BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

ABHANDLUNGEN · NEUE FOLGE, HEFT 169

Eine erweiterte Riff-Typologie und ihre Anwendung auf kretazische Biokonstruktionen

von

RICHARD HÖFLING

Vorgelegt von Herrn Dietrich Herm
am 3. Mai 1996

MÜNCHEN 1997

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KOMMISSION BEI DER C. H. BECK'SCHEN VERLAGSBUCHHANDLUNG MÜNCHEN

Mit 31 Abbildungen im Text
und 34 Tafeln

ISSN 0005-6995

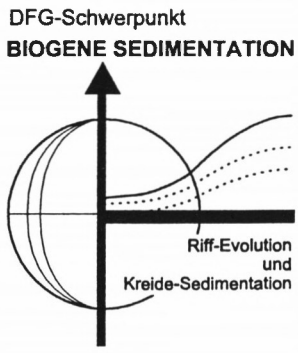
(Abhandlungen – Bayerische Akademie der Wissenschaften,
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse)

ISBN 3 7696 2559 5

© Bayerische Akademie der Wissenschaften München 1997

Satz und Druck des Textteils: C. H. Beck'sche Buchdruckerei Nördlingen
Reproduktion und Druck der Tafeln: digital color GmbH Garching
Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier
(hergestellt aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff)
Printed in Germany

„Life is quite stochastic. It's not survival of the fittest; it's survival of the luckiest."
T. J. M. SCHOPF, 1982



DANK

Vorliegende Arbeit erfuhr in großzügiger Weise stete Förderung und Unterstützung durch meinen hochverehrten akademischen Lehrer, Herrn Prof. Dr. D. HERM, sei es durch anregende Diskussionen im Institut wie auch auf gemeinsamen Geländebegehungen, ferner durch Bereitstellung von Vergleichsproben aus der kalkalpinen Oberkreide wie auch finanzielle Mittel für Studienreisen zu wichtigen Untersuchungsgebieten. Dafür und nicht zuletzt für manche moralische Aufrüstung gilt ihm mein aufrichtiger und herzlicher Dank.

Besonders herzlich danke ich meinem langjährigen Freund und Kollegen Dr. E. MOUSSAVIAN für die vielen gewinnbringenden Dispute und kritischen Bemerkungen über alpine Kreideriffe am Mikroskop wie auch vor Ort.

Für anregende Diskussionen und auch diverse Literaturhinweise bin ich den Herren Prof. Dr. W. JUNG, Dr. H. MAYR, E. RIEBER, Dr. G. SCHAIRER und Dr. W. WERNER, im besonderem Maße auch Frau G. FRANK sowie Herrn W. ECKSTALLER, F. JUNGHAN und S. GÖTZ dankbar verbunden. Interessante Anregungen vermittelten in dankenswerter Weise die Herren Prof. Dr. E. FLÜGEL (Erlangen) und Prof. Dr. D. SCHUMANN (Darmstadt).

Anläßlich der z. T. sehr aufwendigen Geländearbeiten profitierte ich von gemeinsamen Begehungen und Diskussionen mit Priv. Doz. Dr. H. SCHOLZ (München), Prof. Dr. J. M. PONS (Barcelona), Dr. J.-P. MASSE (Marseille) und Dr. G. CAMOIN (Aix-en-Provence), Dr. P. SKELTON (Milton Keynes), Prof. Dr. A. POLŠAK (†), Dr. I. VELIĆ und Prof. Dr. J. TIŠLJAR (Zagreb), Dr. R. SCOTT (Tulsa), Prof. Dr. E.G. KAUFFMAN, Dr. C. JOHNSON (Bloomington) und Dr. P. HARRIES (Tampa), sowie Dr. J. JELL (Brisbane).

Herr H. MERTEL und Herr G. FUCHS fertigten die Dünnschliffe bzw. Anschliffe, Frau R. LIEBREICH die Stereoscan-Aufnahmen, Herr K. DOSSOW einen Teil der Reinzeichnungen an. Herr F. HÖCK führte die Fotoarbeiten durch. Herr E. SCHMIEJA präparierte einige Großstükke, Frau PFLIEGL-MOUSSAVIAN und Frau R. SCHLEICHER-SCHWARZ besorgten die Reinschrift der Arbeit. In besonderem Maße bemühte sich Frau E. KUNZ um die Fertigstellung der Endfassung für die Drucklegung. Für ihre große Sorgfalt und aufgewendete Geduld wie auch manch wertvollen Ratschlag danke ich diesen Personen aufs herzlichste.

Ferner danke ich der Deutschen Forschungsgemeinschaft, welche die Untersuchungen durch Reise- und Sachmittel entscheidend gefördert hat (Ho 1198/2).

INHALT

	Kurzfassung	9
	Summary	9
1	Allgemeiner Teil	11
1.1	Einführung – Zielsetzung – Methodik	11
1.2	Zur Problematik der Riff-Terminologie bzw. Klassifizierung – ein historischer Rückblick	12
1.2.1	Ältere Riffdefinitionen	13
1.2.2	Moderne Rifftheorien	17
1.3	Erweiterte Rifftypologie	22
1.3.1	Terminologie	23
1.3.1.1	Bioherme	23
1.3.1.1.1	Skelettale Bioherme	24
1.3.1.1.2	Non-skelettale Bioherme	27
1.3.1.2	Biostrome	28
1.3.1.2.1	Skelettale Biostrome	29
1.3.1.2.2	Non-skelettale Biostrome	31
1.3.1.3	Reef Mounds	32
1.3.1.4	Mud Mounds	35
1.3.1.5	Cluster	36
1.3.1.6	Bänke	37
1.3.1.7	Schillhorizonte und Pseudobioherme	38
1.3.1.8	Zusammenfassung	40
1.4	Fossilvergesellschaftungen von Biokonstruktionen – ein neuer palökologischer Klassifikationsversuch	41
1.4.1	Bisherige Konzepte	41
1.4.2	Das neu vorgeschlagene Konzept	42
2	Spezieller Teil: Ausgewählte Fallbeispiele kretazischer Biokonstruktionen	45
2.1	*Fallbeispiel 1*: Dendriforme Hippuriten-Bioherme und -Cluster von Grünbach, SW Wien (Nördliche Kalkalpen; Ober-Santon)	45
2.2	*Fallbeispiel 2*: Massiv-knollige Korallen-Stromatoporoiden-Bioherme des Allgäuer Helvetikums NW Oberstdorf (Schrattenkalk; Unter-Apt)	56
2.3	Sondertypen massiv-knolliger Bioherme	70
2.3.1	Pseudodendriformes, massiv-knolliges Korallen-Cyanobakterien-Bioherm.	70
2.3.2	Gemischt dendriforme/massiv-knollige Bioherme	71
2.4	Crustose und agglutinierte Bioherme	71
2.5	*Fallbeispiel 3*: Einfache dendriforme Rudisten-Biostrome von Fenoliga, S-Istrien (Unter-Turon)	71
2.6	*Fallbeispiel 4:* Komplexe dendriforme Hippuritiden- und Korallen-Hippuritiden- Biostrome, Atzlgraben (Brandenberger Gosau/Tirol; Coniac)	77
2.7	*Fallbeispiel 5*: Komplexe massiv-knollige Korallen-Algen-Biostrome, Atzlgraben (Brandenberger Gosau/Tirol; Coniac)	85
2.8	Sondertypus: Komplexe gemischt dendriforme/massiv-knollige Biostrome	92
2.9	Crustose und agglutinierte Biostrome	92

2.10 *Fallbeispiel 6*: Caprotiniden-Substratsticker-Biostrome, Jubilee Limestone, Benbow-Inlier, NE-Jamaika (Apt) 93
2.11 *Fallbeispiel 7*: Non-skelettale Biokonstruktionen: Stromatolith-Bioherme von Šošići, Istrien (Valangin-Hauterive) 95
2.12 Kretazische Stromatolith-Biostrome 99
2.13 Kretazische Reef Mounds 99
2.14 Kretazische Mud Mounds 103
2.15 Zusammenfassung 104

3 Literaturverzeichnis 106

Tafeln

KURZFASSUNG

Ausgehend von einem kritischen Rückblick auf die bisher im Schrifttum unterschiedlich verwendeten Termini zur Beschreibung und Klassifizierung von Riffen wird eine erweiterte, auf dem jeweils dominierenden Interngefüge basierende, für alle fossilen Biokonstruktionen anwendbare Rifftypologie aufgestellt und anhand von Beispielen aus der Erdgeschichte veranschaulicht. Hierbei werden die sechs Biokonstruktionsgruppen *skelettale* wie *non-skelettale Bioherme* und *Biostrome, Reef Mounds* und *Mud Mounds,* zumeist mit mehreren Untergruppen, festgelegt und von non-rezifalen Bildungen abgetrennt.

In einem neuen Riffkonzept läßt sich das von FAGERSTROM (1987) auf Riffgemeinschaften übertragene komplizierte „guild-concept" auf die drei für rezifale Verhältnisse hier als charakteristisch angesehenen Gruppen *Gerüstbildner, Binder* und *Bewohner* reduzieren und mit Dreiecks- bzw. Sektorendiagrammen quantitativ darstellen.

Im speziellen Teil werden sowohl erweiterte Rifftypologie wie auch verändertes Riffkonzept auf neuuntersuchte Biokonstruktionen der gesamten Kreide exemplarisch angewandt und mit gut untersuchten Beispielen aus der Literatur verglichen. Es zeigt sich dabei, daß rudistendominante Biostromtypen ab der Mittelkreide die vorher überwiegenden Korallen-Stromatoporoiden-Bioherme ablösen; echte Rudisten-Bioherme sind vergleichsweise selten. Die Bedeutung kretazischer Reef Mounds wurde bisher offenbar unterschätzt. Nonskelettale Biokonstruktionen wie auch Flachwasser-Mud Mounds hingegen treten in der Kreide deutlich zurück.

SUMMARY

Since more than 150 years the term 'reef' has become an inexact word with different meanings applied to a great variety of organic and non-organic geological bodies. Moreover a remarkable number of different terms has been introduced to denote the origin and shape of the in-place growth of organisms and their relation to associated facies types.

The present paper gives a critical review of the different reef classifications so far used in the literature and deals with the proposal of an extended reef typology based on the internal fabric of fossil bioconstructions integrating the wellknown and clearly defined terms *bioherms, biostromes, reef mounds, mud mounds* and *stromatolites*. These can be specified as follows: dendriform, massive-nodular, crustose and agglutinated skeletal bioherms and biostromes, nonskeletal bioherms (biohermal stromatolites) and biostromes (biostromal stromatolites) respectively.

This typology generally allows to describe shallow-and deep-marine as well as non-marine bioconstructions. Wave resistance is no longer a criterion for reefs. The bioconstructions can be quantitatively characterized in a triangular plot through the percentages of in situ constructors, binders and matrix/bioclasts. The 'guild-concept' established by FAGERSTROM (1987) can be reduced to the main groups involved in the building of reef complexes: constructors, binders and dwellers.

Examples of each bioconstruction type or subtype from different Cretaceous localities of the Alpine-Mediterranean and Caribbean realm with their facial and palaeoecological cha-

racteristics are described in detail. Comparisons to other well documented Cretaceous reefs from literature are given.

In general it can be stated that Lower Cretaceous coral-stromatoporoid bioherms were replaced during the „mid"-Cretaceous period by rudist-dominated biostrome types; real rudist bioherms are rare. Rudistid and also coral-dominated reef mounds with a high content of binding microbial organisms are assumed to be more important for the Cretaceous than hitherto known.

1. ALLGEMEINER TEIL

1.1 EINFÜHRUNG – ZIELSETZUNG – METHODIK

Im Verlauf einer nahezu zehnjährigen Beschäftigung mit „Kreideriffen", in den letzten Jahren eingebunden in das DFG-Schwerpunktprogramm „Globale und regionale Steuerungsprozesse biogener Sedimentation: Riff-Evolution und Kreide-Sedimentation" konzentrierte ich mich bisher darauf, kreidespezifische Biokonstruktionen beschreibend darzustellen. Einige Beispiele der ostalpinen Oberkreide wurden im Rahmen meiner Dissertation nach dem neuentwickelten paene-holistischen Konzept ausführlich analysiert und palökologisch gedeutet (HÖFLING 1985). Für die in o.g. Forschungsprojekt angestrebte interdisziplinäre Untersuchung kretazischer biogener Strukturen im Hinblick auf deren kontrollierende globale, regionale und evolutive Faktoren (z.B. Klima, Tektonik, Meeresspiegelschwankungen) war es zunächst erforderlich, diverse „Rifftypen" der Tethyskreide hinsichtlich ihrer jeweiligen Biokonstrukteure, faziellen Verhältnisse und Ablagerungsorte genauer zu erfassen. Hierbei ergaben sich jedoch in vermehrtem Maße Probleme beim Klassifizierungsversuch und der Terminologie der verschiedenen Rifftypen.

Seit mehr als 150 Jahren wird der Riffbegriff im Schrifttum sehr unterschiedlich verstanden, die beschreibenden und benennenden Termini von Biokonstruktionen je nach Autor uneinheitlich und widersprüchlich verwendet; viele Begriffe erweisen sich als unscharf bzw. unpassend, was zu Verständigungsschwierigkeiten und sogar Verwirrungen Anlaß gab.

Dementsprechend erschien es mir eine wichtige Notwendigkeit, in vorliegender Arbeit zunächst in einem historischen Rückblick die wichtigste Originalliteratur kritisch zu analysieren und daraus – als Grundlage für künftige Forschungen – eine erweiterte Typologie für fossile Kreideriffe zu erstellen, in der diese geologischen Körper nach dem von den jeweiligen Gerüstbildnern resp. -bindern erzeugten Interngefüge in sechs skelettale wie nonskelettale Biokonstruktionsgruppen eingeteilt sind und von non-rezifalen Bildungen abgetrennt werden. Darüber hinaus wird ein neues Riffkonzept vorgestellt, in dem sich die Biokonstruktionen paläontologisch ausschließlich nach Gerüstbildner, Binder und Bewohner, sedimentologisch nach skelettalen, non-skelettalen und bioklastischen Komponenten bzw. dem Anteil an mikritischer Matrix unterscheiden und in einer Dreiecksdarstellung graphisch anordnen lassen. Rifftypologie und Riffkonzept sind auf alle rezifalen Bildungen der Erdgeschichte übertragbar.

Der spezielle Teil umfaßt die Anwendung von erweiterter Rifftypologie und neuem Riffkonzept auf ausgewählte Beispiele kretazischer Biokonstruktionen, wobei eigene Geländebefunde aus dem alpin-mediterranen und nordamerikanisch-karibischen Raum wie auch Literaturdaten gesicherter Riffstrukturen entsprechend ausgewertet wurden. Die Bearbeitung des gesammelten Materials erfolgte überwiegend nach mikrofaziellen und karbonatsedimentologischen Kriterien (vgl. FLÜGEL 1978). Die aus Pointcounter-Analysen sowie Auszählungen im Gelände gewonnenen Daten über die quantitative Rifforganismen-Verteilung schließlich wurden in Sektorendiagrammen, prozentual getrennt nach Gerüstbildner, Binder und Bewohner, dargestellt.

Das Belegmaterial zu dieser Arbeit wird in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München unter der Inventar-Nr. BSP 1992 XVI, wie auch im Zumsteinhaus Kempten (Naturwissenschaftliche Sammlungen des Allgäus, H-KU) aufbewahrt.

1.2 ZUR PROBLEMATIK DER RIFF-TERMINOLOGIE BZW. -KLASSIFIZIERUNG – EIN HISTORISCHER RÜCKBLICK –

„It is very pleasant easy work putting together the frame of a geological theory, but it is just as tough a job collecting & comparing the hard unbending facts."
CHARLES DARWIN, 1839
(bei Abfassung der „Coral-Reefs")

Einer lexikalischen Erläuterung (WEBSTER's New Collegiate Dictionary; Ausg. 1956) folgend bezeichnet das vom holländischen bzw. altnorwegischen **rif** (Rippe) abgeleitete Wort **Riff** ursprünglich einen **schmalen Rücken aus Gestein, Kies oder Sand direkt an der Wasseroberfläche bzw. geringfügig darunter**. Derartige Untiefen bedeuteten von alters her nicht zu unterschätzende Gefahren für die Schiffahrt. Schon sehr früh jedoch erkannten Seefahrer, daß viele dieser topographischen Erhebungen heutiger Meere von Korallenskeletten aufgebaut werden und sprachen deshalb von **Korallenriffen**.

Seit DARWIN's (1842) grundlegenden Gedanken und Ausführungen über Struktur und Verbreitung von Korallenriffen ist die Diskussion um die Definition bzw. Anwendung des Riff-Begriffs bis heute nicht abgerissen (vgl. zuletzt u. a. LONGMAN 1981; SCHUHMACHER & ZIBROWIUS 1985; FAGERSTROM 1987; GUILCHER 1988; JAMES & GELDSETZER 1989; FLÜGEL 1989 a; FLÜGEL & FLÜGEL-KAHLER 1992). In seinem einleitenden Kapitel bemerkt DARWIN (1842): *„Without any distinct intention to classify coral-reefs, most voyagers have spoken of them under the following heads: 'lagoon-islands' or 'atolls', 'barrier' or 'encircling reefs', and 'fringing' or 'shore-reefs'."*

DARWIN's Betrachtungen beschränkten sich weitgehend auf rezente Riffe. In der Folgezeit traten jedoch beim Transfer des Riff-Begriffs auf fossile Biokonstruktionen mehr und mehr Probleme, v.a. bei der Riffklassifizierung auf. Nur zu oft wurde (und wird z. T. noch heute) der Terminus **Riff** ziemlich unkritisch und unbekümmert auf fossile und damit zumeist anaktualistische Verhältnisse (bzgl. Riffbildner wie auch Riffmorphologie) übertragen. Obwohl Biokonstruktionen seit dem Proterozoikum eine stark differenzierte evolutive Geschichte zeigen, entbehren sie – trotz vielfältiger Ansätze – für ihre exakte Beschreibung und Klassifizierung eines klar definierten, allgemein gültigen und in Gebrauch befindlichen Begriffsinventars. Diverse Termini, die heute verschiedene Autoren durchaus noch unterschiedlich auffassen und anwenden, wurden in den letzten 100 Jahren neu aufgestellt, was letztlich zu etlichen Tautologien führte (z. B. **Riff-Bioherm**; vgl. u. a. BRAITHWAITE (1973), der die semantischen Probleme bei der Beschreibung von Riffen eingehend diskutiert).

Damit beruhen auch die bisherigen Darstellungen bzw. Kompilationen der Entwicklungsgeschichte von Riffen sensu lato mit entsprechenden Schlußfolgerungen auf z. T. **konträren Interpretationen des Riff-Begriffs**. So entwickelte NESTOR (1980) aus solchen heterogenen Daten eine hypothetische Produktivitätskurve der Riffsysteme mit Maxima, die den Entwicklungshöhepunkten der jeweiligen Biokonstruktionsbildungen entsprechen. Während JAMES (1983) zwei Hauptzyklen der generellen Riffentwicklung unterscheidet, stellt SHEEHAN (1985) sieben Intervalle der Riffbildung dar, jedes mit einem **extinction-Ereignis** endend, welches jeweils auch die riffbenachbarten Benthosgemeinschaften erfaßte; in den „rifflosen" Zeiten standen nach seiner Auffassung offenbar keine geeigneten Biotope für Gerüstbildner zur Verfügung bzw. wurden die Benthosgemeinschaften „reorganisiert".

TALENT (1988) hingegen spricht von neun evolutiven Höhepunkten im phanerozoischen Riffgeschehen und stellt Zusammenhänge mit globalen Klima- und Lebenskrisen bzw. tektonosedimentären Ereignissen her. Lediglich NELSON et al. (1962) sowie HECKEL (1974) setzen sich in ihren Übersichten über die Riffentwicklung in der Erdgeschichte bisher als einzige kritisch mit Definitionen von riffbeschreibenden Begriffen auseinander.

Bleibt anzufügen, daß der Riff-Begriff gegenwärtig nicht nur physiographisch für organismisch gebaute Strukturen gebraucht wird, sondern darüber hinaus auch eine lagerstättenkundliche Bedeutung, speziell in Südafrika und Australien, besitzt (vgl. STOKES & VARNES 1955), so v.a. für lagige, lentikulare Erzkörper, wie beispielsweise das MERENSKY-**Reef** im Bushveld-Komplex Südafrikas, eine Sulfid-Pyroxenit-Einheit in einer anorthositisch-gabbroiden Gesteinsfolge mit hohen Platin- und Palladium-Gehalten (COUSINS 1969). Selbst bei manchen stratifizierten lithologischen Einheiten wie z. B. der fluviatil gebildeten Quarzitfolge des **Black Reefs** zwischen der Wolkberg und der Chuniespoort Group der präkambrischen Transvaal-Sequenz Südafrikas findet die hier völlig irreführende Bezeichnung **Riff** noch heute Verwendung (vgl. jüngst CLENDENIN et al. 1991).

