.g. slightly left to the center). Note selective dolomitization of allomicrite whereas the encrusting organins are almost generally preserved from dolomitization (D: dolomitized patches and dolomite crystals). Section Amelungsberg, Dünnschliff Am-2.2m(3).



TAFEL 40

Mikroproblematika („Fächerproblematikum“: Abb. 1, mycelartige Gangsysteme: Abb. 2) aus dem Riffbereich (MF-Typ 8).

Abb. 1A, B - „Fächerproblematikum“. A: Zusammen mit Serpuliden auf einem stark rekristallisierten (schwarz: Ankerit/Siderit?) Korallenstock aufgewachsen. Profil Iberg, Dünnschliff Ib-0.8m-2. B: „Fächerproblematikum“ (vergrößert) im Querschnitt. Beide Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-1.55m-B.

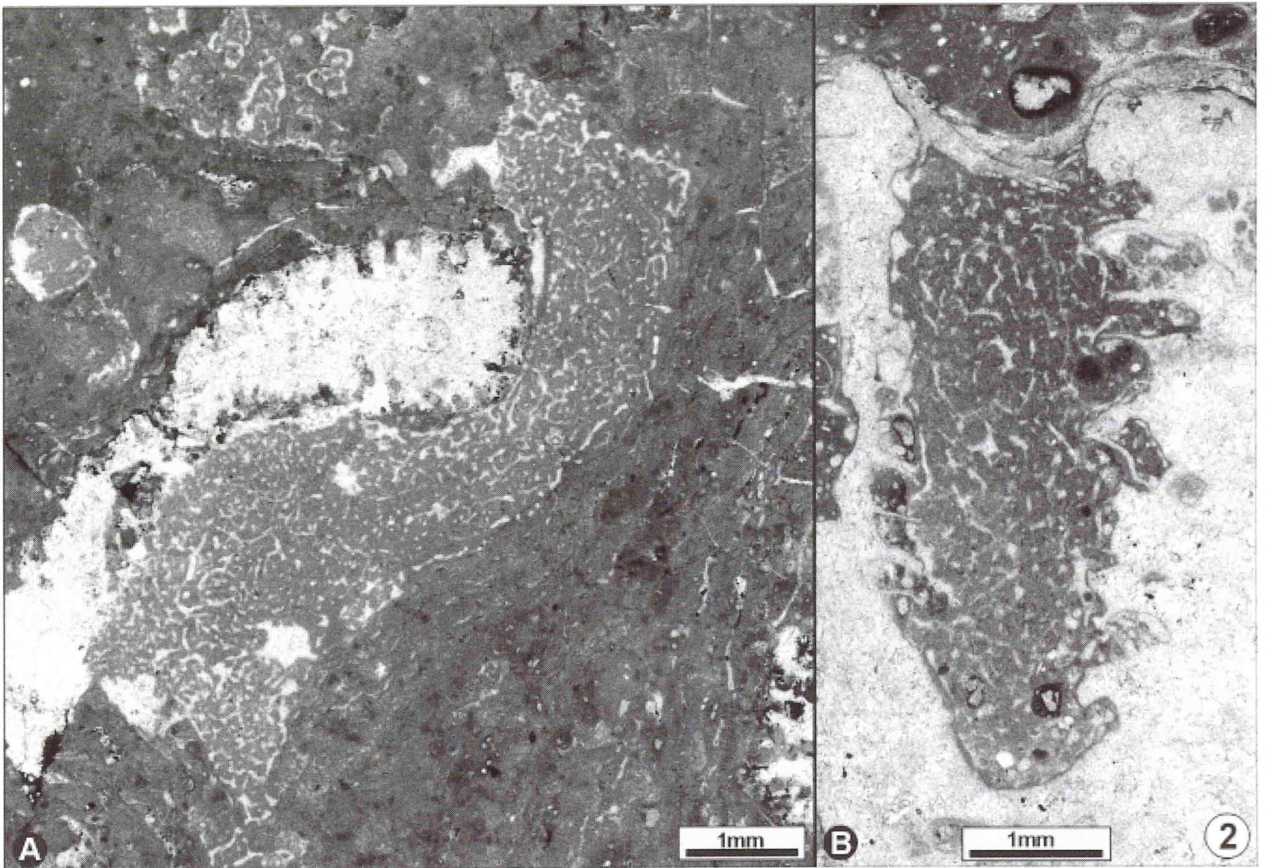
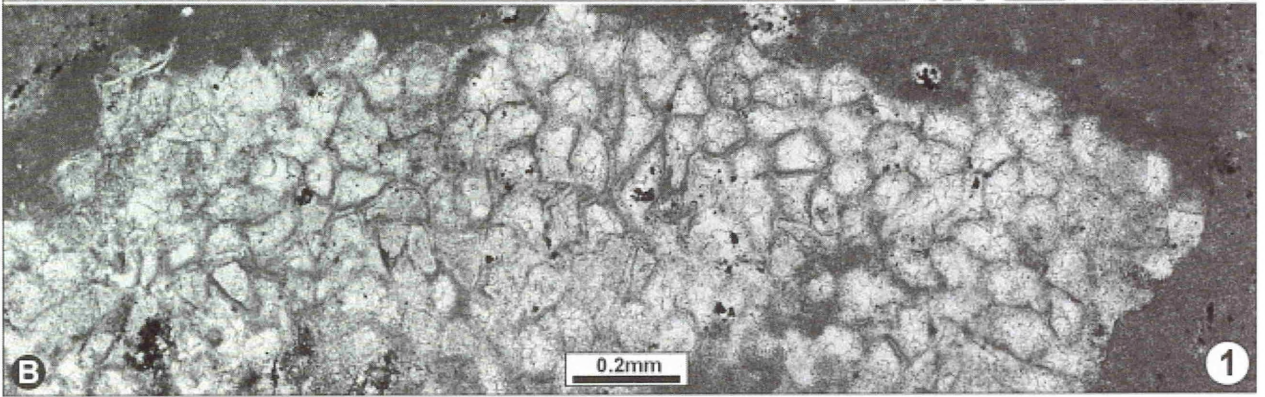
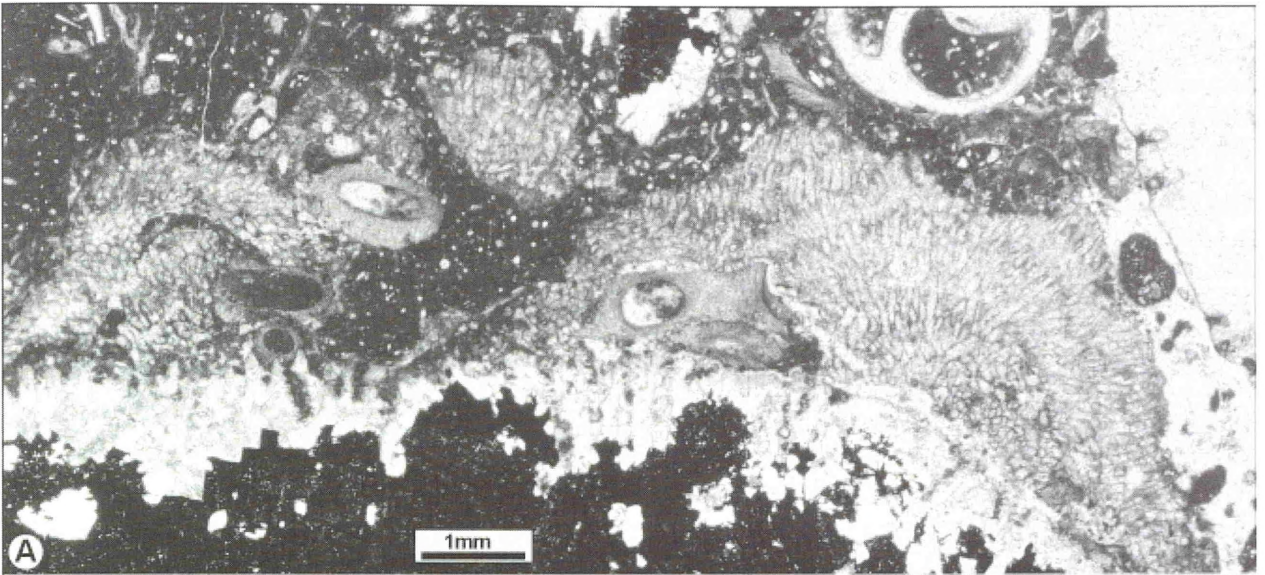
Abb. 2A, B - Mycelartige Gangsysteme im Leiolith. A: Als Zwickelfüllung zwischen Korallenast von *Thamnasteria dendroidea* und Thrombolith. Profil Amelungsberg, Dünnschliff Am-P11. B: Innerhalb einer Bohrkaverne; Profil Kessiehausen, Dünnschliff Ke-C-3.

PLATE 40

Incertae sedis („Fächerproblematikum“: Fig. 1, boring fungi: Fig. 2) of the reef facies (MF type 8).

Fig. 1A, B - „Fächerproblematikum“. A: together with serpulids, attached to a strongly recrystallized coral skeleton (black: ankerite/siderite?). Section Iberg, thin section Ib-0.8m-2. B: „Fächerproblematikum“ (enlarged) in cross section. Both Haddessen quarry, thin section Had-I-1.55m-B.

Fig. 2A, B - „Myceloid burrow“ in leiolite. A: The myceloid trace fossil occupies microhabitats within the *Thamnasteria dendroidea* thicket (aggregations between coral branches and microbial crusts); section Amelungsberg, thin section Am-P11. B: „Myceloid burrow“ in a borehole; section Kessiehausen, thin section Ke-C-3.



TAFEL 41

Anomuren-Koprolithen (Abb. 1-3), Grabgänge? (Abb. 4) und Bioerosion (*Talpina* ichnosp., Abb. 5).

Abb. 1A, B - Ansammlung von Anomuren-Koprolithen (*Palaxius salataensis* Brönnimann, Cros & Zaninetti) im Cortoid/Bioklasten-Kalkstein (MF-Typ 9). Profils Mattenberg. A: Dünnschliff Mat-5.5m-1; B: Dünnschliff Mat-5.5m-2.

Abb. 2 - Anomuren-Koprolith (*Favreina multicanalis* Förster) aus dem Intrariffbereich (MF-Typ 4). Profil Pötzen; Dünnschliff Pö-Lehrsammlung-(5).

Abb. 3 - Zwei Anomuren-Koprolithen (*Favreina cf. tabasensis* Brönnimann) aus dem Intrariffbereich (MF-Typ 4) (oben: Querschnitt, unten Längsschnitt). Profil Pötzen; Dünnschliff Pö-(14.1/0.8)-1.

Abb. 4A-F - Grab- oder Wohngänge von Würmern (Phoroniden?) in der Nerineenlage (MF-Typ 7). Typisch ist der kleine Zentralkanal, der von einer dicken agglutinierten Wandung umgeben ist. A-E: Querschnitte, F: Längsschnitt. Profil Bohrberg-III, A-D: Dünnschliff Bo-III-S-0.3m, E: Dünnschliff Bo-III-S-0.3m-A, F: Dünnschliff Bo-III-S-0.3m-B.

Abb. 5 - Zylindrisches Bohrgangsystem *Talpina* Hagenow, angelegt in einer dünnen *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson)-Platte. Profil Haddessen, Dünnschliff Had-ca.2.1m.

PLATE 41

Anomuran microcoprolites (Fig. 1-3), burrows? (Fig. 4) and bioerosion (*Talpina* ichnosp., Fig. 5).

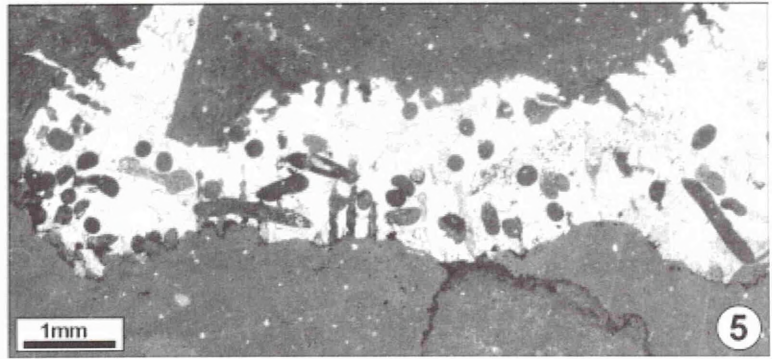
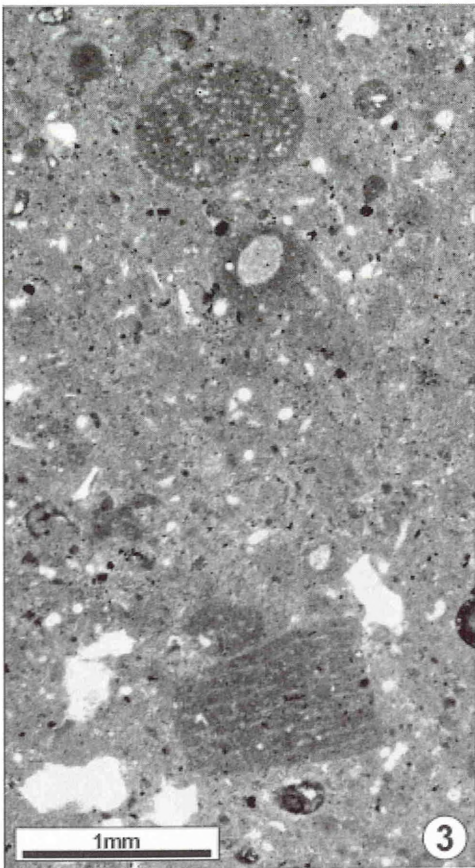
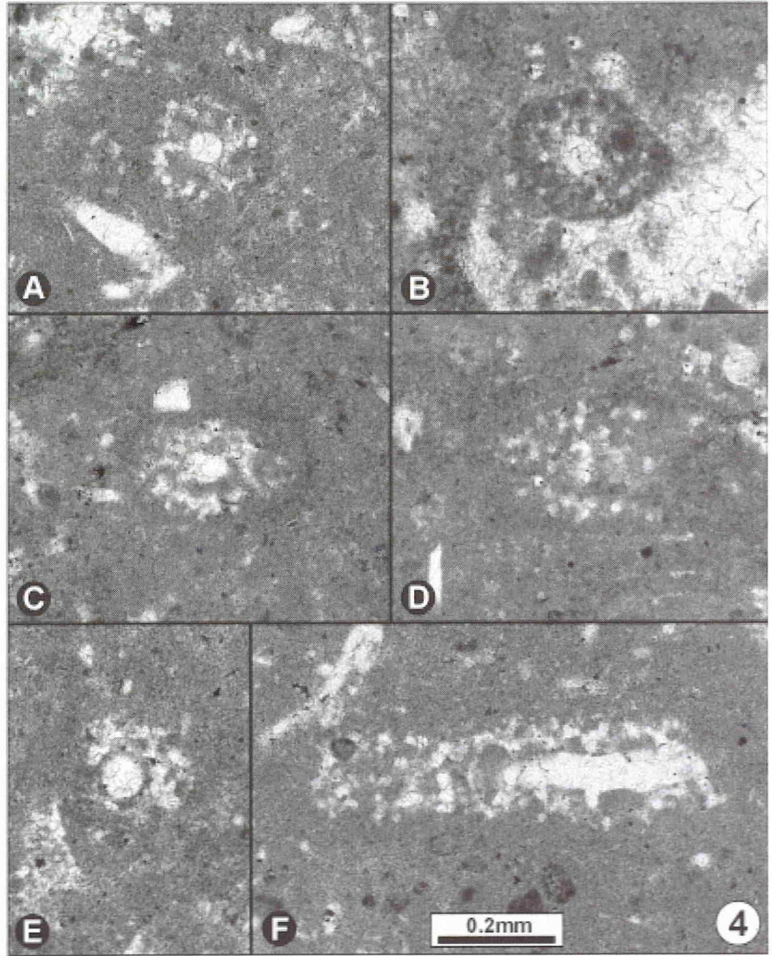
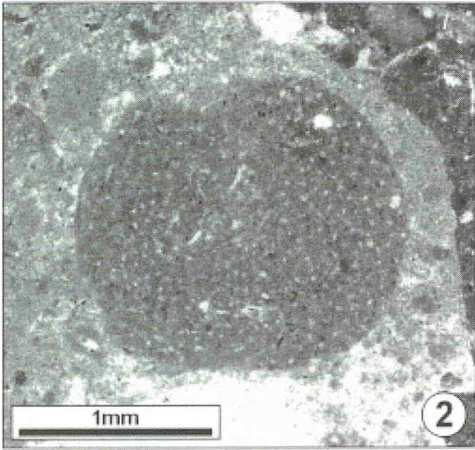
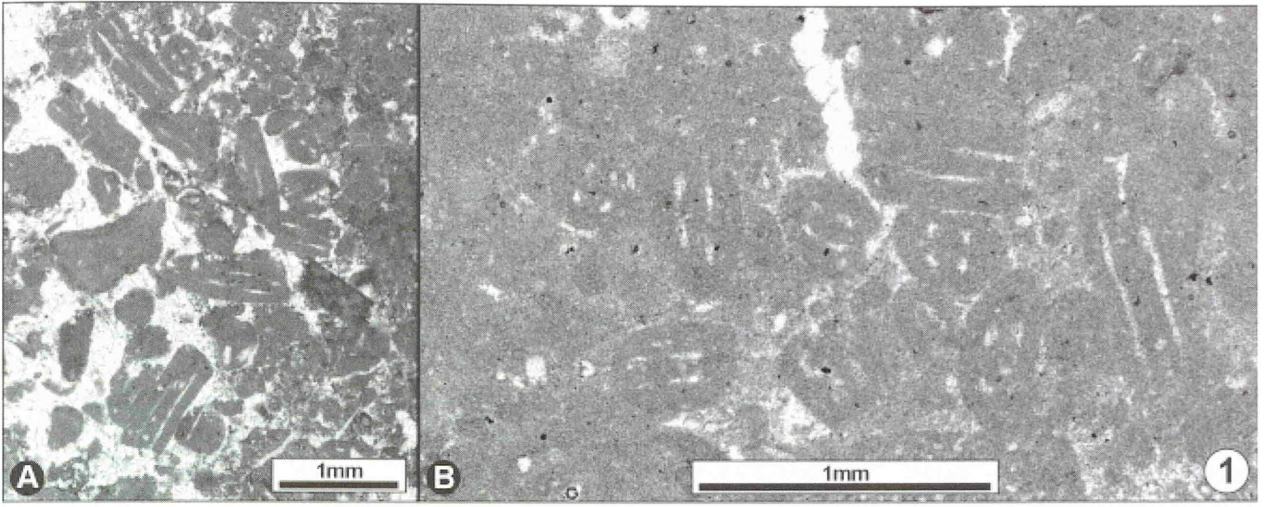
Fig. 1A, B - Accumulation of anomuran microcoprolites (*Palaxius salataensis* Brönnimann, Cros & Zaninetti) in a burrow? in bioclastic cortoid limestone (MF type 9) of the Mattenberg quarry; A: thin section Mat-5.5m-1, B: enlarged view, thin section Mat-5.5m-2.

Fig. 2 - Anomuran microcoprolite (*Favreina cf. multicanalis* Förster) in intra-reef limestone (MF type 4). Section Pötzen; thin section Pö-Lehrsammlung-(5).

Fig. 3 - Anomuran microcoprolites (*Favreina cf. tabasensis* Brönnimann) in intra-reef limestone (MF type 4); cross section (top) and longitudinal section (bottom) of coprolite. Section Pötzen; thin section Pö-(14.1/0.8)-1.

Fig. 4A-F - Burrows of worms (phoronids?) in the nerinean bed (MF type 7). Note slender central canal surrounded by a comparably thick agglutinated wall. A-E: cross sections, F: longitudinal sections. Section Bohrberg-III, A-D: thin section Bo-III-S-0.3m, E: thin section Bo-III-S-0.3m-A, F: thin section Bo-III-S-0.3m-B.

Fig. 5 - Abundant gently curved cylindrical borings probably of phoronids (*Talpina* Hagenow) in a plate-like *Fungiastrea arachnoides* (Parkinson) colony (MF type 8). Haddessen quarry, thin section Had-ca.2.1m.



