

Mikrofaziell-palökologische Analyse eines Algen-Schwamm-Bioherms aus dem mittleren Oxford von Sengenthal

Von CAROLINE DOHMANN*)

Mit 3 Abbildungen, 2 Tabellen und 4 Tafeln

Kurzfassung

Im Steinbruch Winnberg/Sengenthal bei Neumarkt/Opf., Bayern, setzt das Schwammriffwachstum kurz oberhalb der Dogger-Malm-Grenze ein. Ein Algen-Schwamm-Bioherm aus dem mittleren Oxford (*bifurcatus*-Zone) wird mikrofaziell-palökologisch untersucht. Hierbei werden über eine detaillierte Geländeaufnahme sowie eine Mikrofaziesanalyse Aussagen über Wachstumsbeginn, Wachstumsende und Aufbau erarbeitet. Zusätzliche Informationen werden aus der Palökologie der Mikro- und Makrofauna und deren Verteilung gewonnen.

In dem bearbeiteten Bioherm sind Algenkrusten und Schwämme die Gerüstbildner und besorgen den Aufbau des Schwammriffs. Wachstum und Organisation stehen in einem engen Zusammenhang mit Krustenwachstum, Schwammwachstum, Strömungsgeschwindigkeit, lateraler Ausdehnung einzelner Entwicklungsstadien und Sedimentationsrate. Diese Verknüpfungen können von einer Reihe lokaler, aber auch überregionaler Faktoren (Änderung des Meeresspiegels) modifiziert werden.

Sedimentologische und faunistische Kriterien deuten auf eine Ablagerungstiefe zwischen 50 m und 150 m.

Abstract

In the quarry of Sengenthal near Neumarkt/Oberpfalz in northeastern Bavaria, the growth of sponge reefs starts shortly above the Dogger/Malm boundary. An algal-sponge bioherm of the Middle Oxford (*bifurcatus* zone) is examined with respect to microfacies and palaeoecology. Detailed fieldwork and a microfacies analysis give clues as to how the growth of the reef started and ended and how the reef was built. Additional information is provided by the palaeoecology of the macro- and microfauna and their distribution within the reef.

Algal crusts and sponges are the framebuilders of this bioherm and are responsible for the built-up of the reef. Growth and organisation of the reef are in close relationship to the growth of algal crusts and sponges, the current velocity, the lateral extent of different stages of development and the sedimentation rate. These linkages may have been modified by local as well as large-area factors (e. g. changes of sea level).

Sedimentological as well as faunistical criteria indicate a deposition depth of 50 to 150 m (150 to 450 feet).

*) Dipl.-Geol. C. DOHMANN, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, Richard-Wagner-Straße 10, 8000 München 2.

Einleitung

Am Westrand der mittleren Frankenalb, ca. 3 km südlich von Neumarkt/Opf., liegt der Steinbruch Winnberg/Sengenthal (im weiteren Text kurz „Sengenthal“ genannt) der Heidelberger Zement AG (vgl. Abb. 1), in dem eine bemerkenswerte Schichtfolge vom oberen Aalen (Eisensandstein) bis zur *bimammatum*-Zone (Werkkalke, SCHAIRER, 1987) des Mittleren Oxfords aufgeschlossen ist. Sengenthal ist von besonderem Interesse, da hier schon einige Dezimeter über der Dogger-Malm-Grenze die ersten kleinen Algen-Schwamm-Bioherme auftreten. Es sind dies sehr frühe Beispiele solcher Bildungen im süddeutschen Raum und speziell in der Fränkischen Alb.

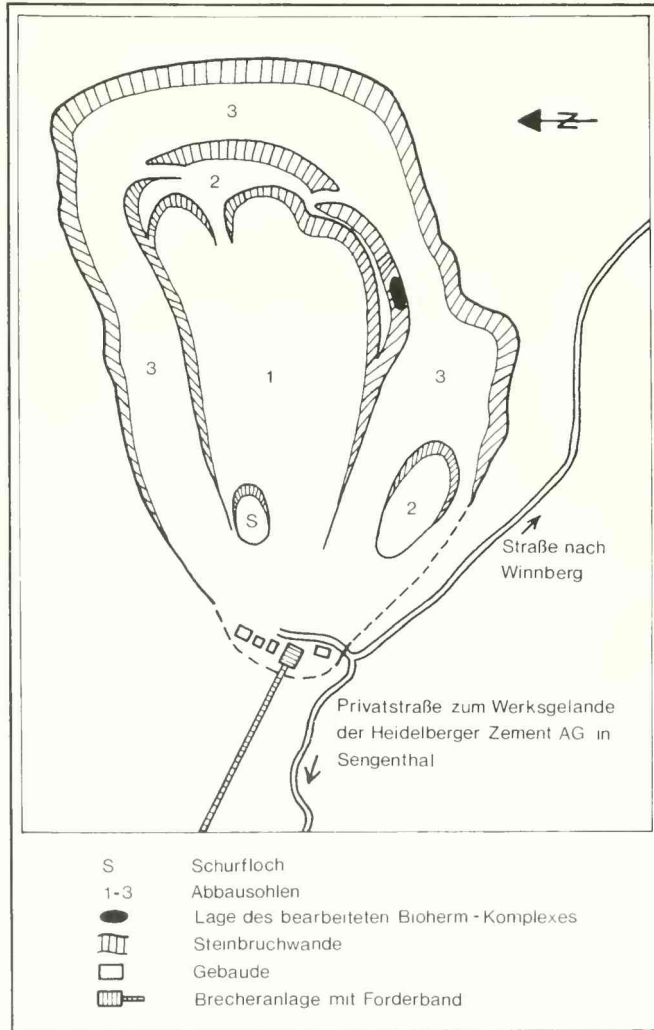


Abb. 1: Nicht maßstäbliche Skizze des Steinbruchs Winnberg/Sengenthal der Heidelberger Zement AG. Längserstreckung des Steinbruchs in Ost-West-Richtung etwa 600 m.

Die Dogger-Malm-Grenze kann in den obersten 20 cm des Ornatentons nachgewiesen werden, der von einem glaukonitreichen Kondensationshorizont abgelöst wird. Hierauf folgen stark zerscherte, graue bis schwärzliche, glaukonitreiche Kalkmergel und Mergel, in denen ca. 1 m oberhalb des Kondensationshorizonts erste, z. T. umkrustete Teller- und Becherschwämme auftreten. Aus diesen Schwammmergeln entwickeln sich bankige und massige Faziesbereiche, deren Verteilung der Abb. 3 entnommen werden kann. Der dort dargestellte Bereich erfaßt eine Breite von ca. 10 m und eine Höhe von ca. 3 m. Stratigraphisch liegt das Algen-Schwamm-Bioherm in der *bifurcatus*-Zone (SCHAIRER, frdl. mdl. Mitt.), die nach ZEISS (1977) in das Mittlere Oxford zu stellen ist.

Schon die detaillierte Geländeaufnahme (siehe Abb. 3 A) zeigt, daß das Bioherm nicht als ein einziges Gebilde mit einem relativ einheitlichen Bau betrachtet werden kann. Es handelt sich vielmehr um zahlreiche Einzelstadien („Bioherm-Embryonen“), die sich lateral aus bzw. senkrecht auf Schwammmergeln, Mergeln oder Kalken entwickeln. Nimmt man die Kompaktion gedanklich etwas zurück (nach GROISS, 1970 bzw. RICKEN, 1985 kann der Betrag der Kompaktion bis 50 % bzw. 80 % gehen), so läßt sich erkennen, daß die Einzelstadien des Bioherms ihre Umgebung nie sonderlich überragt haben.

Komponenten und ihre Verteilung

Die ausführliche Behandlung der biogenen und abiogenen Komponenten des untersuchten Komplexes kann BERGER (1987) entnommen werden.