1.2.1 Ältere Riffdefinitionen

In seiner Beschreibung der von Vorderindien zum NW Ceylons ziehenden Inselgirlande der Adamsbrücke befaßt sich WALTHER (1891:29) als einer der ersten Forscher nach DARWIN eingehend mit dem Wesen der Riffbildung:

„Ein Korallenriff ist ein isoliertes, über den Meeresboden sich erhebendes Kalklager, wesentlich gebildet durch ästige Korallen, welche den Detritussand auffangen und verhindern, daß er sich über den Meeresboden gleichmäßig ausbreite."

WALTHER weist ferner darauf hin:

„Häufig wird in geologischen Abhandlungen Kalkbildung und Riffbildung verwechselt, so daß man jedes beliebige kalkabscheidende Tier, jede kalkbildende Pflanze für einen Riffbildner erklärt, weil ihre Reste größere Kalkablagerungen bilden helfen."

Deshalb, so stellt er fest,

„dürfen wir folgerichtig nur solche Organismen als Riffbildner bezeichnen, welche mit Hilfe von Kalksand lokal begrenzte Kalklager bilden. Hierher gehören die ästigen Korallen, Bryozoen und andere Organismen, welche im stande sind, Sand zu fangen."

Aufgrund seiner ausführlichen Studien über triassische Algendolomite Südtirols bemerkt ROTHPLETZ (1894):

„Die Zeit ist gekommen, wo, wenn die Bezeichnung „Riff" noch Gültigkeit haben soll, eine genaue Definition dafür gegeben werden muß."

Dessen ungeachtet stellt VAUGHAN (1911:238 f.) seinen Ausführungen über paläozoische Korallenriffe eine ziemlich simple geomorphologisch-sedimentologisch orientierte Riffdefinition voraus:

„A coral reef is a ridge or mound of limestone, the upper surface of which lies, or lay at the time of its formation, near the level of the sea, and is predominantly composed of calcium carbonate secreted by organisms, of which the most important are corals. A coral reef is, therefore, primarily a limestone formed through the activity of organisms secreting carbonate of lime."

Darüber hinaus verweist er auf die Wichtigkeit des Rezentvergleichs bei jeglicher Betrachtung fossiler Riffstrukturen. Bezugnehmend auf diese Ausführungen wendet HOWE (1912) jedoch ein, daß sich VAUGHAN'S Riff-Definition zu sehr auf Korallenbauten beschränke und dabei die Bedeutung der Algen zu kurz komme.

GRABAU (1913:384–466) gibt in seinem Lehrbuch zwar keine Riffdefinition, führt aber einige grundlegende charakteristische Riffeigenschaften an:
- die Form der Riffe kann hügel-, rückenförmig oder flächig sein;
- Riffe sind Sedimentfänger;
- Riffe können das umgebende Milieu kontrollieren;
- auch Algen und Schwämme können in einem Riff vorherrschen;
- Riffgesteine zeigen keine Schichtung.

Er verwendet u. a. die Begriffe **Biolith, Zoolith** und **Phytolith** für Gesteine unterschiedlichen organischen Ursprungs. Daneben definiert er den Begriff **Fossil-Bank** als von schalentragenden Organismen-Kolonien (z. B. Bivalven) aufgebaute flächige Struktur mit geringem Relief über dem Meeresboden und gibt als Beispiel die von GILBERT & GULLIVER (1895) bearbeiteten **Tepee Buttes** der oberkretazischen Pierre-Shales von Colorado an. Es handelt sich hierbei um (wohl sekundär?) dicht angereicherte Schalen von *Lucina occidentalis* in stratifizierten Kalken, welche aus den sie umgebenden siltigen Tonsteinen kegelartig (indianerzelt-ähnlich, Name!) herauswittern. Für stromatolithische Bildungen verwendet GRABAU (1913) den Begriff **bedded reefs**.

Anläßlich ihrer ausführlichen Darstellung mittelsilurischer Korallen-Biokonstruktionen Nordamerikas stellen CUMINGS & SHROCK (1928:599) klar heraus, daß „Korallenriffe" außer von Korallen häufig auch von anderen Organismen wie Algen, Bryozoen, Crinoiden, Mollusken etc. aufgebaut werden. Wegen der mißverständlichen Bedeutungen des Begriffs **Riff** schlagen sie deshalb für entsprechende organische Bildungen den Terminus **Bioherm** vor, ohne diesen jedoch klar zu definieren. Dies erfolgte erst durch CUMINGS (1930:207), der **für Riffe aller Art** ausschließlich den aus dem Griechischen abgeleiteten Begriff **Bioherm** (bios = organisch, herma = Riff) gelten läßt; er gibt folgende Charakterisierung:

„. . . any dome-like, mound-like, lense-like, or otherwise circumscribed mass, built exclusively or mainly by sedentary organisms such as corals, stromatoporoids, algae, brachiopods, molluscs, crinoids, etc., and enclosed in normal rock of different lithologic character."

In seiner Bearbeitung unterkarbonischer Riffstrukturen Indianas schränkt STOCKDALE (1931:711) daraufhin den Begriff **Bioherm** für **aufrecht wachsende Organismen** ein, Crinoiden-Anreicherungen beispielsweise betrachtet er als **stratifizierte Bänke**.

CUMINGS (1932:333 f.) übernimmt in der vielzitierten Diskussion **„Reefs or bioherms?"** zwar seine frühere Bioherm-Definition, schlägt daneben aber den Terminus **Biostrom** (griech. bios = organisch, stroma = Schicht, Lage) vor für

„. . . purely bedded structures, such as shell beds, coral beds, etcetera, consisting of and built mainly by sedentary organisms, and not swelling into moundlike or lenslike forms . . .".

Für fossile Biokonstruktionen erwägt er ferner die Verwendung zusammengesetzter Begriffe mit der Nachsilbe **-lith**, wie **Stromatolith** (bereits eingeführt von KALKOWSKY (1908) für entsprechende Algenstrukturen im norddeutschen Buntsandstein), bzw. **Hermatolith** oder **Hermatobiolith** für fossile Riffgesteine. Fußend auf den Studien von PIA (1926) hebt CUMINGS (1932:341) darüber hinaus erstmals die Bedeutung von Kalkalgen hinsichtlich ihrer inkrustierenden, gerüstbindenden, aber auch gerüstbildenden Funktion bei fossilen wie rezenten Riffen deutlich hervor. Für algenreiche Ablagerungen, beispielsweise des Schlerndolomits Südtirols, verwendet er die Bezeichnung **algal banks**; er stützt sich hierbei v.a. auf die Bearbeitungen von ROTHPLETZ (1894) sowie OGILVIE-GORDON (1927). Obwohl er zum vorsichtigen Gebrauch des Begriffs **Bioherm** ermahnt, klassifiziert CUMINGS (1932:344) die von STOCKDALE (1931) beschriebenen geschichteten Crinoiden-Lagen aus dem Karbon von Indiana als **crinoidal bioherms (!)**; zudem faßt er die intern lagig-gebauten Schalenanreicherungen der Tepee Buttes (vgl. GILBERT & GULLIVER 1895) als **kleine Bioherme**

auf, bezeichnet sie an anderer Stelle jedoch als **shell banks** und charakterisiert rezente *Mytilus*-Bänke des ostenglischen Wash wie auch Austern-Bänke vor der Mündung des Newport Rivers (North Carolina) als **shell bioherms**, was letztlich zu weiterer Verwirrung beiträgt, die in einem folgenden Kapitel in der Feststellung *„most shell beds may be classified as biostromes"* gipfelt.

SHROCK (1939:532) faßt in der Folgezeit die Termini **Riff** und **Bioherm** als synonym auf, schließt sich weitgehend der Definition von CUMINGS (1930) an, umschreibt aber die Bioherme morphologisch als **reefy mounds**.

In einer wenig bekannten Publikation weist LADD (1944:26 f.) erstmalig darauf hin, daß der Begriff **Riff** ausschließlich auf **wellen-resistente organische Bauten** angewendet werden solle und von solchen, die innerhalb der Wellenbasis vorkommen, deutlich abzugrenzen seien. **Bioherme** bzw. **Biostrome** erachtet er als **adäquate Termini für erhabene (!) Biokonstruktionen.**

Ähnlich SHROCK (1939) folgt auch WILSON (1950:181) im wesentlichen der Riffdefinition von CUMINGS (1930), erwähnt aber weder **Bioherm** noch **Biostrom**. Er wird darin von LADD (1950) für rezente Riffe bestätigt.

TWENHOFEL (1950) faßt als erster die Riffbildungen der Erdgeschichte im Überblick systematisch zusammen, erweitert darüber hinaus die Riffdefinition von CUMINGS (1930) auch auf **nicht-marine Riffkonstrukteure** bzw. auf solche, welche an ein Leben im **Intertidal** angepaßt sind. **Bioherm** und **organic reef** sieht er als **synonym** an.

LINK (1950:263) betont in einer sedimentologisch orientierten Studie über transgressive und regressive Riffentwicklungen im Hinblick auf deren Kohlenwasserstoffgehalte:

„. . . 'coral reefs' and 'bioherms' are, in a sense, one and the same."

Er folgt hierbei im wesentlichen den Bioherm- und Biostrom-Definitionen von CUMINGS (1930; 1932), weist aber auf graduelle Übergänge zwischen beiden Biokonstruktions-Typen hin.

In einer ausführlichen Darstellung der Stromatoporoiden-Korallen-dominanten Mittelsilur-Riffe des östlichen Nordamerika bewertet LOWENSTAM (1950:433) das **biologische Potential von Organismen, die Riffe erbauen können,** höher als die reine Betrachtung der daraus resultierenden morphologischen Strukturen. Er setzt sich kritisch mit den Definitionen von CUMINGS & SHROCK (1928), CUMINGS (1932) und LADD (1944) auseinander und stellt abschließend fest:

„Thus a reef, in terms of ecologic principles, is the product of the actively building and sediment-binding biotic constituents, which, because of their potential wave resistance, have the ability to erect rigid, wave-resistant topographic structures. These are the principles that are common to both past and present-day reefs but which leave room for specific evolutionary adaption."

Hinsichtlich des **Bioherm**-Begriffs äußert sich LOWENSTAM (1950:432) ablehnend:

„If we are confronted with completely altered structures which . . . cannot be shown to be reefs even though they strongly resemble reefs in form, it would be better to state explicitly their problematic nature instead of assigning them to the convenient catchall category (!) of 'bioherm'. It is rather curious that the term 'bioherm'. . . has become a receptacle for a multitude of carbonate lenticles which are wholly unrelated in origin."

Schließlich stellt dieser Autor den „wahren Riffen" **Bänke** gegenüber:

„Bank-forming organisms with compound skeletons, even if sedentary, are incapable of raising their own substrate, as their skeletons disarticulate more or less rapidly after death . . . As such, the organisms play a passive role in bank-building. . . . Thus their influence on other habitats is essentially confined to their own periphery."

KRUMBEIN & SLOSS (1951:101) hingegen halten sich in ihrem Lehrbuch sehr allgemein und sehen in **Biohermen** lediglich **größere morphologische Strukturen**, wie z. B. Riffe, die **Anreicherungen organischer Reste** darstellen, welche unter Bedingungen reichhaltigen Lebens gebildet wurden. Als **Biostrom** fassen sie

„A zone of organic structures or remains spread as a blanket or in localized sheets or lenses through a formation"

auf und geben hierfür als Beispiele einige Austern-Riffe, aber auch Kohleflöze (!) (vgl. hierzu auch STOKES & VARNES 1955).

CLOUD (1952:2128) stimmt in seiner zusammenfassenden Betrachtung fazieller, (pal)ökologischer wie auch morphologischer Merkmale von organischen Riffen grundsätzlich mit den Auffassungen LOWENSTAM's (1950) überein, fügt diesen jedoch einige neue Gedanken hinzu. So interpretiert er **biostromale Körper** (im Sinne anderer Autoren) **als mögliche Anfangsstadien von Riffen**:

„Tabular or thinly lenticular organic masses composed of frame building organisms that elsewhere build recognizable reefs are perhaps best referred to as incipient reefs. . ."

Ferner schlägt er erstmals eine Unterscheidung zwischen **eigentlichem Riff (reef proper**: *„. . .the reef-flat and its downward irregularly interfingering or veneering extension . . .")* und einem **Riffkomplex (reef complex:** *„. . . the reef-flat, adjacent patch-reef-studded parts of the lagoon floor, and the seaward takes slope . . .")* vor. Der Terminus **Bioherm** sollte für **riffähnliche organische Massen unsicherer wellenresistenter Natur** vorbehalten, der Begriff **Biostrom** ausschließlich für **bankartige Schalenanreicherungen** und nicht für potentielle Riffbildner verwendet werden.

Nach eingehender Diskussion bisheriger Auffassungen über organische Biokonstruktionen gibt MAC NEIL (1954:389) eine revidierte, auf den Lebensgemeinschaften oberhalb einer Tiefe von 6 Faden (=11m) fußende Riffdefinition:

„An organic reef is a rigid structure – composed of the calcareous skeletons of: 1) colonial and commensal animals and plants, whether algae, corals, stromatoporoids, mollusks, bryozoa, or others, interlocked or cemented together by growth; 2) all detrital materials derived from the breaking up of the colonial organisms . . .; and 3) the remains of organisms which normally live in, on, or near the organic lattice, such as foraminifers, crabs, echinoids, and other forms . . . which grows independently of and builds up at a rate greater than all surrounding types of sediments (except where becoming part of the reef body), and maintains its upper growing or depositional surface at or near the level of the sea (some parts of which may be exposed at low tide). . . . A living reef may . . . extend upwards far above the level of contemporaneous surrounding sediments, and a reef in the geologic column may have great vertical dimensions compared with surrounding sediments and be separated from them by nearly vertical or greater than vertical boundaries. . . ."

Ebenfalls bathymetrisch orientiert, definiert MAC NEIL (1954:399) als **organic bank** einen Körper *„. . .similar to an organic reef except that it lies below 6 fathoms of water."*

Bezüglich der Anwendung des Begriffs **Bioherm** bemerkt er: *„. . . a bioherm can be all or part of a bank or reef . . ."*; er fordert lediglich, daß dabei die umgebenden Sedimente überragt werden.

In einer Gegenüberstellung palökologisch wichtiger Termini betrachtet MOORE (1957: 1789 f.) den Begriff **Bioherm** als **synonym** mit **Riff** und erachtet außerdem den Ausdruck **Biostrom** als **wertlos**, da einerseits zumeist Bildungen verschiedener Biotope auf zu einfacher Grundlage miteinander verglichen würden und andererseits die Anwendung dieses Begriffs bisher zu subjektiv erfolgte.

PETTIJOHN (1957) bezieht sich in seinem Lehrbuch auf die Bioherm-Definition von CUMINGS (1932) mit dem Zusatz, daß **einige Bioherme wahre Riffe** darstellen, **diejenigen**

jedoch **nicht**, die **von sedimentbindenden** oder auch **nicht-sedimentbindenden Organismen aufgebaut** werden. Er gibt damit erstmals – ohne nähere Erläuterungen – einen Hinweis auf mud mound-artige Bildungen. Ähnlich MOORE (1957) sieht auch er die Anwendung des Begriffs **Biostrom** für (stratiforme, z. T. linsenartige Körper als **zu willkürlich** an.

DUNBAR & RODGERS (1957) betonen in ihrer knappen Charakterisierung eines fossilen **Riffs** die Überlieferung von vornehmlich in **situ-erhaltenen kolonialen Organismen.** Diese führen zu der **Massigkeit** des resultierenden Gesteinskörpers, der allseitig von wohlgeschichteten Sedimenten umgeben wird. Auch diese Autoren fassen **Riffe** als **topographische, wellenresistente Strukturen** auf und unterscheiden zwischen einfachen und komplexen Riffen ähnlich CLOUD (1952).

In einer detaillierten Faziesanalyse oberdevonischer Riffstrukturen Albertas setzt sich ANDRICHUK (1958:12 f.) kurz mit der Riffterminologie auseinander; als **Riff** bezeichnet er

„. . . a carbonate buildup having larger vertical dimensions than the surrounding sediments."

Bioherm bzw. **Biostrom** verwendet er nur **adjektivisch: biohermales Riff** für Biokonstruktionen **mit hoher vertikaler Wachstumskomponente, biostromales Riff** für **Strukturen**, gekennzeichnet durch **weite laterale Ausdehnung** und **geringes Höhenwachstum.**

WELLER (1958:636 f.) bemerkt in seiner wichtigen Studie über Faziesbegriffe, der Terminus **Bioherm** sollte ausschließlich als **strukturbeschreibender Begriff entsprechend der ursprünglichen Definition gebraucht werden.** Zudem schlägt er vor, mit **Bioherm** auch **non-reef limestone mounds** zu kennzeichnen, welche *„. . .the record of an organic community that perpetuated itself in the midst of a generally hostile environment . . ."* darstellen. MOORE (1957) folgend sieht er den Begriff **Biostrom** als **überflüssig** an, zumal er lediglich die Umschreibung einer paläobiologischen Zone darstelle.

Die zunehmende Bedeutung der Wellenresistenz für die Charakterisierung von echten Riffen unterstreicht schließlich TEICHERT (1958), der bei seiner Beschreibung rezenter und subfossiler **ahermatypischer Tiefwasser-Korallenbiokonstruktionen** des Nordatlantiks zwar durchaus deren Ähnlichkeit zu „organic reefs" (und damit zu wellenresistenten Strukturen) konstatiert, sie aber dennoch (wohl in Ahnlehnung an LADD 1944) als **coral banks** klassifiziert, da sie weit unterhalb der Wellenbasis anzutreffen sind.

1.2.2 Moderne Rifftheorien

Waren bis in die 50iger Jahre Riffdefinitionen vorwiegend von akademischem Interesse, so lenken ab dieser Zeit zahlreiche Funde von Bitumina in fossilen Riffgesteinen, zunächst in Kanada und in den USA, später auch anderswo, das Augenmerk der Angewandten Geologie auf solche Faziesbereiche und deren Erforschung. Dies zieht naturgemäß auch eine akademische Auseinandersetzung mit der entsprechenden Riffterminologie nach sich. In der Folgezeit erreicht man (eigentlich bis heute) wegen oftmals ziemlich konträren Auffassungen hinsichtlich der verschiedenartigen fossilen Riffbildungen kaum eine endgültige Klärung der meisten Begriffe, was sich nicht zuletzt auch in zusammenfassenden, sedimentologisch orientierten Werken unterschiedlich niederschlägt (u. a. WILSON 1975; FRIEDMAN & SANDERS 1978; JAMES 1983; SELLWOOD 1986; SCOFFIN 1987; FÜCHTBAUER 1988; EINSELE 1992). Jedoch nimmt infolge eingehender Analysen fossiler Biokonstruktions-Komplexe die Karbonatsedimentologie einen spürbaren Aufschwung (z. B. HAM & PRAY 1962; FERAY et al. 1962; LEIGHTON & PENDEXTER 1962; FOLK 1962; PLUMLEY et al. 1962; DUNHAM 1962; CHESTER 1965; STANTON 1967 und FLÜGEL 1978 bzgl. Untersuchungsmethodik und Klassifikation,

sowie PETERSON 1966; BRIGO et al. 1977; BUROLLET 1984 und LAGNY 1984 hinsichtlich der lagerstättenkundlichen Relevanz solcher Untersuchungen).

Die bisher vornehmlich diskutierten Termini **Riff, Bioherm, Biostrom, Bank** bringt man ferner zunehmend mit **partiell skelettal** aufgebauten Strukturen (**mound reefs**, vgl. z. B. WILSON 1975 sowie FLÜGEL 1989 a) bzw. non-skelettalen Körpern wie **Stromatolithen** s.l. (siehe u. a. MONTY 1973, 1974, 1981; WALTER 1976; PRATT 1982 a; MATTER 1984) bzw. **Mud Mounds** (vgl. u. a. PRATT 1982 b; MONTY 1984, 1990; WELLER 1989 b) in Zusammenhang, was z. T. zu Begriffskombinationen führt. Darüber hinaus betrachtet man Biokonstruktionen vermehrt in Verbindung mit ihrem Auftreten auf Karbonatplattformen und deren jeweilige sedimentologische Entwicklungsgeschichte; auch hieraus resultiert letztlich ein erweitertes Begriffsinventar (siehe allgemeine Überblicke bei READ 1982, 1985; diverse Beispiele in TUCKER et al. 1990; spezielle Darstellung für die Kreide bei SCHLAGER & PHILIP 1990).