TAFEL 42

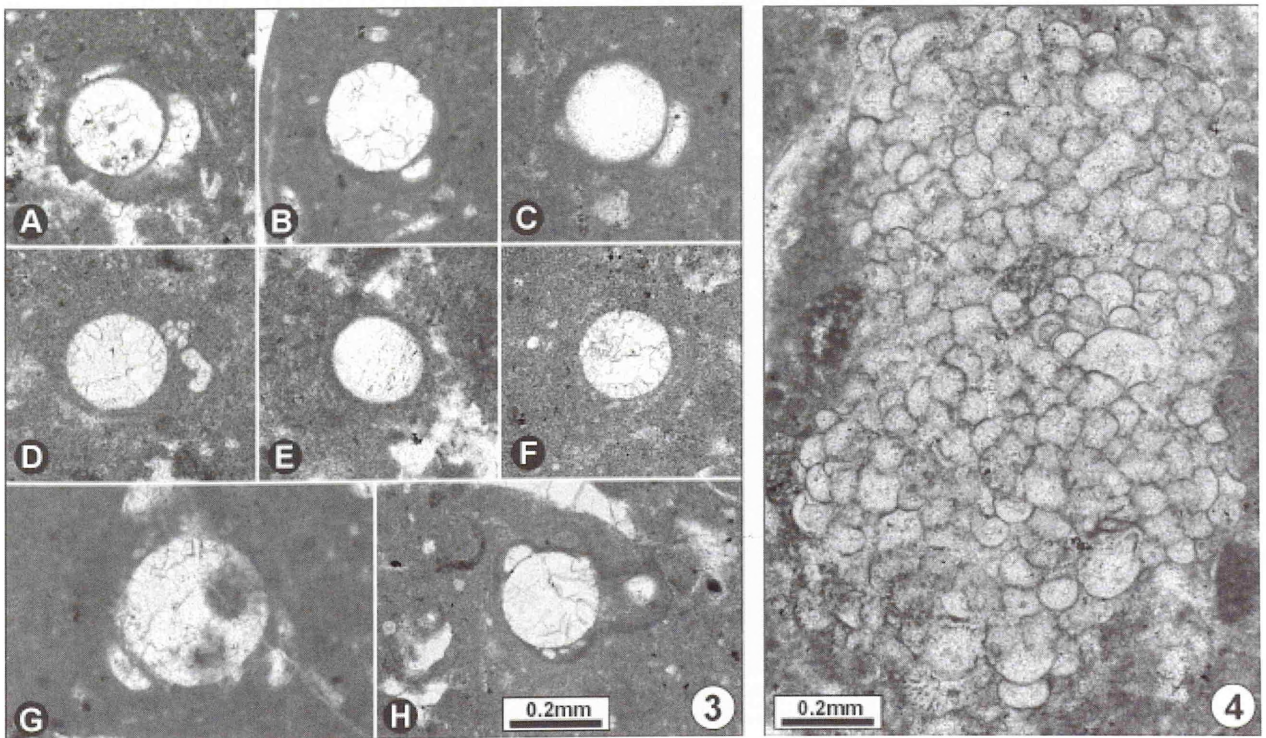
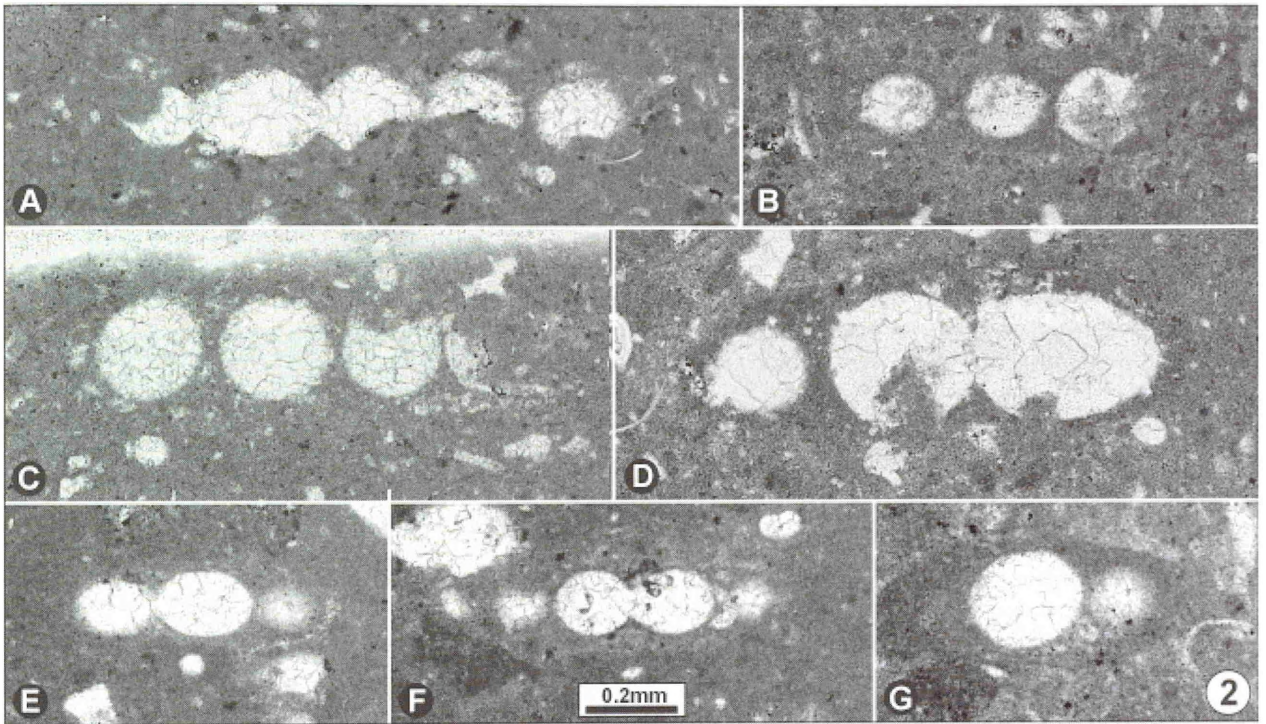
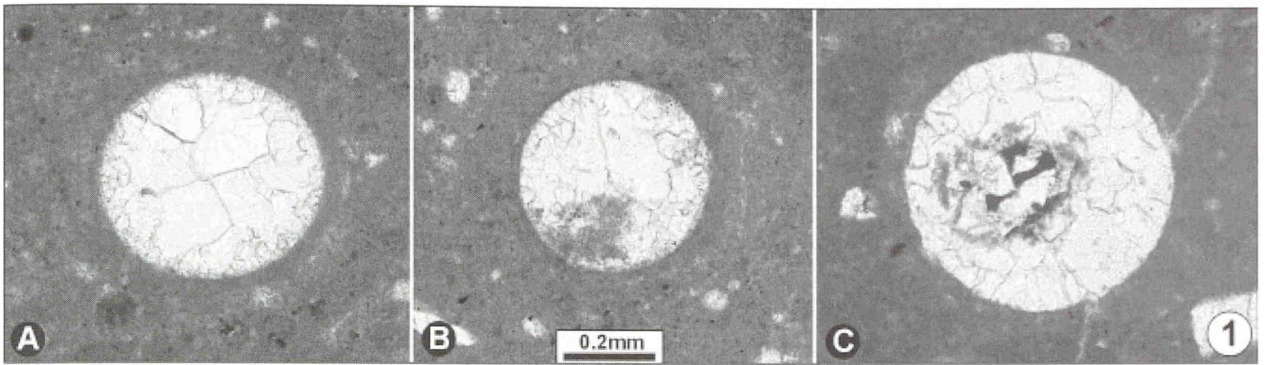
Mikroproblematika (*Lacrymorphus* spp., *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder).

- Abb. 1A-C** - *Lacrymorphus* aff. *barremianus* Dragastan im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4). Profils Pötzen; A: Dünnschliff Pö-Lehrs.-2, B: Dünnschliff Pö-X-4, C: Dünnschliff Pö-Gastro-B.
- Abb. 2A-G** - *Lacrymorphus* sp.2 aus fossilreichem mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4). A: Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-X-3; B: Profil Föhrthal, Dünnschliff Fö-0.9m-B; C: Profil Roter Stein, Dünnschliff RS-P11.2; D: Profil Bohrberg, Dünnschliff Bo-III-S-0.3m; E-G: Profil Bakeder Berg, Dünnschliff Ba-I-1.45m.
- Abb. 3A-H** - *Lacrymorphus* sp.1 aus fossilreichem mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4). A-B, G-H: Profil Pötzen; C-D, F: Profil Bakeder Berg; E: Profil Bohrberg-III. A: Dünnschliff Pö-Gastro-B; B, G: Dünnschliff Pö-Lehrs.-4; C: Dünnschliff Ba-I-1.25m; D, F: Dünnschliff Ba-I-1.45m-B; E: Dünnschliff Bo-III-S-1.0m-1; H: Pö-X-4.
- Abb. 4** - Aus dem Riffbereich umgelagerter Bioklast von *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder aus der Nerineenlage (MF-Typ 7). Profil Amelungsberg-III, Dünnschliff Am-(6.3/0.25).

PLATE 42

Incertae sedis (*Lacrymorphus* spp., *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder).

- Fig. 1A-C** - *Lacrymorphus* aff. *barremianus* Dragastan in fossiliferous micritic limestone (MF type 4). Pötzen quarry; A: thin section Pö-Lehrs.-2, B: thin section Pö-X-4, C: thin section Pö-Gastro-B.
- Fig. 2A-G** - *Lacrymorphus* sp.2 in fossiliferous micritic limestone (MF type 4). A: section Pötzen, thin section Pö-X-3; B: section Föhrthal, thin section Fö-0.9m-B; C: section Roter Stein, thin section RS-P11.2; D: section Bohrberg, thin section Bo-III-S-0.3m; E-G: section Bakeder Berg, thin section Ba-I-1.45m.
- Fig. 3A-H** - *Lacrymorphus* sp.1 in fossiliferous micritic limestone (MF type 4). A-B, G-H: section Pötzen; C-D, F: section Bakeder Berg; E: section Bohrberg-III. A: thin section Pö-Gastro-B; B, G: thin section Pö-Lehrs.-4; C: thin section Ba-I-1.25m; D, F: thin section Ba-I-1.45m-B; E: thin section Bo-III-S-1.0m-1; H: Pö-X-4.
- Fig. 4** - Clast of *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder, often found as reworked specimens in the adjacent lagoonal deposits (here: nerinean bed, MF type 7). Section Amelungsberg-III, thin section Am-(6.3/0.25).



TAFEL 43

Mikroproblematika (*Aeolisaccus dunningtoni*, Calcisphären).

Abb. 1A-F - *Aeolisaccus dunningtoni* Elliott aus verschiedenen Faziestypen der *florigemma*-Bank; A: Zwei Exemplare (oben: Längsschnitt, unten: Schräger Querschnitt); B-D: Längsschnitte; E-F: Querschnitt. Die Vergrößerung (F) zeigt den Wandaufbau mit den dunkel erscheinenden, gebündelten Faserzügen. A: Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(3.4/2.5); B: Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(3.5/2.9)-1; C: Profil Hohennacken, Dünnschliff Hona-0.4m; D: Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-5.0m; E-F: Profil Mattenberg, Dünnschliff Mat-I-6.3m.

Abb. 2A, B - *Calcisphaera*? gen. et sp. indet. 5 aus fossilreichem mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4). Profil Pötzen; A: Dünnschliff Pö-Gastro-I, B: Dünnschliff Pö-(17.0/0.6).

Abb. 3 - *Calcisphaera* gen. et sp. indet. 1 aus der Nerineenlage (MF-Typ 7). Profil Amelungsberg-II, Dünnschliff Am-II-5.08m.

Abb. 4A-E - *Calcisphaera*? gen. et sp. indet. 4 aus der Nerineenlage (MF-Typ 7). A: Profil Pötzen, Dünnschliff Pö-X-1; B-E: Profil Bohrberg-III; B-C: Dünnschliff Bo-III-S-1.0m-1; D-E: Dünnschliff Bo-III-S-0.75m.

Abb. 5A-G - *Calcisphaera*? gen. et sp. indet. 3 aus fossilreichem mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4). A-G: Profil Pötzen; A: Dünnschliff Pö-Gastro-I; B, E: Dünnschliff Pö-Lehrs.-3; C-D: Dünnschliff Pö-Gastro-D; F: Dünnschliff Pö-Gastro-E; G: Dünnschliff Pö-Gastro-A.

Abb. 6A-C - *Calcisphaera* gen. et sp. indet. 2 im mikritischen Kalkstein (MF-Typ 5). A-C: Profil Riesenberg, Dünnschliff Ri-I-0.15m.

PLATE 43

Incertae sedis (*Aeolisaccus dunningtoni*, Calcareous dinoflagellate cysts).

Fig. 1A-F - *Aeolisaccus dunningtoni* Elliott, occurring in various facies types of the *florigemma*-Bank; A: two specimens (top: longitudinal section, bottom: oblique cross section); B-D: longitudinal sections; E-F: cross sections, the close view (F) is showing the wall structure with its dark fibres in cross section. A: Haddessen quarry, thin section Had-(3.4/2.5); B: Haddessen quarry, thin section Had-(3.5/2.9)-1; C: section Hohennacken, thin section Hona-0.4m; D: Mattenberg quarry, thin section Mat-I-5.0m; E-F: Mattenberg quarry, thin section Mat-I-6.3m.

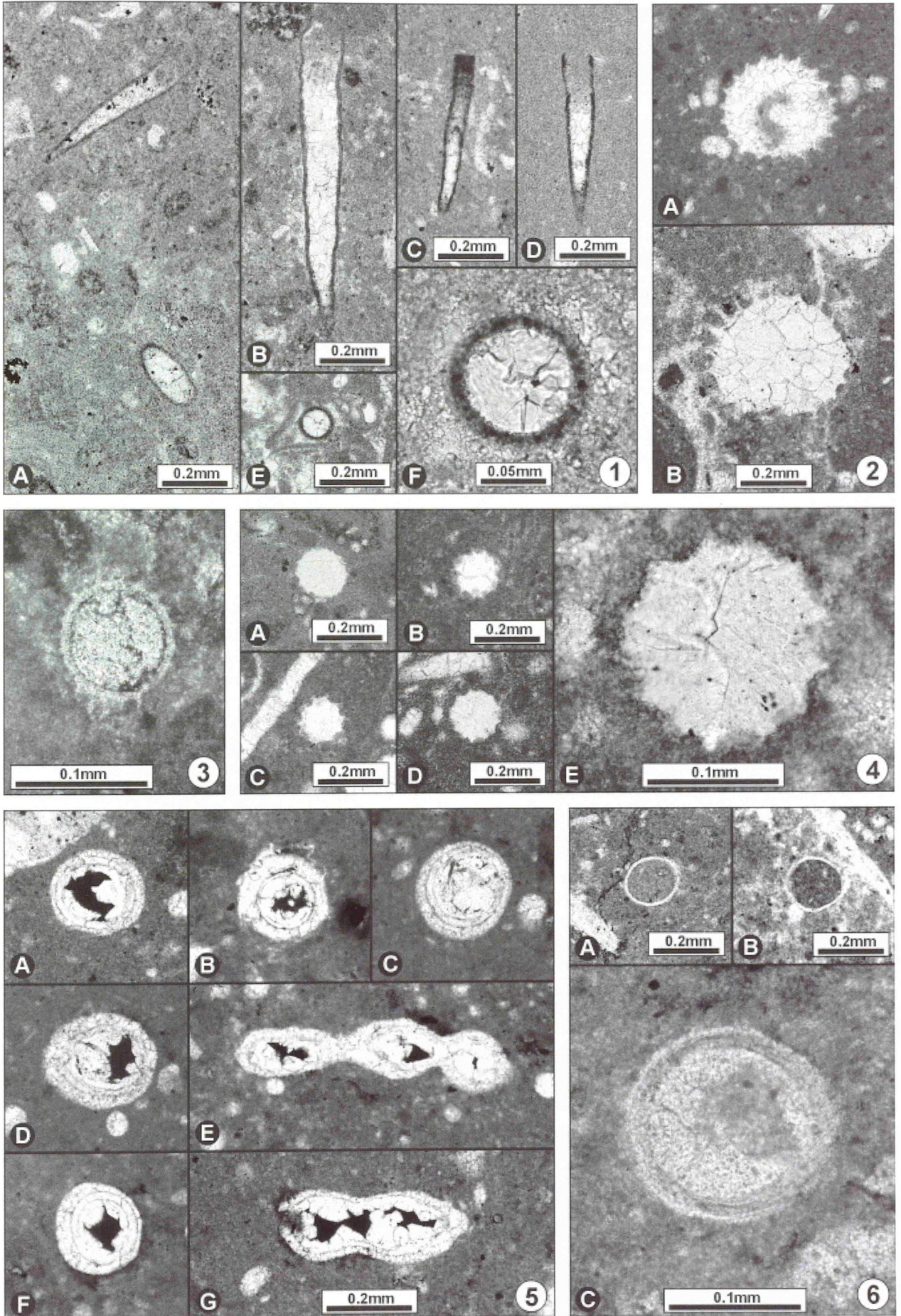
Fig. 2A, B - Calcareous dinoflagellate cysts? gen. et sp. indet. 5 in fossiliferous micritic limestone (MF type 4). Section Pötzen; A: thin section Pö-Gastro-I, B: thin section Pö-(17.0/0.6).

Fig. 3 - Calcareous dinoflagellate cyst gen. et sp. indet 1 in the nerinean bed (MF type 7). Section Amelungsberg-II, thin section Am-II-5.08m.

Fig. 4A-E - Calcareous dinoflagellate cysts? gen. et sp. indet. 4, found within the nerinean bed (MF type 7). A: section Pötzen, thin section Pö-X-1; B-E: section Bohrberg-III; B-C: thin section Bo-III-S-1.0m-1; D-E: thin section Bo-III-S-0.75m.

Fig. 5A-G - Calcareous dinoflagellate cysts? gen. et sp. indet. 3 in fossiliferous micritic limestone (MF type 4). A-G: section Pötzen; A: thin section Pö-Gastro-I; B, E: thin section Pö-Lehrs.-3; C-D: thin section Pö-Gastro-D; F: thin section Pö-Gastro-E; G: thin section Pö-Gastro-A.

Fig. 6A-C - Calcareous dinoflagellate cysts gen. et sp. indet. 2 in micritic limestone (MF type 5). A-C: section Riesenberg, thin section Ri-I-0.15m.



TAFEL 44

Miscellanea (Mikroinkrustierer, Mikroproblematika, Ostrakoden und Vertebratenreste)

Abb. 1 - Dünnschliffphoto und Schemazeichnung einer Inkrustiererabfolge im Riffkalkstein (MF-Typ 8). Die „Basis“ bildet das „Fächerproblematikums“ (unten-rechts), welches Bohrspuren (B) und eingewachsene inkrustierende Foraminiferen (F) aufweist. Darüber folgen inkrustierende Serpeln (dunkelgrau mit weißem Lumen). *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder (dunkelgraue Flächenfarbe) überzieht sowohl das „Fächerproblematikum“ als auch die Serpuliden. Im Laufe des Wachstums wird *K. socialis* zunehmend durch *Iberopora bodeuri* Granier & Berthou verdrängt, letztere ist wiederholt von „Sparitbändern“ durchbrochen (ebenfalls dunkelgraue Flächenfarbe). Besonders im oberen Bereich ist Thrombolith (hellgraue Flächenfarbe) verbreitet. Inkrustierte Bryozoen des „*Proboscina*“-Typs (schwarz) befinden sich im Thrombolith eingewachsen aber auch als Bewuchs von *I. bodeuri* (im linken Bildausschnitt). Verbleibende Hohlräume sind mit Allomikrit aufgefüllt (weiße Flächenfarbe am linken Bildrand). Profil Haddessen, Dünnschliff Had-I-3.6m.

Abb. 2A, B - *Lacrymorplus perplexus* Elliott bzw. „Algenaggregat“ nach Barthel et al. (1971) aus dem Kalkoolith (MF-Typ 1). Beide Exemplare vom Profil Bakeder Berg; A: Dünnschliff Ba-I-0.1m-B, B: Ba-II-0.5m-A.

Abb. 3A-C - Ostrakoden der *Macrodentina* gr. mit auffällig ornamentierten Schalen aus fossilreichem mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4). A, C: Profil Haddessen, B: Profil Pötzen; A: Dünnschliff Had-(3.5/2.9)-5, B: Dünnschliff Pö-Gastro-J, C: Had-(3.5/2.9)-2.

Abb. 4 - Anschnitt des Flossenstachels eines hybodontiformen Haies im fossilreichen mikritischen Kalkstein (MF-Typ 4). Profil Bakeder Berg-SW. Dünnschliff Ba-SW-(28/2.2)-2.

PLATE 44

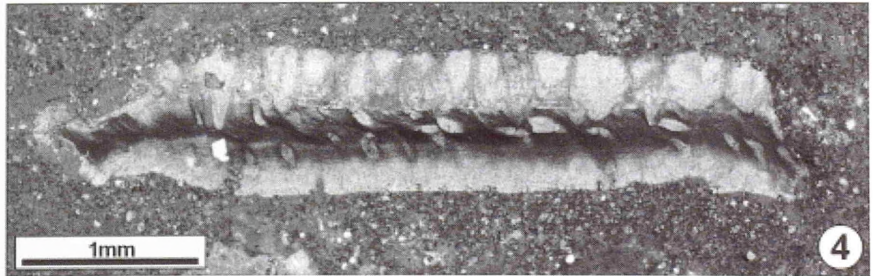
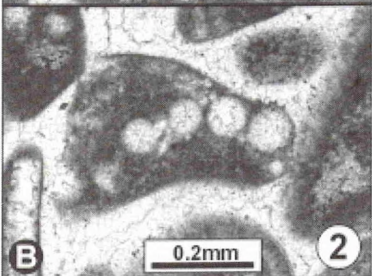
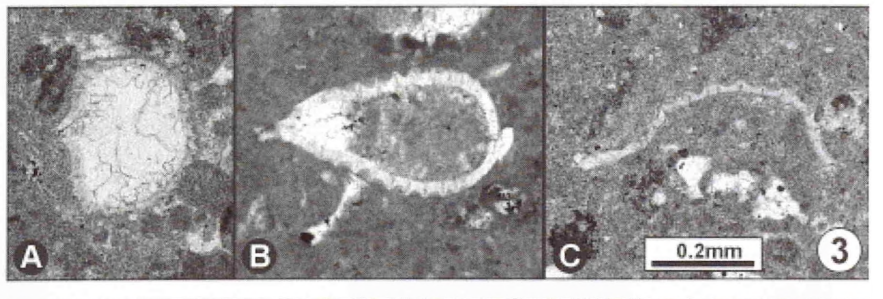
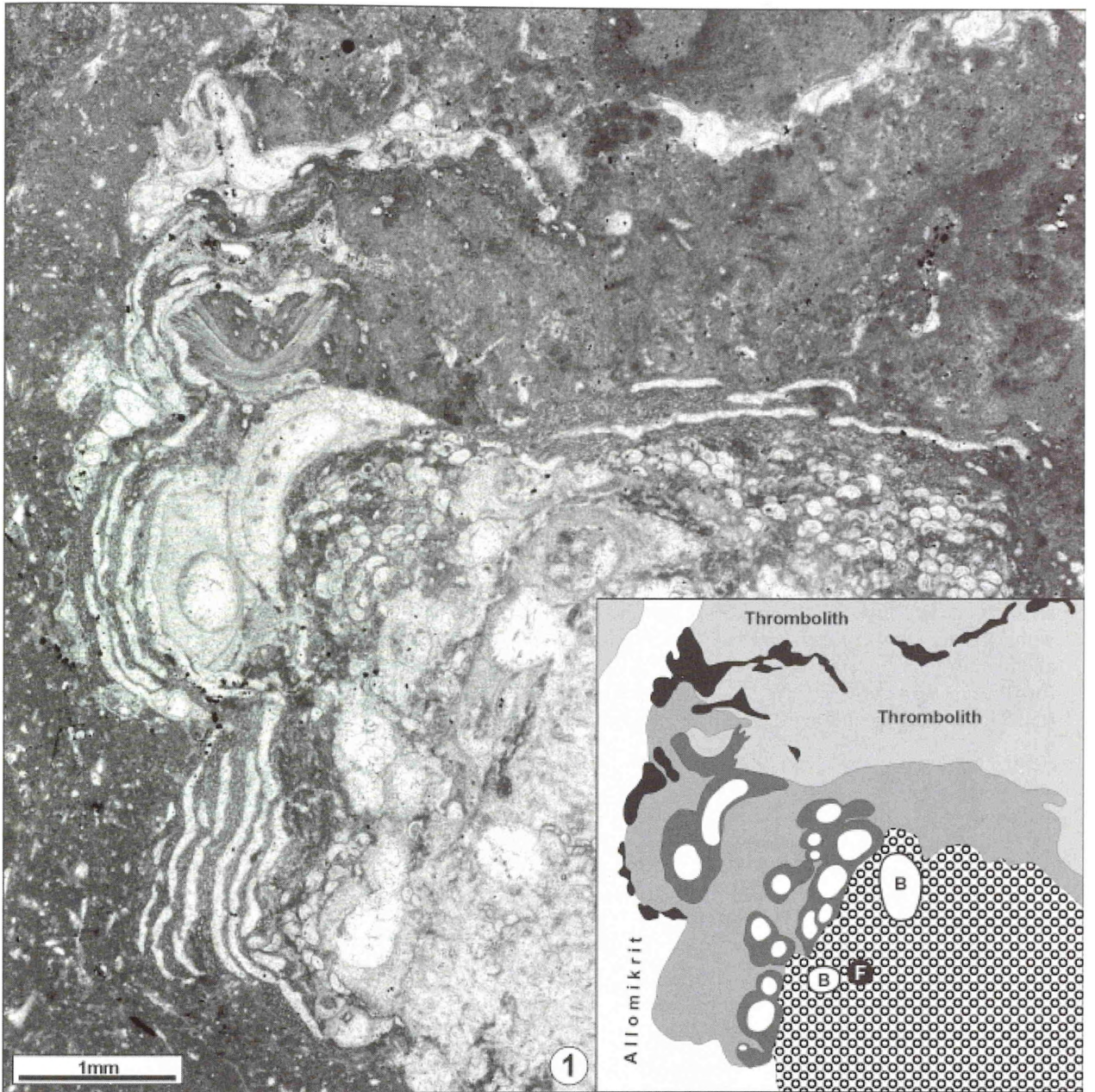
Miscellanea (microencrusters, incertae sedis, ostracods, and microvertebrate remains)