Foraminiferen

Ähnlich wie bei SEIBOLD & SEIBOLD (1960) konnte eine deutliche Trennung von Bank- und Schwammfazies beobachtet werden. Das deutet auf nur unwesentliche Bodenströmungen hin. Innerhalb der beiden Bereiche ist jedoch eine große Homogenität ausgeprägt. Nur *Spirillina polygyrata* GUMBEL zeigt eine gewisse Größenzunahme bei Annäherung an das Riff.

Diese Beobachtungen können auf den relativ einheitlichen, energiearmen Ablagerungsraum zurückgeführt werden. Auch kann von reduzierten Sauerstoff- und normalen Salzgehalten, nur mäßigen Strömungen und geringem Relief ausgegangen werden. Aufgrund des Vorkommens und des Gehäusebaus lassen sich drei Foraminiferengemeinschaften postulieren, die räumlich eng nebeneinander existierten:

Tabelle 1

Foraminiferengemeinschaften	
In Schwämmen lebende Foraminiferen	<i>Tolypammina</i> , <i>Thurammina</i> , <i>Bullopore</i>
Inkrustierende und auf Schwämmen lebende Foraminiferen	<i>Bullopore</i> , <i>Nubeculinella</i> , <i>Thurammina</i> , <i>Subdelloidea</i> , <i>Tolypammina</i> , <i>Ophthalmidium</i> , <i>Nodophthalmidium</i> , <i>Valvulina</i> , <i>Paalzowella</i>
Schlammbodenbewohnende Foraminiferen	<i>Lenticulina</i> und verwandte Formen, <i>Spirillina</i> , <i>Ophthalmidium</i> , zeilig-kalkige Formen (<i>Dentalina</i> , <i>Nodosaria</i>), zeilig-agglutinierende Formen (<i>Textularia</i> , <i>Rocophax</i> , <i>Ammobaculites</i> , <i>Bigennerina</i>)

Ostracoden

Mit wenigen Ausnahmen sind nur Steinkerne erhalten. Die Ausnahmen betreffen *Thaumatocypris feifeli* TRIEBEL und *Cytheropteron rutschi* OERTLI. Hingewiesen sei auf die Verbreitung rezenter vergleichbarer Vergesellschaftungen. Nach YASSANI (1969: 200 ff.) und GUILLAUME et al. (1985) ist eine solche Ostrakodengemeinschaft am ehesten im „Circalitoral“, also ein gutes Stück unterhalb der Sturmwellenbasis, anzusiedeln. Auch GAILLARD (1983: 324) betont den überwiegend tiefen Charakter dieser Assoziation. *Thaumatocypris feifeli* wird von SEIBOLD & SEIBOLD (1960) als typische Form für die Schwammfazies erwähnt.

Sonstige biogene Komponenten der Schlämmproben

Auch die Verteilung des sonstigen Faunenmaterials zeigt eine große Homogenität. Vagiles und sessiles Benthos, Plankton und Nekton waren die Lieferanten des Fossilmaterials.

Bei den Brachiopoden sind juvenile Formen von *Terebratula*, *Ismenia* und *Trigonellina* zu erwähnen (vgl. WAGENPLAST, 1972).

Bryozoen-, Muschel- und Belemnitenbruch konnten nicht zugeordnet werden.

An Schwammnadeln wurden monaxone und triaxone Formen gefunden.

Echinodermenreste sind in allen Proben häufig. Sie umfassen Holothuriensklerite (*Theelia polonica*), Seeigelstacheln und -platten sowie Ophiurenreste. Die Seeigelstacheln zeigen nach GAILLARD (1983), daß bestimmte Seeigel (z. B. *Plegiocidaris*) festen Grund, andere (z. B. *Rhabdocidaris*) eher schlammigen Boden bevorzugten. Das gemeinsame Vorkommen von *Plegiocidaris*-, *Rhabdocidaris*- und *Balanocidaris*-Formen in den Schlämmproben könnte somit ein Hinweis auf unterschiedlich schnelle Lithifizierung von Riff- und Bankfazies sein.

Radiolarien sind durch stark rekristallisierte und verdrückte Formen vertreten.

Porifera

Drei morphologische Gruppen lassen sich bei den Schwämmen erkennen. Tellerschwämme stellen die Pionierbesiedler, trichter- und becherförmige Schwämme folgen auf festerem Substrat. Für einen Reliefaufbau besonders geeignet sind die Röhrenschwämme der *Cypellia*-Gruppe. In Lebensstellung werden vor allem Teller- und Trichterschwämme gefunden, die zahlreichen Tiergruppen als Substrat dienten. Folgende Faunengemeinschaften lassen sich unterscheiden:

Tabelle 2

Bewuchs von Schwämmen	
An der Unterseite von Schwämmen	Bryozoen, Terebelln, Serpeln, Foraminiferen, ostreide Muscheln
In Schwämmen	Foraminiferen, Anneliden
An der Oberseite von Schwämmen	Foraminiferen, ostreide Muscheln, Krusten, krustenartige Schwämme

Die Menge des Bewuchses nimmt mit der Entwicklung des Bioherms zu. Das Höhenwachstum bringt die Fauna offensichtlich in einen Bereich mit verbessertem Wasseraustausch, Sauerstoff- und Nährstoffgehalt.

In den Schwammern und an der Basis der massigen Bereiche beherrschen große Teller-
schwämme das Bild, die nur eine geringe Begleitfauna führen. In den Kernbereichen kommen
Trichter- und Becherschwämme hinzu, die z. T. in gleicher Menge wie Tellerschwämme auftre-
ten. In diesem Bereich ist die Begleitfauna am arten- und individuenreichsten. Den Randberei-
chen fehlen hingegen meist Schwämme und Schwammbruch. Hier dominieren bioturbierte
Krusten.

(Algen-)Krusten

Krusten sind bevorzugt auf Schwämmen und in deren Gastralraum zu beobachten. Sie kön-
nen aber auch auf anderen biogenen Hartteilen und auf Sediment vorkommen. Da sie bevor-
zugt an der Oberseite von Komponenten wachsen, müssen mehr- oder allseitig bewachsene
Schwämme oder Schwammbruchstücke gelegentlich bewegt worden sein.

Nach der Gliederung für Stromatolithen von ANSTEY & CHASE, zitiert in FLUGEL (1978), kön-
nen hier zwei Hauptformen unterschieden werden, die zugleich charakteristisch für zwei
Mikrofazientypen sind: Der SH-Typ zeigt säulige Formen, die eine scharfe Grenzlamelle zum
umgebenden Sediment aufweisen. Er muß sehr schnellwachsend gewesen sein, da feinlamini-
erter Mikritschlamm in Zwischenräumen eingefangen wurde. Charakteristisch ist er für die Krus-
ten-Bafflestones der Schwammern.

Der LLH-Typ, der meist Übergänge zum SH-Typ zeigt, bildet sich aus seitlich verbundenen
Halbkugeln. Er ist das wesentliche Element der bioturbierten Bindstones, die den Abschluß
einer Algen-Schwamm-Wachstumsphase kennzeichnen. Diese mehr massige Form über-
wächst das Bioherm und unterbindet weiteres Schwammwachstum. Nach HASLETT (1976) tritt
sie bevorzugt bei sehr niedrigen Sedimentationsraten auf. In diesmal sehr viel kleineren Zwi-
schenräumen ist wieder mikritisches Sediment eingefangen. Die zahlreichen Einbettungsstruk-
turen können die Interntextur nahezu auflösen.

In den Boundstones tritt ein Mischtyp auf. Aus massig-lagiger Umkrustung können sich
Säulen und Halbkugeln entwickeln, die zahlreiche kleine Zwischenräume freilassen. Die
Internstruktur ist insgesamt undeutlich und verwischt. Diese Form trägt besonders zum Riff-
wachstum bei.