Aufbauend auf CUMINGS (1932) und LOWENSTAM (1950) verwenden NELSON et al. (1962) in ihrer grundlegenden Arbeit über die Klassifikation skelettaler Karbonate die vier Begriffe **Riff, Bank, Bioherm** und **Biostrom** wie folgt: **Riff** bzw. **Bank** kennzeichnen den **Ursprung, Bioherm** bzw. **Biostrom** die **morphologische Gestalt** einer Biokonstruktion. Sie fordern, diese Termini ausschließlich für **skelettale in situ-Anreicherungen** zu gebrauchen. Nur Organismen mit dem ökologischen Potential für den Aufbau eines starren, wellenresistenten, topographischen Gerüsts sind nach ihrer Ansicht befähigt, Riffe zu bilden; fehlt diese Eigenschaft, so entstehen Bänke. Ergänzend schlagen NELSON et al. (1962:248 ff.) die Benutzung der faziellen Begriffe **Riffkern, Riff-Flanke, Zwischenriff-Ablagerungen, Vor-** und **Rückriff** (alle zusammengefaßt als **Riffkomplex**) sowie **Lagune** für den Bereich zwischen Riffkomplex und Küste auch für fossile Biokonstruktionen vor.

In seinem Versuch, die widersprüchlichen Auffassungen von **Riff, Bioherm** und **Biostrom** zu entwirren, definiert VOGEL (1963:685 f.) die Begriffe **Riff** wie auch **Rasen** neu und empfiehlt, **Bioherm** sowie **Biostrom** lediglich als „Verlegenheitsausdrücke" zu verwenden:

„Ein Riff ist ein Gesteinskörper, dessen Gerüst aus den Hartteilen an Ort und Stelle übereinanderwachsender Organismen oder aus Sedimenten (!) gebaut wurde, die sich solchen Organismen ein- oder anlagerten. Er erhob sich z. Z. seiner Entstehung über das umgebende Sediment deutlich hügel-, pfeiler- oder mauerartig. Die vom eigentlichen Riff abhängigen Faziesbereiche lassen sich mit ihm als Riffkomplex zusammenfassen."

Diese sehr brauchbar erscheinende Definition beinhaltet die Tatsache, daß der Anteil an Sediment in einem Riffgerüst oft beachtlich hoch bzw. die Bedeutung der Riffkonstrukteure als Sedimentfänger häufig größer als ihr Skelettanteil selbst sein kann (vgl. Diskussion von mound reefs späterer Autoren, z. B. WILSON 1975 und FLÜGEL 1989 a). VOGEL grenzt jene Gesteinskörper aus, welche durch Siedeln von hartschaligen Organismen an derselben Stelle über längere Zeiträume hinweg lediglich eine Fossilanhäufung darstellen und ein echtes Riff vortäuschen können (z. B. Archaeocyathiden-**Taphoherme** sensu ZHURAVLEVA 1960). Wegen der Mehrdeutigkeit des Wortes **Riff**, v.a. bzgl. des Gebrauches für anorganische Bildungen, schlägt VOGEL vor, von **organismischen Riffen** (**organic reefs**) zu sprechen. Als **Rasen** bezeichnet er:

„Gesteinskörper, die aus den Hartteilen an Ort und Stelle siedelnder Organismen oder aus Sedimenten gebaut wurden, die sich solchen Organismen ein- oder anlagerten, ohne daß sie sich z. Z. ihrer Entstehung über das umgebende Sediment erhoben, . . ."

Neben dem englischen Begriff **carpet** läßt er auch **bank** gelten!

Dessen ungeachtet definiert KLEMENT (1967:168), bezugnehmend auf NELSON et al. (1962) speziell den Terminus **Bank** neu, wobei er zwischen **mechanischen** und **biogenen Ak-**

kumulationen unterscheidet; letztere differenziert er weiter in Bänke, welche durch biogenes Sedimentfangen, biogenes Binden und lokales koloniales Wachstum von Organismen entstehen können. Verwirrend erscheint somit, daß demnach eine **Bank biohermalen** (!) wie auch **biostromalen Charakter** besitzen kann. In einem Riff hingegen spielt nach KLEMENT lediglich das in situ-Wachstum von Gerüstbildnern eine dominante Rolle, weniger die Sedimentfänger und -binder. Sein Riffkonzept faßt er wie folgt zusammen:

„A bioherm is a massive, mound-shaped structure which is in discordant relationship with the surrounding layered facies of different lithologic types. A biostrome is coarsely layered and grades concordantly into the surrounding layered sediments.

According to these definitions, a reef, according to its shape and geological setting, represents a bioherm. A bank, however, may take the form of a ***bioherm (sic!) or biostrome****. Mechanically accumulated banks and biogenetic banks resulting from the sediment-baffling activity of organisms generally have the form of bioherms. Banks resulting from biogenetic binding of sediment may have the form of either bioherms or biostromes. Local gregarious growth of organisms usually leads to accumulations of the biostrome type . . .“*

Algen-Stromatolithe sieht er als durch sedimentbindende Aktivitäten gebildete Bänke an, kretazische Austernbänke beispielsweise als „Anhäufungen“, entstanden durch lokal begrenztes koloniales Wachstum.

Ein bereits von KLEMENT (1976:168) kurz aufgegriffener Aspekt, daß aufgrund unterschiedlichen diagenetischen Verhaltens (z. B. Kompaktionsunterschiede zwischen Gerüstbildnern und umgebendem Sediment) ein fossiles buildup eine z. T. markante (Paläo-) Topographie vortäuschen kann, führt bei DUNHAM (1970:1931) zum Dualismus der Begriffe **stratigraphisches/ökologisches Riff**. Beide Typen unterscheiden sich grundsätzlich dadurch voneinander, daß mit einem **stratigraphischen Riff** (= **geologisches Riff** bzw. **rock reef** vorheriger Autoren; vgl. DUNHAM 1969:190) lediglich ein **dreidimensionaler geometrischer Körper** gemeint ist, sichtbar in Aufschlüssen oder in Bohrkernmaterial (beschreibendes, sog. **objektives Konzept**), wohingegen ein **ökologisches Riff** meist Organismen-Interaktionen mit **topographischer Entwicklung** (genetisches, sog. **subjektives Konzept** DUNHAM'S) erkennen läßt. Ein stratigraphisches Riff kann Stadien ökologischer Riffe enthalten; es weist in einem solchen Fall bereichsweise organische Sedimentbindung auf. Ferner können Bereiche infolge diagenetischer Effekte anorganisch gebunden sein, was sich durch eine vollständige Zementation aller Klasten dokumentiert. DUNHAM sieht in der gründlichen Untersuchung des Riffschutts den Schlüssel für das Erkennen stratigraphischer resp. ökologischer Riffe und zeigt am Beispiel des permischen Capitan-Komplexes, daß dessen Aufbau einem stratigraphischen Riff entspricht.

Hinsichtlich des Begriffs **Riff** als solchem, aber auch der Termini **buildup, margin** und **mound** äußert sich DUNHAM: *„This is unsatisfactory evasion . . .“*

Dieses wenig detaillierte Riffkonzept wird in der Folgezeit von verschiedenen Autoren angewendet. So beschreibt beispielsweise HECKEL (1972) stratigraphische Riffe aus dem Oberkarbon von Kansas und vergleicht diese mit einigen Rezentbeispielen; JAMES (1983) erachtet in seiner ausführlichen Zusammenstellung fossiler Riffkarbonate die Unterscheidung in stratigraphische/ökologische Riffe noch immer als sehr wesentlich.

In seiner vielzitierten Zusammenstellung fossiler Riffstrukturen gibt HECKEL (1974:96 f.) zunächst eine „Neudefinition“ des Terminus **Riff**:

„. . .a buildup that displays 1) evidence of a) potential wave resistance or b) growth in turbulent water which implies wave resistance, and 2) evidence of control over the surrounding environment.“

Der eigentlich neue Gedanke liegt strenggenommen nur in der Formulierung der **potentiellen Wellenresistenz** bei Biohermen. Darüber hinaus betont HECKEL die Wichtigkeit

riffbindender Elemente für das Zustandekommen wellenresistenter Strukturen und unterscheidet neben anorganischer subaerischer wie auch submariner Zementation vor allem drei wichtige Formen der organischen Bindung durch skelettale Inkrustierer, sowie nonskelettales Binding und Baffling von Sediment einerseits durch Algenmatten wie auch durch „verwurzelte Organismen" (Pelmatozoen, Poriferen, tangartige Algen oder Seegräser). Er bezieht sich hierbei auf Beispiele aus der Literatur (v.a. Ball et al. 1967; Cain 1968; Scoffin 1970).

Als wesentliches Verdienst Heckel's darf wohl gewertet werden, daß er erstmals nonskelettale Buildups den skelettalen gegenüberstellt; hierfür schlägt er auch ein neues Begriffsinventar vor. Als wichtigstes Unterscheidungskriterium beider Typen wählt er die **Abwesenheit** bzw. **Präsenz** von durch Wellenenergie erzeugten **Riffschutt-Hängen**. In ersterem Falle unterscheidet er ein

- **potential reef**, wenn zwar ein organisches Gerüst vorliegt, jedoch keine Anzeichen von Wasserturbulenz nachzuweisen sind (z. B. im Tiefwasser);
- **organically ? bound skeletal-debris reef**, wenn lediglich Kalkarenite mit zugerundeten Körnern und Reste von „verwurzelt" lebenden Organismen nachweisbar sind;
- **spar cemented debris reef**, wenn frühdiagenetische Sparitzemente gegenwärtig sind.

Bei Ausbildung eines ausgewaschenen Riffschutt-Hangs spricht Heckel allgemein von **framework reefs**, die er wie folgt unterteilt:

- **stromatolite reef** bei mikritischer Zusammensetzung und laminiertem Gefüge;
- **mud-framework reef** bei mikritischem Schutthang bzw. abradierten Schlammklasten;
- **inorganic-framework reef** bzw. **spar-cemented framework reef**, wenn der Hang durch anorganisch gefällten Sparitzement gebunden ist;
- **organic framework reef** bei organischer Bindung der Schuttsedimente inklusive großer skelettaler Klasten.

Trifft keines der o.g. Kriterien zu, benennt Heckel dies als **Bank** bzw. bei hohem Skelettanteil und fehlendem Relief als **Biostrom**. Als übergeordneten Begriff für Bank, Biostrom und Riff schlägt er **Buildup** vor.

Darüber hinaus gibt Heckel (1974:100) eine beschreibende Terminologie für alle karbonatischen Buildups, fußend auf den vorherrschenden Komponenten, der Morphologie, sowie der Erhaltungsform der skelettalen Komponenten, z. B. **encrusted bryozoan mound, loose green algal-pelmatozoan mound, abraded diverse skeletal bar** oder gar **mixed diverse skeletal-lime mud-pisolite barrier reef**.

Die Anwendung dieser Terminologie erscheint umständlich, wenn nicht sogar z. T. verwirrend, zumal sie auch Nicht-Biokonstruktionen und damit Karbonatgesteine aus allochthonen Elementen miteinbezieht (z. B. **lime-mud bar, oolite bar** oder **oolite buildup**(!)). Selbst in der im Anschluß an diese Klassifikation dargestellten Übersicht über die Riffe der Erdgeschichte hält sich Heckel nicht an das eigene Konzept.

Wilson (1975:23) versucht in seinem Standardwerk über Karbonatfaziestypen eine Synthese aus den deskriptiven und genetischen Begriffsanwendungen von Dunham (1970) und Heckel (1974), bleibt aber insgesamt sehr allgemein: unter dem Überbegriff „carbonate buildup" vereint er die mechanisch gebildeten **sediment piles** (Sedimentanhäufungen, welche zu Dünen, Barren oder Deltas führen) und partiell die **lime mud accumulations** (hydrodynamisch bedingte Anhäufungen) mit organischen Bildungen, die er sämtlich als **Bioherme** zusammenfaßt:

- **organic framework reef** (= **ecologic reef** sensu Dunham 1970): hierbei betont auch er die Wellenresistenz einerseits sowie die Kontrolle der jeweiligen Biokonstruktion über das sedimentäre Environment der Umgebung;

- **organic bank**: ein Buildup vornehmlich aus einer in situ-Anhäufung von organo-detritischem Sediment infolge von Baffling-Effekten, daneben aber auch aus gewissen Anteilen von mechanisch antransportiertem Sediment;
- **lime mud mounds**: organisch induzierte in situ-Akkumulation von Mikrit.

Für letztgenannten Typus von Biokonstruktionen, ebenso wie auch für die zu organic banks überleitenden **reef mounds** stellt WILSON erstmals anschauliche Beispiele aus der Erdgeschichte ausführlich dar.

LONGMAN (1981) schließt sich in seiner von Rezentverhältnissen ausgehenden, faziesbetonten Riffzusammenstellung weitgehend der von WILSON (1974) erstmals für Schelfkanten erwähnten Dreigliederung in **mud mounds, knoll-reef ramps** und **walled-reef complexes** an und ordnet ziemlich schematisch entsprechende Organismen der Erdgeschichte diesen drei hauptsächlich auftretenden Rifftypen zu. Bezugnehmend auf die Relation zwischen Riffwachstum und Topographie des Riffsubstrates führt er ergänzend die Begriffe **immature** bzw. **nature reef complex** (für Buildups, welche die unterlagernde Topographie nachzeichnen resp. solche, deren Morphologie gänzlich unabhängig vom Untergrundrelief erscheint) ein.

In seiner vorzüglich bebilderten Darstellung von Riffbeispielen aus der Erdgeschichte verwendet JAMES (1983) diverse Begriffe der Literatur ohne direkten Bezug auf ein bestimmtes Riffklassifikations-Konzept. Zudem erscheint sein hier wiedergegebenes generalisiertes Schema über die vier Entwicklungsstadien individueller Riffkomplexe (Substratstabilisierung, Kolonisation, Riffdiversifikation, Riffvormacht, vgl. JAMES 1979) nicht auf alle Biokonstruktionen gleichermaßen anwendbar.

Die Problematik des bislang z. T. äußerst verwirrenden Gebrauchs der Begriffspaare **hermatypisch – ahermatypisch** (vgl. WELLS 1933) bzw. **zooxanthellat – azooxanthellat** bei rezenten wie auch fossilen Korallenriff-Strukturen analysieren SCHUHMACHER & ZIBROWIUS (1985). Die Autoren warnen vor Generalisierungen wie „Besitz von Zooxanthellen nur bei Riffbildnern" oder „ausschließlich hermatypische Korallen bauen Riffe" und geben anhand von Rezentbeispielen folgende revidierte Definitionen der betreffenden Termini und ihrer Antonyme:

1. zwischen **zooxanthellaten** und **azooxanthellaten** Formen sind Übergänge bzw. Wechsel der Symbionten innerhalb einer Art möglich; als **apozooxanthellat** bezeichnen sie Korallen, die gewöhnlich Zooxanthellen besitzen, aus bisher unbekannten Gründen jedoch temporär keine aufweisen können;
2. **konstruktionelle Formen** (im Flach- **und** Tiefwasser) sind nicht notwendigerweise hermatypisch, jedoch bauen hermatypische Korallen grundsätzlich eine Biokonstruktion auf; **non-konstruktionelle Formen** bauen eben kein Gerüst;
3. **hermatypische Korallen** tragen zur Gerüststruktur eines Riffs in der Hauptsache bei, wohingegen sich **ahermatypische** nur untergeordnet am Aufbau einer Biokonstruktion beteiligen.

O. g. Begriffe könnten überdies auch für Nicht-Scleractinia verwendet werden, so z. B. für Kalkrotalgen (z. B. bei coralgal reefs, algal cup reefs, Rhodophyten-Vermetiden-Riffe) oder für Poriferen (azooxanthellate coralline Schwämme gehören beispielsweise zu den Biokonstrukteuren in Tiefen zwischen 30 und 200 m vor Jamaika; vgl. v. a. LANG et al. 1975).

In seiner bereits heute zu den Standardwerken der Riffliteratur zu zählenden Darstellung der Evolution von Riffgemeinschaften gibt FAGERSTROM (1987) keine neuen Riffdefinitionen, sondern lediglich Kriterien, die er als charakteristisch für ein Riff bzw. ein Nicht-Riff hält. Zu den Riffkennzeichen zählt er

- ein starres Gerüst,

- ein markantes topographisches Relief,
- relativ großwüchsige Organismen von hoher Wachstumsrate mit Befähigung zu kolonialem Wachstum in Lebensstellung und dichter Packung.

Bei der vergleichenden Betrachtung der Riffstrukturen in der Erdgeschichte weist FAGERSTROM auf häufige **Anaktualismen** hin und stellt darüber hinaus fest, daß viele unter ihnen ausgesprochene **„low diversity organic skeletal frameworks"** darstellen. Als Rezentbeispiele führt er Austern-, Vermetiden-, Serpuliden-, Bryozoenriffe sowie Stromatolithe an. Sind oben aufgeführte Kriterien nicht oder nur teilweise erfüllt, liegt **keine Riffstruktur** vor; hierzu führt er die Sabelliden-"Riffe" (sensu KIRTLEY & TANNER 1968), moundartige Schalenanhäufungen (coquinas), sowie Mudmounds und Reef-Mounds an.

JAMES & GELDSETZER (1989) stellen einem umfangreichen Werk über 115 Riffbeispiele aus Präkambrium bis Kreide Kanadas und benachbarter Gebiete eine ziemlich heterogen anmutende Riffklassifikation voran, die sich aus geomorphologischen, strukturellen und kompositorischen Termini der Literatur zusammensetzt (z. B. Fringing Reef, Reef Mound, Lithoherm). Darüber hinaus unterscheiden sie ohne nähere Begründung generell zwischen **Reefs = framestone reefs** und **Reef Mounds**, welche sie in **Mud Mounds, Cyanobacterial** und **Skeletal algae Mounds, Skeletal Mounds** sowie **Shell Banks** aufgliedern.

In einer vornehmlich auf die wirtschaftliche Bedeutung der Riffkarbonate als Speichergesteine für Kohlenwasserstoffe, Trägergesteine stratiformer Vererzungen und Industrierohstoffe ausgelegten Zusammenstellung gibt zuletzt FLÜGEL (1989 a) einen knappen Abriß über die drei Grundtypen der fossilen Riffstrukturen **Mud Mounds, Reef Mounds** und **„Riffe"** unter Hinzufügung wichtiger mikrofazieller Charakteristika, erweitert sodann in einer zusätzlichen Arbeit (FLÜGEL 1989 b) dieses Schema um einen neuen Rifftypus des Zeitintervalls Unterperm bis untere Obertrias, den er **Algen/Zement-Riff** (A/Z-Riff) bezeichnet. Diese weitverbreiteten Biolithite bildeten Körper von einigen Zehner bis über 100 Metern Mächtigkeit; sie zeichnen sich durch quantitatives Überwiegen von Algenkrusten im Wechsel mit synsedimentären, submarin gebildeten Karbonatzementen bei Zurücktreten sessiler Organismen aus.

FLÜGEL & FLÜGEL-KAHLER (1992) schließlich diskutieren am Beginn ihrer wertvollen Riffbibliographie kurz die Problematik hinsichtlich Riffklassifikation und -evolution.

1.3 ERWEITERTE RIFFTYPOLOGIE

„. . .the word reef in geologic literature means nothing, unless each occurrence is accurately described, and this is seldom the case."
EDGAR R. CUMINGS, 1932

Nach der Lektüre des vorangegangenen Kapitels über die wechselvolle Geschichte von Riffdefinitionen bzw. –klassifikationen könnte der Eindruck entstehen, es sei wenig sinnvoll, den Versuch einer neuen Typifizierung von Riffen sensu lato zu unternehmen. Jedoch erscheinen dem Autor die nach wie vor im Schrifttum bestehenden unterschiedlichen Auffassungen und damit z. T. Begriffsverwirrungen bezüglich Riff-kennzeichnender Merkmale oder Riffbenennungsprinzipien so ausgeprägt, daß gewisse Begriffsneufassungen resp. -erweiterungen zur Charakterisierung und Klassifikation von Biokonstruktionen allgemein hier neu vorgeschlagen und anschließend anhand von kretazischen Fallbeispielen eingehender dargestellt werden. Unter Einbeziehung bisheriger Konzepte und (Teil-)Aspekte soll diese Rifftypologie eine subtilere Formanalyse als bisher gewährleisten, die schließlich eine leichtere Zuordnung zu bestimmten räumlichen und zeitlichen Riff-"Typen" ermöglichen kann.