Fig. 1 - Photomicrograph and schematic line drawing showing a replacement sequence of encrusters in reef limestone (MF type 8). The succession starts with the enigmatic “Fächerproblematikum” (bottom left), that exhibits borings (B) and incorporates encrusting foraminifers (F). Aggregations of serpulids (dark grey line drawing with white dots representing the central cavity of tubes) are attached to the “Fächerproblematikum”. Both “Fächerproblematikum” and serpulids are encrusted by an addressed sheet of *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder (dark grey area). In the upper part of the *K. socialis* crust, the number of *Iberopora bodeuri* Granier & Berthou specimens markedly increases; moreover, *I. bodeuri* is repeatedly interrupted by sparrry layers (represented also by dark grey). Partly (in the left), the alternation of *I. bodeuri* and sparrite layers is encrusted by bryozoans of the “*Proboscina*” type. During ensuing development of the sequence, thrombolite disappears and becomes the main rock building material in the top part (light grey area). In addition, encrusting bryozoans (black) belonging to the “*Proboscina*” type occur enclosed in thrombolite. Remaining interstices are filled up with allomicrite (white area from the bottom- to top-left corner). Haddessen quarry, thin section Had-I-3.6m.

Fig. 2A-B - *Lacrymorplus perplexus* Elliott or “Algenaggregat” after Barthel et al. (1971). This enigmatic calcareous alga is only found in oolite (MF type 1). Both specimens from Bakeder Berg; A: thin section Ba-I-0.1m-B, B: thin section Ba-II-0.5m-A.

Fig. 3A-C - Ostracods (*Macrodentina* gr.) with highly sculptured shells in fossiliferous micritic limestone (MF type 4) as interstitial sediment within patch reefs. A, C: Haddessen quarry, B: section Pötzen; A: thin section Had-(3.5/2.9)-5, B: thin section Pö-Gastro-J, C: thin section Had-(3.5/2.9)-2.

Fig. 4 - Finspine of a hybodontiform shark in fossiliferous micritic limestone (MF type 4). Section Bakeder Berg-SW, thin section Ba-SW-(28/2.2)-2.



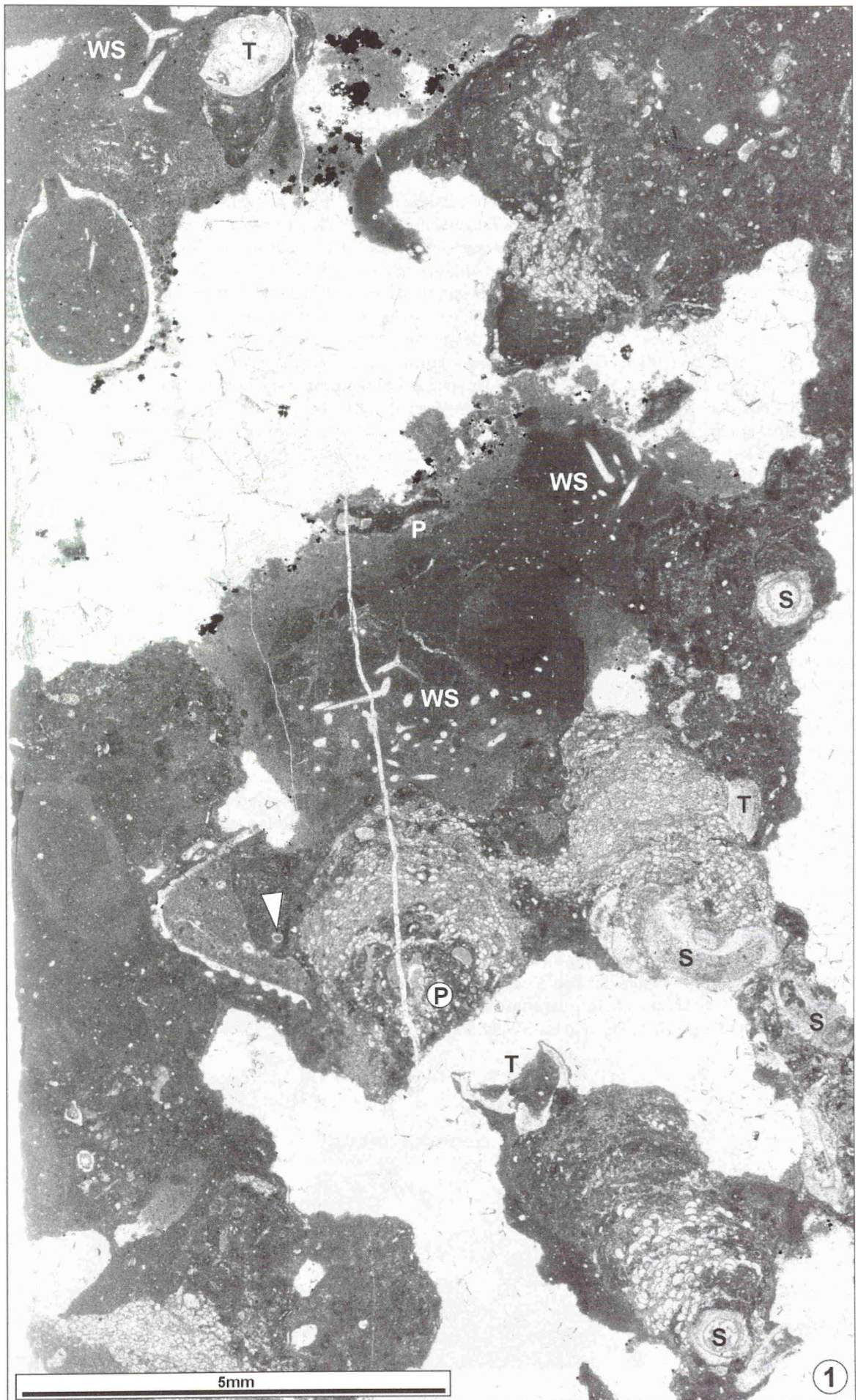
TAFEL 45

Abb. 1 - Die Dünnschliffaufnahme von Riffkalkstein (MF-Typ 8) zeigt eine Gemeinschaft aus inkrustierenden Organismen, Thrombolith und vagilen Riffbewohnern in Zwickeln des Riffgerüsts.

Krusten von *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder sind häufig und treten wechsellagernd mit *Iberopora bodeuri* Granier & Berthou auf. Beide Organismen bilden durch klumpige Aggregate auf *Fungia strea arachnoides* (Parkinson) (außerhalb des Bildausschnittes). Verbreitet kommen mikrobielle Krusten vor, in die weitere Inkrustierer eingewachsen sind: Serpuliden (S), Foraminiferen (*Placopsilina* sp.: P; hyalinschalige Foraminiferen: Pfeil; zahlreiche nubeculariide Foraminiferen) und Thecideen (T). Weichschwämme (WS) befinden sich in kryptische Bereichen des Riffgerüsts. Verbleibende Hohlräume sind unvollständig mit Allomikrit (heller als wolkig erscheinender Thrombolith) aufgefüllt. Im Allomikrit befinden sich Gehäuse von Napfschnecken (zwei Exemplare in unterschiedlichen Schnittlagen, oben-links und ca. mitte-links). Sparit-Zement schließt das Restlumen unter Bildung von Geopetalgefügen (Schnittlage ca. parallel zur Schichtlagerung). Profil Haddessen, Dünnschliff Had-(9.4/3.55)m(A).

PLATE 45

Fig. 1 - The photomicrograph of reef limestone (MF type 8) reveals a community of encrusting organisms as well as thrombolite and vagile benthos in interstitial cavities inside the patch reef. Crusts composed of *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder alternating with *Iberopora bodeuri* Granier & Berthou are quite common. Both organisms build knob-shaped to domal structures on the coral skeletons (beyond thin section). Microbial crusts occur frequently and are partly interspersed with other encrusters as serpulids (S), foraminifers (*Placopsilina* sp.: P, hyaline foraminifers: arrow, abundant nubeculariid foraminifers) and thecideidid brachiopods (T, in varying sections). Small cryptic cavities within the framework contain a few non-rigid sponges (WS). Remaining interstitial cavities are geopetally filled up with allomicrite (lighter colored when compared to cloudy thrombolite). In situ tests of limpets are dispersed in the allomicrite (two specimens, cut in different direction: upper left and approximately center left). Sparite fills the remaining microcavities (thin section circa parallel to the bedding plane). Section Falltal, thin section Had-(9.4/3.55)m(A).



TAFEL 46

Abb. 1 - Komplexe Gemeinschaft aus Thrombolith, inkrustierenden Organismen und Bohrorganismen im Riffkalkstein (MF-Typ 8). Inkrustierung und Bioerosion erfolgten mehrphasig (sich schneidende Bohrkavernen).

„Grundmasse“ bildet Thrombolith mit hohem Anteil inkrustierender Organismen: Mehrere Arten von Serpuliden (z. B. unten-rechts: „*Glomerula*“ sp. mit rundem Röhrenquerschnitt); Bryozoen vom *Stomatopora*-Typ (Umgebung des Schriftzugs „*Stomatopora*“ sp.), „*Berenicea*“-Typ (B) und „*Proboscina*“-Typ (P); sowie Rhaxen (R) von demospongiden Schwämmen.

Thrombolith und Inkrustierer sind intensiv zerbohrt; insgesamt vier Ichnotaxa-Gruppen lassen sich differenzieren. Die zahlreichen, häufig mit Sparit plombierten, im Tangentialschnitt bananenartig gekrümmten Bohrungen lassen sich auf spiralgewundene Bohrgänge des Ichnotaxons *Spirichnus spiralis* Fürsich, Palmer & Goodyear zurückführen. Weiterhin treten sehr zahlreich und i. d. R. dicht gedrängt Mikrobohrspuren auf, die der Ichnogattung *Talpina* zuzuordnen sind. Besonders zahlreichen sind sie in Serpelnröhren anzutreffen (untere Bildhälfte, Umgebung des Schriftzugs „*Talpina* ichnosp.“). Ebenso sind Bohrkavernen von Muscheln (*Gastrochaenolites* ichnosp., mit schwarzer Linie nachgezeichnet) mit deren Schalen belegt. Der „Halsbereich“ der größten angeschnittenen Bohrkaverne ist von einer Bryozoe vom „*Berenicea*“-Typ besiedelt (Pfeil). Die Muschel-Bohrkavernen sind mit Allomikrit aufgefüllt; bei unvollständiger Verfüllung ergeben sich Geopetalgefüge („Sparithaube“ in der unteren Bohrkaverne im Schutz der Muschelschale).

Zudem befinden sich bei den beiden oberen Bohrlöchern am Rand der Füllung (bzw. des Füllsteinkerns) im Kontakt zur Bohrkaverne unregelmäßige, mit Sparit zementierte „Löcher“ um 0.5mm Durchmesser. Es dürfte sich hierbei um die netzförmige Grabspur *Arachnostega* ichnosp. Bertling handeln, die vor Lithifizierung des Allomikrits erzeugt wurde.

Profil Bakerder Berg SW, Dünnschliff Ba-SW-12.5/2.6.

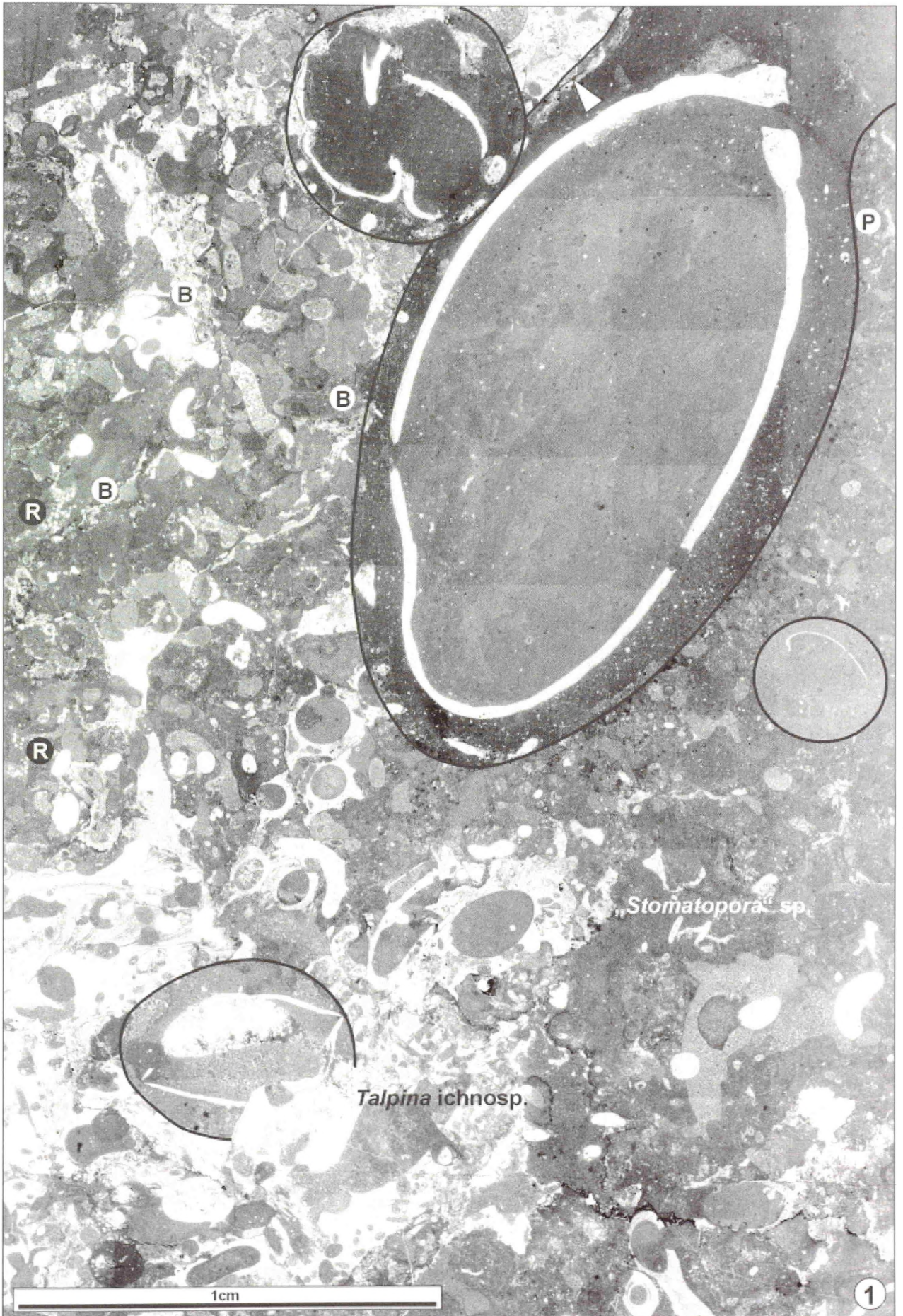
PLATE 46

Fig. 1 - Reef limestone (MF type 8) revealing growth fabric details of a replacement sequence and reef destruction by boring organisms.

Thrombolite is an omnipresent constituent and is partly interspersed by a conspicuous amount of encrusting organisms: abundant serpulids, represented by a few species (e.g. bottom right: “*Glomerula*” sp. with circular tube cross sections); bryozoans of the “*Stomatopora*” type (surrounding the signature “*Stomatopora*”), “*Berenicea*” type (B) and “*Proboscina*” type (P), and rhaxen (R) of demospongid sponges.

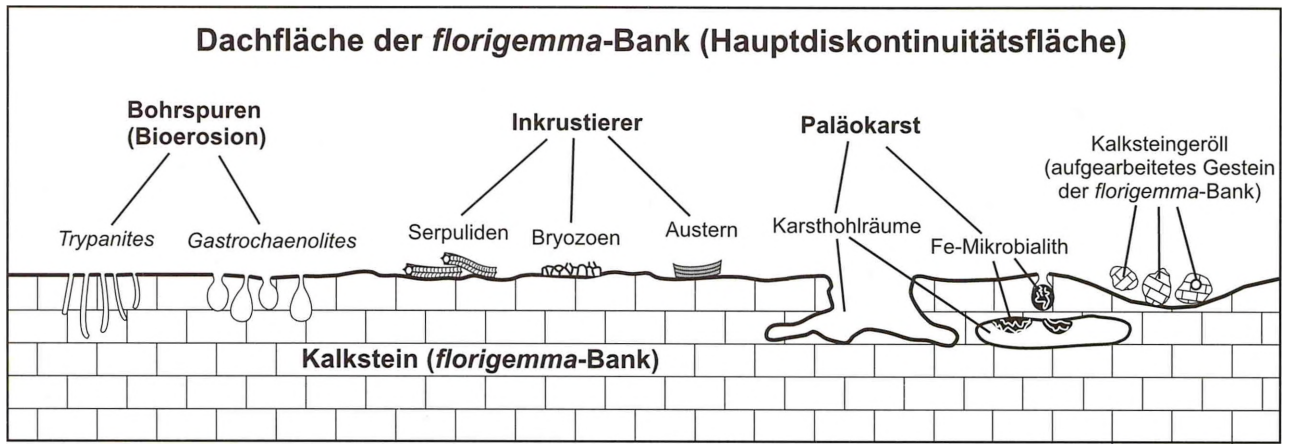
Thrombolite and encrusting organisms suffered from intensive bioerosion; four groups of ichnotaxa have been recognized: A cylindrical boring which is banana- to bean-shaped in tangential section, appears in significant numbers. They correspond to irregularly spirally-coiled borings of the ichnogenus *Spirichnus spiralis* Fürsich, Palmer & Goodyear. Clusters of closely spaced tube-like microborings are also present. They belong to the ichnogenus *Talpina*, and are most common in clacareous tubes of serpulids (surrounding the label “*Talpina* ichnosp.”). Bivalve borings are most conspicuous borings (*Gastrochaenolites* ichnosp., outlined with black line). They reach a diameter of more than 1 cm. In most cases the shells of boring bivalves are in situ preserved in these cavities. Vacant bivalve borings acted as sites for microencrusters as the “neck” of the largest bivalve boring is populated by a single bereneciform bryozoan (arrow). Bivalve borings are filled-up with allomicrite. The bivalve boring in the bottom-left corner shows geopetal fabric (sparry cement under upper bivalve shell). Moreover, the largest bivalve boring as well as the bivalve boring in the top part reveal irregularly sparry cavities along their margins. This ichnotaxon is attributed to the burrowing trace *Arachnostega* ichnosp., characterized by a network that occupy internal moulds of bivalve borings (Bertling, 1992). The trace-creating organisms inhabited the cavity before the consolidation of the allomicrite.

Section Bakerder Berg SW, thin section Ba-SW-12.5/2.6.



Profildarstellungen

Appendix: Lithological sections



- ### Komponenten
- ∴ detritischer Quarz
 - Ooide
 - ⊙ Peletoide
 - Fe-Ooide
 - Cortoide
 - P Peloide
 - ⊗ Kalkstein-Klast
 - ▼ Riffschutt
 - ⌋ Biogene / Bioklasten
 - ⊖ Kalkarenit

- ### sonstige Symbole (u.a. Sedimentstrukturen)
- ↗ Schrägschichtung
 - Py Pyrit-Konkretionen
 - Hd** Hauptdiskontinuitätsfläche
 - ◇ Kalkstein, leicht dolomitisiert
 - ◊ Kalkstein, intensiv dolomitisiert
 - △ Probe: Anschliff(e)
 - ▲ Probe: Anschliff(e) und Dünnschliff(e)

- ### Lithologie
- Quarzsandstein
 - Fe-Oolith
 - Oolith
 - Cortoid-Kalkstein
 - mikritischer Kalkstein
 - Mergelstein
 - Onkolith
 - Evericyclammina-Kalkstein
 - Riffschutt-Kalkstein
 - Riff-Kalkstein

- ### mikrobielle Karbonate
- Onkoide
 - Onkoide (Kern: Evericyclammina sp.)
 - Thrombolith

- ### Häufigkeiten
- massenhaft
 - häufig
 - vereinzelt
 - sehr selten
- + häufig
 o vereinzelt
 - sehr selten




Anl. 1 (oben) - Legende zu den Profildarstellungen.