Zwischen einzelnen Peloidlagen der Algenkrusten treten vor allem miliolide Foraminiferen
(*Nubeculinella* und *Notophthalmidium*) und seltener inkrustierende rotilide Formen wie *Bul-
lopora* auf. Aber auch Serpeln, Bryozoen und ostreide Muscheln sind zu nennen. Die bereits er-
wähnten Einbettungsstrukturen gehen vermutlich auf Bauten von Würmern zurück, die sich
von ihrem lebenden Substrat überwachsen ließen.

Annelida

Serpeln kommen auf und unter Schwämmen, in Krusten und an der Grenzfläche Kruste/
Normalsediment vor. Am häufigsten treten sie jedoch an der Schwammunterseite auf. Hier
sind sie meist als große Einzelserpeln anzutreffen.

Es konnten folgende Formen bestimmt werden (vgl. PARSCH, 1956):

- Serpula* (*Cycloserpula*) *gordialis* (SCHLOTHEIM)
- Serpula* (*Cycloserpula*) cf. *lumbricalis* (SCHLOTHEIM)
- Serpula* (*Cycloserpula*) cf. *canaliculata* (MÜNSTER)

In dem Material finden sich an der Unterseite von Schwämmen häufig mikritische, runde bis leicht ovale Röhren mit einem Durchmesser bis zu 3 mm, die zu *Terebella lapilloides* MUNSTER 1833 gestellt werden können. Sie sind meist feinmikritisch agglutiniert. Nur in den wenigsten Fällen wird Fremdmaterial, wie z. B. Spiculae, Pelloide oder Bruchstücke von Artgenossen, mit eingebaut. Die Röhren sind meist mit Sediment verfüllt (gradierte Pelloide oder Mikrit, der vielfach biotubiert ist), teilweise zeigen sie auch ein geopetales Gefüge.

Bryozoa

Im Schliff konnten vier Bryozoentypen unterschieden werden. Die Bryozoen siedeln häufig an der Unterseite von Schwämmen, aber auch an Schalen, Schalenbruch und dort, wo sie einen festen Untergrund finden. Zudem sind sie als Intraklasten anzutreffen.

Typ A (*Ceripora*?)

Typ B (*Stomatopora*?)

Typ C (mehrfach gegabelte, freiwachsende Form)

Typ D (*Berenicea*?)

Cephalopoda

Im Dünnschliff werden nur wenige Ammoniten angetroffen. Belemnitenrosten hingegen sind in der Bankfazies verhältnismäßig häufig. Folgende nicht horizontierte Formen wurden bestimmt (det. SCHAIRER):

aus dem Riff:

Perisphinctes (*Dichotomoceras*) cf. *bifurcatus* (QUENSTEDT)

Perisphinctes (*Dichotomoceras*) cf. *bifurcatoides* ENAY

Perisphinctes (*Dichotomoceras*) cf. *crassus* ENAY

Perisphinctes sp.

aus der unmittelbaren Umgebung des Riffs:

Perisphinctes (*Dichotomoceras*) *bifurcatus* (QUENSTEDT)

Perisphinctes (*Dichotomoceras*) cf. *bifurcatus* (QUENSTEDT)

Perisphinctes (*Dichotomoceras*) cf. *bifurcatoides* ENAY

Perisphinctes sp.

cf. *Orthosphinctes* sp.

Euaspidoceras sp.

cf. *Trimarginites* sp.

Glochiceras sp.

Taramelliceras sp.

Hibolithes sp.

Da nur wenige Exemplare vorliegen, ist die Vorliebe mancher Ammonitengattungen für Schwamm- oder Bankfazies, wie sie WAGENPLAST (1972) aufzeigte, hier nicht nachvollziehbar.

Gastropoda und Bivalvia

Beide Gruppen sind nur mit wenigen Exemplaren vertreten. Bei der Makrofauna wurden nur zwei äußerst schlecht erhaltene Gastropoden gefunden. In der Mikrofauna traten nur wenige kleinwüchsige Formen auf. In beiden Fällen war eine weitergehende Bestimmung nicht möglich. Bei den Bivalvia wurde gefunden:

Plagiostoma sp.
cf. *Lithophaga* sp.
Eopecten cf. *velatus* (GOLDFUSS)
Pectinidae gen. et spec. indet.
ostreide Muscheln.

Der geringe Anteil der Muscheln an der Makrofauna kann in der Probennahme, selektiver Erhaltung oder in dem nesterartigen Auftreten von Bivalven begründet sein.

Brachiopoda

Es liegen nur wenige terebratulide Formen vor. Im Schliff waren die Brachiopoden stets im Sediment zwischen krustenbewachsenen Schwämmen zu beobachten. Die Kleinwüchsigkeit der Fauna wird von WAGENPLAST (1972) als Anpassung an das kleinräumig gegliederte Algen-Schwamm-Bioherm gedeutet.

Anthozoa

In der Schwammfazies wurden lediglich drei Exemplare schlecht erhaltener Einzelkorallen angetroffen.

Echinodermata

In der Mikrofauna dominieren Ophiurenreste und Holothuriensklerite, in der Makrofauna jedoch Echinoideenreste. Am häufigsten treten Ophiuren- und Echinoideenreste in der Übergangszone vom Bioherm zur Bankfazies sowie in der Bankfazies selbst auf. Folgende Formen konnten gefunden werden:

cf. *Plegiocidaris coronata* (SCHLOTHEIM)
Stacheln zu *Plegiocidaris coronata* (SCHLOTHEIM)
Stacheln zu *Balanocidaris* sp.
Kelchbasis einer Crinoide

Mikroproblematika

Es konnten das Algenproblematikum (LADWEIN, 1976) und das Mikroproblematikum 7 (FLUGEL et al., 1984) beobachtet werden.

Ichnia

Die Mehrzahl der in den Schliffen angetroffenen Spuren geht auf *Chondrites* und *Planolites* zurück. Eine solch reduzierte Spurengemeinschaft deutet nach EKDALE et al. (1984: 222) auf eine stark verminderte Sauerstoffverfügbarkeit unterhalb der Sediment-/Meerwasser-Grenzfläche hin.

Bohrgänge

Bei Bohrgängen können drei Typen nachgewiesen werden. Zum einen wurden lithophage Formen angetroffen, die in Schwamm-/Krusten-Bereichen auftreten und auf frühzeitige Lithifizierung hinweisen. Zum anderen sind in denselben Bereichen feinste Bohrlöcher unterschiedlicher Größe zu beobachten, die von cloniden Bohrschwämmen und Bohralgen herrühren könnten. Zuletzt sei noch auf Anbohrungen in Seeigelstacheln hingewiesen, die ihrer Form nach von räuberischen Gastropoden produziert worden sind.

Einbettungsstrukturen

BROMLEY (1970) beschreibt sogenannte „Einbettungsstrukturen“. Sie entstehen, wenn ein Organismus (z. B. ein spionider Wurm) von einem lebenden Substrat (hier meist Algenmatten) umwachsen wird. Um ihren wachsenden Platzbedarf dem Substratwachstum anpassen zu können, bohren sich solche Organismen auch in ihre Umgebung hinein.

Dies ist eine mögliche Interpretation der in den Dünnschliffen gefundenen, relativ kleinen Röhren mit feinnukleärer Hülle. Ihr z. T. massenhaftes Auftreten in Krusten spricht für Einbettung. Die Tatsache, daß sie auch in Schwammumien, unabhängig von deren Erhaltungszustand, auftreten, unterstreicht die Wahrscheinlichkeit, daß diese Organismen bohren konnten.

Diese Formen kommen z. T. massenhaft in Algenkrusten und stark mumifizierten Schwämmen vor. Die Röhren können so gedrängt auftreten, daß weder einzelne Mikrithüllen noch die Matrix (Algenkrusten oder Schwammumien) mehr erkennbar sind und nur noch die helleren Hohlräume der Röhren dichtgedrängt zu sehen sind.