Mit Ausnahme von BOND (1950), der unterkarbonische Riffkarbonate Nordenglands analysierte und KAUFFMAN & SOHL (1974) mit entsprechenden Ansätzen für Rudistenkonstruktionen der karibischen Oberkreide sind bislang keine Arbeiten verfügbar, die sich mit Riffdefinitionen und deren Anwendung auf einen engbegrenzten geologischen Zeitraum auseinandersetzen. Obwohl vorliegendes Konzept ursprünglich für Kreide-Biokonstruktionen erarbeitet wurde, dürfte es (ggf. mit Ergänzungen) auch allgemein für fossile wie rezente Riffstrukturen anwendbar sein. Die Nennung charakteristischer Beispiele aus der Literatur sowie aufgrund eigener Studien soll deshalb im folgenden diese Verwendbarkeit für fossile wie rezente Riffe verdeutlichen.

1.3.1 Terminologie

Als allgemeinster, umfassender Begriff für **sämtliche marinen wie nichtmarinen**, durch **gerüstbildende** (karbonatische und silikatische) und/oder **sediment-einfangende** bzw. – **stabilisierende Organismen** erzeugte, morphologisch mehr oder weniger deutlich erkennbare, mehr oder weniger **in situ überlieferte Strukturen** wird in Anlehnung an den anglo-amerikanischen Gebrauch der Terminus **Biokonstruktion** etabliert. Die Gesteinsfazies von Biokonstruktionen unterscheidet sich i.d.R. markant von der des umgebenden Sedimentationsraumes.

Riff kann – mehr als allgemeiner, historischer Begriff – weiterhin in Gebrauch bleiben, namentlich für ausdauernde, morphologisch positive biogene Strukturen (vgl. unten: **Bioherm**). Der bisher vielfach als wesentlich erachteten **Wellenresistenz** wird **keine Bedeutung als Riffkriterium mehr** eingeräumt. Dies stützt v.a. die Kenntnis rezenter und fossiler Tiefwasser-Korallenkonstruktionen (vgl. z. B. TEICHERT 1958; HENRICH et al. 1992, bzw. SQUIRES 1964; BERNECKER & WEIDLICH 1990), welche aufgrund ihrer Architektur durchaus eine potentielle Resistenz gegenüber hydrodynamischer Aktivität besitzen und demnach vielen typischen Flachwasserriffen vergleichbar sind. Auch Tiefwasser-Stromatolithe würden diese Bedingungen erfüllen (vgl. hierzu MONTY 1971; HOFFMAN 1974).

Ferner galt bisher – abgeleitet von rezenten Verhältnissen (u. a. SCHUHMACHER 1976) – eine deutliche **Zonierung in bestimmte Riffabschnitte vertikal wie lateral** als kennzeichnendes rezifales Kriterium (z. B. BRAITHWAITE 1973; WALKER & ALBERSTADT 1975). Riffsysteme unterlagen bekanntlich einer evolutiven Entwicklung (KUZNETSOV 1990; FLÜGEL & FLÜGEL-KAHLER 1992) und zeigen deshalb in ihrer fossilen Überlieferungsgeschichte Anaktualismen, so daß eine Zonierung innerhalb eines fossilen Biokonstruktionskomplexes zwar gegeben sein kann aber nicht notwendigerweise vorhanden sein muß. Schließlich ist es nicht – wie häufig als charakteristisch angesehen – für rigide Riffgerüste typisch, die **umgebende Sedimentation zu steuern**, sondern auch für „locker" nebeneinander lebende Organismen-Kolonien bzw. –Cluster nachweisbar.

1.3.1.1 Bioherme

Bislang verstand man generell unter einem Bioherm eine topographisch markante, domartige, hügel- oder linsenförmige Erhebung, aufgebaut von kalkigen Organismen (vgl. CUMINGS & SHROCK 1928; CUMINGS 1932). Lediglich HECKEL (1974:92) stellte auch jene Kalkakkumulationen entsprechender Form ohne Gerüst zu den Biohermen, von denen er glaubte, daß sie durch organismische Aktivität erzeugt würden. Diese Gebilde kämen Stromatolithen gleich. Dementsprechend wird in vorliegender Arbeit erstmals zwischen **skelettalen** und **non-skelettalen Biohermen** unterschieden.

1.3.1.1.1 Skelettale Bioherme

Kalkige, untergeordnet auch kieselige Organismen bilden in engem Kontakt zueinander ein rigides Gerüst, das in der Regel rasch über den allgemeinen Sedimentspiegel m.o.w. steil nach oben wächst und so die umgebende Sedimentation deutlich beeinflußt. Die Größe vieler fossiler Bioherme schwankt zumeist zwischen dem Dezimeter-/Meter-Bereich bis hin zu Ausdehnungen von mehreren Kilometern. Kontinuierliche Biohermbarrieren können rezent bis über 20 km erreichen (z. B. bei Tulear, Madagaskar; PICHON 1974).

Eigene Vermessungen wie auch Abschätzungen bei fossilen und rezenten Biohermstrukturen zeigen, daß am Aufbau dieser Framestones etwa 70 bis über 90% Gerüstbildner beteiligt sein können. Liegt primär kein gegenseitiges „Zusammenwachsen" oder Zementieren vor, werden diese zumeist von non-skelettalen und/oder skelettalen Bindern (Cyanobakterien, Algen, Foraminiferen bzw. anderen Inkrustierern) stabilisiert; das restliche Volumen kann mit +/- fossilführendem (z. T. Riffbewohner) Karbonatschlamm (Mudstones, Wackestones) verfüllt sein. Je nach Intern-Architektur lassen sich folgende Varietäten unterscheiden:

– **dendriforme, z. T. zementierte Bioherme**, bei denen einerseits engstehende Individuen phaceloider bzw. fasciculater koloniebildender Korallen, andererseits oft bouquet-artig dichtstehende (sub)zylindrische bis schwach konische Morphotypen (aufrechtstehend oder geneigt), überwiegend von Poriferen, Mollusken (Rudisten, *Lithiotis*, z. T. Austern), ferner coralliforme Brachiopoden, ästig-verzweigte Bryozoen (generell tree-like morphotypes sensu JACKSON 1979), sowie Kalkröhren erzeugende Gastropoden (Vermetiden) und Würmer (Serpuliden), ja sogar Arthropoden (Balaniden), aber auch stengelartig karbonatabscheidende Algen dominieren, die (partiell) miteinander zementiert sein können; sie erzeugen somit ein weitgehend baumförmiges Gerüst;

Beispiele (siehe auch Taf. 1):

Unter-Kambrium (Sibirische Plattform): Cyanobakterien- (*Renalcis-, Epiphyton-*), bzw. Cyanobakterien-Archaeocyathiden-Bioherme (ROWLAND & GANGLOFF 1988); bzgl. des rezifalen Wachstums von Archaeocyathiden sei auf WOOD et al. (1992) verwiesen;

Mittel-Ordovicium (Neufundland, Kanada): Lithistiden-Bioherme (JAMES & KLAPPA 1988);

Unter-Silur (Ontario, Kanada): Bryozoen-Bioherme (CUFFEY & COPPER 1988);

Mittel-Trias (South Giuzhou, China): Korallen-Serpuliden-Bioherm (XU GUIRONG et al. 1992);

Unter-Jura (Oregon, USA): *Lithiotis*-Bioherme (NAUSS & SMITH 1988), *Plicatostylus*-Bioherme (rudisten-homöomorphe Muscheln; LUPHER 1941; nach BENINI & LORIGA 1977 identisch mit *Lithiotis*);

Mittel-Kreide (Alb, Texas, USA): Rudisten- (Monopleuriden-) Bioherme der Blanco River Gorge (eigene Beob.; Taf. 1, Fig. 4);

Ober-Kreide (Gosau, Nördliche Kalkalpen, Bayern): barriereartiges monospezifisches *Hippurites*-Bioherm (HÖFLING 1985);

Tertiär (Oligozän, Mainzer Becken): Algen-"Pseudoriffe" (sensu KADOLSKY & KOCH 1988) aus lagunärem Environment;

Tertiär (M-Miozän, Nördlinger Ries): Grünalgen- (*Cladophorites-*) Bioherme aus lakustrinem Environment (WOLFF & FÜCHTBAUER 1976; RIDING 1979; ARP 1995; Taf. 1, Fig. 7);

Tertiär (M-Miozän, SE-Polen): Algen-Vermetiden-Bioherme (PISERA 1985);

Tertiär (O-Miozän, Almeria, SE-Spanien): Korallen- (*Porites-Tarbellastraea-*) Riffkomplex Nijar (DABRIO et al. 1981; MARTIN et al. 1989; Taf. 1, Fig. 2);

Tertiär (O-Miozän, Kalifornien): Balaniden- (*Tamiosoma*-) Bioherme (ABEL 1935; Taf. 1, Fig. 5);

Pleistozän (S-Italien): Chlorophyten-Bioherme lakustriner Travertine (D'ARGENIO et al. 1991; Taf. 1, Fig. 6);

Rezent: viele *Acropora*- (bzw. *Porites*-) Bioherme aus atlantischen und indopazifischen Riffregionen (SCHUHMACHER 1976; FAGERSTROM 1987; GUILCHER 1988; Taf. 1, Fig. 3); thalamide Tiefwasser-Schwammbioherme (Neukaledonien; ROUX et al. 1991; Taf. 1, Fig. 1); Vermetiden-Bioherme vor der Südwestküste Floridas (SCHUHMACHER 1976); Serpuliden-Bioherme in lagunärem Environment vor der Küste West-Irlands (BOSENCE 1973);

– **massiv-knollige Bioherme**, bei denen knollige bis hemisphärische, sowie knollig-abgeflachte bis foliose Gerüstbildner (mound-, plate- und sheet-like morphotypes bei JACKSON 1979) dominieren (v.a. Schwämme s.l., Korallen);

Beispiele (siehe auch Taf. 2):

Ober-Silur (Kanad. Appalachen): Stromatoporoiden-Tabulaten-Biohermkomplex (HUGHSON & STEARN 1988);

Ober-Silur (Gotland, Schweden): Stromatoporoiden-Bioherm (eig. Beob.; Taf. 2, Fig. 1);

Mittel-Devon (Givet, Eifel): „Knollen-Block-Riff"-Typus mit rugosen und tabulaten Korallen sowie Stromatoporoiden (STRUVE 1963; vgl. hierzu auch Diskussion bei BURCHETTE 1981; Taf. 2, Fig. 2);

Mittel-Kreide (Texas, USA): Korallen-Bioherm im basalen Riffabschnitt der Blanco River Gorge (eig. Beob.);

Oligozän (Süditalien): Korallen-Saumriff (BOSELLINI & RUSSO 1992);

Oligozän (NE-Italien): Korallen-Barriereriff-Komplex (FROST 1981);

Rezent: knollige Korallen-Bioherme der Bermuda-Plattform (WILSON 1974);

– **crustose Bioherme**, bei denen inkrustierende Organismen (v.a. skelettale Algen, Foraminiferen, Bryozoen, Mollusken, partiell auch Brachiopoden) durch lagenartiges Übereinanderwachsen, z. T. auch durch gegenseitiges Abwechseln verschiedener Taxa mono- bis paucispezifische bzw. polyspezifische Biokonstruktionen mit deutlichem topographischen Relief erzeugen. Crustose Wuchsformen können aus massiv-knolligen hervorgehen.

Beispiele (siehe auch Taf. 2):

Mittel-Silur (New York, Ontario): Bryozoen-Bioherme (HEWITT & CUFFEY 1985, von diesen Autoren als „cruststone" angesprochen);

Ober-Silur (Gotland, Schweden): Stromatoporoiden-Bioherme, z. T. pinnacle-Strukturen erzeugend (eig. Beob., vgl. auch MORI 1970; KERSHAW & RIDING 1978; Taf. 2, Fig. 5);

Ober-Perm (Tunesien) bzw. **Mittel-Trias** (Karn, Dolomiten): Algen-(Solenoporaceen-) Bioherme (WENDT 1991, von diesem Autor fälschlicherweise als „solenoporacean stromatolites" klassifiziert; s.u. Definition von Stromatolith);

Unterperm bis Obertrias (Alpen, Kaukasus, Ural, New Mexico): Algen-Zement-Riffe sensu FLÜGEL (1989);

Mittel-Trias (Hauptmuschelkalk, SW-Deutschland, Vogesen): Muschel-(*Placunopsis*-) Bioherme (HÖLDER 1961; HAGDORN & SIMON 1985; Taf. 2, Fig. 6);

Mittel-Jura (Polen): Muschel- (Ostreen-) Bioherm (HOFFMANN & KROBICKI 1989);

Paläogen (Nordost-Spanien und Französische Pyrenäen): Foraminiferen- (Acervuliniden-) Bioherme (PERRIN 1987; HÖFLING & MOUSSAVIAN 1991; MOUSSAVIAN & HÖFLING 1993; Taf. 2, Fig. 4);

Rezent (Bermuda-Plattform): Rotalgen-Hydrozoen- (*Millepora*-) Bioherme („algal cup reefs", GINSBURG & SCHROEDER 1973);

Rezent (Pazifischer Ozean): langgestreckte Rücken aus Rotalgen-(*Porolithon-Lithophyllum*-) Biohermen (BOSENCE 1983);

Rezent (Mittelmeer, Kleine Syrte): mikroatollartige Rotalgen-(*Neogoniolithon*-) Bioherme (eig. Beob.; Taf. 2, Fig. 3).

Die von WENDT (1969) aus den karnischen Hallstätter Kalken und von HÖFLING (1985) aus einer santonen Rudisten-Schuttfazies beschriebenen „Foraminiferen-Riffe" bzw. „-Mikroriffe", die lediglich mehrere Millimeter bis allenfalls Zentimeter an Größe erreichen, sollten besser als **Inkrustationen oder Inkrustationsabfolgen** bezeichnet werden.

Zum crustosen Biohermtypus werden auch kleinere Strukturen von wenigen Dezimetern gerechnet, die man auch als **Mikrobioherme** ansprechen kann (vgl. z. B. solche des Silur von Indiana, aufgebaut von Korallen, Bryozoen, Crinoiden und Algenlaminiten; ARCHER & FELDMAN 1986);

– **agglutinierte Bioherme**, ein Sondertypus, bei denen manche Spezialisten (vornehmlich Polychaeten) durch Agglutinieren verschiedenartiger Partikel der Sandfraktion eng aneinander anliegende, meist miteinander verkittete Wohnröhren bilden und zu monospezifischen, orgelpfeifenartigen Biohermen heranwachsen. FAGERSTROM (1987:12) spricht diesen Strukturen den Riffcharakter ab, da sie seiner Meinung nach nur ein semirigides Gerüst aufbauen und deshalb fossil nicht überlieferungsfähig seien. Dagegen sprechen ihre rezent durchaus beobachtbare Resistenz gegenüber höherer Hydrodynamik (z. B. Florida, Sri Lanka; HÖFLING unveröff. sowie jüngst WAITE et al. 1992, die bei der rezenten Sabellariiden-Gattung *Phragmatopoma* Proteine isolieren konnten, welche die agglutinierten Wurmröhren zu einer extrem harten Substanz zementieren) wie auch Beispiele fossiler Polychaeten-Riffe (s.u.). Die „Wurmbauten" erfüllen durchaus die an ein Bioherm gestellten Bedingungen (s. o.).

Beispiele (siehe auch Taf. 3):

Unter-Kambrium (Skandinavien): *Scolithus*-Bioherm (vgl. FÜCHTBAUER 1988:835ff; Deutung nach RICHTER 1921);

Devon (Rheinland): „Pfeifenquarzit" wird mit Sabellarien-Riffen verglichen (RICHTER 1920);

Kreide: bisher kein gesicherter Nachweis;

Tertiär (Oligozän, Mexiko): Polychaeten-*(Diplochaetetes-)* Bioherme (FISCHER et al. 1989);

Tertiär (O-Oligozän, NE-Schwerin, Mecklenburg): allochthone Großgerölle aus Polychaeten-Biokonstruktionen, sog. „Sternberger Gestein" (leg. R. HÖFLING);

Rezent: Polychaeten- (Sabellariiden-) Bioherme der Lagune von Tunis, von der Bucht von Mont-Saint-Michel (LUCAS 1959; von diesem Autor wurde für diese Biokonstruktionen der Begriff **Biolithosoren**, von griech. soros = Akkumulation, eingeführt; LARSONNEUR 1994), ferner von Südost-Florida (MULTER & MILLIMAN 1967; KIRTLEY & TANNER 1968; GRAM 1968), Belize (Golf von Honduras, BURKE et al. 1992), Philippinen (frdl. mündl. Mitt. R. DARGA, München), Sri Lanka (eig. Beob.; Taf. 1, Fig. 1-2) und Wales (frdl. mündl. Mitt. H. WIERER, München).

Bleibt zu konstatieren, daß v.a. zwischen dendriformen und massiv-knolligen Biohermtypen zahlreiche Übergänge existieren (vgl. fossil z. B. CUFFEY 1988: Mittel-Silur von Pennsylvania; BENDUKIDZE 1977: Malm des Kaukasus; DABRIO et al. 1981: Jungtertiär von Südspanien; rezent bei SCHUHMACHER 1976, FAGERSTROM 1987); ebenso kennt man v.a. bei Kalkalgen gemischt crustos/dendriforme Bioherme (z. B. STAPF 1988, D'ARGENIO et al. 1991).

Bemerkungen

Alle Biohermtypen lassen sich somit primär nach der jeweiligen vorherrschenden Architektur (Gefüge) der Biokonstrukteure bzw. deren Wuchsform eindeutig klassifizieren. Rezente Korallenriffe werden darüber hinaus auch in die vier geomorphologischen Hauptformtypen Saumriff, Barriereriff, Plattformriff und Atoll und deren Lage zum Festland eingeteilt; von diesen leiten sich zahlreiche andere Varietäten ab (SCHUHMACHER 1976; GUILCHER 1988). Im Fossilfall können zumeist aufgrund der gegebenen Aufschlußverhältnisse solche Riffgestalten nicht unmittelbar ausgemacht bzw. allenfalls nur durch eine Fazieskartierung indirekt erfaßt werden. Eine palökologische Analyse der Riffgesteine gestattet jedoch bei den meisten fossilen Biohermen eine Rekonstruktion ihrer relativen Lage im marinen Bereich (z. B. lagunäre Riffe, Schelfrandriffe, etc.).

Sehr häufig finden sich fossil hingegen in grobem Umriß halbkugelige bis kissenförmige, rundlich-ovale Riffe mit Durchmessern von einem Meter bis einige 100 Meter, die man in Anlehnung an die Nomenklatur rezenter Verhältnisse als **Fleckenriffe (patch reefs)** bezeichnen kann. Eine Besonderheit stellen dabei spitzkegelig nach oben ragende Bioherm-Formen dar, die als **pinnacle reef** in die Literatur eingingen (vgl. LUDWICK & WALTON 1957; bzw. FRIEDMAN et al. 1979 für ein kretazisches Beispiel aus dem Turon westlich des Toten Meeres).

Für die Klassifizierung fossiler Bioherme erweist sich demnach ihre geomorphologische Gestalt als zweitrangig resp. unbedeutend.

Gewisse fossile Bioherme können nach WALKER & ALBERSTADT (1975) bzw. JAMES (1983) folgende vertikale Zonierung aufweisen:

a) Stabilisierung des Substrats als Riff-Fundament (Wackestones, Packstones);
b) Pionierbesiedelung durch wenige Arten (Bafflestones, Bindstones);
c) Diversifizierung in Gerüstbildner, –binder, Riffbewohner, Riffschutt;
d) Abnahme der Artendiversität, Zunahme der Inkrustierer.

Dieses Schema scheint beispielsweise bei kretazischen Biokonstruktionen in der genannten Abfolge nur bedingt verwirklicht, ebenso wie die den modernen Riffen eigene laterale Zonierung in Lagune, zentralen Riffbereich und Vorriffbereich. Tritt eine Zonierung auf, kann generell der Begriff **komplexes Bioherm** Verwendung finden.