Appendix 1 (above) - Legend to lithological sections.











Anl. 2 (rechts) - Legende zu den Profildarstellungen: biogene Komponenten.

Appendix 2 (at right) - Legend to lithological sections: biogene components




















Kalkalgen
 cayeuxiide Algen 
Solenopora jurassica 
Solenopora cf. helvetica 
Pycnoporidium lobatum 
Salpingoporella annulata 
Salpingoporella ? suentelensis 
Anisoporella ? cretacea 
Otterstella cf. lemmensis 
Rajkaella cf. iailensis 
Terquemella spp. 
Iberopora boudeuri 
Bacinella irregularis 
 Algenknollen 
 Pflanzenhäcksel 






Foraminiferen (Porzellanschaler, benthonisch)
 epiphytische? Milioliden 
 Ophthalmidien, knäuelige Milioliden 
Triloculina sp. 










Foraminiferen (Hyalinschaler, benthonisch)
Trocholina nodulosa 
Ventrolamina cribrans 
Spirillina sp. 
 Lagenide Foraminiferen 
 Lenticulinen 
Bolivina sp. 

Schnecken
 Bathrotomarien 
Bourguettia striata 
Pseudomelania cf. heddingtonensis 
 Napfschnecken 
 „Turbo“ princeps 
Metriomphalus spp. 
 „Bulla“ cf. *hildesiensis* 
 „Nerinea“ *fasciata* 
 „Nerinea“ cf. *visurgis* 
 „Cerithium“ cf. *limaeforme* 




Muscheln
Camptonectes lens 
Plagiostoma laeviuscula 
Astarte sp. 
 Austern 






Foraminiferen (agglutinierend, benthonisch)
Glomospira cf. variabilis 
Reophax sp. 
Nautiloculina oolithica 
Comaliamma gediki 
Ammobaculites spp. 
 aff. *Ammosphaeroidina* sp. 
Bosniella croatica 
Audienusina fourcadei 
Alveosepta jaccardi 
Everticyclammina virguliana 
Everticyclammina sp. 
Otaina magna 
Pseudocyclammina lituus 
Rectocyclammina chouberti 
Gaudryina heersumensis 
 „Paleopfenderina“ cf. *gracilis* 
Eggerella meentzenii 
Pseudomarssonella cf. dumortieri 
Textularia spp. 





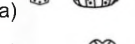


Schwämme
 Tetractinellide Demospogier 
 Pachastrellide Demospogier 
 Rhaxen 
 Pharetronide Calcarea 
Neuropora spp. 

Korallen
Pseudocoenia spp. 
Stylina spp. 
Goniocora socialis 
Isastrea sp. 
Cladophyllia spp. 
Microphyllia sp. 
Fungiastrea arachnoides 
Thamnasteria dendroidea 
Thamnasteria concinna 




Krebstiere/Crustaceen
 Ostracoden 
 Krebscherenreste 
 Krebs-Koprolithen 

Polychaeten
 Serpuliden 
Carpathiella triangulata 
 „Terebella“ *lapilloides* 

Bryozoen
 Bryozoenreste 
Stomatopora-Typ 
 „Proboscina“-Typ 
 „Berenicea“-Typ 
 tubuliporide Bryozoen 





Echinodermen(reste)
 Echinodermenreste (allgemein) 
 Seelilien 
 Seesterne 
 Schlangensterne 
 reguläre Seeigel (Stacheln, Platten, Corona) 
 irreguläre Seeigel (Corona) 
 Seeurken 

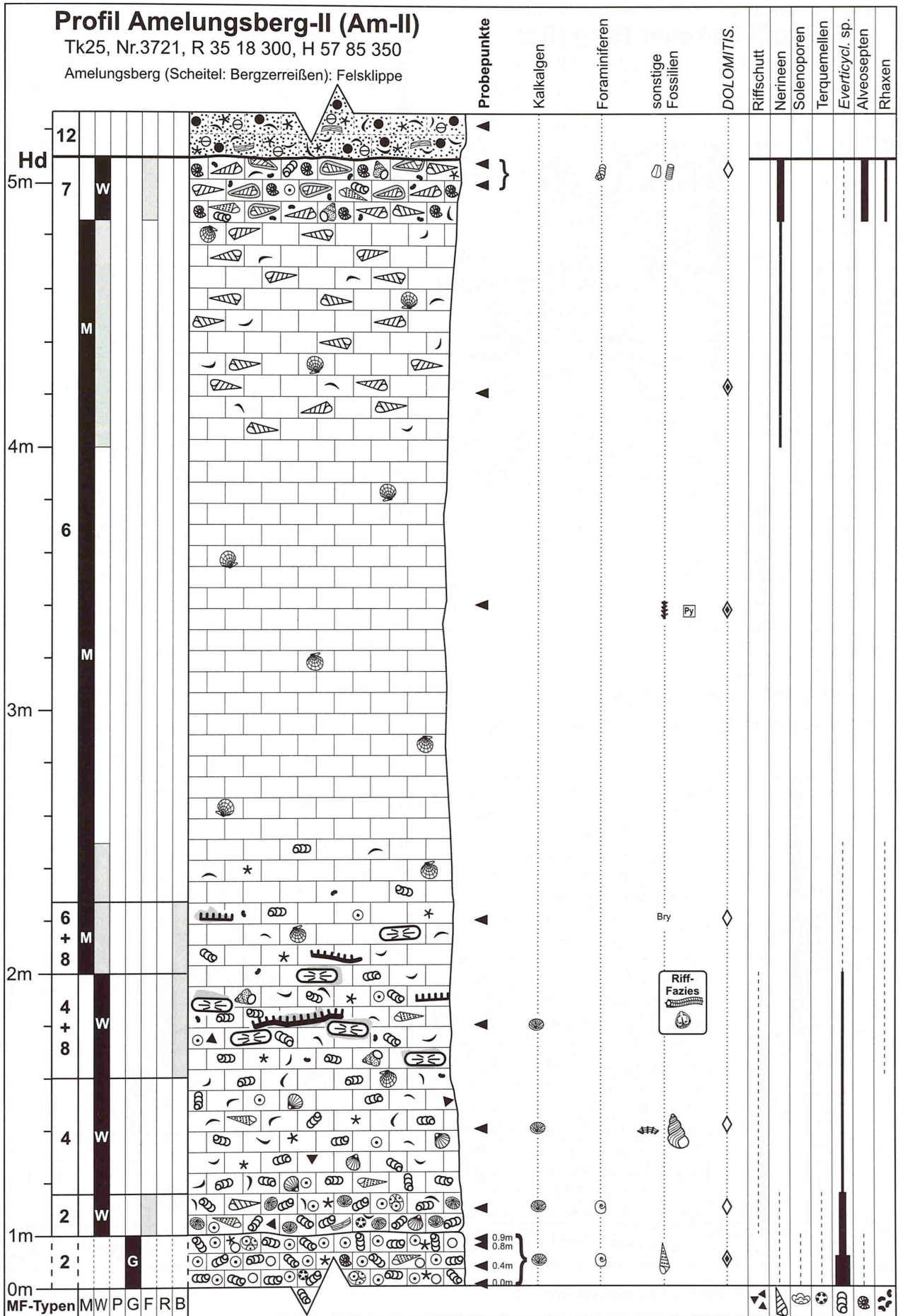
Foraminiferen (inkrustierend)
Subbdelloidina luterbacheri 
Haddonina sp. 
Lithocodium aggregatum, *Troglotella incrustans* 
Tritaxis lobata 
 nubeculariide Foraminiferen 
Bulloporella tuberculata 
Bulloporella laevis 
Ramulina spp. 

Brachiopoden
Rioulina pustolosa 
 Rhynchonelliden 
 Terebratuliden 

Mikrovertebratenreste
 Fischzähne 

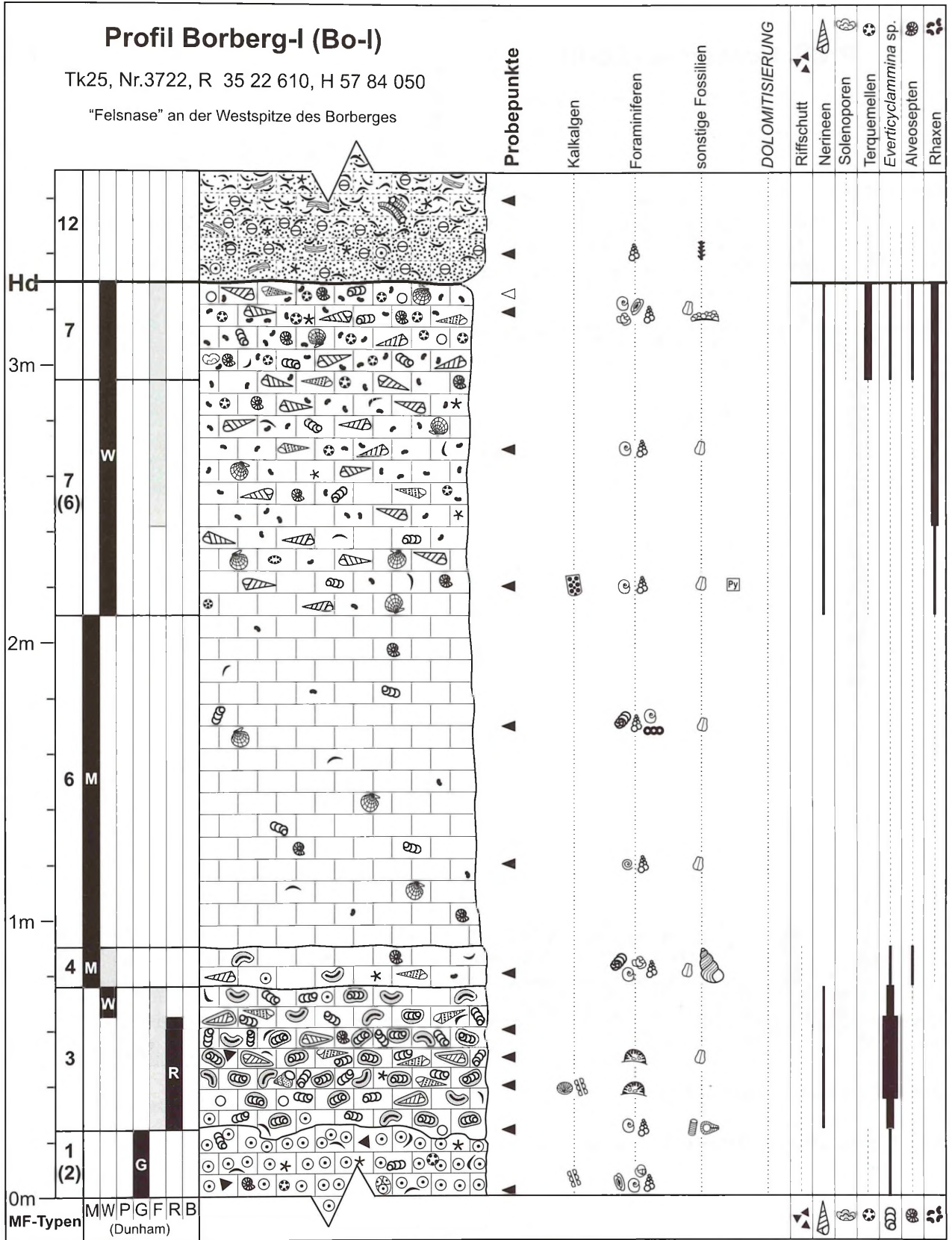
Ichnofossilien
 mycelartige Gangsysteme 

Mikroproblematika
Aeolisaccus dunningtoni 
Koskinobullina socialis 
Lacrymorphus perplexus 
Lacrymorphus spp. 



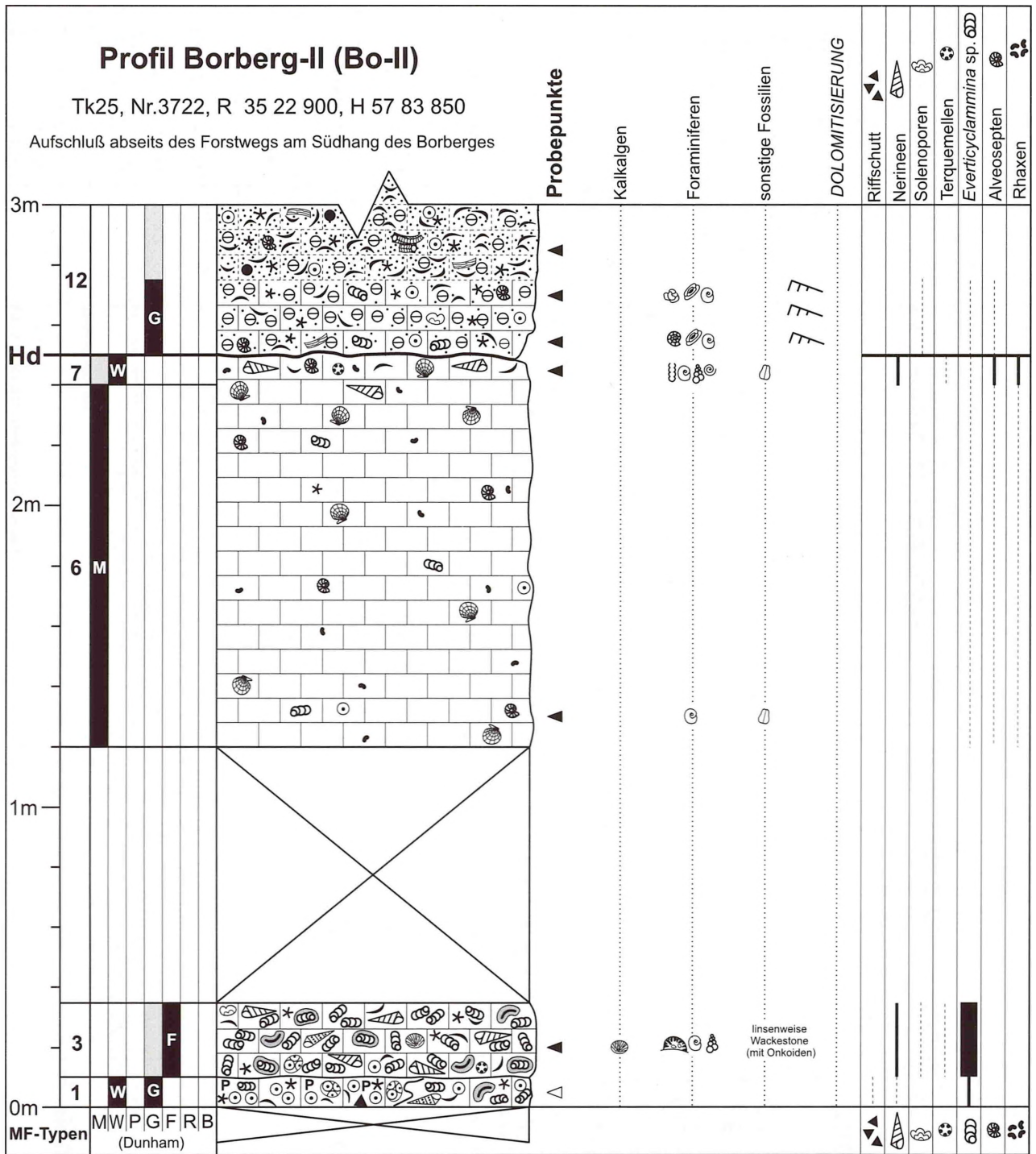
Anl. 4 - Profil Amelungsberg II (Am-II), Legende: Anl. 1-2.

App. 3 - Section Amelungsberg II (Am-II), Legend: App. 1-2.



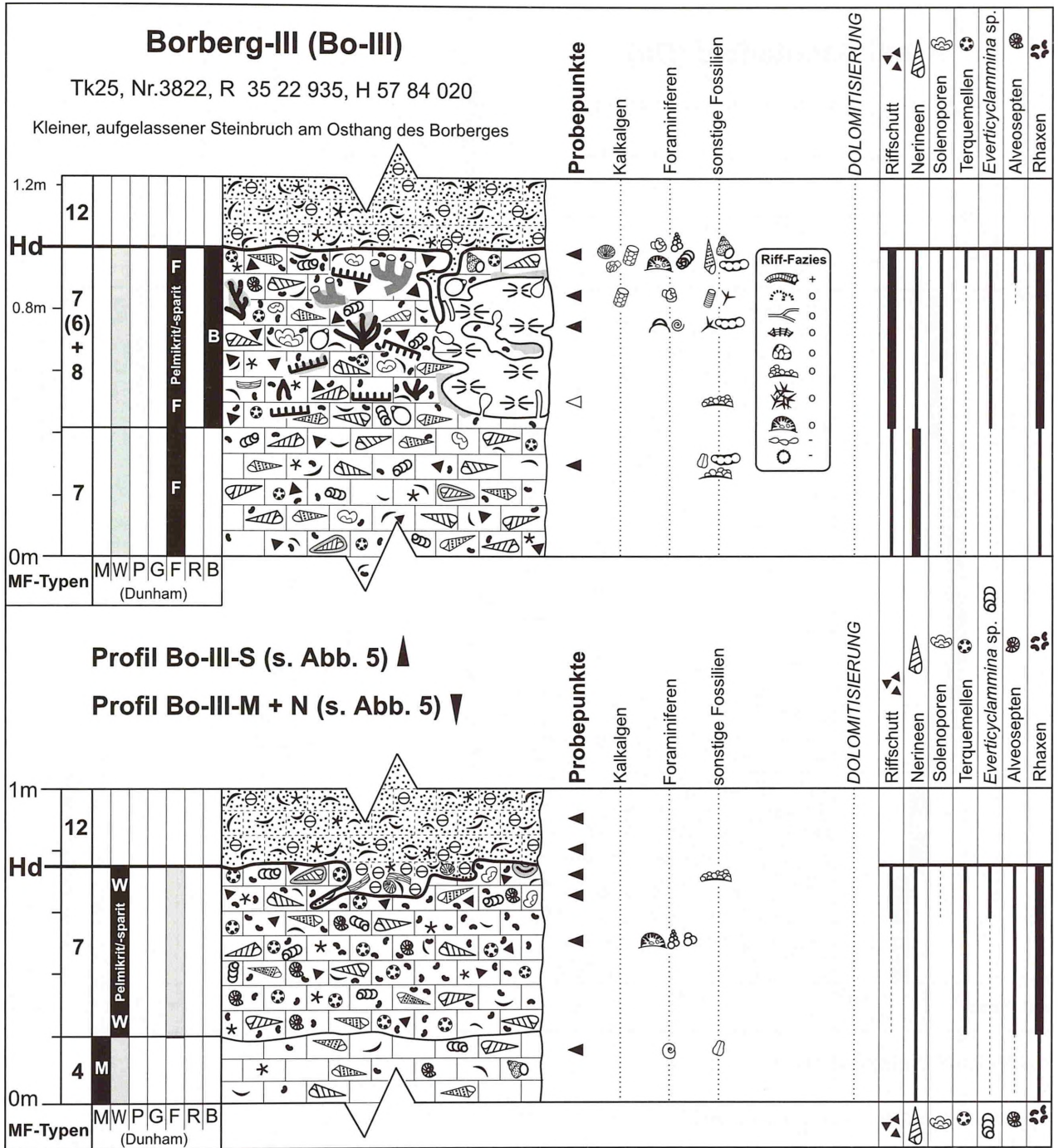
Anl. 6 - Profil Borberg I (Bo-I), Legende: Anl. 1-2.

App. 6 - Section Borberg I (Bo-I), Legend: App. 1-2.



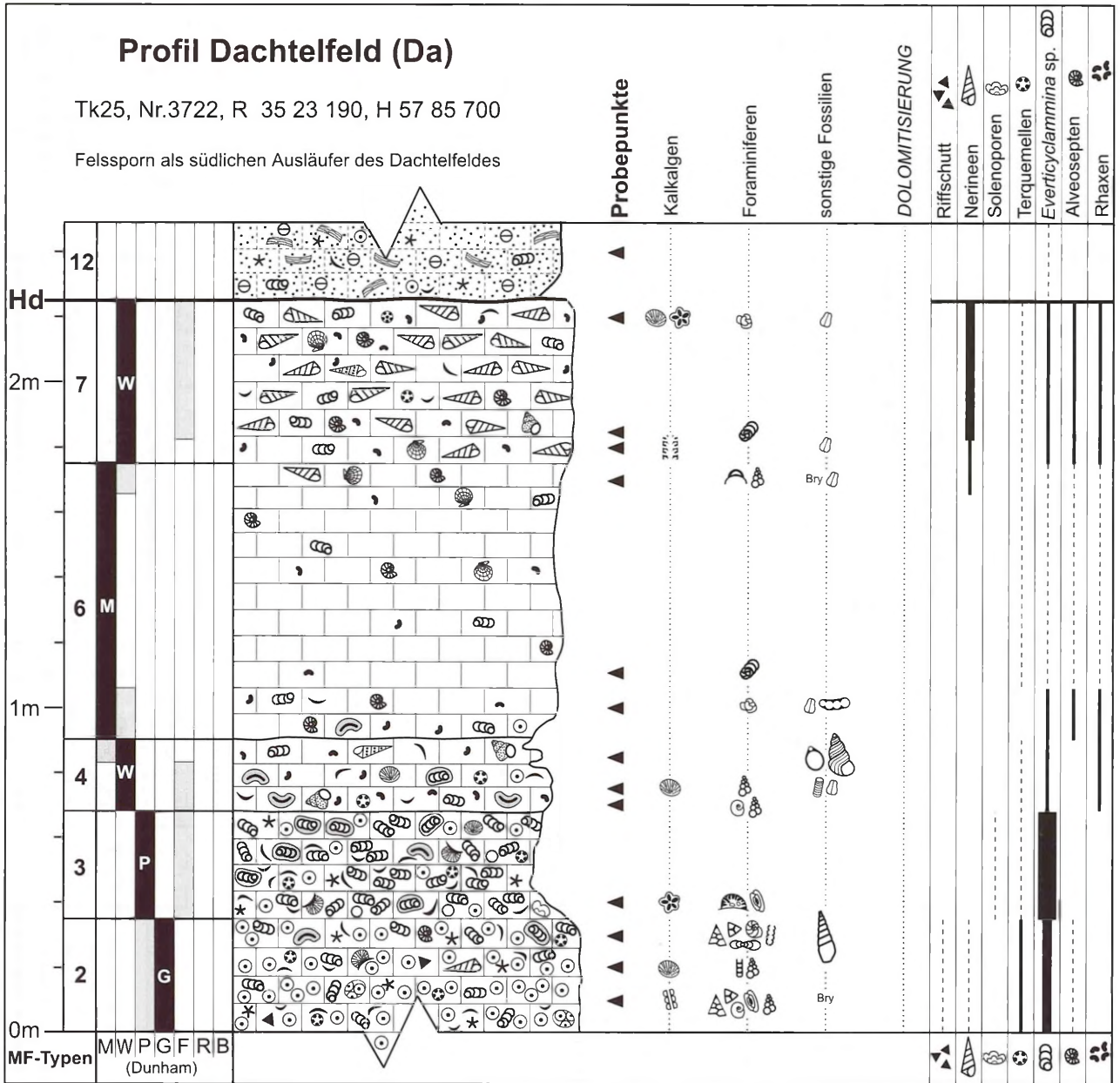
Anl. 7 - Profil Borberg II (Bo-II), Legende: Anl. 1-2.