Abiogene Komponenten

Sie werden von Tuberoiden beherrscht, neben denen Onkoide, Cottoide, Pelloide und Glaukonit erscheinen.

Komponentenverteilung

In Abb. 2 wird die laterale Verteilung biogener Komponenten auf ein schematisiertes Algen-Schwamm-Bioherm bezogen, wie es im bearbeiteten Komplex in zahlreichen Embryonalstadien auftritt.

Makroskopisch kann das bearbeitete Algen-Schwamm-Bioherm in drei Bereiche aufgegliedert werden (siehe Abb. 3): Bei der Schwammgelfazies (Schwammgell, Bafflestones und Boundstones) sind Schwämme mit 40 % die Hauptkomponenten; Algenkrusten mit 26 % und

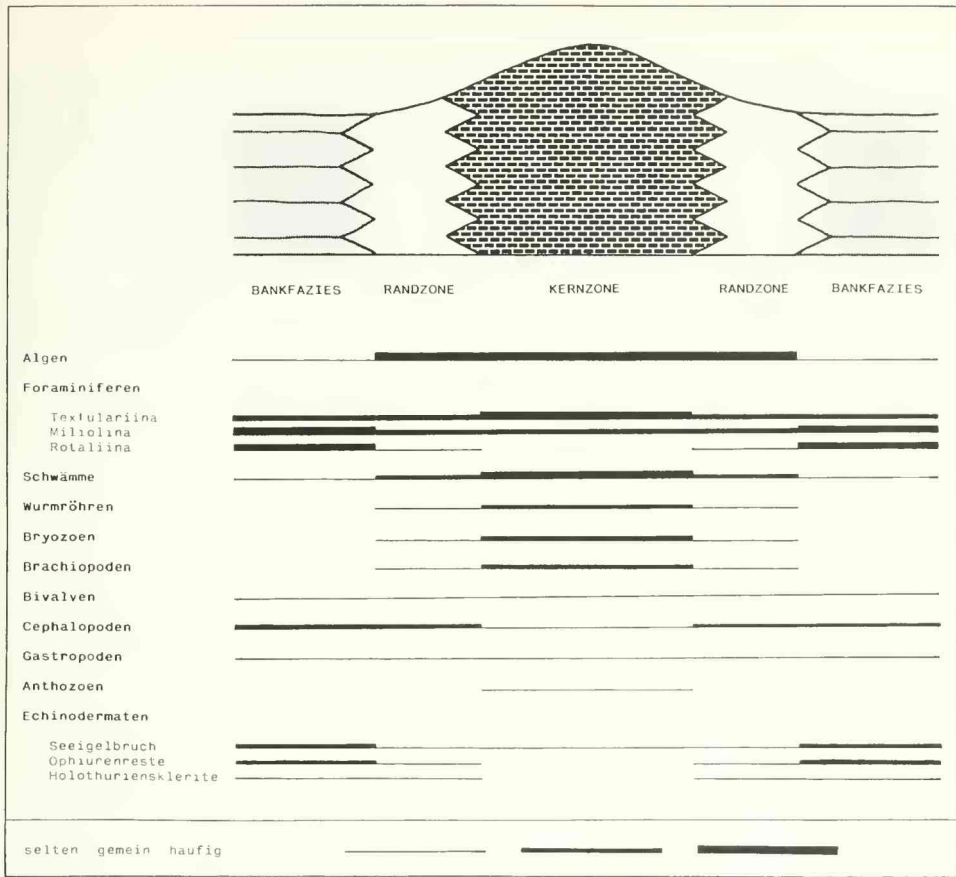


Abb. 2: Laterale Häufigkeitsverteilung biogener Komponenten.

Sediment mit 34 % sind in etwa gleichwertig und den Schwämmen untergeordnet. In der Riff-fazies (Boundstones und Bindstones) überwiegen Algen mit 41 %, es folgt Sediment mit 36 %; Schwämme sind hier mit 23 % seltener. Die Bankfazies (Wacke- bis Packstones) besteht fast ausschließlich aus Sediment (96 %); Schwämmen und Algenkrusten sind mit nur jeweils 2 % vertreten. Die Prozentsätze der drei Hauptkomponenten Sediment, Schwämme und Algenkrusten wurden jeweils nach anteiliger Schlicffläche berechnet.

Mikrofaziestypen und ihre Verteilung

Der bearbeitete Algen-Schwamm-Komplex kann vier Mikrofaziestypen zugeordnet werden, die nachfolgend beschrieben sind.

Algenkrusten-Schwamm-Boundstones

In Mikrit- oder Tuberoidsediment sind Becher-, Trichter- und Tellerschwämme eingebettet, die von Krusten überwachsen bzw. umwachsen werden. Die Krusten können sowohl mehrere Schwämme miteinander verbinden und/oder umwachsen, als auch tuberolithisches Sediment binden. Beides setzt Transport und Bruch von Schwämmen und damit Strömungen voraus. Für ein Weiterwachsen des Bioherms ist das wiederholte Auftreten von Krusten und Schwämmen wichtig, die gemeinsam das Gerüst des Schwammriffs aufbauen. Ist dies nicht der Fall, so bleibt die Struktur eine Schwammbank und entwickelt sich nicht zum Schwamm„riff“.

Als Begleitfauna treten vor allem Schwammbewohner auf: *Terebella*, Serpeln, Bryozoen sowie die im und auf dem Schwamm lebenden Foraminiferen. Einbettungsstrukturen (vgl. BROMLEY, 1970) in Krusten und Schwämmen sind verhältnismäßig selten.

Dieser Faziestyp ist an der Basis und im Kern der massigen Bereiche ausgeprägt, kann aber auch in größeren, sich linsig verdickenden Schwammbänken vorkommen, die sich innerhalb der Bankfazies bilden. Er ist ferner auch bereits in den ersten „Riffversuchen“ der Schwammmergel entwickelt.

Algenkrusten-Bafflestones

In Schwammbänken und in kleineren Linsen treten meist Teller- und Trichterschwämme, selten auch Becherschwämme auf, die mit säulig wachsenden Krusten (SH-Typ) besetzt sind. Diese Krusten haben in ihren Zwischenräumen feinlaminierten, tuberoidführenden Mikrit eingefangen und müssen deshalb sehr schnellwachsende Gebilde gewesen sein. Ihr Wachstum endete jeweils, wenn sie von der mergeligen Hintergrundsedimentation zugeschüttet wurden. In solchen Bafflestones findet sich gelegentlich starke Bioturbation.

Dieser Faziestyp, verbunden mit nur einer mäßigen Schwammerhaltung, kennzeichnet die basalen Schwammmergel. In ihnen sind zahlreiche Ansätze erkennbar, das Wachstum einer Schwammbank zu einem Riffwachstum zu erweitern. Solche Versuche scheitern, wenn nicht durch verstürzte Schwämme die Basis für eine Relieferhöhung geschaffen wird, die ein Zuschütten durch Hintergrundsedimentation verhindert.

Bioturbate Bindstones

In den Randlagen der massigen Bereiche und am Top stärker ausgeprägter Linsen im Schwammbankbereich findet ein ausgedehntes Wachstum von Pelletkrusten mit meist seitlich verbundenen Halbkugeln (LLH-SH-Typ) statt. Schwämme oder Schwammbruch treten nur sporadisch auf. In Zwischenräumen kann mikritisches Sediment eingefangen sein.