1.3.1.1.2 Non-skelettale Bioherme

Hierunter werden organosedimentäre Strukturen verstanden, deren Ursprung auf die Aktivitäten von photosynthetischen, aber auch nicht-photosynthetischen mikrobiellen Lebensgemeinschaften (mono- bis polyspezifische „Algenmatten", „Bakterienrasen", „Mikrobenmatten") zurückzuführen sind, welche durch ihre Morphologie und Physiologie mit dem physiko-chemischen Milieu ihrer Umgebung in Wechselwirkung stehen und so aufgrund dieser Stoffwechselaktivität durch Sedimentfang, Sedimentbindung und/oder Sedimentfällung fossil erhaltungsfähige, zumeist feinlaminierte Gefüge erzeugen, die nicht selten markante topographische Reliefs zeigen. Solche Gebilde nennt man seit ihrer erstmaligen Beschreibung durch KALKOWSKY (1908) **Stromatolithe**. Dieser Begriff soll hier weiterhin Verwendung finden. Bzgl. der in Diskussion befindlichen Auffassungen und Definitionen von Stromatolithen wie auch verwandten Strukturen sei auf WALTER (1976), KRUMBEIN (1983 a,b), GERDES & KRUMBEIN (1987) verwiesen.

Verwandte Termini für stromatolithische Gebilde sind u. a. **algal reefs** (FENTON & FENTON 1933), **cryptalgal fabrics** (AITKEN 1967; MONTY 1976), **Thrombolith** (AITKEN 1967, Begriff verwendbar speziell für non-laminierte, verklumpte Internstruktur), **algal mats**

(GOLUBIC 1976), **Blaugrünalgenriffe** (RICHTER et al. 1979), **microbial mats** (BROCK 1976), sowie **microbialites** (BURNE & MOORE 1987) als neudefinierter Überbegriff für alle organosedimentären Ablagerungen, der auch hier in diesem Sinne beibehalten wird.

Makroorganismen können definitionsgemäß keine strukturbestimmenden Stromatolithe hervorbringen (Solenoporaceen und Placunopsiden beispielsweise erzeugen ähnlich aussehende, aber crustose Bioherme, s. o.), jedoch durchaus mit bis zu etwa 30% skelettalen Elementen zwischen einzelnen stromatolithischen Laminae auftreten (z. B. bei unterpermischen Spirorbiden-Algen-"Stromatolithen" von New Mexico; TOOMEY & CYS 1977). Um Verwirrung zu vermeiden, sollten sie jedoch nicht in der Benennung erscheinen. Der von RIDING (1977) eingeführte Begriff „skelettale Stromatolithe" erweist sich hiermit als überflüssig; entsprechende Bildungen fallen in vorliegendem Schema unter die Rubriken crustose Bioherme bzw. Biostrome.

Liegen deutliche morphologische Erhebungen vor, wird hier von **Stromatolith-Biohermen** gesprochen; solche lassen sich am besten nach der Nomenklatur von LOGAN et al. (1964) beschreiben (vgl. hierzu auch HUBBARD 1972 sowie PREISS 1976), v.a. die Grundtypen LLH = **laterally linked hemispheroids**, SH = **discrete, vertically stacked hemispheroids**, die überwiegend auch bestimmten Ablagerungsräumen bzw. –milieus zugeordnet werden können (MONTY 1971, 1973; WALTER 1976: chapter 8). Die Gruppe SS = discrete spheroids hingegen wird den coated grains (z. B. Makroide sensu HOTTINGER 1983) zugerechnet; vgl. auch PERYT (1983). Fossile stromatolithische Großonkoide beschreiben u. a. FREYTET & PLAZIAT (1982) bzw. MEIL (1990).

Stromatolith-Bioherme kennt man seit dem Proterozoikum aus verschiedenartigen marinen und lakustrinen Environments. Zusammenfassende Darstellungen über ihre Entwicklungsgeschichte geben MATTER (1984), MONTY (1977, 1986) und PRATT (1986 a).

Beispiele (siehe auch Taf. 3):

Proterozoikum: zahlreiche marine Flach- und Tiefwasser-Stromatolith-Bioherme (WALTER 1976: chapter 10; HOFFMAN 1974; ebenso Beispiele in FLÜGEL 1977 und GELDSETZER et al. 1988; vgl. Taf. 3, Fig. 3-4); thrombolithische Stromatolith-Bioherme Kanadas mit Hinweis auf weitere entsprechende proterozoische Beispiele (KAH & GROTZINGER 1992);

Phanerozoikum: marine Stromatolith-Bioherme (zahlreiche Fallbeispiele in MONTY 1974, 1981);

Mittel-Devon: lakustrine Kleinstromatolithe (Bioherm-Typus) der Middle Old Red Sandstones, Orkneys (FANNIN 1969; MYKURA 1976; Taf. 3, Fig. 5);

Unter-Kreide: (Valangin/Hauterive, Istrien, vgl. Fallbeispiel 7);

Mittel-Kreide (Alb, Polen): intertidale Stromatolith-Bioherme (NIEGODZISZ 1965);

Mittel-Kreide (Alb, SE-Nigeria): subtidale Stromatolith-Bioherme (AKPAN 1991);

Pleistozän/Rezent: marine Stromatolith-Bioherme inkl. Formen in der Nähe heißer Tiefseequellen (MONTY 1974; WALTER 1976: chapter 8; KRUMBEIN 1983 a; vgl. auch Taf. 3, Fig. 6-7); lakustrine Stromatolith-Bioherme (ICOLE et al. 1991; CASANOVA 1992 sowie CASANOVA & HILLAIRE-MARCEL 1992); lakustrine Stromatolith-Bioherme (z. T. thrombolithisch) alkalischer Seen (KEMPE & KAZMIERCZAK 1990; KEMPE et al. 1991).

1.3.1.2 Biostrome

Eine organogene in situ-Bildung, deren laterale Ausdehnung ihre eigene Mächtigkeit um ein Mehr- bis Vielfaches übertrifft, wird hier allgemein als **Biostrom** aufgefaßt. Die Ober- bzw. Untergrenze einer solchen Struktur verläuft vielfach angenähert planparallel; die Bio-

konstruktion kann jedoch auch schwach anschwellen. Die meisten Biostrome werden von Organismen erzeugt, welche potentiell auch zu einem Biohermwachstum befähigt wären (siehe dort); fließende Übergänge zwischen Biostromen und Biohermen sind zu beobachten. Einen zusätzlichen Biostromtypus rufen partiell im Substrat steckende Formen (z. B. manche Bivalven) hervor (**Substratsticker-Biostrome**, s.u.). Entsprechend den Biohermen lassen sich auch hier **skelettale** von **non-skelettalen Biostromen** unterscheiden. Je nach Gerüstbildner-Dichte treten fossil in ersterem Fall Framestones oder Bafflestones, bei letzterem ausschließlich Bindstones auf.

1.3.1.2.1 Skelettale Biostrome

Konform mit den skelettalen Biohermen bei denselben möglichen Organismentypen ergeben sich je nach Internaufbau der biostromalen Körper folgende Varietäten:

– **dendriforme z. T. zementierte Biostrome**. Basierend auf Untersuchungen fossiler Flach- wie auch Tiefwasser-Korallenbiokonstruktionen (Bailey & Tedesco 1986 bzw. Squires 1964) assoziieren sich phaceloide oder fasciculate Scleractinia ausgehend von einer isolierten verzweigten **Kolonie** über ein **Cluster zu einem Thicket** (dichtgedrängte mono- bis polytypische Kolonie, **einfaches Biostrom**) und weiter zu einem **Coppice**, wenn sich genügend Schutt in den Zwischenräumen als Substrat für eine nachfolgende Biostromgeneration ansammelt, was den Übergang zu einer **Bank** markiert. Der Begriff **Bank** bzw. **Bankriff** erscheint hier überflüssig; er kann durch **komplexes Biostrom** ersetzt werden; **Bank** sollte entweder nach der Definition von Geyer (1973: 148f.) für einen Sedimentkörper ohne Biokonstruktion oder nach Auffassung in dieser Arbeit für lebende Organismenanreicherungen verwendet werden, die nicht in situ fossilisieren können und damit allenfalls zu **Schillhorizonten** führen.

Eine modifizierte Verwendung dieses Einteilungsschemas für karibische Rudisten-Biokonstruktionen findet sich bereits bei Kauffman & Sohl (1974).

Beispiele (siehe auch Taf. 4):

Mittel-Kambrium (E-China): Kalkalgen-(*Epiphyton-Renalcis-*) Biostrome (Bao et al. 1991);

Unter-Silur (kanad. Appalachen): Rugosa-Biostrome (Desrochers & Bourque 1988);

Mittel-Devon (Eifel): diverse Korallen-Biostrome („Rasenriffe" sensu Struve 1963);

Ober-Trias (Nördliche Kalkalpen): Korallen- (*Thecosmilia-*) Biostrome (Schäfer & Senowbari-Daryan 1981);

Ober-Trias (Nor/Rhät, Sizilien): Sclerospongien- bzw. Sphinctozoen-Biostrome (Senowbari-Daryan 1990);

Ober-Trias (Muschelkalk, Prov. Tarragona): Dasycladaceen-Biostrome (Hemleben & Freels 1977);

Unter-Jura (Mediterrangebiet, S-Asien, USA): Bivalven-(*Lithiotis-*) Biostrome (Geyer 1977; Nauss & Smith 1988);

Ober-Jura (Plassenkalk, Nördliche Kalkalpen, Rötelstein, Österreich): Korallen-Biostrome (Steiger & Wurm 1980);

Ober-Kreide (N-Kroatien): dendriforme Korallen-(*Actinastraea-*) Biostrome (Polšak 1981);

Ober-Kreide (Nördliche Kalkalpen): komplexe Rudisten-(*Hippurites-*) Biostrome (Höfling 1985);

Rezent: *Acropora*-Biostrome der atlantischen und pazifischen Riffregion (Schuhmacher 1976; Fagerstrom 1987; Guilcher 1988; sowie eigene Beob.; Taf. 4, Fig. 1);

– **massiv-knollige Biostrome**: Organismentypen wie bei entsprechenden Biohermen.
Beispiele (siehe auch Taf. 4):

Silur (N-Europa, insbes. England und Gotland): diverse Korallen-, Stromatoporoiden- sowie Korallen-Stromatoporoiden-Biostrome (RIDING 1981; NIELD 1982; KERSHAW 1987; sowie eigene Beob.);

Mittel-Devon (Eifel): diverse Korallen- bzw. Stromatoporoiden-Biostrome (STRUVE 1963; BURCHETTE 1981);

Ober-Kreide (Nördliche Kalkalpen/Jamaika): zahlreiche Korallen-Biostrome des Coniac bis Maastricht (eigene Beob., Taf. 4, Fig. 2);

Rezent: knollige Korallenbiostrome, zumeist vergesellschaftet mit dendriformen Scleractinier-Biostromen (SCHUHMACHER 1976; FAGERSTROM 1987; GUILCHER 1988; sowie eigene Beob.);

– **crustose Biostrome**: Organismentypen wie bei entsprechenden Biohermen.
Beispiele (siehe auch Taf. 4):

Ordovic – Perm, Miozän, Rezent (versch. Regionen): diverse Bryozoen-Biostrome (CUFFEY 1985);

Ober-Silur (Gotland, Schweden): komplexe paucispezifische Stromatoporoiden-Biostrome (eigene Beob., Taf. 4, Fig. 4; vgl. auch KERSHAW 1990);

Mittel-Trias (S-Deutschland, Provence): Bivalven- (*Placunopsis*-) Biostrome (BACHMANN 1979; BROCARD & PHILIP 1989);

Ober-Kreide (Maastricht, Prov. Valencia, Ostspanien): crustos/dendriforme Korallen-Rudisten-Biostrome (eigene Beob., vgl. Kap. 2.9.);

Tertiär (Miozän, Malta): Rotalgen-Biostrome, z. T. zementierte Rhodolithe (BOSENCE & PEDLEY 1982; Taf. 4, Fig. 3);

Rezent (Australien, Queensland): Bivalven-(*Crassostrea*-) Biostrome (eigene Beob., Taf. 4, Fig. 5-6);

– **agglutinierte Biostrome**
Beispiele:

bisher nur rezente Sabellariiden-Biostrome bekannt (Sri Lanka, Florida, eigene Beob., vgl. auch RICHTER 1927; LUCAS 1959; KIRTLEY & TANNER 1968; LARSONNEUR 1994);

– **Substratsticker-Biostrome:** ein besonderer Biostrom-Typus, bei dem m. o. w. dichtstehende semi-infaunal lebende Biokonstrukteure (bevorzugt Bivalven) einfache bis (bei zusätzlicher Zementation) komplexe biostromale Körper hervorbringen, die sich potentiell als fossil in situ-überlieferungsfähig (Bafflestones) erweisen. Das Substrat kann schlammig bis grobsandig sein; dementsprechend wird hier der von SEILACHER (1984) eingeführte Begriff „Mudsticker" zu **Substratsticker** verallgemeinert. Solchen Substratsticker-Biostromen werden aufgrund des gleichartigen Baustils erstmals auch fluviatile Bivalven-"Rasen" zugeordnet und damit das Biokonstruktions-Konzept auch auf besondere terrestrische Biotope erweitert.
Beispiele (siehe auch Taf. 4):

Mittel-Kreide (Alb, British Columbia, Kanada): Austern-Biostrom (LECKIE 1988; die Bezeichnung „Bioherm" in dieser Arbeit ist irreführend!);

Pleistozän-Rezent (Japan): ausgedehnte Austern-Biostrome in Brackwassern und marinen Buchten (CHINZEI 1982);

Tertiär (Miozän, W Marseille, S-Frankreich): *Crassostrea*-Biostrom (HERB 1984);

Holozän (Senegal): *Crassostrea*-Biostrom (DEMARCQ & DEMARCQ 1992);

Rezent (Mitteldeutschland): fluviatile (!) Perlmuschel-Biostrome (BAUER 1989; Taf. 4, Fig. 7).

1.3.1.2.2 Non-skelettale Biostrome

Den Stromatolith-Biohermen entsprechende Erzeuger bzw. die bei diesen als kennzeichnend erachteten Bildungskriterien finden sich auch bei marinen wie lakustrinen **biostromalen (stratiformen) Stromatolithen**, lediglich mit dem Unterschied, daß letztere mit Ausnahme weitgespannter, sehr flacher Erhebungen kein markantes topographisches Relief erzeugen, sondern weitgehend planparallel verlaufende feinste organosedimentäre Lagen aufbauen, die als solche einen **lateral begrenzten Körper** bilden. Trotz der tautologisch erscheinenden Begriffssynonymie wird hier für solche Körper (zumeist von Meter- bis Zehnermeter Ausdehnung) der Terminus **Stromatolith-Biostrom** vorgeschlagen. Damit ergibt sich auch eine Abgrenzung zu horizontbeständigen Laminiten (z. B. Loferiten) bzw. feinlaminierten Rhythmiten, welche in der Literatur noch häufig als Stromatolithe angesehen werden. So bezeichnet beispielsweise KRUMBEIN (1987) das rezente flächenmäßig stark ausgedehnte Farbstreifensandwatt der südlichen Nordsee als „potentiellen Stromatolithen". Hierfür sollte man eher Begriffe wie Mikroben-Laminite, Bio-Laminite, Mikrobenmatten etc. verwenden (wie z. T. bei BRUUN-PETERSEN & KRUMBEIN 1975 für den Buntsandstein Helgolands oder bei STOLZ 1983 für rezente Mikrobengemeinschaften Mexikos geschehen).

Während KALKOWSKY (1908) ursprünglich den Terminus „Stromatolithe" für entsprechende karbonatische Bildungen prägte, erweiterten SCHWARZ et al. (1975) sowie KRUMBEIN & GIELE (1979) den biostromalen Stromatolith-Begriff für den marin-siliziklastischen bzw. terrestrisch-evaporitischen Bereich. KRETZSCHMAR (1982) berichtet darüber hinaus über biostromale Eisenstromatolithe, hervorgegangen aus der Aktivität von Pilzen. Als Mischtypus treten schließlich skelettale/non-skelettale Biostrome in Wechsellagerung auf (MARTIN & DELGADO 1980; JUNGHAN 1992).

Beispiele:

Präkambrium (Bufflesfontein Group, Südafrika): flachmarine, überwiegend biostromale Stromatolithe (DU PLESSIS 1987);

Präkambrium (Aphebian, Hudson Bay, Kanada): Stromatolith-Biostrome mit coccoider Mikrostruktur (HOFMANN 1975);

Präkambrium (Hornby Bay Group, Canada): schwach gewölbte Stromatolith-Biostrome eines gemischt siliziklastisch/karbonatischen Schelfs (ROSS & DONALDSON 1988);

Jung-Präkambrium (Mackenzie Mountains/arkt. Kanada): intertidale/subtidale Stromatolith-Biostrome JEFFERSON & YOUNG 1988);

Jung-Präkambrium (Vendium, Ostgrönland): stratiforme Stromatolithe aus lagunärem Environment (FAIRCHILD & HERRINGTON 1989);

Unter-Devon (Siegen, Armorikanisches Massiv, NW-Frankreich): Stromatolith-Biostrome mit birds-eyes-Strukturen (PONCET 1981);

Ober-Trias (Nor, Betikum, S-Spanien): Wechselfolge von stratiformen Stromatolith-Einheiten mit Dasycladaceen-Biostromen (MARTIN & DELGADO 1980; MARTIN & BARGA 1989; sowie eig. Beob.);

Mittel-/Ober-Jura (Dogger/Malm, Keltiberikum, Spanien): Flachwasser-Stromatolith-Biostrome z. T. mit eingelagerten Thaumatoporellenlagen (JUNGHAN 1992: Bathon; BENKE 1981: Oxford);

Jura (div. Strata, Mediterrangebiet): Tiefwasser-Stromatolith-Biostrome (DORMART 1992);

Unter-Kreide (Wealdenfazies, Iberikum, Ostspanien): Cyanobakterien-Stromatolith-Biostrome (MONTY & MAS 1981; sowie eig. Beob.);

Tertiär (O-Miozän, Zypern): stratiforme coccoide und filamentöse Stromatolithe in evaporitischen Serien (ROUCHY & MONTY 1981);

Rezent (Mauretanien, Westafrika): marine siliziklastische Stromatolith-Biostrome in kleineren Buchten (SCHWARZ et al. 1975);

Zahlreiche weitere Beispiele finden sich in WALTER (1976) wie auch bei GELDSETZER et al. (1988).

1.3.1.3 Reef Mounds

Zu diesem Biokonstruktionstypus werden in vorliegender Darstellung mehr oder weniger deutlich hügelförmige, zumeist massige, gelegentlich undeutlich grobgebankte Karbonatstrukturen im Meter- bis Zehnermeter-Bereich gestellt, welche lateral in eine geschichtete Fazies übergehen. Vorherrschend sind feinkörnige Karbonatgesteine (Mud- und Wackestones, stellenweise Floatstones). Unter den Organismen dominieren neben sedimentproduzierenden v.a. skelettale und non-skelettale Sedimentbinder, wohingegen die meist locker in kleineren Cluster-artigen Verbänden stehenden Gerüstbildner deutlich zurücktreten. Diese finden sich oft nicht mehr in situ überliefert. Unter den Gerüstbildnern können Kalkalgen, Poriferen s.l., Korallen, Mollusken, coralliforme Brachiopoden sowie Bryozoen und Crinoiden, vorwiegend in dendriformen und massiv-knolligen Morphotypen jeweils den Hauptteil stellen. Insgesamt betrachtet sind Reef Mounds stets pauci- bis polyspezifische Biokonstruktionen.

Im Idealfall zeigen Reef Mounds eine Faziessequenz (vgl. hierzu WILSON 1975: 366 ff., der jedoch nicht streng Reef Mounds von Mud Mounds trennt), beginnend mit einem mikritischen Bafflestone, der sich auf mechanisch akkumulierten bioklastenreichen Wackestones bzw. Packstones entwickelt und zur eigentlichen Moundstruktur führt; darüber folgt eine Stabilisierung der Biokonstruktion durch eine Boundstonefazies, welche in die umgebende, die Moundentwicklung abschließende Schichtfazies überleitet. An den Flanken kann sich zudem eine Schuttfazies ausbilden. Gelegentlich jedoch entwickeln sich, jeweils getrennt durch eine geschichtete Einheit, mehrere Bafflestone-Stadien übereinander, was relativ mächtige Karbonatkörper zur Folge hat, die hier als **Reef Mound-Komplexe** bezeichnet werden.

Bemerkungen

Eigene Geländebefunde wie auch mikrofazielle Untersuchungen im Vergleich zu eingehenden Literaturstudien führen zu der Ansicht, daß in o.g. Sinne definierte Reef Mounds bisher als solche teilweise nicht erkannt bzw. als isolierte Wacke-, Float-, Bafflestones oder allgemein „Schuttkalke" dargestellt wurden. Manche hat man als Mud Mounds klassifiziert (vgl. unten). Das verzerrt das Bild über die Kenntnis der Reef Mound-Strukturen in der Erdgeschichte beträchtlich. Die potentielle Vielfalt der Kombinationen Gerüstbildner/-binder bedingt eine hohe Diversität möglicher Reef Mound-Typen.