App. 7 - Section Borberg II (Bo-II), Legend: App. 1-2.



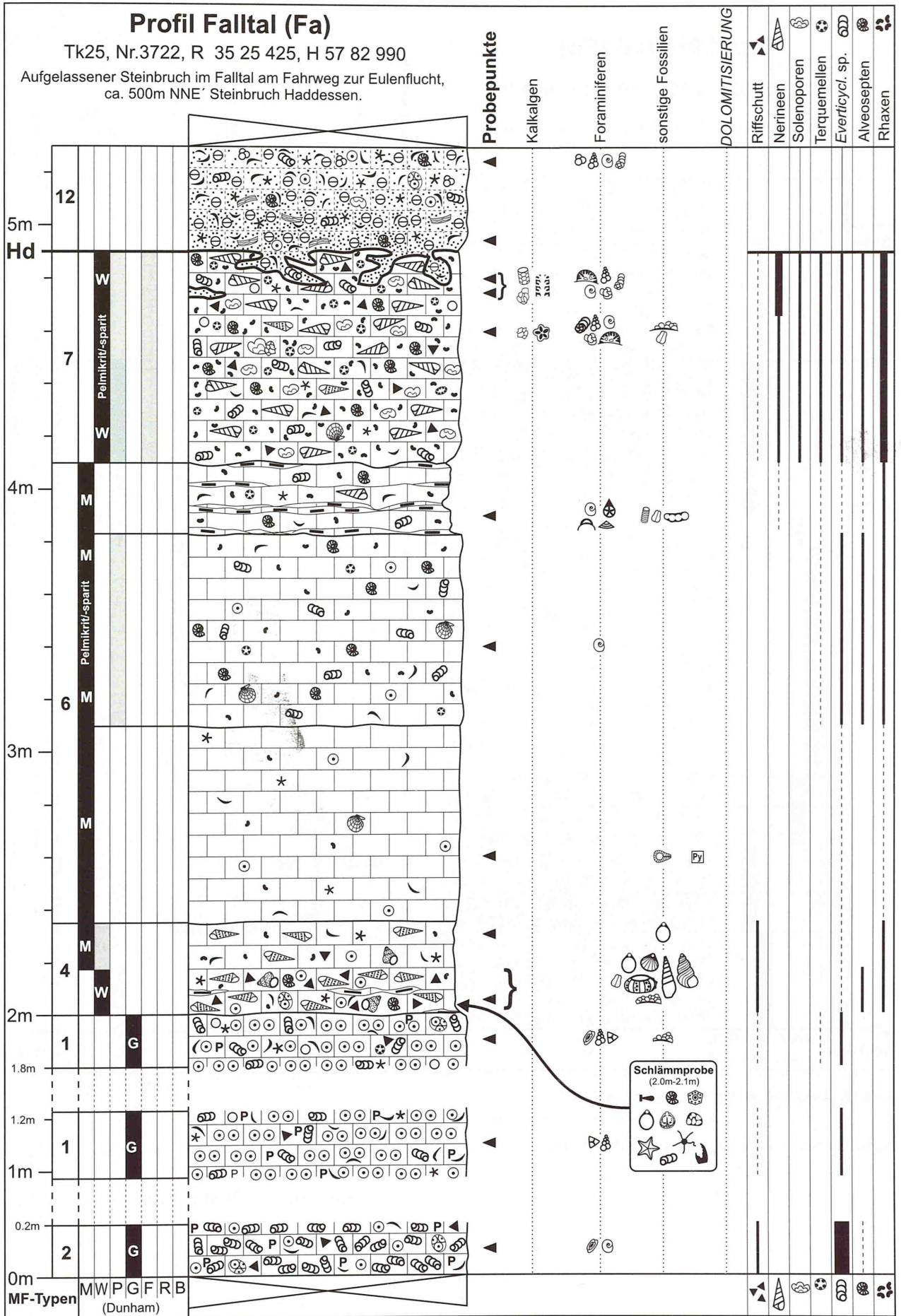
Anl. 8 - Profil Borberg III (Bo-III), Legende: Anl. 1-2.

App. 8 - Section Borberg III (Bo-III), Legend: App. 1-2.



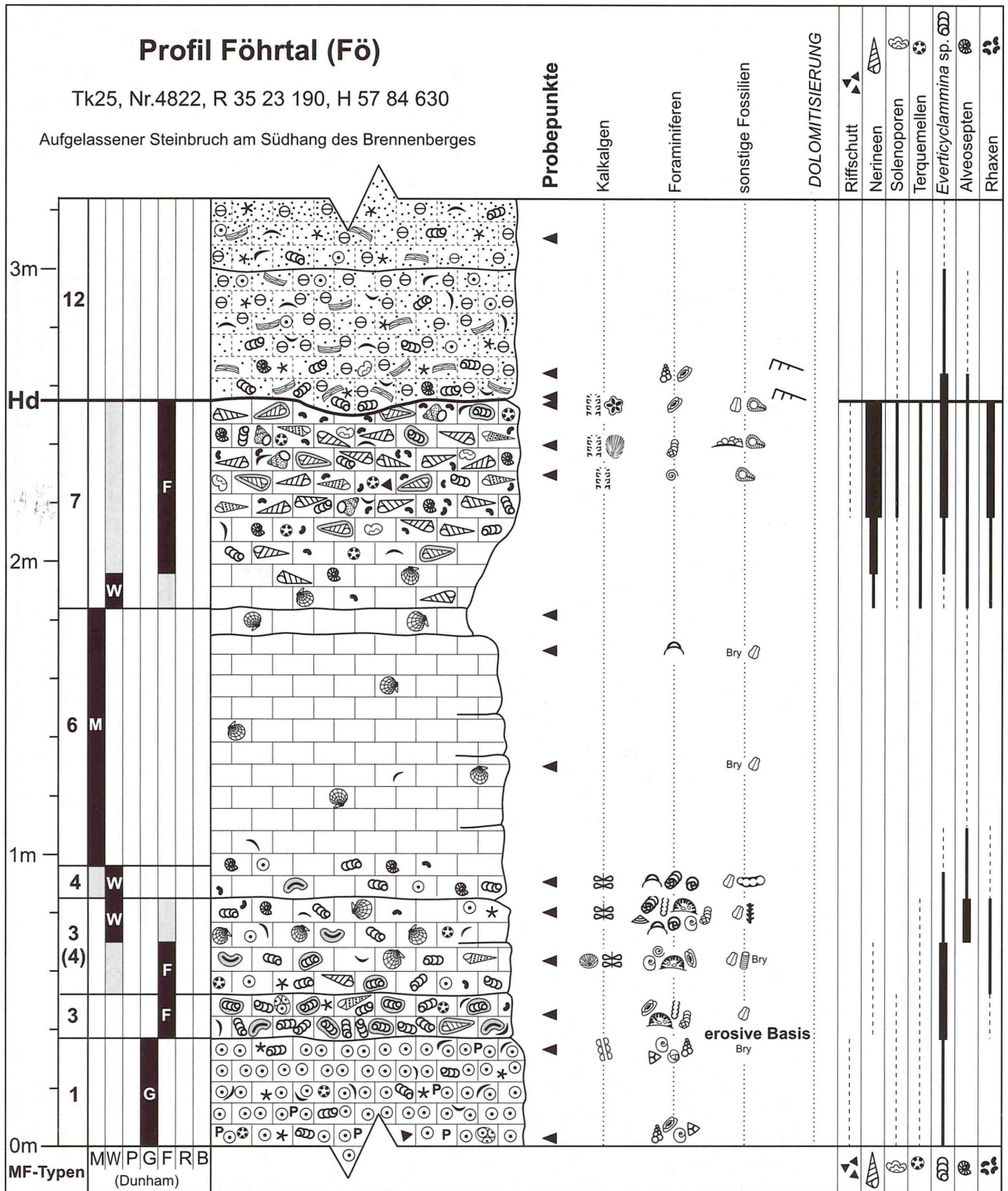
Anl. 9 - Profil Dachtelfeld (Da), Legende: Anl. 1-2.

App. 9 - Section Dachtelfeld (Da), Legend: App. 1-2.



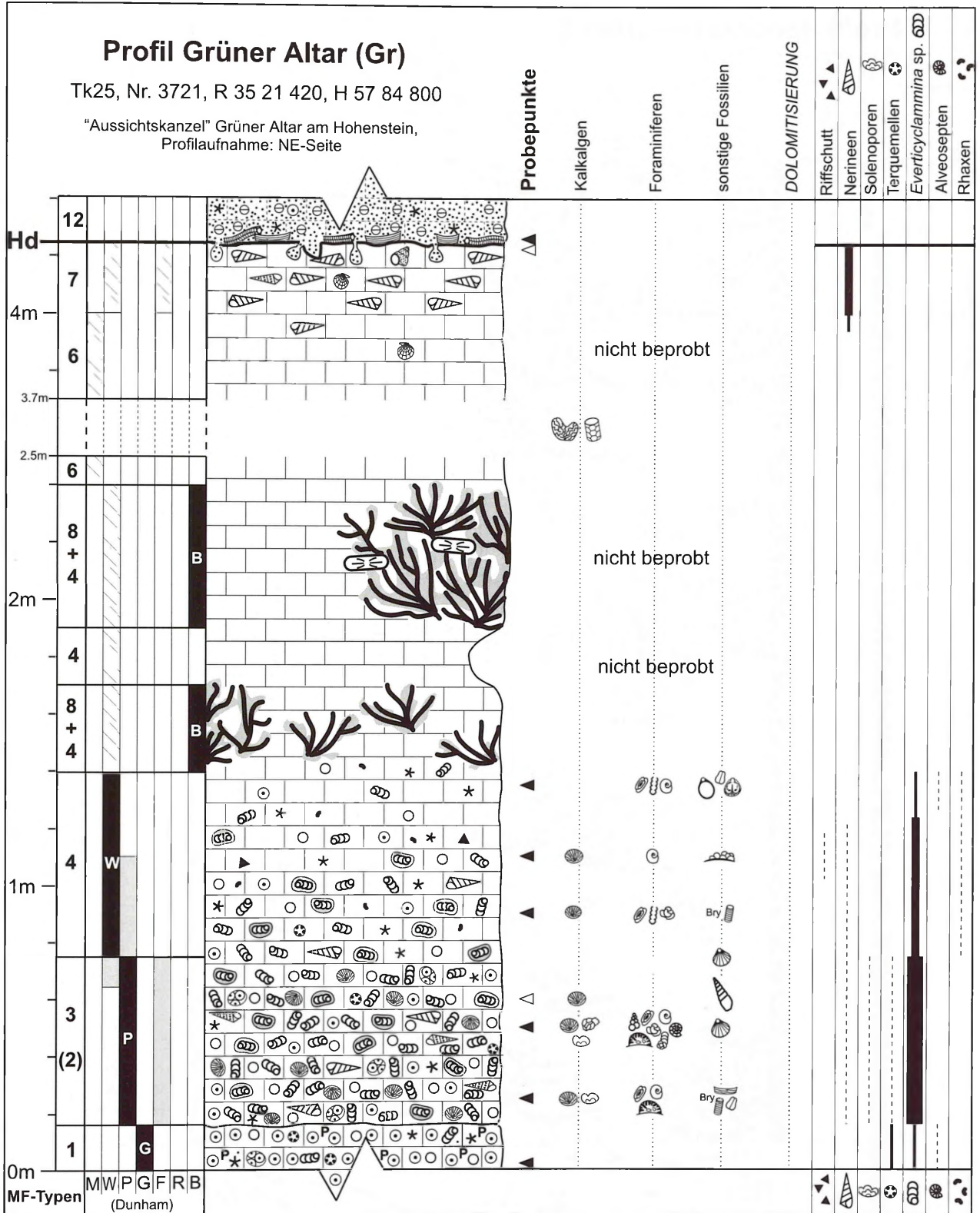
Anl. 10 - Profil Falltal (Fa), Legende: Anl. 1-2.

App. 10 - Section Falltal (Fa), Legend: App. 1-2.



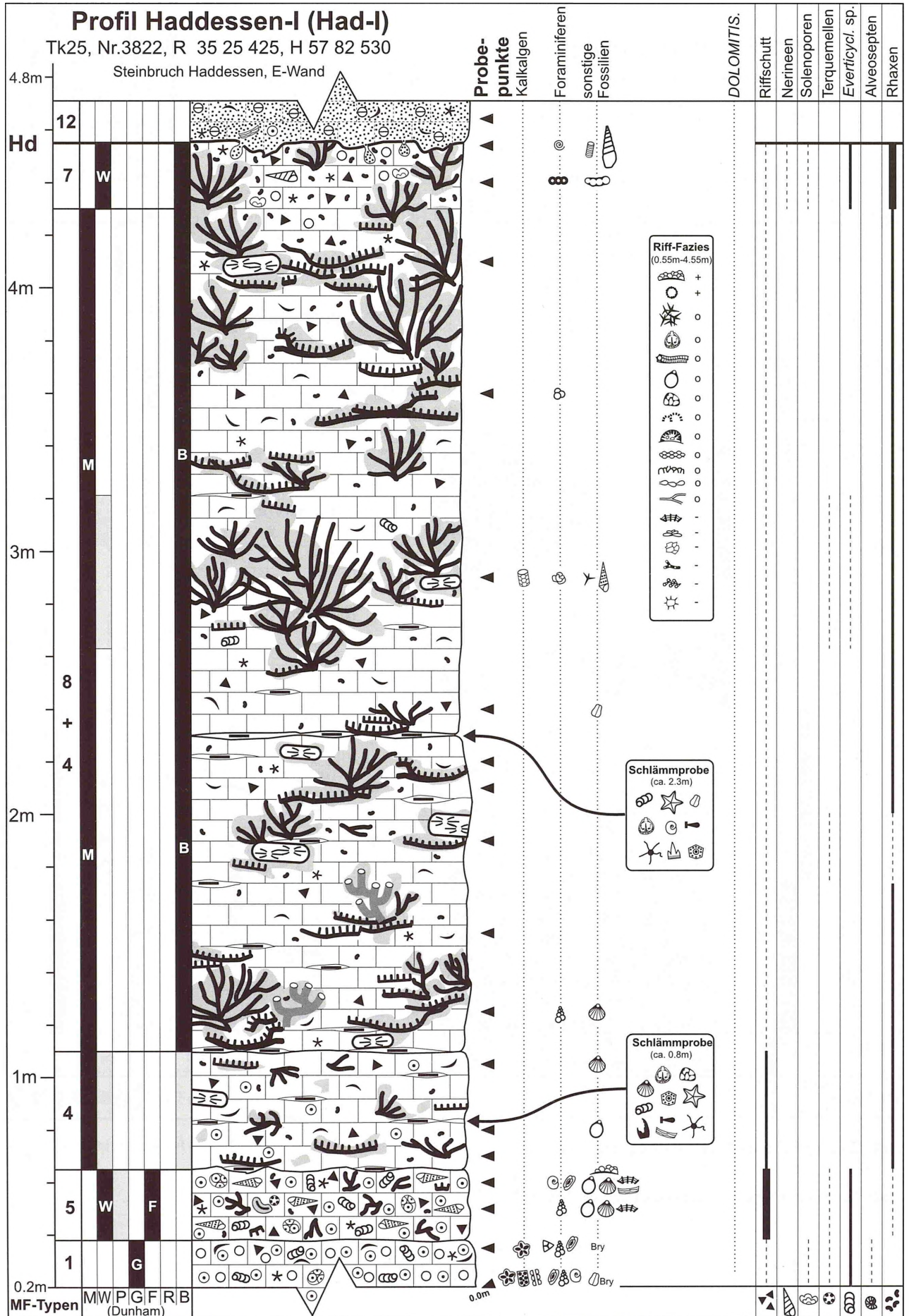
Anl. 11 - Profil Föhrthal (Fö), Legende: Anl. 1-2.

App. 11 - Section Föhrthal (Fö), Legend: App. 1-2.



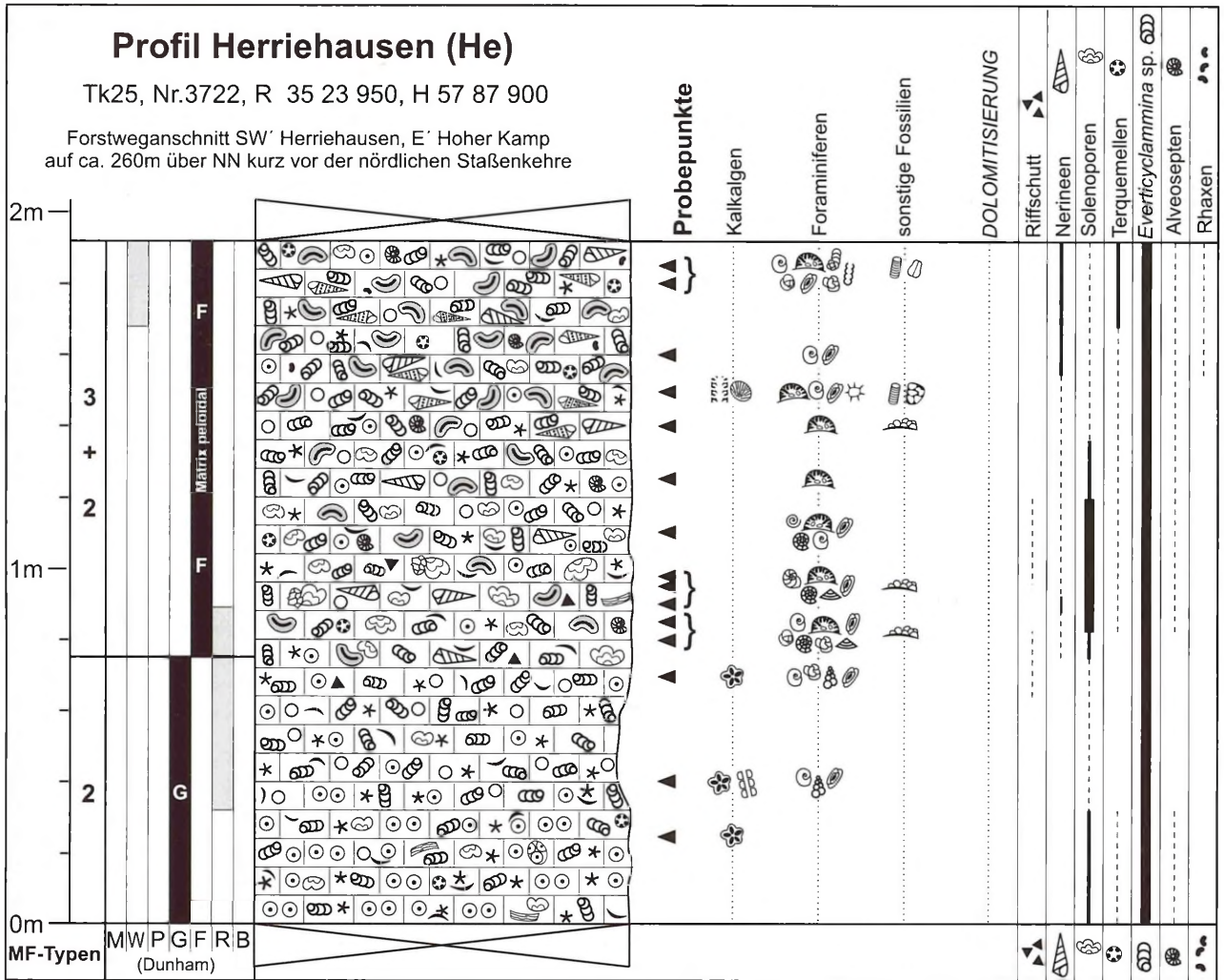
Anl. 12 - Profil Grüner Altar (Gr), Legende: Anl. 1-2.

App. 12 - Section Grüner Altar (Gr), Legend: App. 1-2.