Auffällig ist die in der Regel starke Zerwühlung. Dabei ist der ursprüngliche Krustenaufbau häufig kaum erkennbar. Er ist von Bohr-/Grabgang-Internsediment und Mikrit verdrängt. Hier treten auch verstärkt inkrustierende Organismen auf (Foraminiferen, Bryozoen, Serpeln und kleine Austern). Hohlräume, die mit mehreren Sparitgenerationen verfüllt wurden, entstanden entweder durch Bioturbation oder Auflösung aragonitischer Schalen von Inkrustierern.

Alle Anzeichen deuten auf eine stark verringerte Nettosedimentation hin. Das Ausbleiben von Schwämmen und Schwammbruchstücken läßt zudem geringe Strömungsgeschwindigkeiten vermuten. Das endgültige „Aus“ für diese Entwicklung kommt dann mit der nächsten Mergellage.

Tuberolithischer Wacke- bis Packstone

In dem mikritischen, mergeligen Hintergrundsediment sind Tuberoide, Intraklasten und – in der Nähe des Bioherms – auch größere Bruchstücke von Krusten, Schwämmen oder der Begleitfauna eingebettet. Obwohl die Rundung der Tuberoide meist gut ist, sind auch eckige Komponenten zu beobachten. Gradierung ist nur in kleineren Bereichen andeutungsweise ausgebildet. Der Matrixgehalt liegt zwischen 30 % und 80 %.

Die Packungsdichte der Komponenten ist abhängig von der Nähe zu Algen-Schwamm-Wachstum, der Bioturbation und der Stylolithisierung („Stylopactone“). Letztere kann dem Gestein auch ein knollig-faseriges Aussehen verleihen. Proximal-/Distal-Kriterien im Sediment sind nur schwer zu erkennen, da Tuberoidmaterial auch aus der weiteren Umgebung geschüttet sein kann.

Diskussion

Es sei hier nochmals kurz auf die morphologische Gliederung des bearbeiteten Komplexes zurückgegriffen (siehe Abb. 3 A + B). Die detaillierte Geländeaufnahme erlaubte bereits eine Untergliederung in verschiedene Morphotypen. Mit der Mikrofaziesanalyse gelingt eine weitere Verfeinerung dieser Untergliederung. Man erkennt, daß der bearbeitete Komplex in selbständige Schwammstotzen und -bänke zerfällt. Die massigeren Stotzen bilden sich erst über dem Schwammgerel-Bereich, in dem zahlreiche „Kleinversuche“ dokumentiert sind. Außerdem fällt eine deutliche Faziesasymmetrie im unteren Drittel auf.

Faziesmodell

(siehe Abb. 3 C)

In einem ersten Zyklus vom Typ 1 wird Weichsubstrat oder tuberolithisches Sediment von Tellerschwämmen besiedelt. Diese Pioniere führen keine oder kaum Begleitfauna an ihrer Unterseite. Es kommt zur Tuberoidbildung durch Mazeration von Schwämmen oder Bioerosion an Kalkmumien. Das tuberolithische Sediment verbessert durch seine verstärkte Stabilität die Ansiedlungsmöglichkeit neuer Schwämme. In dieser Anfangsphase tritt nur geringes, meist säuliges Krustenwachstum auf. Das deutet auf eine relativ hohe Nettosedimentationsrate hin. Dieser erste Wachstumsschub wird durch erhöhte Mergelsedimentation beendet. Nur dort, wo günstige Bedingungen ein ausreichendes Relief geschaffen haben, entgehen die Bioherme der Verschüttung und können ihr Wachstum fortsetzen. Ob erhöhte Sedimentationsraten und das Beenden von Schwammriff-Wachstumsphasen mit Änderungen des Meeresspiegels korrelierbar sind, muß hier offenbleiben.

Dieser erste Zyklus vom Typ 1 ist typisch für die Schwammgerel im unteren Drittel des bearbeiteten Abschnittes. Er wiederholt sich mehrfach und kann durch kleine Zyklen vom Typ 2 aufgestockt sein. Es fällt auf, daß in den Schwammgereln zahlreiche Wachstumsversuche in Mergeln ertranken (= Schwammbänke im mittleren und westlichen Teil). Andererseits konnten sich im östlichen Teil mehrere kleine, übereinanderliegende Bioherme bilden, die neben dem Bafflestone- auch den Boundstone-Mikrofaziestyp führen.

Für die weitere Entwicklung muß noch darauf verwiesen werden, daß das potentielle Besiedlungsareal vergrößert und stabilisiert wurde. Der Zyklus vom Typ 2 beginnt wieder mit Schwamm- und Krustenwachstum. Bei den Schwämmen kommen verstärkt Trichter- und Becherschwämme hinzu, die nun ein ihnen passendes Substrat vorfinden. Die Krusten werden

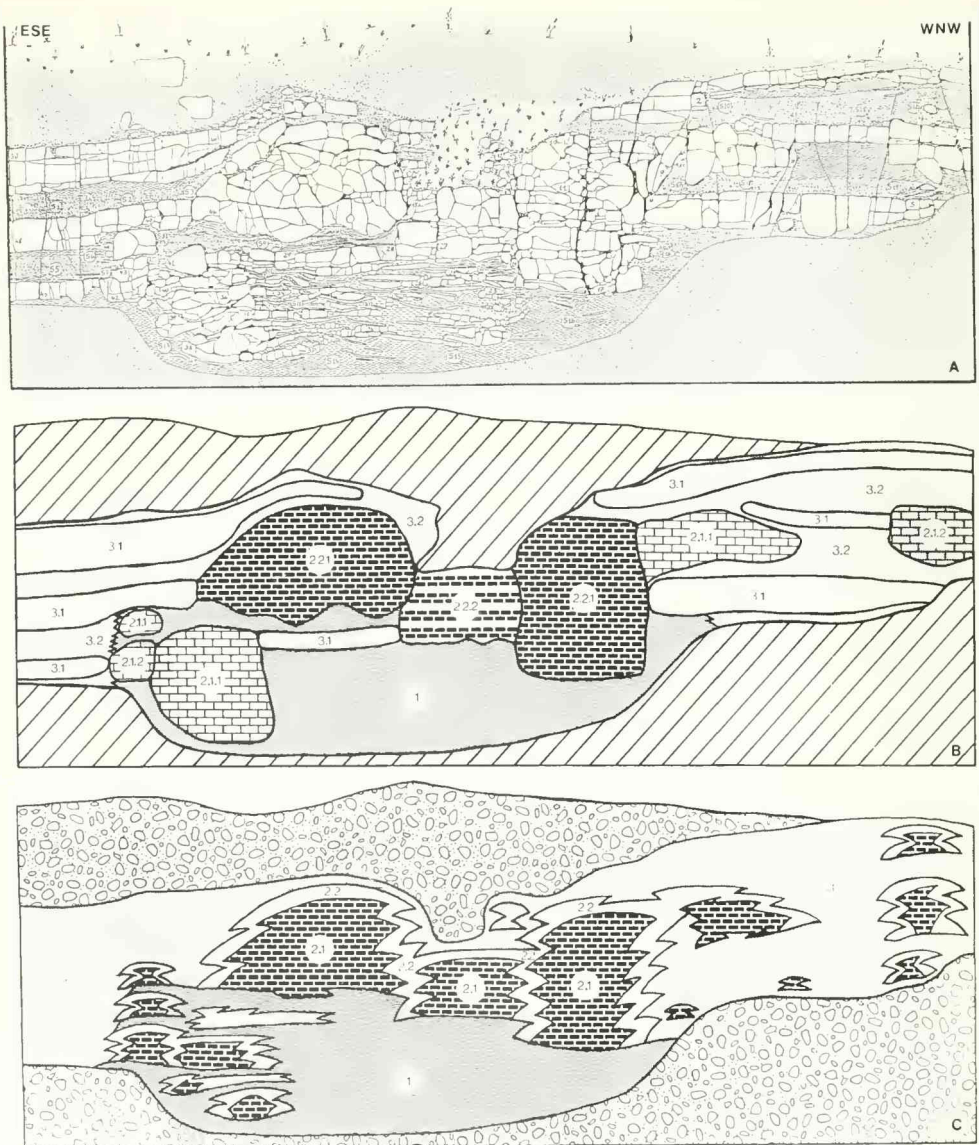


Abb. 3: Der bearbeitete Algen-Schwamm-Komplex aus dem Steinbruch Winnberg/Sengenthal der Heidelberger Zement AG. Breite des dargestellten Bereichs etwa 10 m, Höhe etwa 3 m.