Liegen eingehende Literaturbeschreibungen fraglicher Strukturen vor, so ließen sich in nachfolgend erwähnten Beispielen entsprechende Biokonstruktionen ggf. echten Reef Mounds zuordnen.

Beispiele (siehe auch Taf. 5):

U-Kambrium (Sierra Morena, SW-Spanien): Archaeocyathiden-Kalkalgen-Mounds (MORENO-EIRIS 1987, 1991);

U-Kambrium (Nebida und Gonnesa Formations, SW-Sardinien): Archaeocyathiden-*Renalcis*-Mounds (BECHSTÄDT et al. 1985; FRÖHLER & BECHSTÄDT 1992; von diesen Autoren als „calcimicrobial-archaeocyathan buildups" bezeichnet);

U-Kambrium (S-Labrador, Kanada): stark mikrofaziell gegliederte Archaeocyathiden-*Renalcis*-Mounds (JAMES & KOBLUK 1978);

U-Ordovicium (Arbuckle und Wichita Mountains, S-Oklahoma, USA): Lithistiden-*Archaeoscyphia-Epiphyton-Renalcis*-Mounds (RIDING & TOOMEY 1972);

M-Ordovicium (S-Norwegen): früheste Korallen-Stromatoporoiden-Mounds Europas (HARLAND 1981);

U/M-Ordovicium (Low Head Group, W-Neufundland, Kanada): Schelfrand-Algen- (*Renalcis, Epiphyton, Girvanella*) Mounds (POHLER & JAMES 1989);

U- bis O-Silur (Gotland, Schweden): verschiedenartige Korallen-Stromatoporoiden- bzw. Stromatoporoiden-Mounds, teilweise mit Lokalbezeichnungen für einzelne Biokonstruktionstypen, z. B. Axelsro-, Hoburgen-, Kuppen-, Holmhällar-Typus; vgl. Taf. 5, Fig. 1, 3-4, (MANTEN 1971; NEUMAN & KERSHAW 1991; siehe dort jeweils übrige Literatur);

M-Silur (Wenlock Edge, Shropshire, M-England): Korallen-Stromatoporoiden-Mounds, v.a. den aus kleinen isolierten Mounds zusammengesetzten „Ballstone"-Typus (SCOFFIN 1971, sowie eig. Studien; vgl. Taf. 5, Fig. 2);

U- bis M-Silur (Himachal Himalaya, Indien): Korallen- (*Halysites*-) Stromatoporoiden-Bryozoen-Kalkalgen-Mounds (BHARGAVA & BASSI 1986);

M- bis O-Devon (Givet/Frasne, Elbingeröder Komplex, Harz): stark differenzierte Korallen-Stromatoporoiden-Mounds, submarinen Vulkaniten aufsitzend (WELLER 1991; von diesem Autor z. T. als Bioherme gedeutet);

U-Karbon (Dyserth Limestone Group, Nord-Wales): trepostomater Bryozoen-Mound (BANCROFT et al. 1988);

O-Karbon (NE-Oklahoma, E-Kansas, USA): phylloide Algen-Mounds (HECKEL & COCKE 1969);

O-Karbon (Namur-Wesfal, Valdeteja Formation, Kantabrisches Gebirge, N-Spanien): Kalkalgen- (*Donezella*-) Mounds der offenen Plattform, Korallen-"Kryptoalgen"-Mounds des Plattformrandes (EICHMÜLLER 1985);

O-Karbon (Auernig-Gruppe, Karnische Alpen, Italien): geringdiverse, kleindimensionierte Korallen- (Auloporiden-) Mounds (FLÜGEL & KRAINER 1992; wegen Vorherrschen der Hintergrundsedimentation von den Autoren als Sondertypus einer Mound-Entwicklung angesehen);

U-Perm (N Sacramento Mountains, New Mexico, USA): kleindimensionierte Rotalgen- (*Archaeolithophyllum*-) Kieselschwamm- (*Heliospongia*-) Mounds mit zeitweiser Dominanz phylloider Algen bzw. von Brachiopoden und ausgeprägter Faziessequenz (TOOMEY & CYS 1979);

O-Perm (Djebel Tebaga, Tunesien; Capitain Reef, SW-USA): in biohermale Riffkomplexe eingeschaltete *Archaeolithoporella-Tubiphytes-M*ounds (TOOMEY 1991);

O-Perm (Lichuau-Distrikt, W-Hubei, China): Sphinctozoen-*Tubiphytes-M*ounds mit markanter Fazieszonierung (FAN et al. 1982; FAN & ZHANG 1985);

weitere Reef-Mounds des Paläozoikum finden sich beschrieben v.a. in GELDSETZER et al. (1988).

M-Trias (Anis, Muschelkalk, SW-Deutschland, Hessen, Oberschlesien): Muschel- (Terquemien-) Crinoiden- (*Encrinus*-) Mounds (HAGDORN 1978; KLOTZ & LUKAS 1988; von diesen Autoren z. T. als „Stillwasserbioherme" dargestellt); Hexactinelliden- („*Tremadictyon*"-) Mounds (BODZIOCH 1991, vom Autor als „Bioherme" angesehen);

M- bis O-Trias (Nördliche Kalkalpen, Österreich; Südalpen, Italien): zahlreiche Korallen- (v.a. „*Thecosmilia*"-) Poriferen- (Sphinctozoen-, Chaetetiden-) Bryozoen- und Kalkalgen-dominante Mounds unterschiedlicher organismischer Zusammensetzung und Fazieszonierung, hier vom Autor z. T. umgedeutet (u. a. SENOWBARI-DARYAN 1980; SCHÄFER & SENOWBARI-DARYAN 1981; BRANDNER & RESCH 1981; WURM 1982; FOIS & GAETANI 1984;

NICOL 1987); ferner ausgedehnte Korallen- bzw. Poriferen-dominante Reef-Mound-Komplexe, z. T. mit Faziesrepetitionen (z. B. Steinplatte-Komplex, Salzburg/Tirol, vgl. PILLER 1981 bzw. Neudeutungen durch STANTON & FLÜGEL 1989; siehe auch Taf. 5, Fig. 5-6);

O-Trias (Panormide-Plattform, Palermo-Gebirge, NW-Sizilien): Sphinctozoen-Bryozoen-Dasycladaceen-Mounds (SENOWBARI-DARYAN et al. 1982; nach Angabe der Autoren sind die vermeintlichen Bryozoen wahrscheinlich zu den Chaetetiden oder Sclerospongien zu stellen);

O-Trias (Karn, NW-Sichuan-Becken, China): Tiefwasser-Schwamm-Mounds, vorwiegend gebildet von hexactinelliden Lychniscosa bzw. Lyssacinosa (WENDT et al. 1989; WU 1989);

O-Trias (Nor, Himachal Himalaya, Indien): Calcispongien-Korallen-Tabulozoen-Mounds (BHARGAVA & BASSI 1985);

wertvolle Zusammenstellungen über die Riffentwicklung der gesamten Trias (inkl. der Reef Mounds) erarbeitete FLÜGEL (1981, 1982).

M- bis U-Jura (W Venetische Alpen, N-Italien; Zentraler Hochatlas, Marokko): intertidale bis subtidale Bivalven-Mounds, Dominanz von *Lithiotis, Cochlearites* und *Opisoma* in jeweils getrennten Biokonstruktionen (GÖHNER 1980; LEE 1983); z. T. als Schlammbioherme klassifiziert;

O-Jura (Oxford/Kimmeridge, S-Deutschland, Frankreich): zahlreiche Poriferen/Cyanobakterien-Mounds der Schwäbischen und Fränkischen Alb, vorwiegend Lithistiden-, gelegentlich auch Hexactinelliden-Dominanz; von zahlreichen Autoren als „Schwammstotzen" oder „Algen-Schwamm-Bioherme" bezeichnet (z. B. MEYER 1975, 1977; GAILLARD 1983; SCHORR & KOCH 1985; BRACHERT 1986; FÖRSTER & SCHAIRER 1987; WERNER 1988; LANG 1989 und eig. Studien; vgl. auch die zusammenfassenden Arbeiten KEUPP et al. 1990 sowie MEYER & SCHMIDT-KALER 1990);

O-Jura (Kimmeridge, Keltiberikum, Ostspanien): Schwamm-Mounds (Dictyida, Lithistida), z. T. als „Schwammstotzen" bzw. „Pseudostotzen" bezeichnet (KRAUTTER 1990);

O-Jura (Oxford, „Terres Noires" Basin, SE-Frankreich): Bivalven-Mounds, ehemals gebunden an submarine, hydrothermale Quellen (GAILLARD & ROLIN 1988; von diesen Autoren als „Pseudobioherme" bezeichnet und mit rezenten Verhältnissen verglichen);

O-Jura (Kimmeridge, Estremadura, Portugal): Mounds aus corallinen Schwämmen (*Crispispongia*), Korallen (*Comophyllia*) und Cyanobakterien (FÜRSICH & WERNER 1991);

U-Kreide (Valangin, Nova Scotia Shelf Basin, Kanada): Lithistiden-*Tubiphytes*-Reef Mounds des Schelfrandes (ELIUK & LEVESQUE 1988);

M-Kreide (Alb, Arktischer kanadischer Archipel): Serpuliden-Bivalven- (*Grammotodon-, Nucula-*) Mounds des tieferen Schelfs in Zusammenhang mit Kohlenwasserstoff-Austritten (BEAUCHAMP et al. 1988; von den Autoren als Lithoherm angesehen);

M-Kreide (Cenoman, Rand der Carpiagne-Antekline, SE-Frankreich): Korallen-Rudisten-Reef Mounds, vornehmlich zusammengesetzt aus Microsoleniden, Capriniden und cyanobakteriellen Sedimentbindern (MAURIN et al. 1981);

M-Kreide (Cenoman, El Abra Shelf, Mexiko): Rudisten- (Capriniden-Radiolitiden-) Mounds mit deutlicher Fazieszonierung (WILSON 1975);

Tertiär (O-Miozän, Upper Coralline Limestone, Malta): Korallen- (*Porites, Montastraea, Diploastrea*) Mounds (eig. Unters.; von PEDLEY 1979 als patchreefs und Biostrome gedeutet);

Pleistozän (W-Florida, USA): Tiefwasser-Korallen-Reef Mounds mit der ahermatypischen *Lophelia prolifera* als dominierendem Gerüstbildner (NEWTON et al. 1987); Vergleiche zu Rezentverhältnissen werden angestellt.

1.3.1.4 Mud Mounds

Als solche werden in dieser Arbeit morphologisch deutlich kissenartige bis hügelförmige Strukturen im Meter- bis Zehnermeter-Bereich (die in einigen Fällen sogar zu mehreren Hundert Metern „zusammenwachsen" können) aus meist massigen, seltener grobgebankten, vorwiegend mikritischen Karbonaten klassifiziert, bei denen Gerüstbildner stark zurücktreten oder fehlen, wohingegen non-skelettale, aber auch skelettale Binder stark dominieren. Sie spielen beim Aufbau der Mud Mounds eine wichtige Rolle, zumal sie zur raschen Sedimentfixierung und so zur Stabilität der Karbonatstruktur beitragen, was sich in der Ausprägung von Bindstones niederschlägt (vgl. z. B. PRATT 1982 b). Die in situ-Mikritbildung geht nach gegenwärtiger Kenntnis überwiegend auf die Aktivität von Mikroorganismen (Bakterien, Cyanobakterien, Algen) zurück (MONTY et al. 1982; MONTY 1984; CASTANIER et al. 1984; CAMOIN & MAURIN 1988; MONTY 1990), weshalb es hier berechtigt erscheint, die Mud Mounds zu den echten Biokonstruktionen zu stellen. Zu den Mud- und Wackestones, die eine beachtliche Reinheit aufweisen (nach MONTY 1984 90-98% $CaCO_3$), tragen untergeordnet auch detritische Karbonate bei, direkt aus der Suspension oder von bioerosiver Aktivität stammend (HECKEL 1974; BOURQUE & GIGNAC 1983).

Skelettale Organismen (Foraminiferen, Brachiopoden, Crinoiden) finden sich zwar gelegentlich mechanisch in Mud Mounds eingestreut, überwiegend jedoch treten sie jeweils als Biodetritus-Lage an der Basis des sich darüber erhebenden Karbonatkörpers auf.

Eine ökologische Zonierung der eigentlichen Mud Mounds ist kaum ausgeprägt, an deren Top aber erscheinen häufig Reef Mound-artige Bildungen mit einer deutlichen Zunahme der Gerüstbildner (v.a. Korallen, Stromatoporoiden), wie auch non-skelettale stromatolithische Biokonstruktionen. An den oft sehr steilen Mound-Flanken (rezent bis zu 50° beobachtet; MONTY 1984) lagern zumeist bioklastenreiche Sedimente.

Als Charakteristikum der meisten Mud Mounds gelten die als *Stromatactis* bekannten labyrinthischen, spariterfüllten Hohlraumgefüge von mehreren mm bis cm Ausdehnung, denen ursprünglich eine organismische Natur zugeschrieben wurde (DUPONT 1881; LECOMPTE 1937). Nach neueren Untersuchungen sind *Stromatactis*-Bildungen an Mikrobenmatten gebunden und weisen eine ziemlich differenzierte Diagenese auf (FLAJS & HÜSSNER 1992).

Der Bildungsraum von Mud Mounds liegt unterhalb der Wellenbasis (worauf der synonyme Begriff „Stillwasserbioherm" sensu FÜCHTBAUER 1988:348 hindeutet) und kann bis in die aphotische Zone hinabreichen (LEES et al. 1985; WELLER 1989 a).

Bemerkungen

Bis heute sind für Mud Mound-Biokonstruktionen verschiedenartige Termini in Gebrauch, u. a.:

Stromatactis-Reef (BATHURST 1959),
Stromatactis-Bioherm (PHILCOX 1965),
micritic mounds, lime mud mounds (WILSON 1975),
lime mud buildups (HECKEL 1974),
Schlammbioherm (FLÜGEL 1978),
deep water bioherms (PLAYFORD 1980),
quiet water carbonate buildups (BURCHETTE 1981),
Stillwasserbioherm (FÜCHTBAUER 1988),
Waulsortian reefs bzw. banks (speziell für unterkarbonische Mud Mounds; DUPONT 1863; LEES 1964, 1988),
cyanobacterial reef mounds (JAMES & GELDSETZER 1988).

O. g. Begriffe werden hiermit sämtlich durch **Mud Mound** ersetzt.

Manche rezente, als Mud Mounds, „carbonate mud banks" resp. „biodetrital mud mounds" beschriebene Karbonatanhäufungen der Florida Bay (Bosence 1990; Wanless et al. 1990) stellen ebensowenig echte Biokonstruktionen dar wie hügelartige Sedimentkörper, welche in Seegrasbeständen (z. B. *Posidonia, Cymodocea*) akkumuliert bzw. durch deren Wurzeln stabilisiert werden (z. B. „*Thalassia*-bound banks" im französischen Mittelmeer: Molinier & Picard 1952; „Rhizom-Riffe" im Ligurischen Meer: Hertweck 1975; „carbonate banks" der Shark Bay, W-Australien: Davies 1970). Bei solchen mechanischen Karbonatanhäufungen bzw. Moundbildungen spielen die Organismen nur eine Rolle als Sedimentfänger, das Sedimentmaterial ist aber weitgehend allochthon. Fossilbeispiele hierfür sind selten (vgl. Taberner & Bosence 1990).

Beispiele (siehe auch Taf. 5):

M-Ordovicium (S-Nevada, USA): bis zu 300m lange und 80m mächtige Mud Mounds, reich an *Stromatactis* (Ross et al. 1975);

M-Silur (N-Indiana, USA): Mud Mound mit Nachweis diverser non-skelettaler Algen verschiedener taxonomischer Zugehörigkeit (Coron & Textoris 1974);

O-Silur (Gaspe-Halbinsel, Quebec, Kanada): Mud Mounds größerer Ausdehnung (2km auf siliziklastischem Schelf, mit Reef Mound-Ausbildung im Hangenden (Bourque & Raymond 1988);

M- bis O-Devon (Harzgebiet): verschiedene Mud Mounds, z. T. mit Reef Mound-Stadium am Top (Weller 1989 a, b, 1991; Gischler et al. 1991, jeweils mit umfangreicher Literatur);

U-Karbon (Tournai/Vise; Irland, England: Derbyshire, Belgien): zahlreiche Mud Mounds, häufig vom sog. „Waulsortian"-Typus (Wolfenden 1958; Lees 1964, 1988; Muchez et al. 1990; Mitchell & Scrutton 1991 mit weiterer Literatur; vgl. Taf. 5, Fig. 7);

U- bis O-Karbon (arktischer kanadischer Archipel; Alberta, Kanada und Montana, USA): rel. ausgedehnte Mud Mounds vom „Waulsortian"-Typus, z. T. mit Übergängen zu Reef Mounds (Davies et al. 1988 a,b; Precht & Shepard 1988);

eine informative Zusammenstellung über das Interngefüge paläozoischer Mud Mounds (U-Ordovicium bis O-Karbon) mit Beispielen gibt Pratt (1982 b).

Karbon/Perm (Auernig-Schichten, Karnische Alpen, Österreich/Italien): Mud Mounds mit bioklastischer Wacke- und Grainstone-Fazies am Top (Boeckelmann 1985);

Trias (weltweit): Hinweise auf Mud Mounds des Anis, Ladin, Rhät (Flügel 1982);

Kreide (Alb, Turon, Coniac-Campan; N-Spanien, S-Frankreich, N-Afrika, südl. USA): Beispiele verschiedener Mud Mounds, z. T. mit *Lithocodium/Bacinella*-Anhäufungen, weniger mit Reef Mound-Endphasen (Garcia-Mondejar & Fernandez-Menodiola 1990; Camoin 1990, 1991; Camoin & Maurin 1988).

1.3.1.5 Cluster

Als Cluster werden hier kleine, lentikulare bis polygonal angeordnete, lockere Gerüste von kolonialen Oragnismen verstanden mit nahe beieinanderliegenden mono- bis paucispezifischen sedimentfangenden Individuen, bei denen punktuelle gegenseitige Kontakte oder partielle Zementierung möglich sind. Cluster können in büschelförmige Bouquets übergehen und als Vorstufe einer echten Biokonstruktion angesehen werden. Der Begriff wird hier weiter gefaßt als bei Kauffman & Sohl (1974:433); er schließt deren Terminus „Assoziation" mit ein.

Gegenseitig punktuell fixierte Organismen (z. B. byssate Bivalven, aber auch relativ dicht stehende non-skelettale Formen können zu Lebzeiten Cluster bilden, aber auch zu einer Or-

ganismen-Bank (s.u.) überleiten, wenngleich sich ihr fossiles Überlieferungspotential als äußerst gering erweist.

Beispiele (siehe auch Taf. 6):

O-Kreide (Iberikum, Ostspanien): lockere Rudisten-Cluster von *Pironaea milovanovici* (eigene Beob., Taf. 6, Fig. 1);

O-Kreide (Jamaika): dichte „Assoziationen" bzw. „Cluster" von Radiolitiden und Hippuritiden (*Barretia, Durania, Biradiolites, Distefanella, Thyrastylon, Titanosarcolites, Orbignya, Parastroma*; KAUFFMAN & SOHL 1974, sowie eigene Beob.);

Rezent (Sandwatt, The Wash, Ostengland): polygonale Bivalven-Cluster von *Mytilus edulis* (eigene Beob., Taf. 6, Fig. 2);

Rezent (Umgebung hydrothermaler Tiefsee-Schlote, East Pacific Rise): polygonale Bivalven-Cluster mit *Calyptogena magnifica* (LUTZ 1991).

1.3.1.6 Bänke

Unter einer Bank wird in vorliegender Arbeit eine skelettale, vorwiegend epibenthonische bis semi-infaunale in situ-Organismenanhäufung von zumeist biostromalem Ausmaß betrachtet, welche i.d.R. aus der Verdichtung von Clustern hervorgegangen ist, **fossil** aber **selten** eine autochthone Erhaltungsfähigkeit aufweist, sondern eher als Schillhorizont (s.u.) vorliegt. Dementsprechend versteht sich der Terminus **Bank** hier vornehmlich für rezente mono- bis paucispezifische Evertebraten-Konzentrationen.