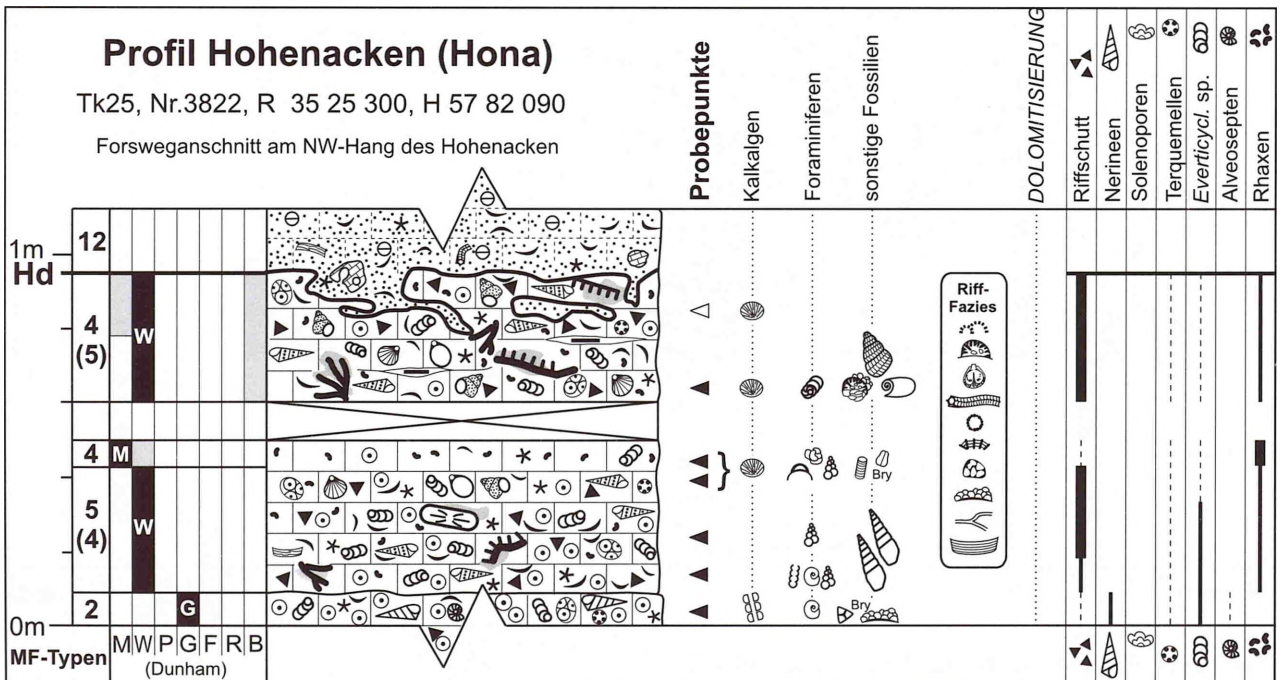
Anl. 13 - Profil Haddessen I (Had-I), Legende: Anl. 1-2.

App. 13 - Section Haddessen I (Had-I), Legend: App. 1-2.



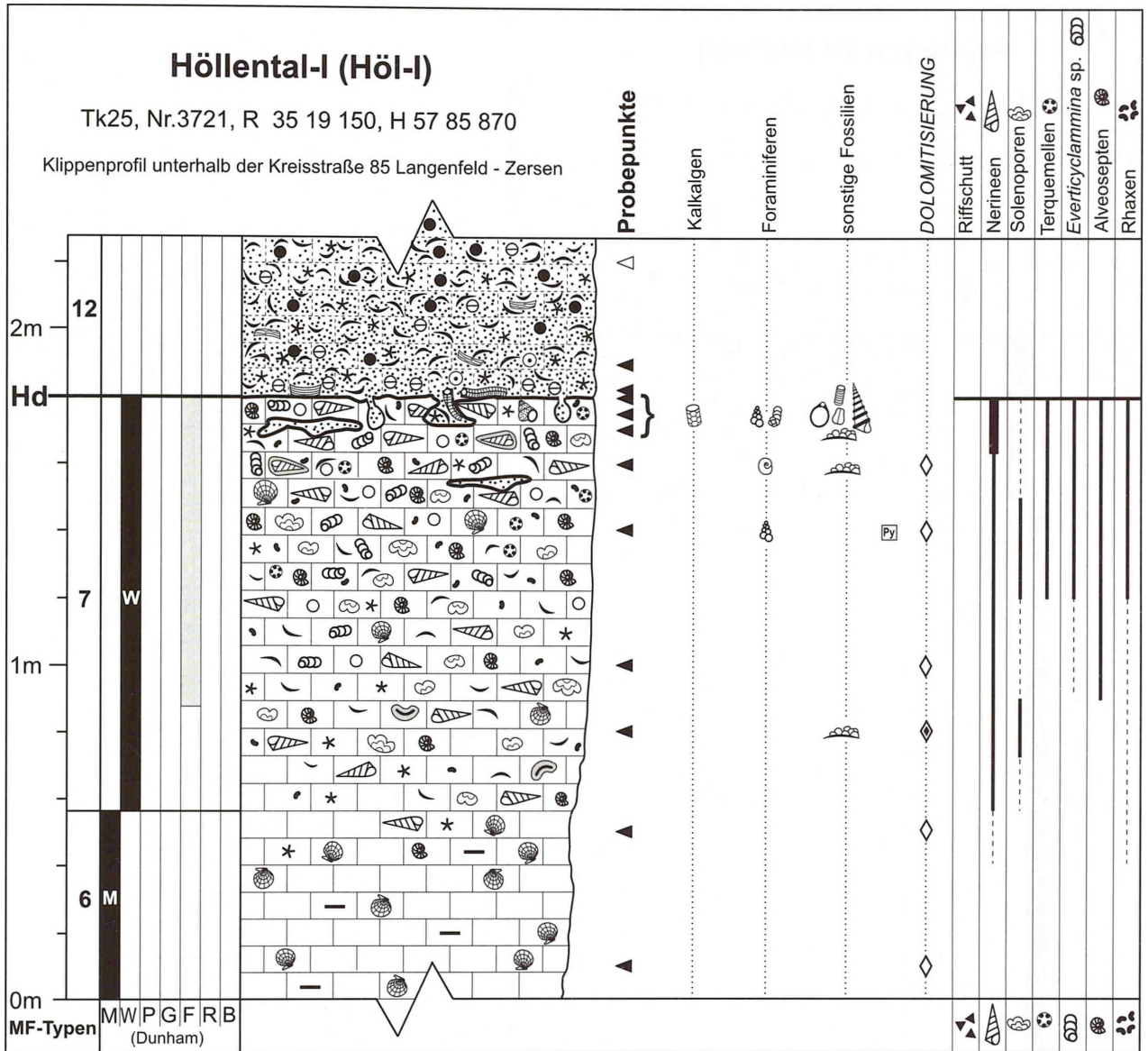
Anl. 15 - Profil Herriehausen (He), Legende: Anl. 1-2.

App. 15 - Section Herriehausen (He), Legend: App. 1-2.



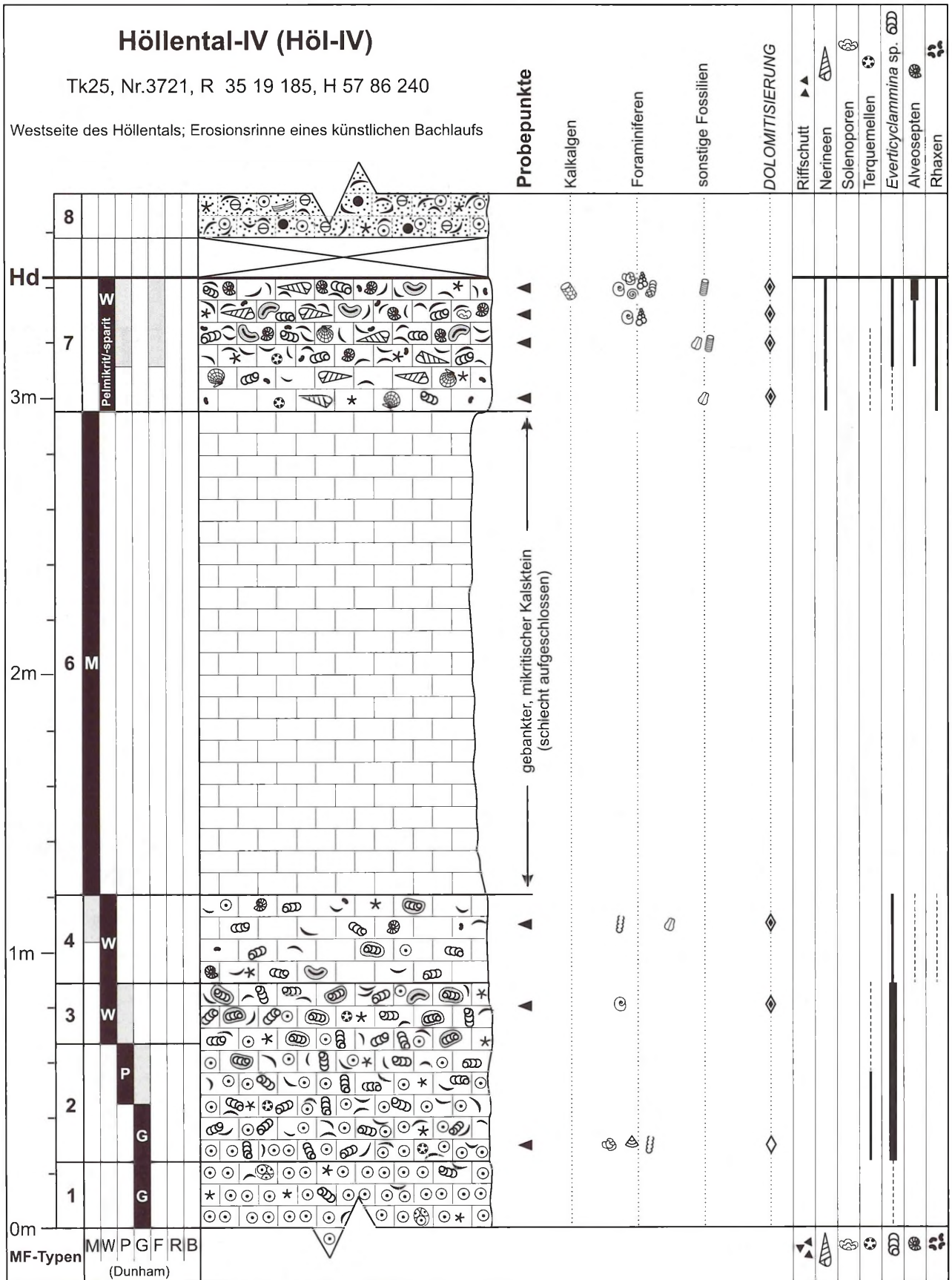
Anl. 16 - Profil Hohenacken (Hona), Legende: Anl. 1-2.

App. 16 - Section Hohenacken (Hona), Legend: App. 1-2.



Anl. 17 - Profil Höllental I (Höl-I), Legende: Anl. 1-2.

App. 17 - Section Höllental I (Höl-I), Legend: App. 1-2.



Anl. 18 - Profil Höllental-IV (Höl-IV), Legende: Anl. 1-2.

App. 18 - Section Höllental IV (Höl-IV), Legend: App. 1-2.

Profil Ma-I (Ma-I)

Tk 25, Nr. 3822, R 35 26 750, H 57 84 525
Steinbruch am Mattenberg

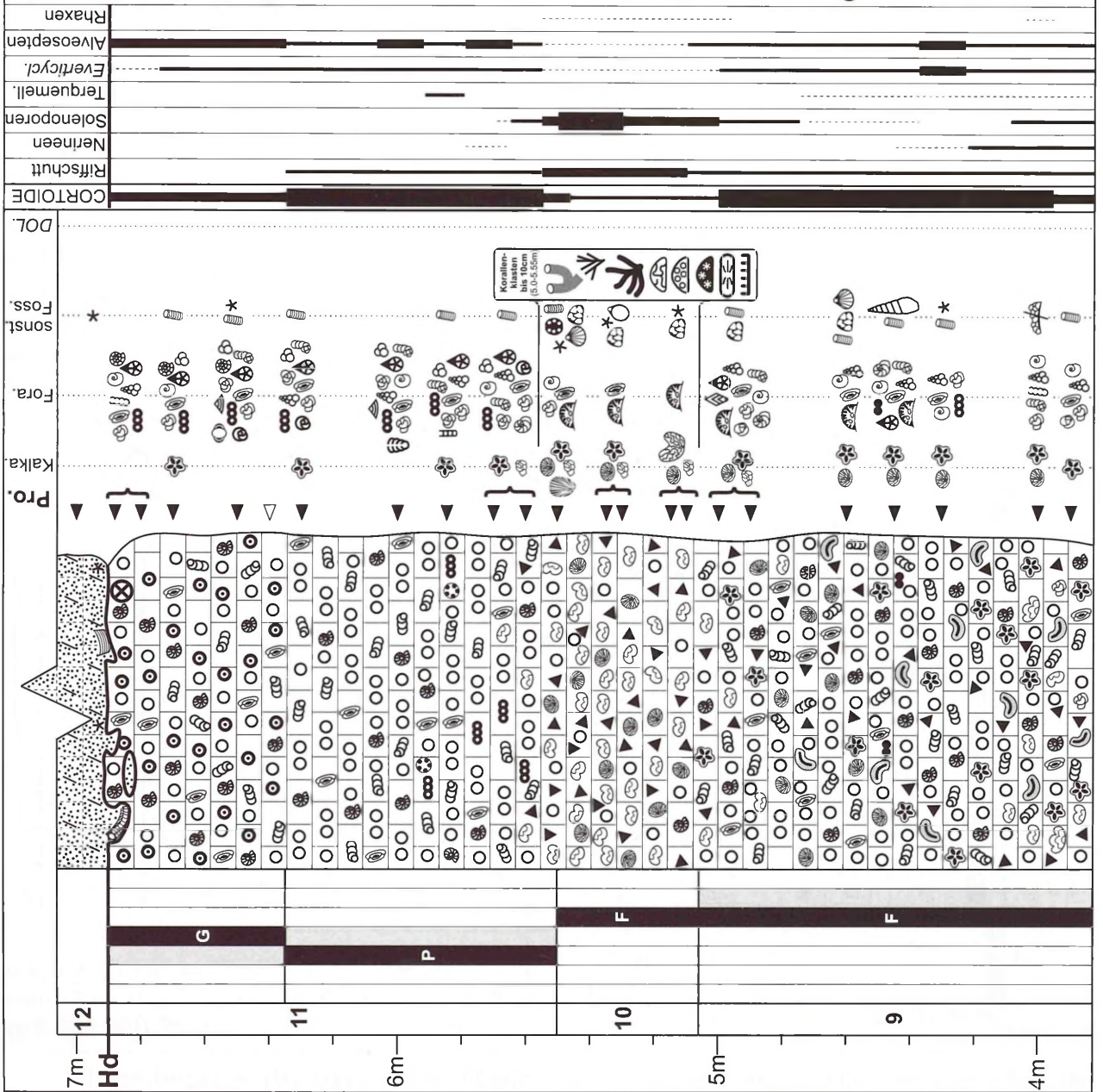
5.5m bis 6.45m *Cladophyllia cf. conybearae*

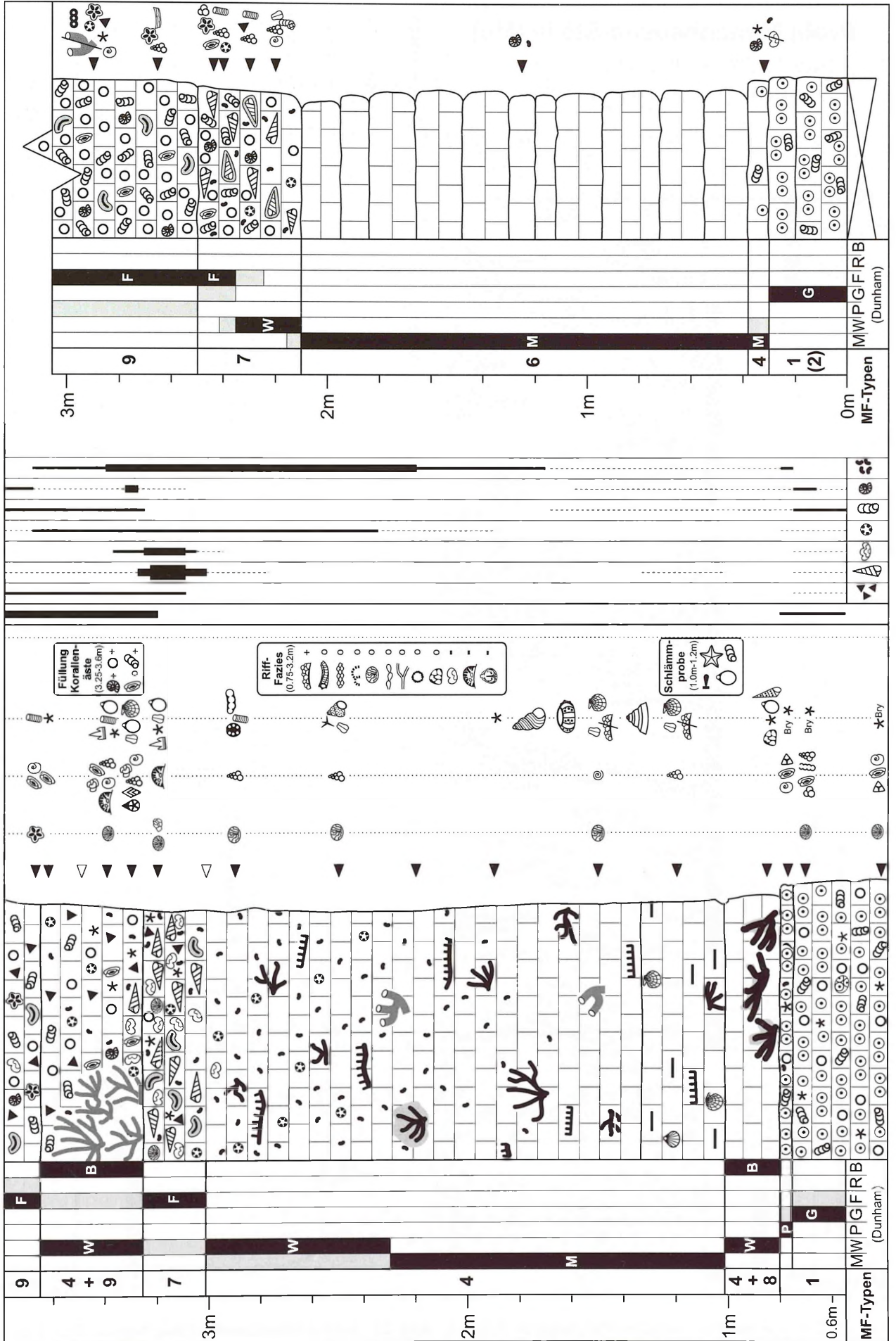
Anl. 21 - Profil Mattenberg (Ma),
Legende: Anl. 1-2.

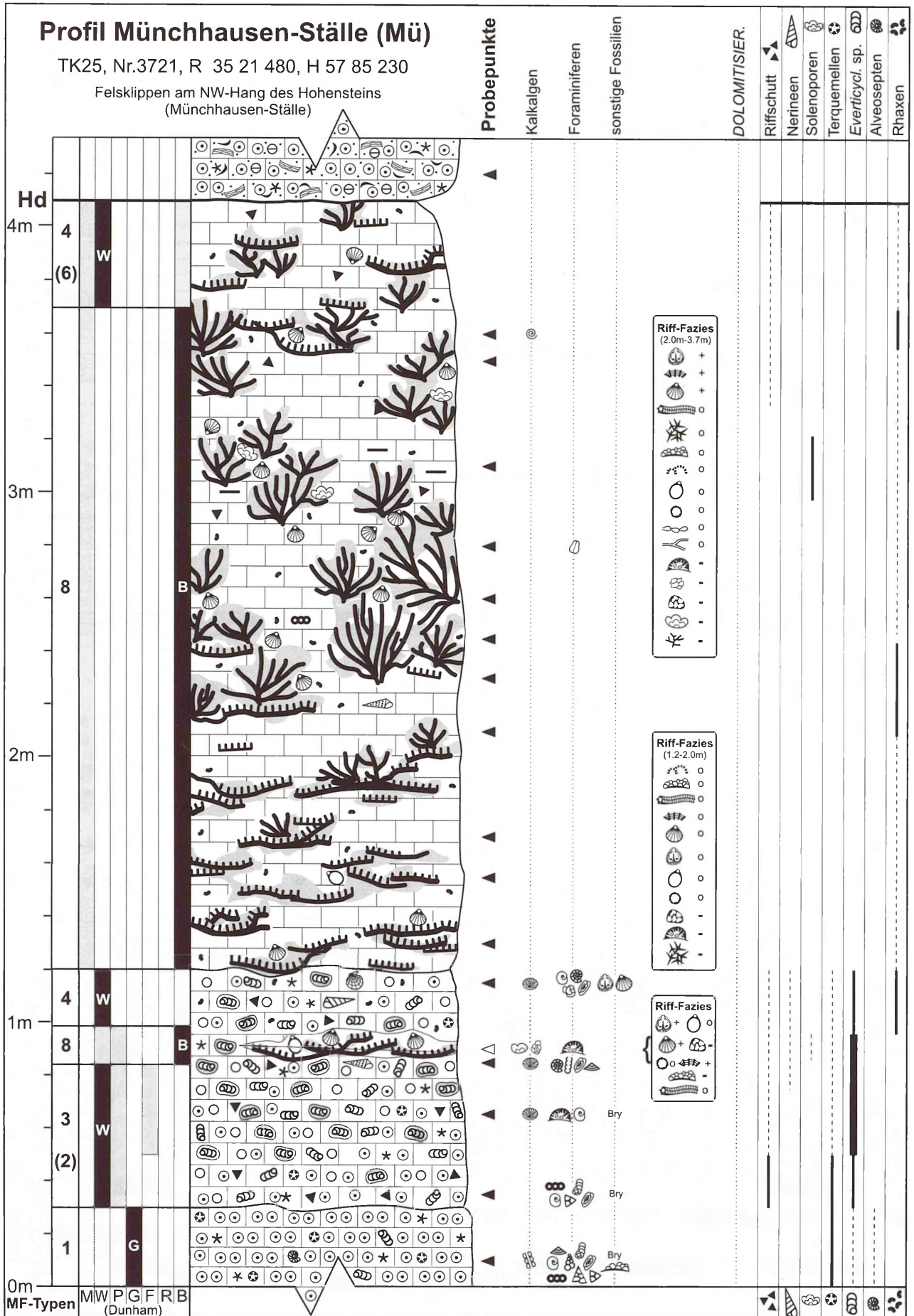
App. 21 - Section Mattenberg
(Ma), Legend: App. 1-2.