- A Detaillierte Geländeaufnahme des Bioherm-Komplexes, die bereits eine Untergliederung in drei Bereiche ermöglichte:
- die Schwammgerelfazies
an der Basis
 - die Riffazies
im Zentrum und
 - die Bankfazies
lateral.

massiger und zahlreicher und liefern so einen wesentlichen Beitrag zum Gerüstaufbau. Außerdem müssen Schwämme oder Schwammbruch durch strömungsbedingtes Verkippen und Transport nach außen bewegt werden, damit auf diese Weise eine gleichgroße oder erweiterte Basis für ein Höhenwachstum gegeben ist. Gelingt dies, wird ein Relief aufgebaut, das Schwämme und Begleitfauna in eine Zone verbesserter Lebensbedingungen bringt. Das erhöht auch die Wahrscheinlichkeit für die Wiederholung dieser Vorgänge.

Zu einem späteren Zeitpunkt verringern sich Nettosedimentationsrate und Strömungsgeschwindigkeit deutlich. Das kann lokale oder überregionale Gründe haben. Es verschlechtern sich damit auch die Lebensbedingungen für die Schwämme. Als Folge überdecken ausgedehnte Krusten das Bioherm und führen zu einer Beendigung des Schwammwachstums. In den Krusten liegen zahlreiche Einbettungsstrukturen (Bioturbate Bindstones) vor, deren Verursacher bevorzugte Besiedler dieses Substrats waren. Verstärkte Mergersedimentation verschüttet die Krusten und liefert so die Grundlage für einen neuen Zyklus. Dieser Vorgang kann mit erosiven Ereignissen verbunden sein.

Dieser Zyklus vom Typ 2 kennzeichnet insbesondere die massigen Bereiche und ist bevorzugt aus Boundstones und bioturbaten Bindstones aufgebaut. Die beiden Grundzyklen wurden hier idealisiert erörtert. Sie können natürlich zahlreichen Varianten unterliegen und beliebig kombiniert sein.

Zu den örtlichen Faktoren, die hier Einfluß nehmen, gehören die Lage zur Strömungsrichtung, die Nähe weiterer Bioherme sowie das Ausmaß und der Erfolg früherer Wachstumsphasen. Ist ein Zyklus besonders erfolgreich, muß er nicht unbedingt beim nächsten „Merzelevent“

B Morphologische Gliederung des bearbeiteten Komplexes:

1. Schwammmergelfazies
2. Riffazies
 - 2.1 einfacher Biohermtyp
 - 2.1.1 lateral aus der Bankfazies hervorgegangen
 - 2.1.2 lateral aus Schwammmergeln hervorgegangen
 - 2.2 komplexer Biohermtyp
 - 2.2.1 von der Bankfazies scheinbar unabhängiger Typ
 - 2.2.2 Übergang zwischen zwei massigen Bereichen
3. Bankfazies
 - 3.1 Bankkalke
 - 3.2 Bankmergel

C Verteilung der Mikrofaziestypen im bearbeiteten Komplex:

1. Schwammmergelfazies
 - Schwammmergel (häufig)
 - Algenkrusten-Bafflestones (häufig)
 - Algenkrusten-Schwamm-Boundstones (seltener)
 - (alles Schlängellinien-Fläche)
2. Riffazies
 - 2.1 Algenkrusten-Boundstones (Ziegelmuster-Flächen)
 - 2.2 Bioturbate Bindstones (weiße Flächen)
3. Bankfazies
 - Tuberolithische Wacke- bis Packstones (Punktraster-Flächen)

verschüttet werden. Im Gegenteil dürften sich die einmal errungenen Vorteile noch vergrößern und so ein ausgedehntes Schwammriffwachstum einleiten.

Bathymetrie

Folgende Faktoren lassen eine Eingrenzung der Ablagerungstiefe des bearbeiteten Schwammriffs zu:

- keine Riffschuttbildung und keine Anzeichen von Sturmeinwirkung;
- Circalitoral-Faunengemeinschaft der Ostracoden;
- nur ahermatypische Korallen;
- keine Vormacht lithistider Schwämme;
- Algenkrusten betreiben Photosynthese, müssen also noch innerhalb der photischen Zone gelebt haben.

Nach den Vergleichsangaben in LIEBAU (1984) ergibt sich ein Tiefenbereich von etwa 50 bis 150 m.

Danksagung

Herr Dipl.-Ing. R. OPPITZ, Herr Dipl.-Ing. K. BACHER und Herr J. DÜRR von der Heidelberger Zement AG unterstützten die Geländearbeiten im Steinbruch Sengenthal. Von dem Universitätsinstitut und der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Historische Geologie München gaben Herr Dr. G. SCHAIRER, Herr Dr. W. WERNER und Herr Dr. B. KÄSTLE viele wertvolle Hinweise zur Fauna und Stratigraphie von Sengenthal. Herr Dr. G. SCHAIRER bestimmte zudem die Ammoniten. Herr F. HÖCK, Frau R. LIEBREICH und Herr K. DOSSOW waren eine große Unterstützung bei Fotoarbeiten, REM-Aufnahmen, Tafeln und Abbildungen. Ihnen allen gilt mein herzlichster Dank.

Belegmaterial

Das Belegmaterial befindet sich in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München und wird unter der Inventarnummer 1987 X aufbewahrt.

Schriftenverzeichnis

- BERGER, C. (1987): Mikrofaziell-palökologische Analyse eines Algen-Schwamm-Bioherms aus dem Mittleren Oxford von Sengenthal (Steinbruch Winnberg/Sengenthal der Heidelberger Zement AG bei Neumarkt/Opf.). – Unveröff. Diplomarbeit Teil 2, Inst. Paläont. hist. Geol. Univ. München, 1–66, 16 Abb., 11 Tab., 9 Taf.; München.
- BROMLEY, R. G. (1970): Borings as trace fossils and *Entobia cretacea* Portlock, as an example. – In: CRIMES, T. P. & HARPER, J. C. (eds): Trace fossils, 49–90, 4 figs, 5 pls; Liverpool (Seel House Press).
- EKDALF, A. A., BROMLEY, R. G. & PIMBERTON, S. G. (1984): Ichnology. – SEPM Short Course, 15: 1–317, div. figs; Tulsa (Oklahoma).
- FLUGEL, E. (1978): Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken. – I–XI, 1–454, 68 Abb., 57 Tab., 33 Taf.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer-Verlag).