Die von früheren Autoren verwendeten Begriffe bzw. Auffassungen wie „coral bank" (TEICHERT 1958), „Bankriff" (z. B. Stromatoporoiden-Bankriffe des Eifeler Mitteldevons; vgl. BIRENHEIDE 1962; STRUVE 1963), „organic bank" (WILSON 1975), „Rudisten-Bänke" sensu KAUFFMAN & SOHL (1974:439 ff.), „Bank" für Körper, bei denen die ehemalige Wasserturbulenz für die entsprechende topographische Erhebung nicht rekonstruierbar ist (FLÜGEL 1978:417), bzw. „carbonate bank" für detritische in situ-Karbonatakkumulationen oder (!) komplexe Karbonat-Buildups (JAMES 1983) lassen sich in den meisten Fällen (abgesehen von der äquivalenten sedimentologischen Bedeutung Bank = Schicht; vgl. GEYER 1977) problemlos als einfache resp. komplexe Biostrome (s. o.) klassifizieren. Auch die bei Zoologen häufig verwendeten Begriffe „Bankriff" (z. B. SCHUHMACHER 1976) bzw. „Korallenbänke" (KÜHLMANN 1991; KÜHLMANN et al. 1991) oder SCHUHMACHERS (1976) Terminus „Semiriffe" für Austern- und Miesmuschelbänke werden damit überflüssig.

Beispiele (siehe auch Taf. 6):

Pleistozän (North Carolina, USA): Gastropoden-Bänke sessiler *Crepidula*-Individuen (MILLER 1988; MILLER & DU BAR 1988; von diesen Autoren uneinheitlich als „*Crepidula*-Biostrome" bzw. „*Crepidula*-snail banks" bezeichnet);

Rezent (Wattgebiete Südl. Nordsee): monospezifische byssate Bivalven-Bänke aus *Mytilus edulis* (REISE 1991, sowie eigene Beob.; Taf. 6, Fig. 3-4), mit z. T. sehr hoher Besiedelungsdichte (bis über 2000 Individuen pro m^2);

Rezent (Wattgebiete Südl. Nordsee): Bänke aus dichtstehenden agglutinierten terebellomorphen Polychaeten-"Bäumchen" (Wohnröhren) von *Lanice conchilega* mit bis zu 1000 Individuen pro 1/10 m^2 (eigene Beob., vgl. auch ZIEGELMEIER 1952, der sogar von „riffartigen *Lanice*-Polstern" aus der Umgebung von Sylt spricht);

Rezent (Umgebung hydrothermaler Tiefsee-Schlote mittelozeanischer Rücken): diverse paucispezifische Wurm- bzw. Muschelbänke, letztere z. T. als „clam acres" bezeichnet (LUTZ 1991; EDMOND & VON DAMM 1992; TUNNICLIFFE 1992).

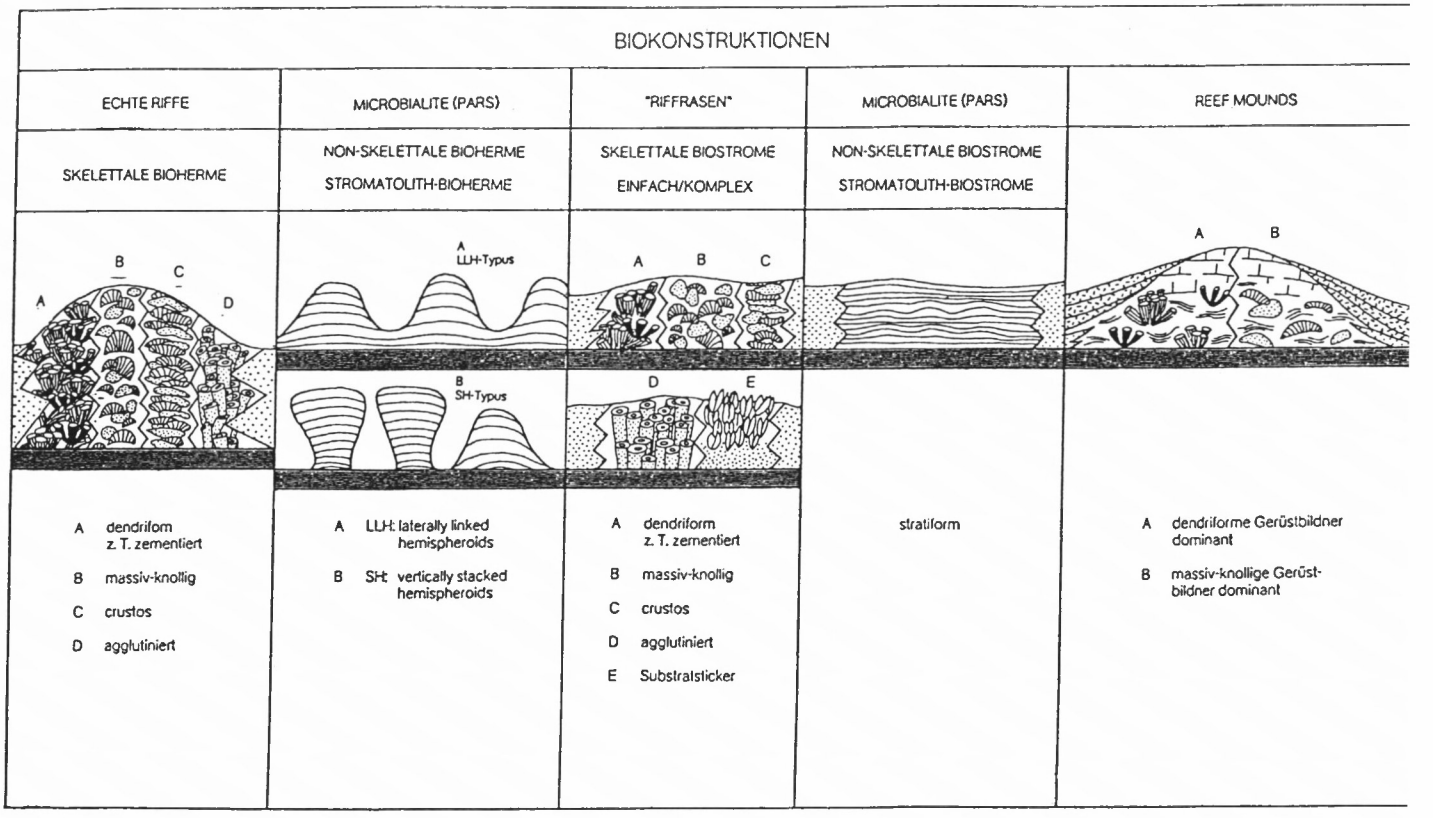


Abb. 1: Tabellarische Darstellung der sechs in vorliegender Rifftypologie ausgeschiedenen Biokonstruktions-Gruppen und ihre Abgrenzung zu (bisher z. T. fraglichen) non-rezifalen Bildungen. Ohne Maßstab. Nähere Erläuterungen im Text.

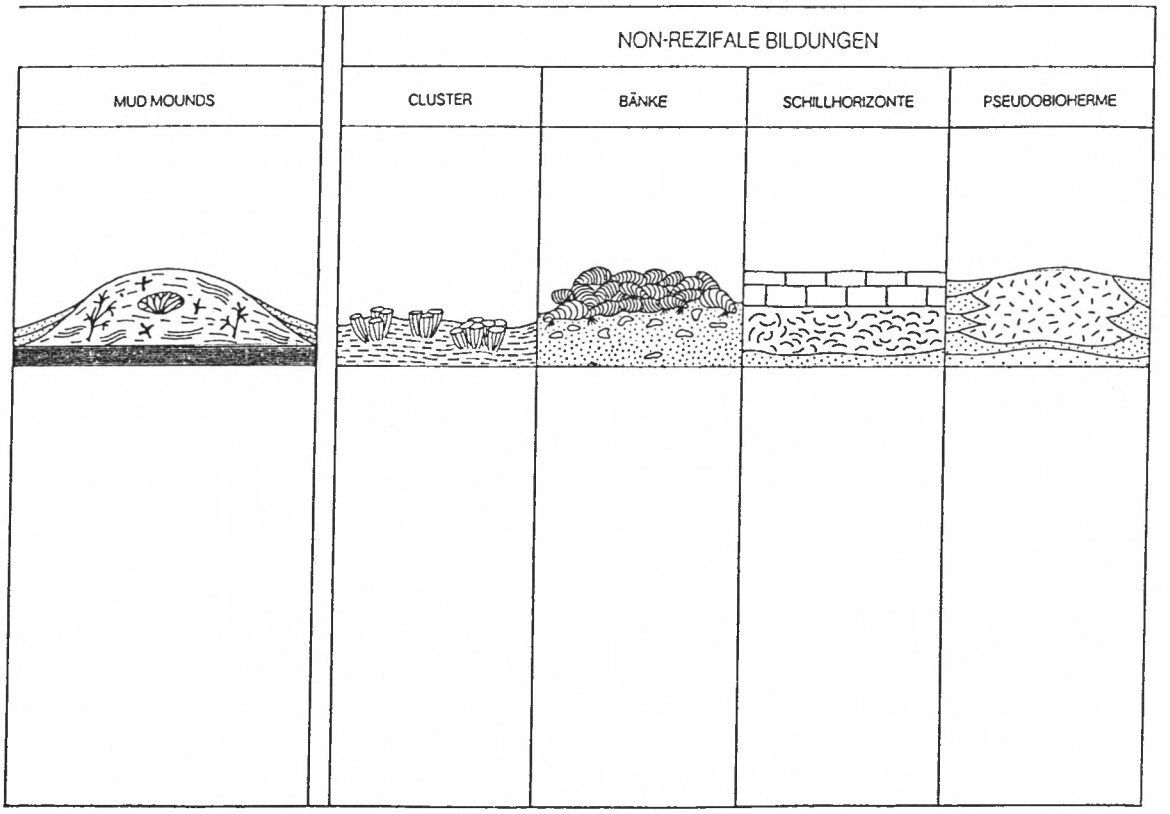
1.3.1.7 Schillhorizonte und Pseudobioherme

Als **Schillhorizont** wird hier ein **geschichteter Gesteinskörper** mit m.o.w. dichtgepackter **Schalenanreicherung** klassifiziert, der einerseits aus Clustern bzw. Bänken hervorgegangen sein oder aber durch kurzfristige starke hydrodynamische Einwirkungen auch direkt einer echten Biokonstruktion entstammen kann. Als Bioklasten treten überwiegend Molluskenfragmente auf (dies entspricht auch den Begriffen „Lumachelle" resp. „Coquina"); daneben kommen auch andere schalentragende Organismen (z. B. Foraminiferen, Brachiopoden, vgl. unten) in Betracht. Je nach Taphonomie lassen sich autochthone Schillhorizonte (Organismen mit nur geringfügiger post-mortem-Verfrachtung) von parautochthonen (kaum noch in situ-Erhaltung, keine Verfrachtung aus dem ursprünglichen Environment) und allochthonen Schillhorizonten (starke Aufarbeitung, Transport aus dem ursprünglichen Habitat) unterscheiden, wobei letzterer Typus bereits zu den Schalenbreccien überleitet (vgl. hierzu auch KIDWELL et al. 1986; CALLENDER et al. 1992). Im Falle von autochthonen, aber auch par-autochthonen Schillhorizonten sind Rückschlüsse auf ehemalige Biokonstruktionen ggf. gut möglich.

Für die Beschreibung vieler solcher Anreicherungen finden bedauerlicherweise bei entsprechenden Bearbeitern z. T. noch immer die Termini „Riff" oder „Bank" Anwendung.

Beispiele (siehe auch Taf. 6):

U-Kreide (Berrias/Valangin, British Columbia, Kanada): Bivalven-Schillhorizonte der Gattung *Buchia* (POULTON 1988; von diesem Autor auch als „coquinoid biostromes" und zugleich „*Buchia*-Banks" bezeichnet);



O-Kreide (verschiedene Gosau-Lokalitäten, Nördliche Kalkalpen; Deutschland und Österreich): diverse Rudisten-Schillhorizonte, welche oft fälschlicherweise als „Riffe" angesprochen wurden (u. a. KÜHN 1947, 1965; KAUMANNS 1962; WILLE-JANOSCHEK 1966; KOLLMANN & SUMMESBERGER 1982; siehe auch Beispiele Taf. 6, Fig. 5-6) das von PLÖCHINGER (1967:41 f.) dargestellte „Radiolitiden-Riff"-Vorkommen des Hohe-Wand-Gebietes (Niederösterreich) erwies sich als Reef Mound (vgl. Kapitel 2.1.3);

O-Kreide (Südalpen, Oberitalien): Rudisten-Schillhorizonte, welche von den Bearbeitern BOEHM (1895) und WIONTZEK (1934) ziemlich uneinheitlich als „Rudisten-Breccien", „-bänke", „-riffe", wie auch „Rudistenkalke" angesprochen wurden;

Alttertiär (Eozän, Ägypten): Foraminiferen- (Nummuliten-) Schillhorizonte (AIGNER 1983; von diesem Autor auch als „Nummuliten-Buildups" bzw. „-bänke" bezeichnet);

Alttertiär (Oligozän, Texas, USA): Foraminiferen- (Heterosteginen-) Schillhorizonte (CANTRELL et al. 1959; von den Bearbeitern als „Heterosteginen-Riff" betrachtet).

Fossilreiche, im geologischen Verband erscheinende Kalkkörper ohne markantes Relief und **ohne jegliche Gerüstbildner** we biohermartig werden im Sinne einer von GAILLARD et al. (1992) gegebenen Definition als **Pseudobioherme** aufgefaßt. Diese stellen nichtstratiforme Anreicherungen überwiegend von Molluskenschalen dar.

Beispiele:

O-Jura (Oxford, SE-Frankreich): Bivalven- (Luciniden-) Pseudobioherme in hydrothermal beeinflußten Tiefseeablagerungen (GAILLARD et al. 1985);

O-Kreide („Senon", Istrien, Kroatien): Rudisten-Pseudobioherme (POLŠAK 1967; von diesem Autor als „pseudorecifs de rudistes" bezeichnet);

O-Kreide (Santon/U-Campan, Gosau-Formation, Nördliche Kalkalpen; Deutschland

und Österreich): Gastropoden- (Nerineen-) Pseudobioherme, von mehreren Autoren (z. B. HERM 1957) als „Nerineen-Riffe" oder „Nerineen-Mounds" (HÖFLING 1985) bezeichnet;

O-Kreide (Campan, Piere Shales Formation; Colorado, USA): Bivalven- (Luciniden-) Pseudobioherme (sog. Tepee Buttes nach GILBERT & GULLIVER 1895);

Jungtertiär (Miozän, Western Montferrato Hills Formation; N-Italien): Bivalven- (*Lucina*-) Pseudobioherme (CLARI et al. 1988).

1.3.1.8 Zusammenfassung

Die hier gegebene erweiterte Rifftypologie beruht auf der Darstellung des Interngefüges skelettaler wie non-skelettaler biohermaler und biostromaler Körper flach- und tiefmariner sowie non-mariner Environments (Abb. 1). Sämtliche Biokonstruktionen lassen sich damit eindeutig beschreiben und einem der sechs ausgewiesenen Biokonstruktionstypen zuordnen; Übergänge zu nicht-rezifalen Bildungen (Cluster, Bänke, Schillhorizonte, Pseudobioherme) können ebenso erfaßt werden. Die Existenz von Riffzonierungen wie auch von lateralen biokonstruktionsgesteuerten Faziesdifferenzierungen ist möglich. Die geomorphologische Klassifizierung der Biokonstruktionen ist zweitrangig. Wellenresistenz wird nicht mehr als riffkennzeichnendes Kriterium angesehen.

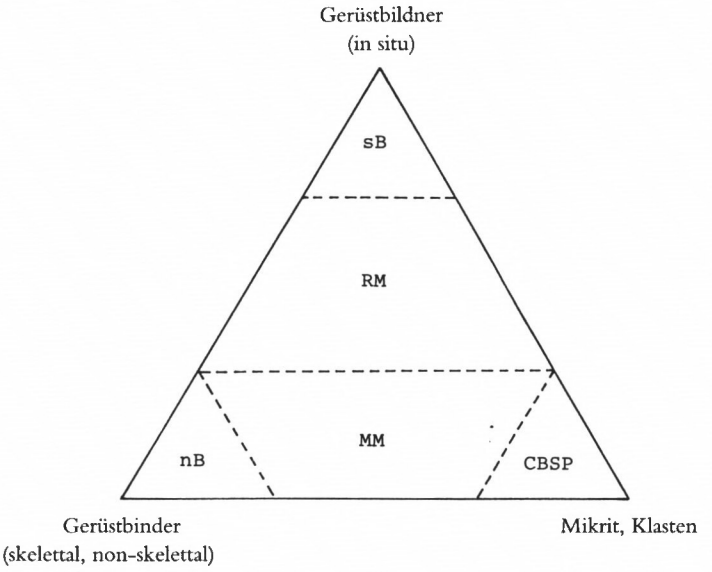


Abb. 2: Schematische quantitative Darstellung von Biokonstruktionen und ihrem Übergang zu non-rezifalen Bildungen.

Biokonstruktionen
- sB skelettale Bioherme und Biostrome
- nB non-skelettale, stromatolithische Bioherme und Biostrome
- RM Reef Mounds
- MM Mud Mounds

Non-rezifale Bildungen
- C Cluster
- B Bänke
- S Schillhorizonte
- P Pseudobioherme

Eine schematische Quantifizierung aller Biokonstruktionen läßt sich in einer Dreiecksdarstellung veranschaulichen (Abb. 2), markiert durch die Eckpunkte „Gerüstbildner (in situ)", „Gerüstbinder (skelettal & non-skelettal)", sowie „Mikrit & Klasten". Skelettale Bioherme und Biostrome liegen hierbei im obersten Teildreieck (ab 70% Gerüstbildner), nonskelettale stromatolithische Bioherme und Biostrome im linken (ab 70% Binder), non-rezifale Bildungen im rechten Teildreieck. Das mittlere Feld (30–70% Gerüstbildner, max. bis 70% Mikrit, etc., resp. Binder) nehmen die Reef Mounds ein, das interne Trapezfeld (30% Gerüstbildner, bis max. 70% Binder bzw. Mikrit, etc.) die Mud Mounds.

Bleibt anzumerken, daß dieses Bestimmungsdreieck überwiegend für fossile Biokonstruktionen erarbeitet wurde, bei denen die sonst rifftypischen Hohlräume (vgl. RIDING 1977 b) sedimentär bzw. diagenetisch verfüllt vorliegen.

1.4 FOSSILVERGESELLSCHAFTUNGEN VON BIOKONSTRUKTIONEN – EIN NEUER PALÖKOLOGISCHER KLASSIFIKATIONSVERSUCH

„Reef ecosystems are spectacular examples of interspecific associations whose essence is cooperation."
John A. TALENT, 1988

1.4.1 Bisherige Konzepte

Seit HUMBOLDT (1805) suchen Ökologen nach Möglichkeiten für eine rasche, beschreibende wie auch vergleichende und interpretative Darstellungsweise komplexer Lebensgemeinschaften. Unter Hinweis auf die hierbei unvermeidliche empirische Auffassung eines jeden ordnenden Wissenschaftlers erörtert zuletzt WHITTAKER (1962) die verschiedenen bisher in Gebrauch befindlichen Verfahrensweisen. Bei der Anwendung solcher Konzepte auf palökologische Fragestellungen zeigte sich, daß sie uneingeschränkte Übertragung rezentökologischer Klassifikationsmöglichkeiten auf fossile Verhältnisse u. a. wegen unvollständig überliefertem Material, unterschiedlicher taphonomischer Zustände und diverser Anaktualismen äußerst problematisch, z. T. sogar unmöglich ist (vgl. hierzu auch die unterschiedlichen Auffassungen hinsichtlich des in Gebrauch befindlichen (pal)ökologischen Begriffsinventars bei BÖGER 1970). Eine kritische Gegenüberstellung wichtiger bisher in der Palökologie verwendeter Darstellungsmethoden gibt HÖFLING (1985), der darüber hinaus als neues Klassifikationsprinzip das auf trophischer Grundlage fußende paene-holistische Konzept vorschlägt und für Fallbeispiele aus der alpinen Oberkreide anwendet. Im Verlauf weiterer Arbeiten des Autors bestätigte sich die Brauchbarkeit dieses Prinzips für fossile Benthos-Vergesellschaftungen.

Speziell für Riffgemeinschaften erweist sich jedoch eine Einteilung nach funktionalen Organismengruppen als sehr nützlich. Bereits WALTHER (1888) macht auf die sinnvolle Trennung der Rifforganismen in Gerüstbildner, Gerüstbinder, Sedimentproduzenten und Sedimentfänger aufmerksam; verschiedene Autoren folgen ihm darin. Jedoch erst FAGERSTROM (1984; 1985; 1987; 1988) greift im Rahmen seiner evolutiven Betrachtung von Riffgemeinschaften dieses Einteilungsprinzip wieder auf, wobei er sich des von ROOT (1967) für rezente Vogelvergesellschaftungen aufgestellten **guild-Konzepts** bedient, welches vor ihm beispielsweise auch HAIRSTON (1981) und WAGNER (1981) auf rezente Salamander- bzw. insectivore Vogelgemeinschaften, sowie BAMBACH (1983) resp. VAN VALKENBURGH (1985) auf fossile marine Benthos- aber auch terrestrische Mammalia-Vergesellschaftungen übertrugen.