Profil Ma-II (Ma-II)

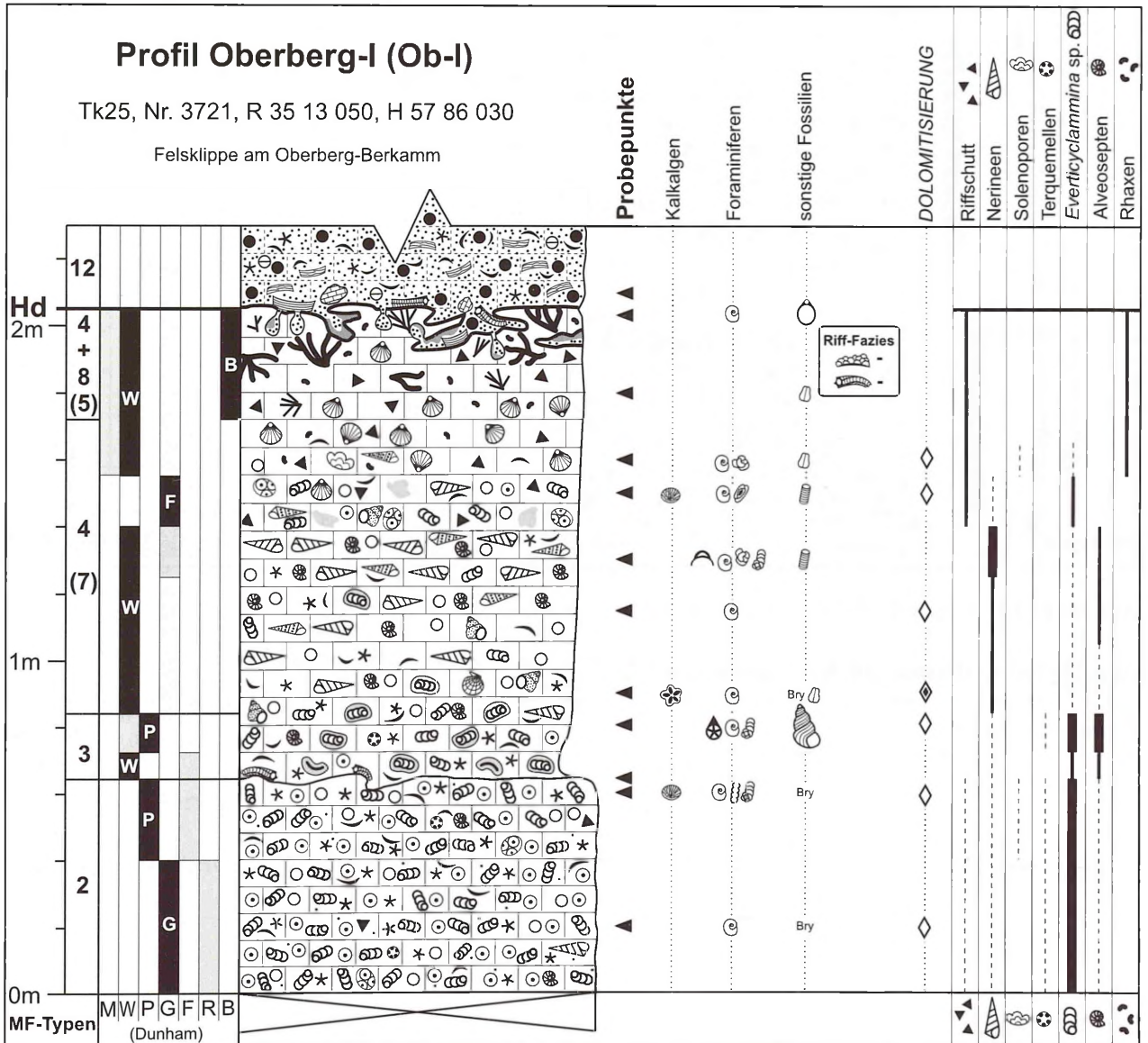
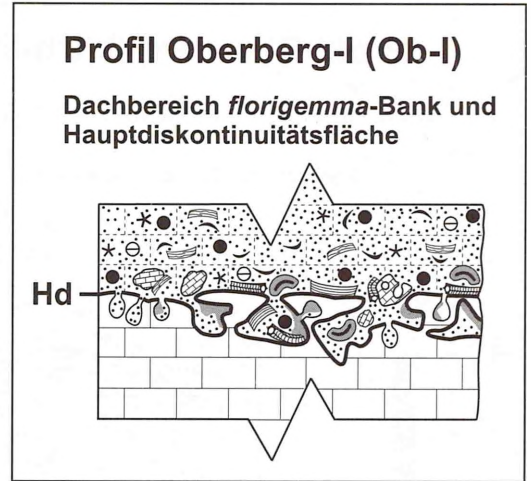
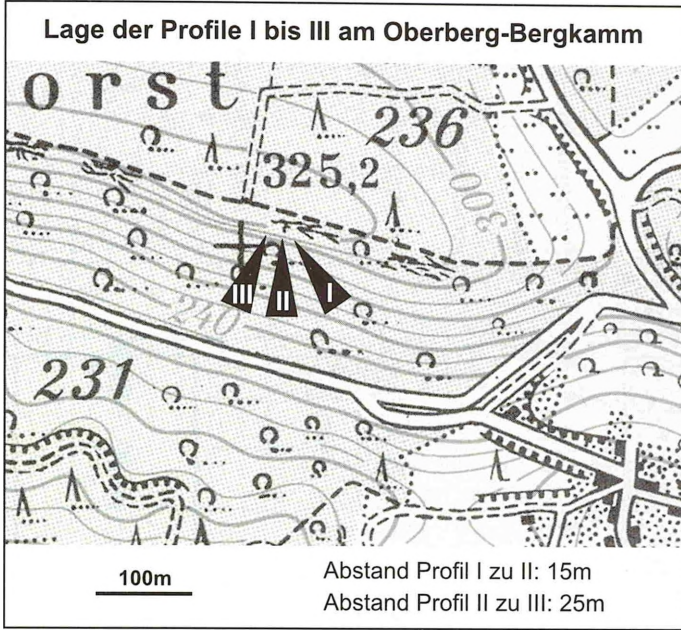
Tk 25, Nr. 3822, R 35 26 750, H 57 84 525
Steinbruch am Mattenberg





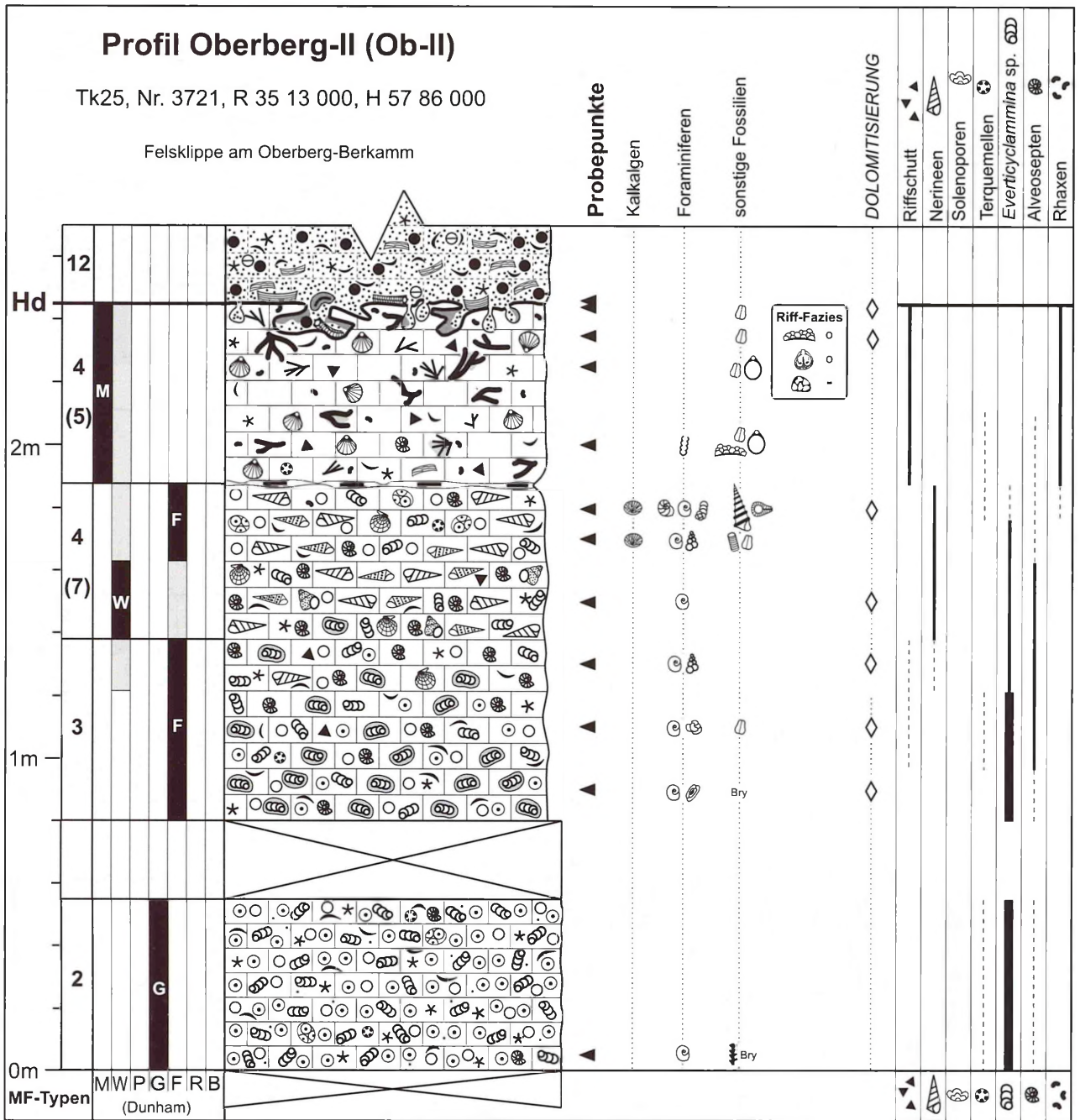


Anl. 22 - Profil Münchhausen-Ställe (Mü), Legende: Anl. 1-2. App. 22 - Section Münchhausen (Mü), Legend: App. 1-2.



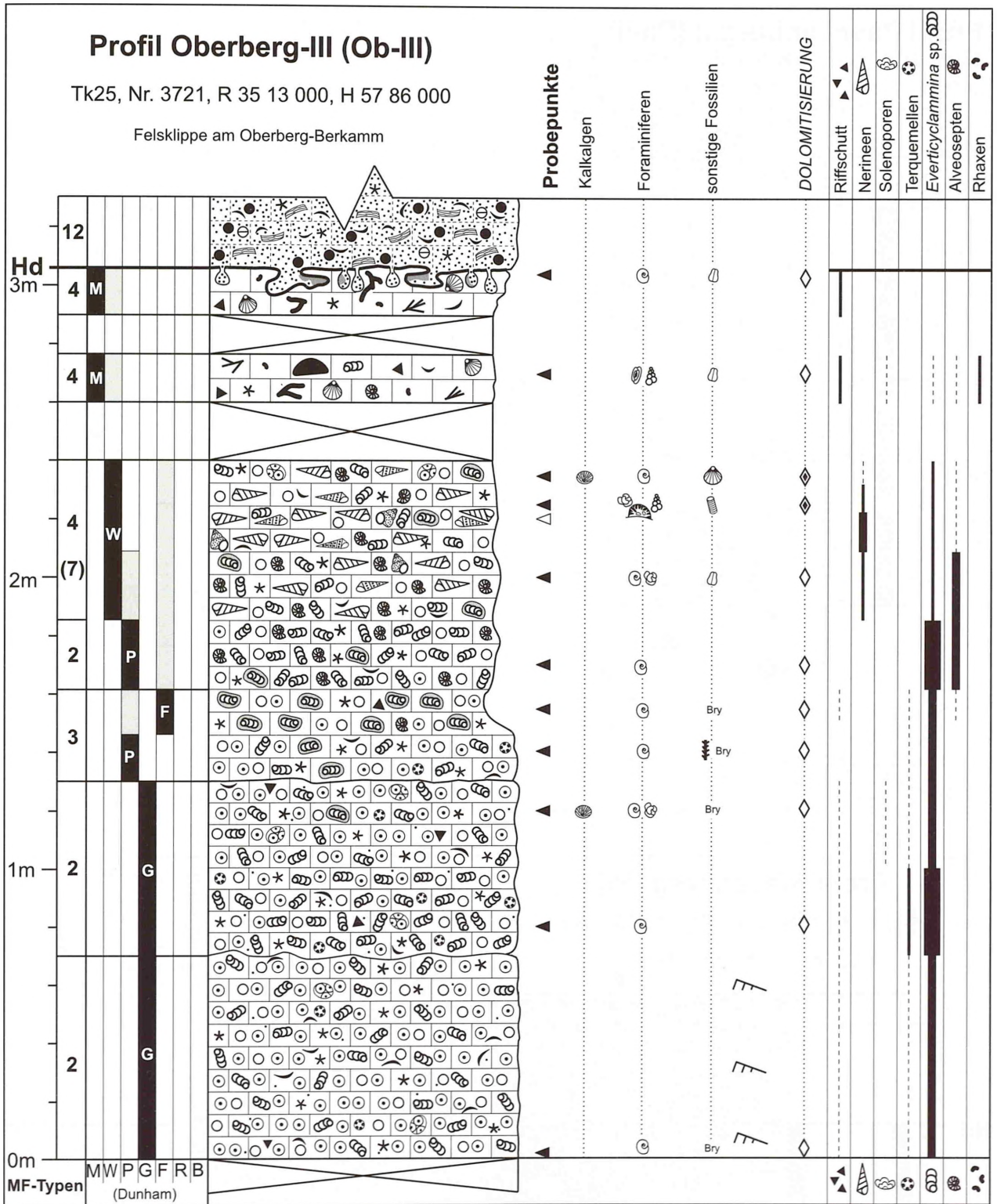
Anl. 23 - Profil Oberberg I (Ob-I), Legende: Anl. 1-2.

App. 23 - Section Oberberg I (Ob-I), Legend: App. 1-2.



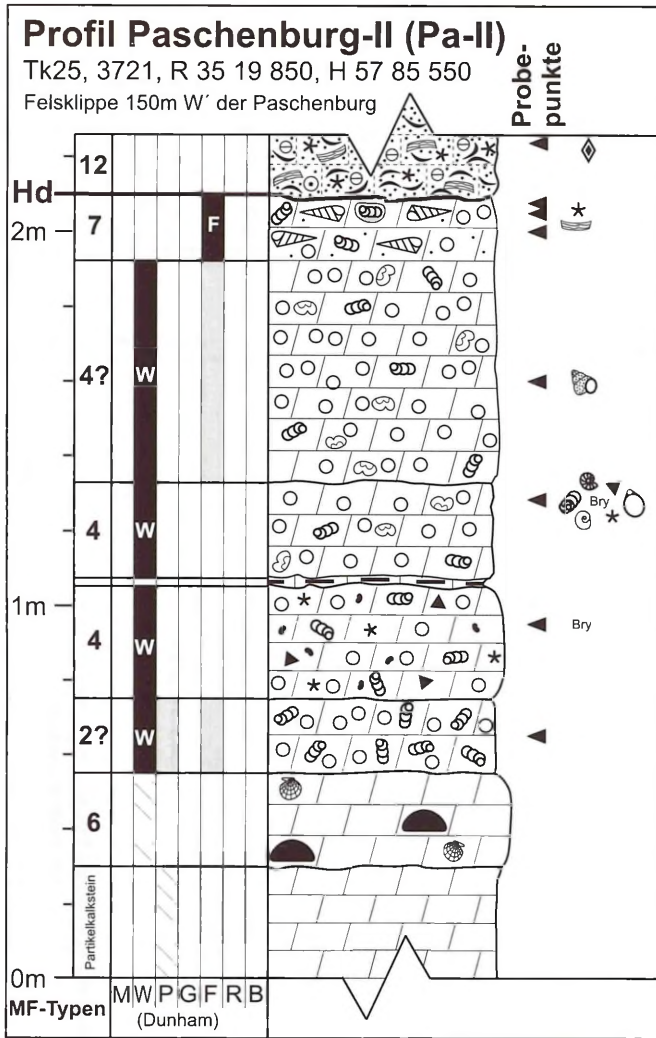
Anl. 24 - Profil Oberberg II (Ob-II), Legende: Anl. 1-2.

App. 24 - Section Oberberg II (Ob-II), Legend: App. 1-2.



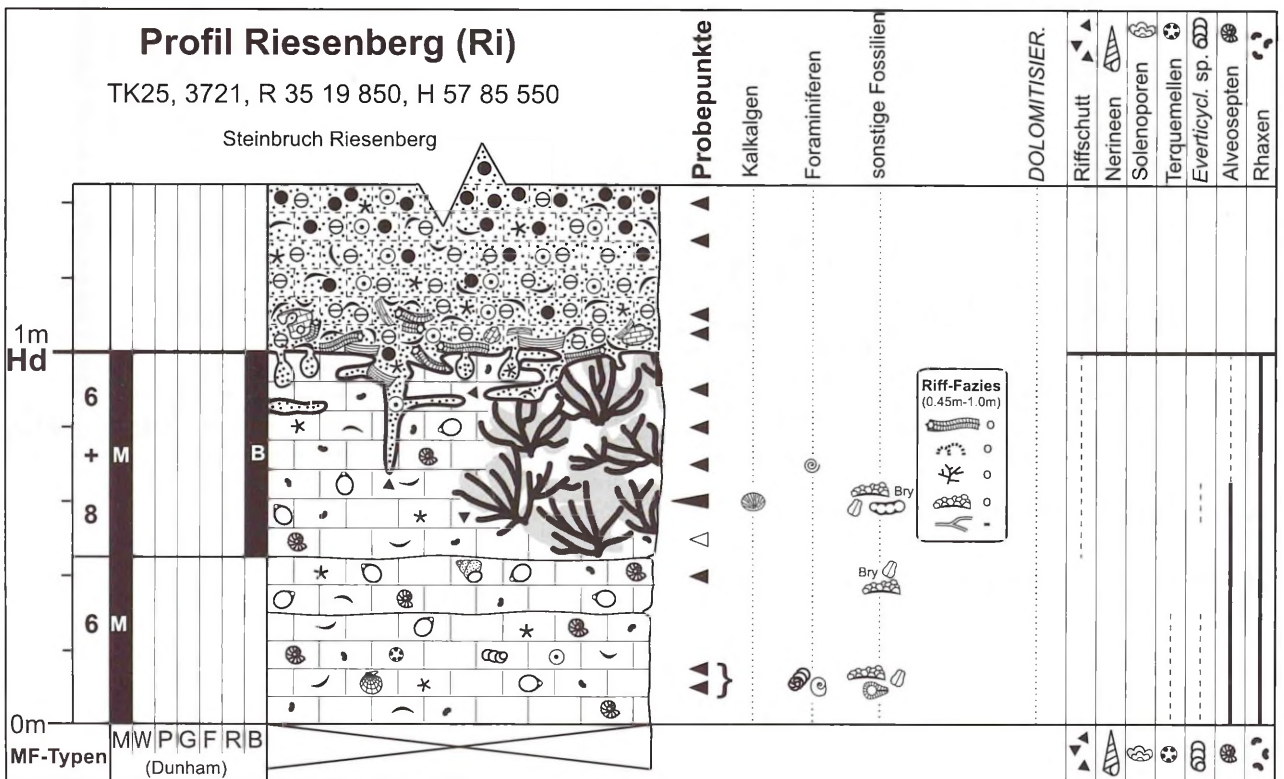
Anl. 25 - Profil Oberberg III (Ob-III), Legende: Anl. 1-2.

App. 25 - Section Oberberg III (Ob-III), Legend: App. 1-2.



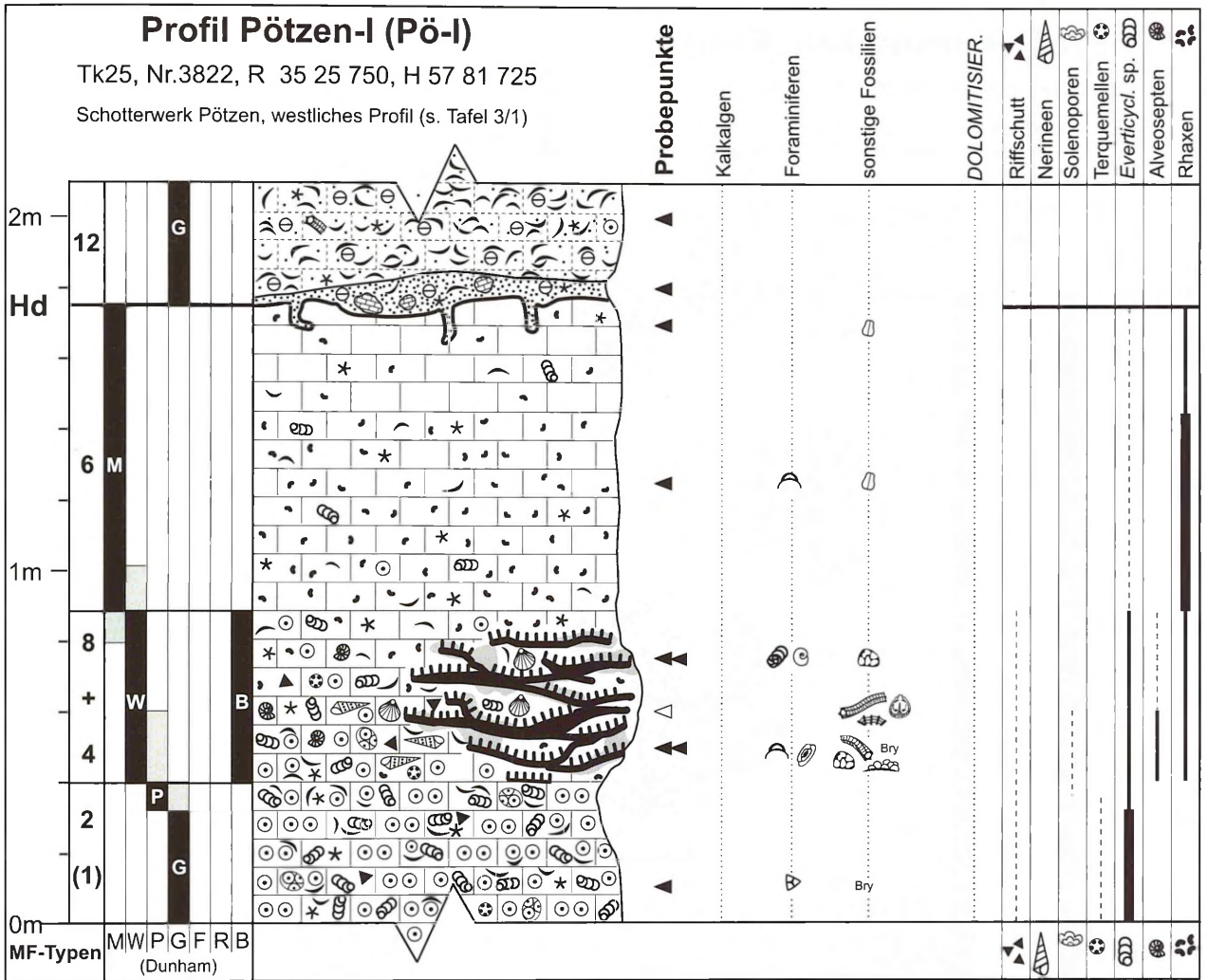
Anl. 26 - Profil Paschenburg II (Pa-II), Legende: Anl. 1-2.