- FLÜGEL, E., KOCHANSKY-DEVIDE, V. & RAMOVŠ, A. (1984): A Middle Permian calcsponge/algae/cement reef: Straza near Bled, Slovenia. — *Facies*, **10**: 179–256, 7 figs, 19 pls; Erlangen.
- GAILLARD, C. (1983): Les biohermes à spongiaires et leur environnement dans l'Oxfordien du Jura méridional. — *Docum. Lab. Géol. Lyon*, **90**: 1–515, 187 fig., 4 pl.; Lyon.
- GROISS, J. T. (1970): Feinstratigraphische, ökologische und zoogeographische Untersuchungen im Oxford der Frankenalb. — *Erlanger Geol. Abh.*, **81**: 1–83, 9 Abb., 2 Tab.; Erlangen.
- GUILLAUME, M.-C., PEYPOUQUET, J.-P. & TETART, J. (1985): Quaternaire et Actuel. — In: OERTLI, H. J. (ed.): *Atlas des ostracodes de France (Paléozoïque – Actuel)*, 337–377, 18 pl.; Pau (Elf Aquitaine).
- HASLETT, P. G. (1976): Chapter 10.5. Lower Cambrian stromatolites from open and sheltered intertidal environments, Wirrealpa, South Australia. — In: WALTER, M. R. (ed.): *Stromatolites, Developments in Sedimentology*, **20**: 565–584, 12 figs; Amsterdam (Elsevier).
- LADWEIN, H. W. (1976): Sedimentologische Untersuchungen an Karbonatgesteinen des autochthonen Malm in Niederösterreich (Raum Altenmarkt, Staatsz.). — *Diss. Phil. Fak. Univ. Innsbruck*, 1–145, 43 Abb., 10 Taf.; Innsbruck.
- LIEBAU, A. (1984): Grundlagen der Ökobathymetrie. — In: LUTERBACHER, H. P. (ed.): *Paläobathymetrie. — Paläontologische Kursbücher*, **2**: 149–184, 10 Abb.; München.
- PARSCH, K. O. A. (1956): Die Serpulidenfauna des süddeutschen Jura. — *Palaeontographica*, **A**, **107** (3/6): 211–240, 1 Abb., 3 Tab., 3 Taf., 1 Beil.; Stuttgart.
- RICKEN, W. (1985): Epicontinental marl-limestone alternations: event deposition and diagenetic bedding (Upper Jurassic, Southwest Germany). — In: BAYER, U. & SEILACHER, A. (eds): *Evolutionary and sedimentary cycles*, 127–162, 20 figs, 2 tabs; Berlin, Heidelberg, New York (Springer-Verlag).
- SCHAIERER, G. (1987): Ammoniten aus Bajoc und Bathon (mittlerer Jura) von Sengenthal. — *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, **27**: 31–50, 4 Abb., 13 Tab., 3 Taf.; München.
- SEIBOLD, E. & SEIBOLD, I. (1960): Foraminiferen der Bank- und Schwamm-Fazies im unteren Malm Süddeutschlands. — *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **109**(3): 309–438, 22 Abb., div. Tab., 2 Taf., 11 Beil.; Stuttgart.
- WAGENPLAST, P. (1972): Ökologische Untersuchung der Fauna aus Bank- und Schwammfazies des Weißen Jura der Schwäbischen Alb. — *Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart*, **N. F.**, **67**: 1–99, 10 Abb., 5 Tab., 18 Taf.; Stuttgart.
- YASSANI, I. (1969): Ecologie des associations d'ostracodes du bassin d'Arcachon et du littoral atlantique. Application à l'interprétation de quelques populations du Tertiaire Aquitaine. — *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, **7**: 1–284, 53 tbl., 39 pls; Bordeaux.
- ZEISS, A. (1977): Jurassic stratigraphy of Franconia. — *Stuttgarter Beitr. Naturkde.*, **B**, **31**: 1–31, 8 figs; Stuttgart.

Tafelerläuterungen

Das abgebildete Material stammt aus dem im Text beschriebenen Algen-Schwamm-Bioherm, mittleres Oxford, *bifurcatus*-Zone, Steinbruch Winnberg/Sengenthal bei Neumarkt/Opf. Es wird in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München, unter der Inv.-Nr. 1987 X aufbewahrt.

Tafel I Beispiele zur Mikrofauna

Foraminifera

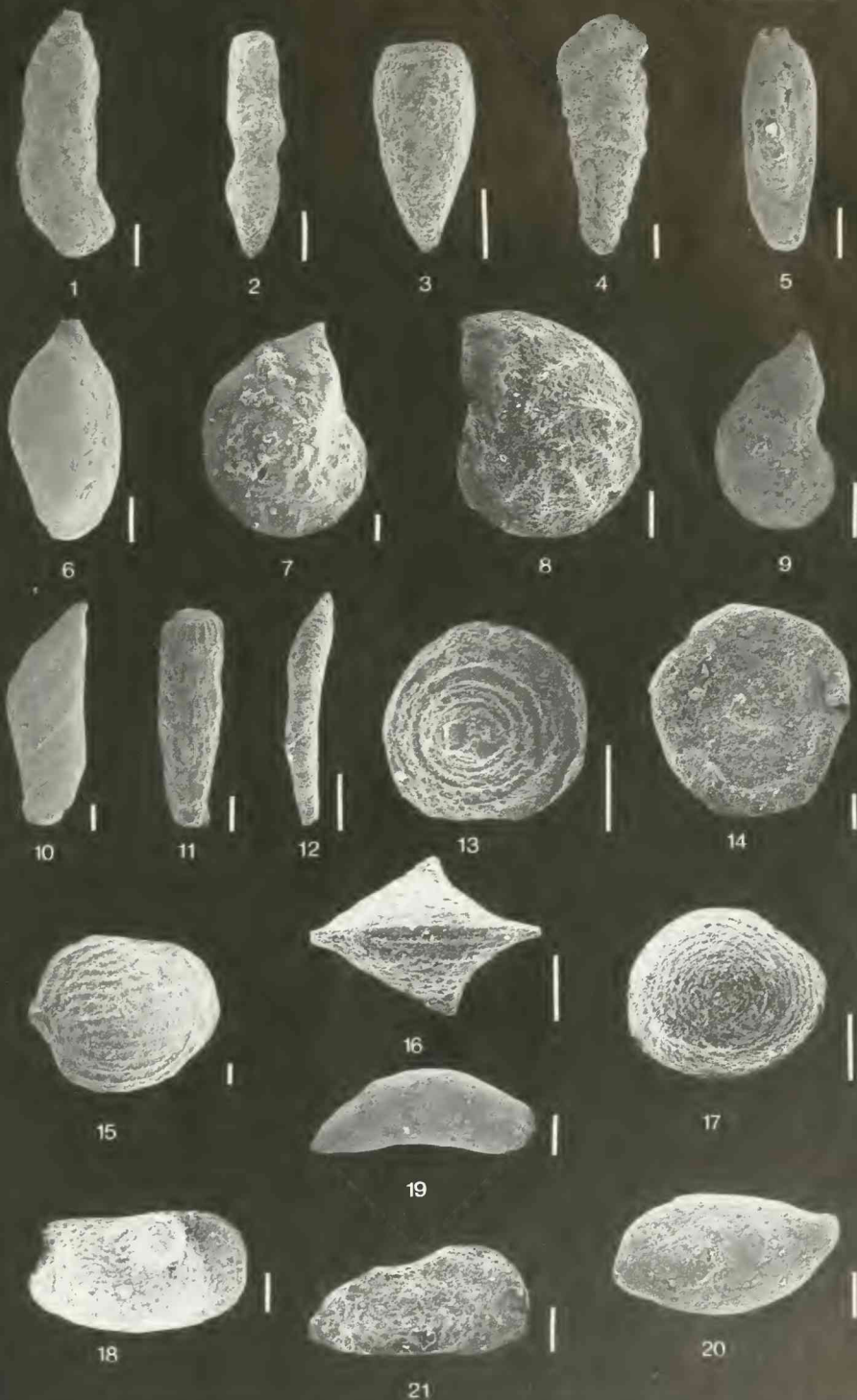
- Fig. 1: *Ammobaculites irregularis* (GUMBEL)
- Fig. 2: *Bigenerina jurassica* (HAFUSSER)
- Fig. 3: *Textularia haussleri* GROISS
- Fig. 4: *Textularia jurassica* (GUMBEL)
- Fig. 5: *Miliammina jurassica* (HAFUSSER)
- Fig. 6: *Ophtabmidium strumosum* (GUMBEL)
- Fig. 7: *Lenticulina münsteri* ROEMER
- Fig. 8: *Lenticulina quenstedti* (GUMBEL)
- Fig. 9: *Astacolus matutinus* (D'ORBIGNY)
- Fig. 10: *Planularia beierana* (GUMBEL)
- Fig. 11: *Nodosaria raphanistriformis* (GUMBEL)
- Fig. 12: *Dentalina* sp.
- Fig. 13: *Paalzowella feifeli feifeli* (PAALZOW)
- Fig. 14: *Spirillina polygyrata* GUMBEL

Ostracoda

- Fig. 15: *Thaumatocypris feifeli* TRIEBEL
- Fig. 16: *Cytheropteron rutschi* OFRTLI
- Fig. 17: *Polycope* sp.
- Fig. 18: *Monoceratina* sp.
- Fig. 19: *Macrocypris* sp.
- Fig. 20: *Kraussella* ? sp.
- Fig. 21: *Lophocythere* sp.

(Balkenlänge entspricht 0,1 mm)

TAFEL 1



Tafel 2 Beispiele zur Makrofauna

Echinodermata

- Fig. 1, 2: Stachel zu *Plegiocidaris coronata* (SCHLOTHEIM)
(mit Anbohrungen [räuberischer Gastropoden?]). 1: 1987 X 38; 2: 1987 X 37.
Fig. 3: Stachel zu cf. *Balanocidaris* sp.; 1987 X 36.

Brachiopoda

- Fig. 4, 5: Brachiopode sp. A; 1987 X 31.

Ammonoidea

- Fig. 6–8: *Perisphinctes* (*Dichotomoceras*) *bifurcatus* (QUENSTEDT)
(mit einseitigem Bewuchs aus Foraminiferen und Serpeln); 1987 X 4.
Fig. 9: *Taramelliceras* sp.; 1987 X 5.
Fig. 10: *Glochiceras* sp.; 1987 X 2.
Fig. 11: *Perisphinctes* (*Dichotomoceras*) cf. *bifurcatoides* ENAY; 1987 X 3.

Porifera

- Fig. 12: Beispiel eines total verkalkten Kieselschwamms; 1987 X 42.
Fig. 13: *Cnemidiastrum* sp.; 1987 X 40.
Fig. 14: Bruchstück eines hexactinelliden Schwamms
(teilweise mit dolomitisierter Kalkkruste überzogen); 1987 X 43.
Fig. 15: *Trochobolus* sp.
(teilweise mit dolomitisierter Kalkkruste überzogen); 1987 X 41.

(Balkenlänge entspricht 1 cm)

TAFEL 2



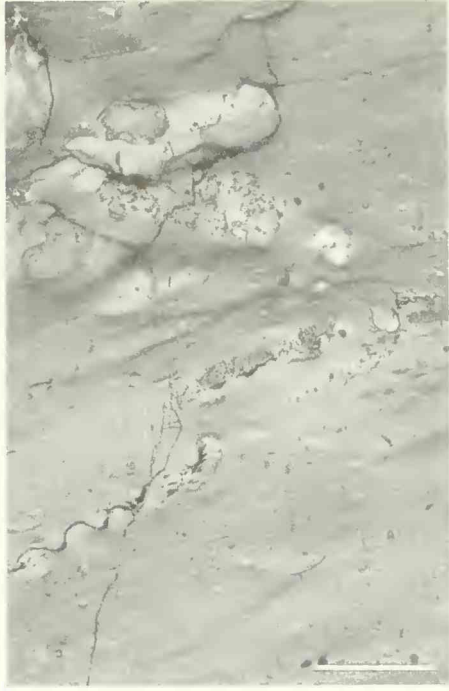
Tafel 3 Beispiele zur Mikrofazies I

- Fig. 1: Tuberolithischer Wacke- bis Packstone, Übergang von proximaler zu distaler Fazies.
Die Komponenten sind mäßig bis gut gerundet und berühren sich nur selten. Die Berührung von Komponenten kann durch Bioturbation oder Stylolithisierung unterstützt worden sein.
- Fig. 2: Tuberolithischer Wacke- bis Packstone, proximale Fazies.
Grobe Klaster verkalkter, hexactinellider Schwämme sind von Drucklösungsflächen umgeben, die eine gute Rundung verursachen oder zumindest unterstützen. Unten links ist die Schale einer pectiniden Muschel zu erkennen. In der linken Bildhälfte wird Bioturbation vom Typ *Chondrites* sichtbar.
- Fig. 3: Tuberolithischer Wacke- bis Packstone.
Becherschwamm und Bruchstücke eines Teller-/Trichterschwamms in stark mikritischer Tuberoidfazies. Schwammsubstanz wurde überwiegend durch Mikrit ausgetauscht. War eine frühzeitige Einlagerung in Mikrit und damit fehlende Umkrustung die Ursache für die ausgebliebene Mumienbildung? Die Randlage dieser Probe im Biohermbereich scheint diese Annahme zu unterstützen.
- Fig. 4: Krusten-(Algen-)Schwamm-Boundstone in einer Schwammbank.
Der verkalkte Tellerschwamm (unten) ist ebenso wie der kalzifizierte Becherschwamm (oben) von Krusten um- und überwachsen. Deren heliotropes Wachstum ist hier gut zu erkennen. In den peloidhaltigen Lagen können inkrustierende Foraminiferen (meist *Nubeculinella* und *Bulloporella*) vorkommen. Zwischen den säulig gewachsenen Krusten der oberen Bildhälfte ist feinlaminiertes, tuberoidführender Mikrit eingelagert, der das Krustenwachstum beendet.

(Balkenlänge entspricht 1 cm)



1



2



3



4

Tafel 4 Beispiele zur Mikrofazies II

Fig. 1: Krusten-Bafflestone in der Algen-Schwamm-Fazies.

Schmale, steilsäulenförmig nach oben gewachsene Peloidkrusten mit inkrustierenden Foraminiferen sitzen auf einem völlig verkalkten/dolomitisierten und stark zerbohrten Kieselschwamm. Zwischen den säuligen Krusten ist laminiertes Mikritsediment mit feinen Tuberoiden eingefangen. Über einer Erosionsfläche (= Sedimentationsunterbrechung) folgt erneut tuberoidführendes, mergeliges Mikritsediment.

Fig. 2: Krusten-(Algen-)Schwamm-Boundstone.

Hier von der Kernzone eines kleinen Bioherm-Embryonen mit teilweise dolomitisiertem Mikritsediment.

Fig. 3: Krusten-(Algen-)Schwamm-Boundstone.

Hier mit nur schwach entwickeltem Krustenwachstum, zeigt er stark bioturbirte und später dann dolomitisierte Bereiche. Erosiv greift darüber mergeliges Normalsediment (mit *Chondrites*) ein, das (rechts oben) groben, schlecht gerundeten Algen-Schwamm-Bruch führt. Dieser Klastenbildung muß eine Phase stark verringerter Sedimentation vorausgegangen sein.

Fig. 4: Bioturbate Bindstones.

Sie charakterisieren die Randbereiche des Bioherm-Wachstums. Schwämme oder Schwammbruch treten stark zurück bzw. fehlen ganz. Bei den Spuren handelt es sich um Einbettungsstrukturen von Organismen, die auch bohren konnten, um sich mehr Platz zu verschaffen. Styolithenflächen im unteren Drittel zeugen von starken Lösungsvorgängen. Diese folgten vor allem Grab- und Bohrgängen, da Wegbarkeiten für Porenwässer durch die Pelletisierung des Internsediments entstanden waren.

(Balkenlänge entspricht 1 cm)



1



2



3



4

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Histor. Geologie](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Dohmann Caroline

Artikel/Article: [Mikrofaziell-palökologische Analyse eines Algen-Schwamm-Bioherms aus dem mittleren Oxford von Sengenthal 3-25](#)