App. 26 - Section Paschenburg II (Pa), Legend: App. 1-2.



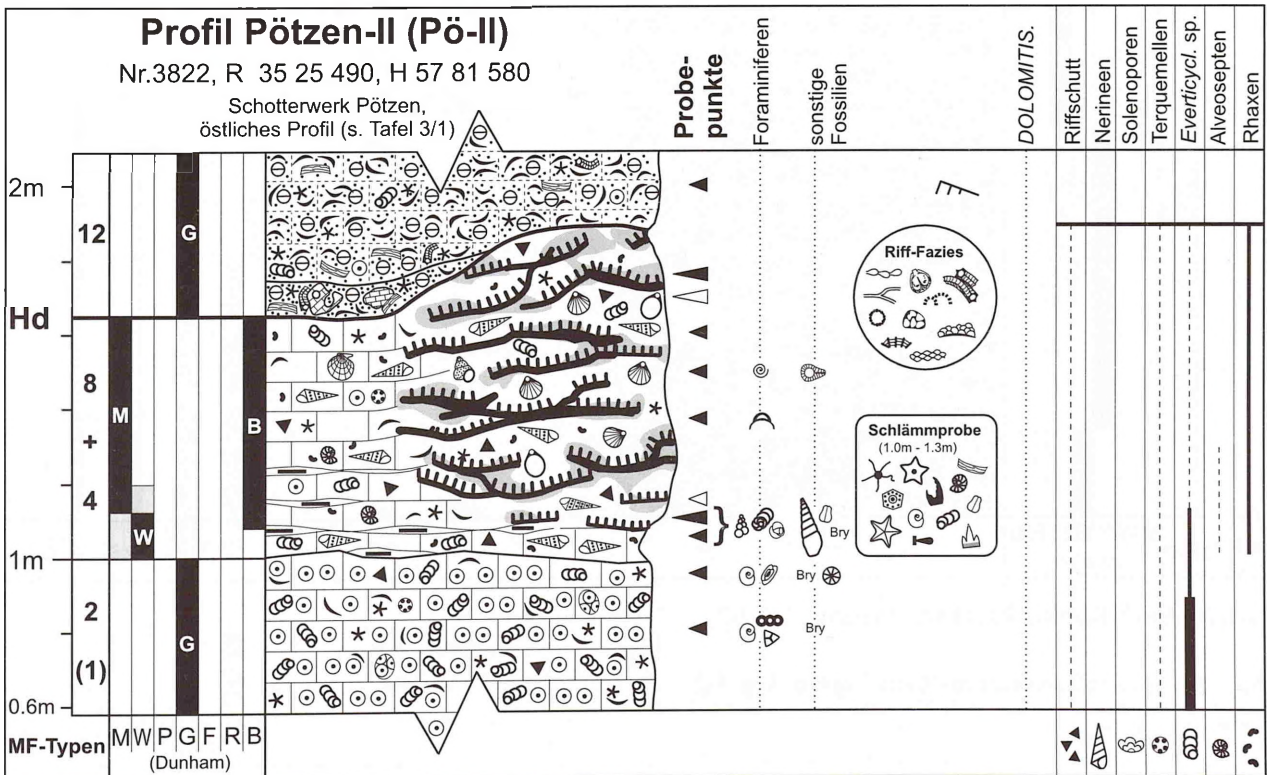
Anl. 27 - Profil Riesenberg (Ri), Legende: Anl. 1-2.

App. 27 - Section Riesenberg (Ri), Legend: App. 1-2.



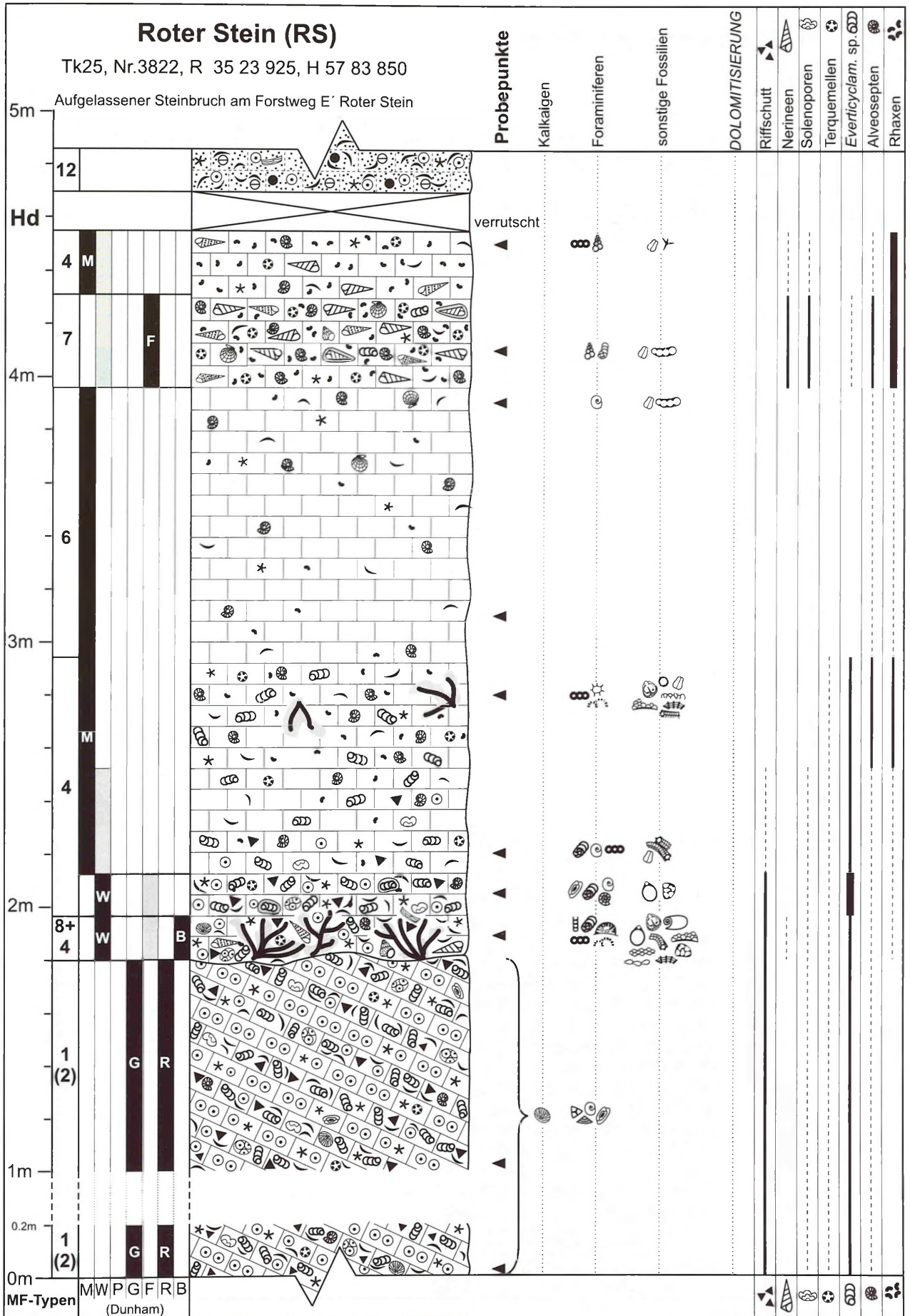
Anl. 28 - Profil Pötzen I (Pö-I), Legende: Anl. 1-2.

App. 28 - Section Pötzen I (Pö-I), Legend: App. 1-2.



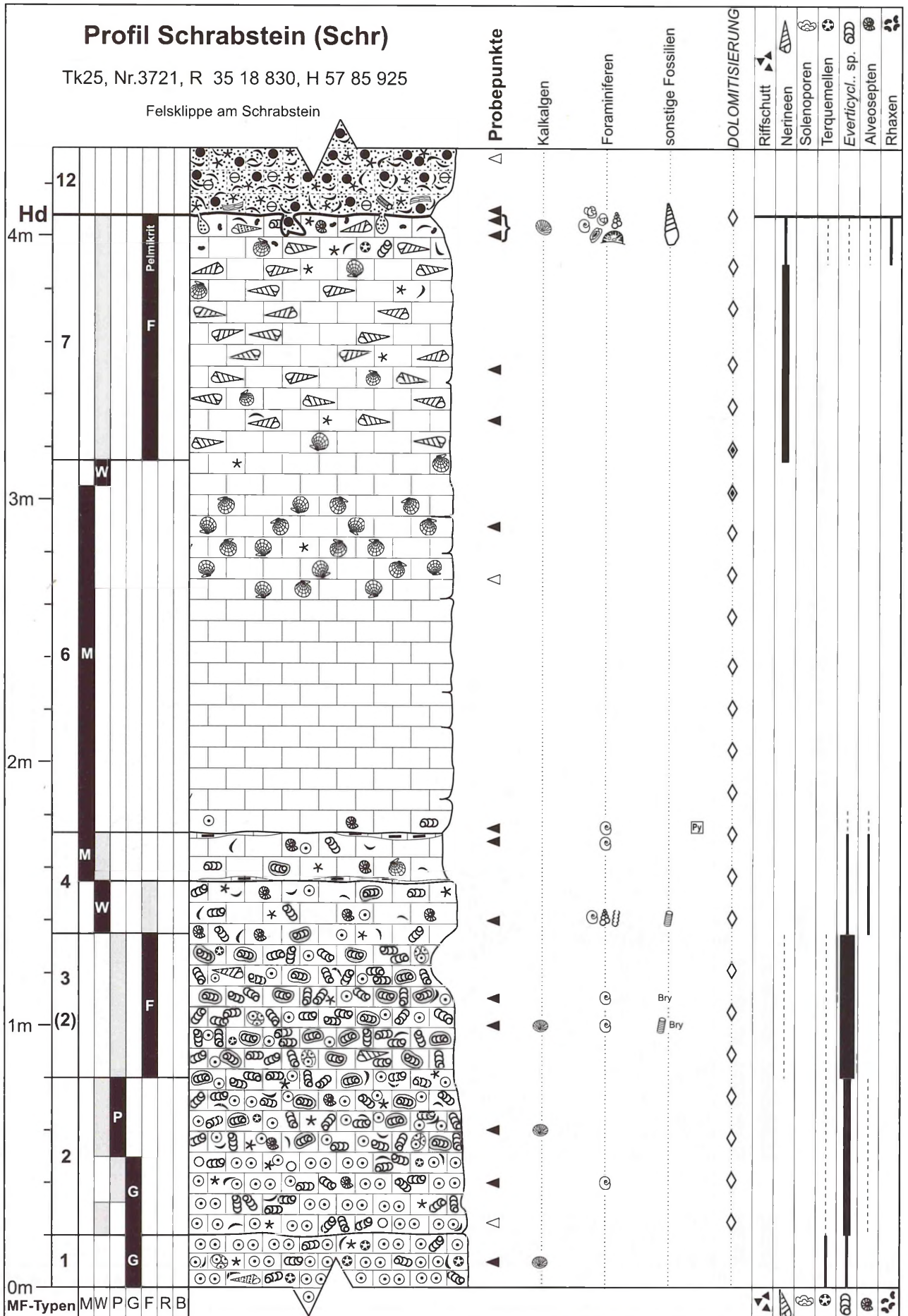
Anl. 29 - Profil Pötzen II (Pö-II), Legende: Anl. 1-2.

App. 29 - Section Pötzen II (Pö-II), Legend: App. 1-2.



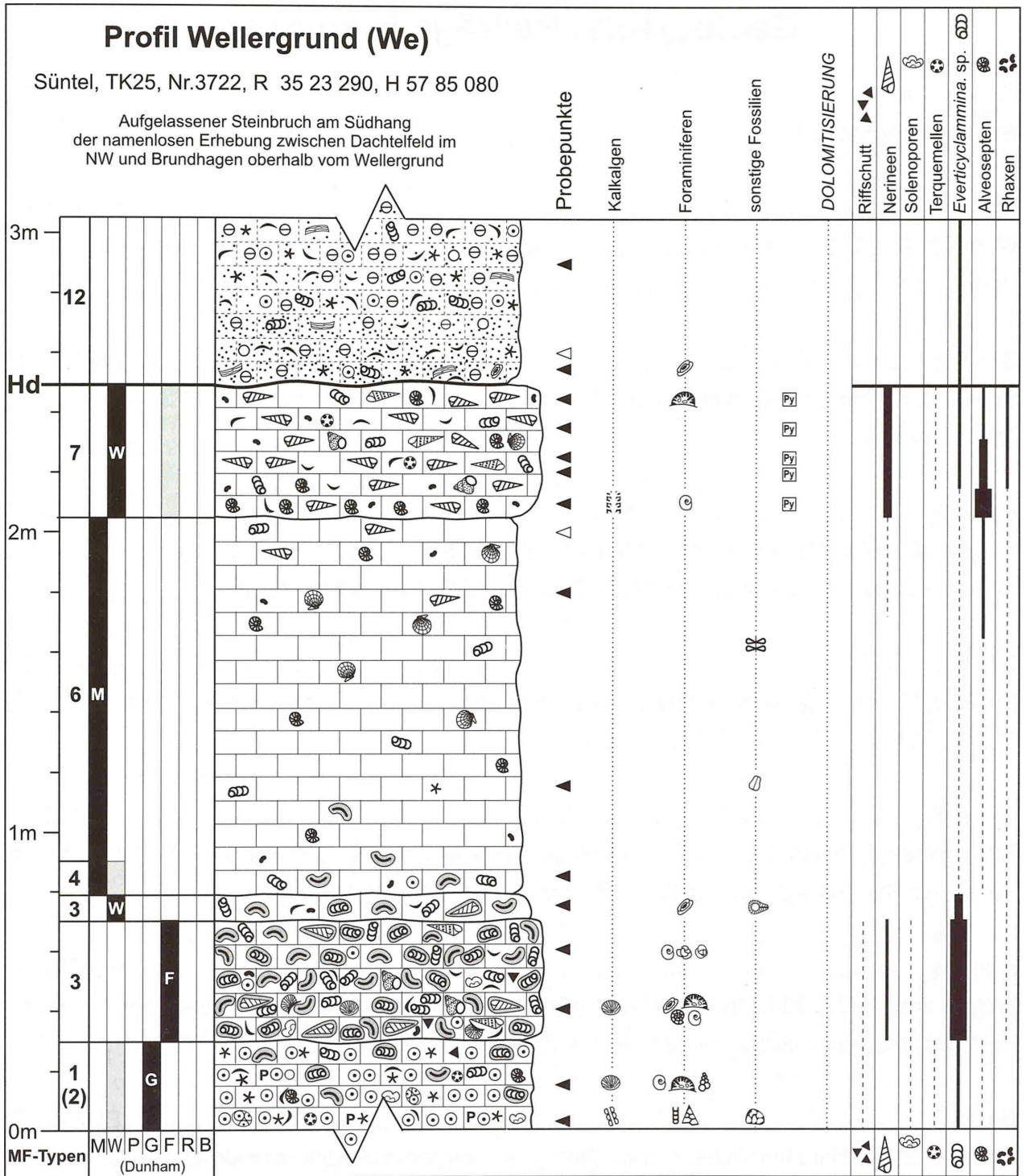
Anl. 31 - Profil Roter Stein (RS), Legende: Anl. 1-2.

App. 31 - Section Roter Stein (RS), Legende: App. 1-2.



Anl. 32 - Profil Schrabstein (Schr), Legende: Anl. 1-2.

App. 32 - Section Schrabstein (Schr), Legend: App. 1-2.



Anl. 33 - Profil Wellergrund (We), Legende: Anl. 1-2.

App. 33 - Section Wellergrund (We), Legend: App. 1-2.

Geologische Beiträge Hannover

Bereits erschienen:

Band 1**EUR 25,00**

Wrobel, F. 2000. Das Lorca-Becken (Obermiozän, SE-Spanien) - Faziesinterpretation, Sequenzstratigraphie, Beckenanalyse. 141 S., 103 Abb., 4 Anl., Hannover.

Band 2**EUR 30,00**

Schülke, I., Fischer, R. und Wrobel, F. 2001. Henningsen - Festschrift. 174 S., 111 Abb., 11 Tab., Hannover.

Band 3**EUR 15,00**

Rogge, A. 2001. Geologie und Hydrogeologie im Raum Bad Pyrmont unter besonderer Berücksichtigung des Quellensystems. 73 S., 39 Abb., 10 Tab., Hannover.

Band 4**EUR 22,50**

Richter, U. 2002. Gewebeansatz-Strukturen auf pyritisierten Steinkernen von Ammonoideen. 113 S., 25 Abb., 4 Tab., 26 Taf., Hannover.

Band 5**EUR 25,00**

Skowronek, A. 2003. Der Kauffunger Kalkstein (Bober-Katzbach Gebirge, Polen - Petrographie, Fossilinventar, Stratigraphie. 100 S., 85 Abb., 5 Tab., 5 Anl., Hannover.

Band 6**EUR 22,50**

Weymann, H.-U. 2004. Die mittelpleistozäne Flußentwicklung im nordöstlichen Harzvorland - Petrographie, Terrassenstratigraphie. 116 S., 49 Abb., Hannover.

Band 7**EUR 45,00**

Helm, C. 2005. Riffe und fazielle Entwicklung der *florigemma*-Bank (Korallenoolith, Oxfordium) im Süntel und östlichen Wesergebirge (NW-Deutschland). 337 S., 64 Abb., 46 Taf., 33 Anl., Hannover.

Instructions for Authors

Geologische Beiträge Hannover publishes monographs, such as PhD theses, collections of shorter manuscripts, and field guides. English and German manuscripts are accepted. The focus of the journal is research conducted in the Geological Department of Hannover University, but external manuscripts are also welcome. Prior to submission, please contact the editors. Three copies should be submitted to:

Immo Schülke
Geologische Beiträge Hannover
Institut für Geologie und Paläontologie
Callinstraße 30
30167 Hannover
schuelke@geowi.uni-hannover.de

Papers submitted to Geologische Beiträge Hannover are accepted on the basis that they have not been, and will not be, published elsewhere. If accepted, papers become copyright of the journal. Submitted manuscripts will be reviewed by internal referees, no full peer review procedure is followed. For manuscripts that are not theses of the Department of Geology and Paleontology of the Hannover University, please submit a first version with double spaced lines and figures not included in the text but on separate sheets. For theses from the department, submission of the finalized thesis is possible.

For German manuscripts, please provide additionally to the German title, abstract, and figure captions also English translations. Please ask a native speaker to prove read the English translations.

For details on the format, please check out our internet site:
http://www.unics.uni-hannover.de/igp/instructions_GBH.html

Electronic format

Manuscripts are submitted fully layouted and are reproduced „as is“. Therefore please prepare the manuscript carefully. Preferred format is PageMaker (Mac or PC), but .pdf files are also accepted. Import all fonts you use. Figures should be saved as tiff files. Use cmyk colors for color figures. To keep costs low, please organize halftones and photographs as plates in the end of the manuscript.

Format

Page size of the journal is A4. The format of Geologische Beiträge Hannover broadly follows that of Sedimentology with some modifications.

Font: Times New Roman
Size: 11 pt
Lines: spacing 13 pt
Columns: 2
Margins at all sides: 2 cm
Final editing is done by the publisher.
Indents for each paragraph, but not if new chapter.

References

Authors should use the system illustrated below. Only full articles that have been published or are 'in press' may be included in the reference list. In the text, references should be cited by giving the author's name with the year of publication in parentheses, and should be given in date order (e.g. Jones, 1982; Adams, 1985). When reference is made to a work by three or more authors, the first name followed by et al. should be used in the text on all occasions. If several papers by the same author and from the same year are cited, a, b, c, etc. should be put after the year of publication. If you cite books, the page or figure or plate you specifically refer to should be given (e.g. Leinfelder, 1993: 85; Schülke, 1999: Fig. 7, Plate 3).

References should be listed in alphabetical order at the end of the paper in the following standard form. Please note that authors names should be shown in bold.

In the references, papers with two authors should follow those of the first named author, arranged in alphabetical order according to the name of the second author. Papers with three or more authors should be ordered following the name of the first author in chronological order. If you cite several papers of the same author, do not replace the name by hyphen but always write authors names in full.

The reference list (heading: Literature) has to be prepared in the following way:

Potter, I.C. and Hilliard, R.W. (1987) A proposal for the functional and phylogenetic significance of differences in the dentition of lampreys (Agnatha: Petromyzontiformes). *Zool. J. London*, **212**, 713-737, London.

Young, J.Z. (1950) *The life of vertebrates*. Clarendon press, Oxford.

Dreesen, R.J.M. (1987) Event-stratigraphy of the Belgian Famennian (Uppermost Devonian, Ardenes Shelf). In: **Vogel, A., Miller, H., and Greiling, R.** (eds.), *The Rhenish Massif, structure, evolution, mineral deposits and present geodynamics*, 22-36, Vieweg & Sohn, Braunschweig.

Charges and Reprints

For theses, the department bears part of the print charges. The author receives reprints in exchange for covering the rest of the charges. Colour figures can be published but will incur an additional page charge. Please contact the editor for details.