ROOT's (1967:335) **Definition von guild** umfaßt

„. . . a group of species that exploit the same class of environmental resources in a similar way . . . without regard to taxonomic position . . . (and) overlap significantly in their niche requirements."

Gleichzeitig deutet ROOT auch auf die möglichen Schwierigkeiten bei dieser Gruppeneinteilung hin:

„The limits that circumscribe the membership of any guild must be somewhat arbitrary. . . . A species may be a member of more than one guild."

Als genereller Aspekt gilt ferner:

„The guild concept focuses attention on all sympatric species involved in a competitive interaction, regardless of their taxonomic relationship."

Die mit „guild" umschriebenen funktionalen Einheiten (also Artengruppen desselben Environments mit m.o.w. denselben ökologischen Ansprüchen) in Riffsystemen gliedert FAGERSTROM (1987:196 f.) in:

- constructor guild,
- binder guild,
- baffler guild,
- dweller guild (grazers, nestlers),
- destroyer guild (borers, raspers),

welche er in einem Schema der „communitiy structure" (vgl. Abb. 3 a) zusammenstellt. Er klassifiziert ferner zahlreiche Riffvorkommen der Erdgeschichte anhand dieses guild-Konzeptes (siehe Abb. 3 b als ein Beispiel), wobei gemäß der ursprünglichen Definition klar zum Ausdruck kommt, daß manche Mitglieder einer Fossilvergesellschaftung nicht nur einer einzigen guild-Einheit zuzuordnen sind, sondern, was FAGERSTROM (1991) neuerdings in einem modofozierten guild-Konzept (wo er nur noch constructor, baffler und binder guild als riffcharakteristische Einheiten gelten läßt) als „guild overlap" infolge morphologischer Plastizität bezeichnet, mehreren Einheiten (z. B. constructor and baffler) gleichzeitig angehören können.

Weitere Anwendungen dieses Konzeptes erfolgten bisher durch STANTON & FLÜGEL (1987) für alpine Trias-Biokonstruktionen, sowie partiell durch MOUSSAVIAN (1992) in dessen grundlegender Arbeit über Krustenbildende Assoziationen in kretazischen Biokonstruktionen.

1.4.2 Das neu vorgeschlagene Konzept

Eine versuchsweise erfolgte Übernahme des guild-Konzeptes für die Klassifikation kretazischer Biokonstruktionen durch den Autor vorliegender Arbeit zeigte alsbald die eingeschränkte Brauchbarkeit der FAGERSTROM-Darstellungsweise auf, die sich einerseits als unübersichtlich und somit schwer lesbar erwies (vgl. Beispiel Abb. 3 b). Zudem enthält das Kreisdiagramm keine quantitativen Angaben der einzelnen funktionalen Organismeneinheiten. Daneben lassen sich ferner die „guild overlaps", welche sich bei den meisten Gerüstbildnern je nach Environment durch Auftreten unterschiedlicher Morphotypen niederschlagen (vgl. als Beispiele für Kalkalgen: MOUSSAVIAN 1992; Poriferen s.l.: ABBOTT 1973, sowie KERSHAW & WEST 1991 und REITNER 1992; Scleractinia: FOSTER 1979, 1985 und HÖFLING 1989; Rudisten: ZAPFE 1937, HÖFLING 1985) in dieser Darstellung allenfalls durch Pfeile qualitativ andeuten.

Im hier neu vorgestellten Konzept werden lediglich die Äquivalente der Einheiten constructor-, binder- und dweller-guild als riffdiagnostisch relevante Gruppen angesehen:

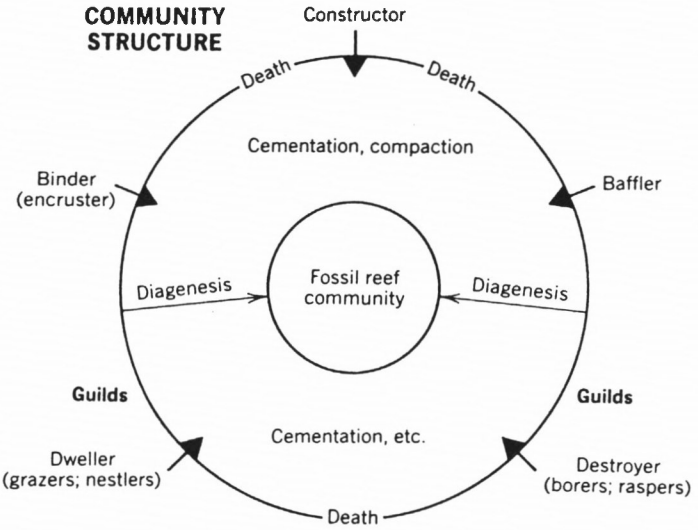


Abb. 3 a: Die fünf funktionalen Einheiten (guilds) im allgemeinen Riff-"community structure"-Diagramm von FAGERSTROM (1987: 197).

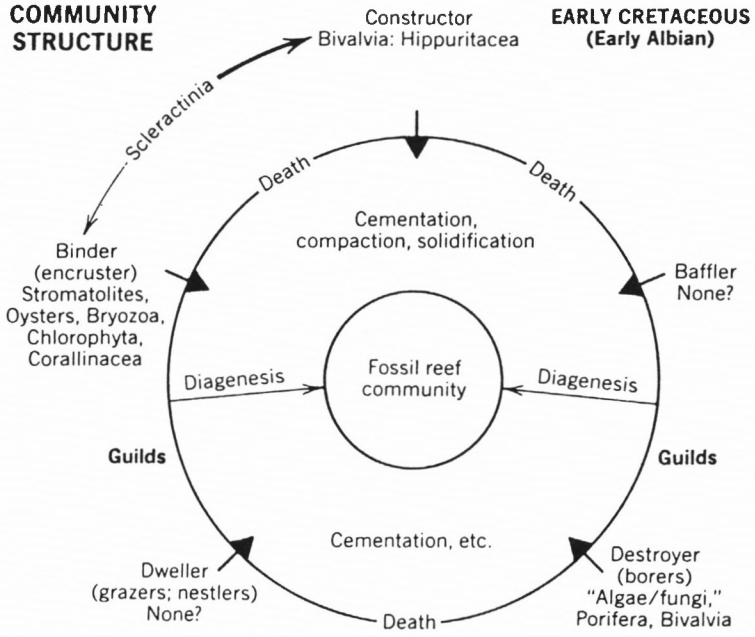


Abb. 3 b: Beispiel eines guild-Diagramms für mittelkretazische Biokonstruktionen des Mural Limestone, SE Arizona. Aus FAGERSTROM (1987: 428).

- **Gerüstbildner**: sie umfassen sämtliche skelettale Konstrukteure wie auch die bisher davon separierten Baffler, welche man als solche als eine besondere Form einer gerüstbildenden Assoziation betrachten kann;
- **Binder**: hierzu gehören alle sowohl skelettalen wie non-skelettalen gerüst- und sediment-bindenden Organismentypen (in echten Riffen, Reef Mounds und Mud Mounds);
- **Bewohner**: mit Ausnahme der Gerüstbildner und Binder wird hierunter die gesamte unmittelbare „Beifauna" und „-flora" einer Biokonstruktion verstanden; diese schließt die Weidegänger (grazers) und sessilen Riffbewohner (nestlers) ebenso ein wie die bioerosiv

tätigen bohrenden und raspelnden Organismen. Nach der hier vertretenen Ansicht lassen sich diese Assoziationen mühelos in einer Kategorie als „Riff"-Bewohner zusammenfassen; sie besitzen aus ökologischen Gesichtspunkten heraus betrachtet keinerlei Anspruch auf eine gesonderte Erhebung in einen „guild-Rang".

„Guild overlaps" sensu FAGERSTROM (1987, 1991) lassen sich durch gesonderte Aufnahme der betreffenden Taxa in zwei verschiedene Einheiten berücksichtigen.

Als graphische Darstellung der drei diagnostischen paläobiologischen Gruppen einer Biokonstruktion bietet sich eine Kreisdarstellung an, bei der die im Gelände oder unter dem Mikroskop (durch Pointcounter-Analyse) ermittelte quantitative Verteilung der Gerüstbildner, Binder sowie Bewohner jeweils als eigener Sektor erscheint, der als solcher 100% der betreffenden Einheit ausmacht (Abb. 4). Die weitere, pro Einheit gegebene Sektoren-Unterteilung bezieht sich auf das prozentuale Auftreten entsprechender taxonomischer Gruppen innerhalb einer Einheit; die außenstehende Ziffer gibt die Anzahl der jeweils nachgewiesenen Taxa pro Gruppe an.

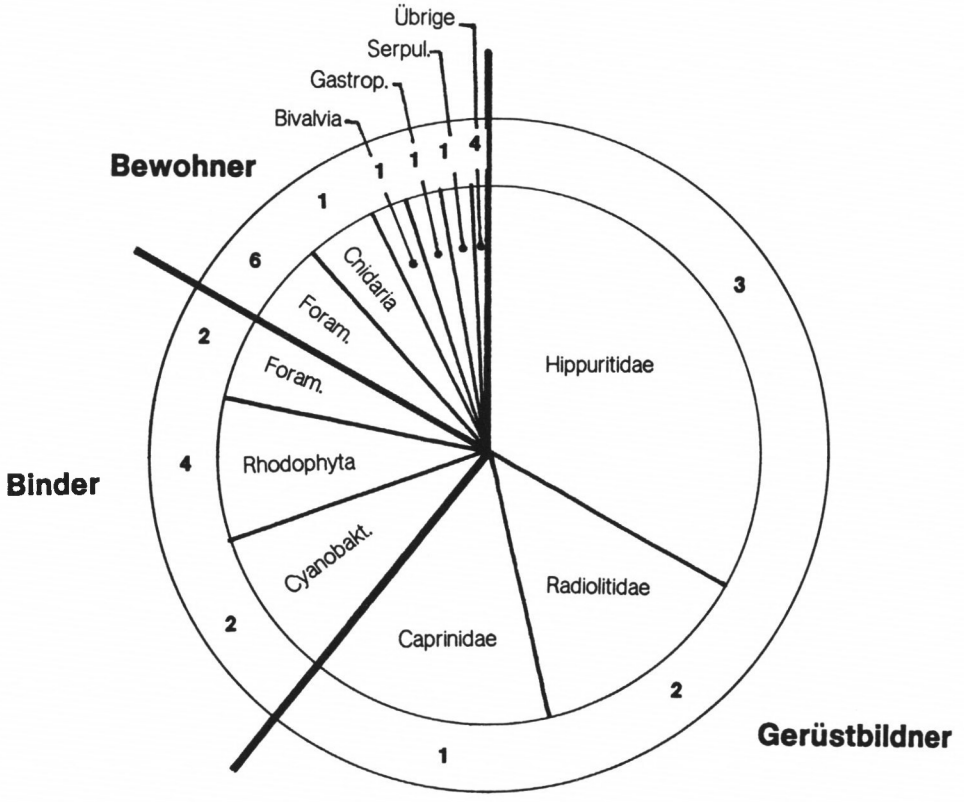


Abb. 4: Sektorendarstellung der quantitativen Verteilung einer paucispezifischen rudistenreichen Biokonstruktion (Reef Mound; fiktives Beispiel) mit 61% Gerüstbildnern (6 Taxa), 22% Bindern aus Cyanobakterien, Rhodophyten sowie inkrustierenden Foraminiferen (insges. 8 Taxa) und 17% Bewohnern (insges. 14 Taxa).

Eine nahezu ausschließlich von Bindern zusammengesetzte Biokonstruktion verkörpert beispielsweise ein Stromatolith-Bioherm oder ein Mud Mound.

Zusammen mit der im vorigen Kapitel vorgeschlagenen Dreiecksdrastellung der Biokonstruktionstypen, welche auch sedimentologische Kriterien (Mikrit, Klasten) einschließt (Abb. 2), lassen sich somit sämtliche in vorliegender Arbeit ausgewiesenen bzw. typifizierten Biokonstruktionen graphisch übersichtlich zur Darstellung bringen.

2. SPEZIELLER TEIL
AUSGEWÄHLTE FALLBEISPIELE KRETAZISCHER BIOKONSTRUKTIONEN

„Reefs are perhaps the most complicated of all sedimentary deposits, constructed by the complex interplay of biological fixation of carbonate, physical sedimentation, early cementation (commonly) and biological and physical erosion."
Noel P. James & David R. Kobluk, 1978

Entsprechend der Charakterisierung der einzelnen Biokonstruktionstypen im vorangegangenen allgemeinen Teil sollen im folgenden ausgewählte kretazische Fallbeispiele von Biokonstruktionen unterschiedlichen Alters und paläogeographischer Zugehörigkeit insbesonders hinsichtlich paläobiologischer Zusammensetzung und Palökologie eingehender dargestellt und aufgrund eigener Vergleichsuntersuchungen wie auch Literaturdaten ähnlichen Gebilden anderer Lokalitäten gegenübergestellt werden, um ggf. die Variationsbreite eines Biokonstruktionstyps umreißen zu können.

2.1 FALLBEISPIEL 1

DENDRIFORME HIPPURITEN-BIOHERME UND -CLUSTER VON GRÜNBACH, SW WIEN (NÖRDLICHE KALKALPEN; OBER-SANTON)

Geographische Lage

Felsrippe, ca. 1,5 km N Grünbach, NNW des ehemaligen Schachtes „Segen Gottes" am Fuße der Hohen Wand; 50 km SW Wien/Niederösterreich (vgl. Abb. 5).

Geologischer Rahmen

Die hier besprochenen Hippuriten-Bioherme gehören dem Liegend-Abschnitt des östlichen riff-führenden kalkalpinen Gosauvorkommens an, namentlich dem saiger stehenden bis überkippten Nordflügel der Neue Welt-Grünbacher Gosaumulde (Tollmann 1976). Die an dieser Stelle erschlossene Kreideserie des Hohe Wand-Gebietes fand nicht nur wegen ihrer stark differenzierten Sedimentation, sondern auch aufgrund ihrer abbauwürdigen Kohleflöz-Führung schon sehr früh besondere Beachtung (vgl. Sedgwick & Murchison 1831).

Während weiter im NE in der Umgebung von Piesting nach Brinkmann (1935), aber auch Reyment (1958), belegt durch die Ammoniten *Barroisiceras haberfellneri* (Hauer) bzw. *Pseudokossmaticeras brandti* (Redtenbacher) die Gosauabfolge bereits mit dem Ober-Coniac zu beginnen scheint, setzt bei Grünbach eine insgesamt etwa 1400 m mächtige Serie erst im Ober-Santon mit faziell deutlich differenzierten Basalbildungen (insgesamt ca. 100 m Mächtigkeit) ein. Auf obertriassischen Hallstätter Kalken lagern transgressiv Basisbreccien, in denen sich an einer Stelle konzentriert *Hippurites*-Bioklasten finden (Abb. 6; diese entsprechen wohl dem 1. Hippuritenhorizont Zittels 1864:168). Daneben schalten sich örtlich in den Breccienverband Brachiopodenkalke ein. Die Basalbreccie verzahnt sich diachron mit z. T. sehr kristallinreichen (oft 70%), stellenweise bauxitisch gebundenem, mittelgrobem Basalkonglomerat, welches in einen rötlichbraun erscheinenden Grobsandstein überleiten kann.

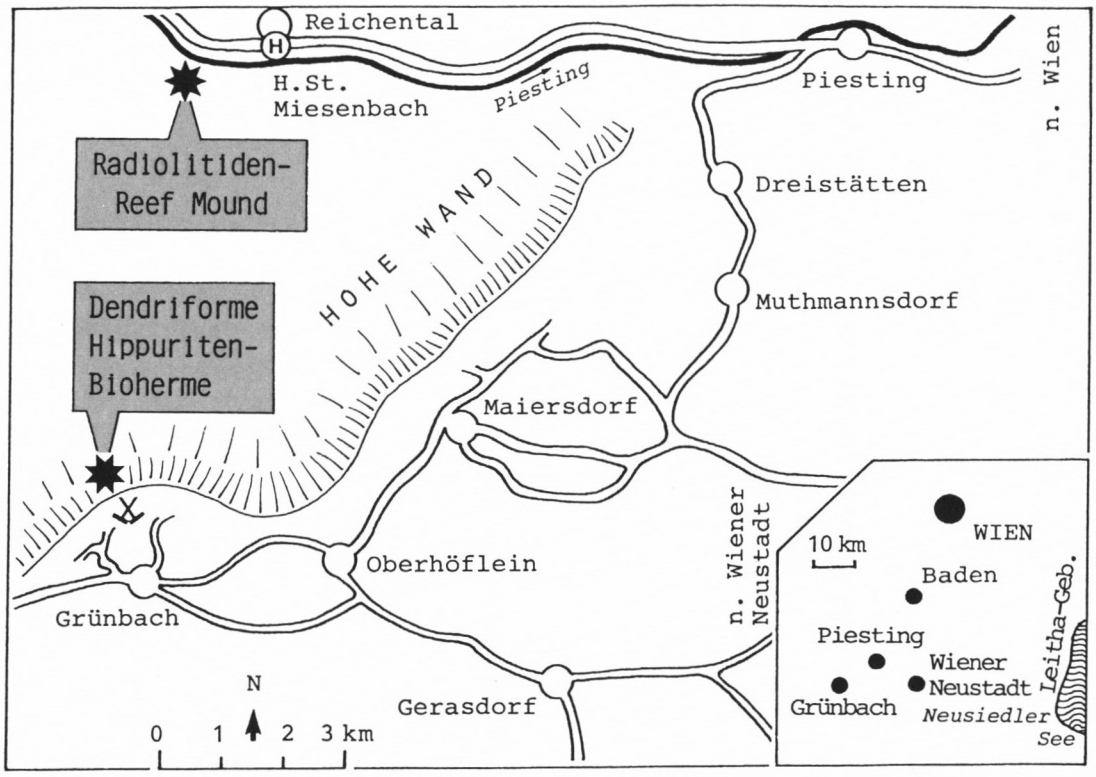


Abb. 5: Lage der Lokalitäten N Grünbach (dendriforme Hippuriten-Bioherme) sowie W Piesting (Radiolitiden-Reef Mound) im Gebiet der Hohen Wand.

Diese Klastika bilden die Basis eines heute über 200 m weit verfolgbaren „Rudistenriffes" sensu PLÖCHINGER (1961, 1967, der hierfür 800 m Erstreckung angibt) N Grünbach, das von megafossilreichen Feinschuttkalken begrenzt wird (Abb. 6). Diese entsprechen der „korallenreichen mergeligen Sandkalklage" bei PLÖCHINGER, die dieser z. T. auch im Liegenden des Riffkalkes über dem Basalkonglomerat angibt, welche aber vom Autor vorliegender Arbeit anläßlich einer erneuten Geländeaufnahme in diesem Gebiet nicht nachgewiesen werden konnte.

Das Hangende setzt sich mit kohleflözführenden, siltig-sandigen Mergeln des Campans fort (ca. 500 m mächtig), in die sich stellenweise *Trochactaeon*- und *Nerinea*-Horizonte dazwischenschalten. Diese gehen über eine Kalksandstein-Fazies mit *Orbitoides* ex gr. *apiculata* SCHLUMBERGER in ebenfalls bis 500 m mächtige, z. T. siltige Inoceramen-Mergel des Maastricht über, welche eine Globotruncanen-reiche *Lituola-Bolivinoides-Stensioeina*-Vergesellschaftung auszeichnet (PLÖCHINGER 1967; KOLLMANN & SUMMESBERGER 1982; HÖFLING, unpubl.).

Altersstellung

KÜHN (1947) leitete aus der Hippuritiden-Fauna im Hangenden des „Riffs" ein obersantones Alter ab. Wie u. a. von HÖFLING (1985) bemerkt, erscheint die KÜHNsche Hippuriten-Stratigraphie wegen dem oft environmentbedingten Polymorphismus dieser Rudisten als sehr problematisch. Da entsprechende Foraminiferen wie auch Cephalopoden in den bioherm-umgebenden Straten fehlen, kann mit PLÖCHINGER (1961:371) aufgrund der unmittelbar unterhalb des gesicherten Untercampans vorkommenden, für Coniac-Santon charakteri-

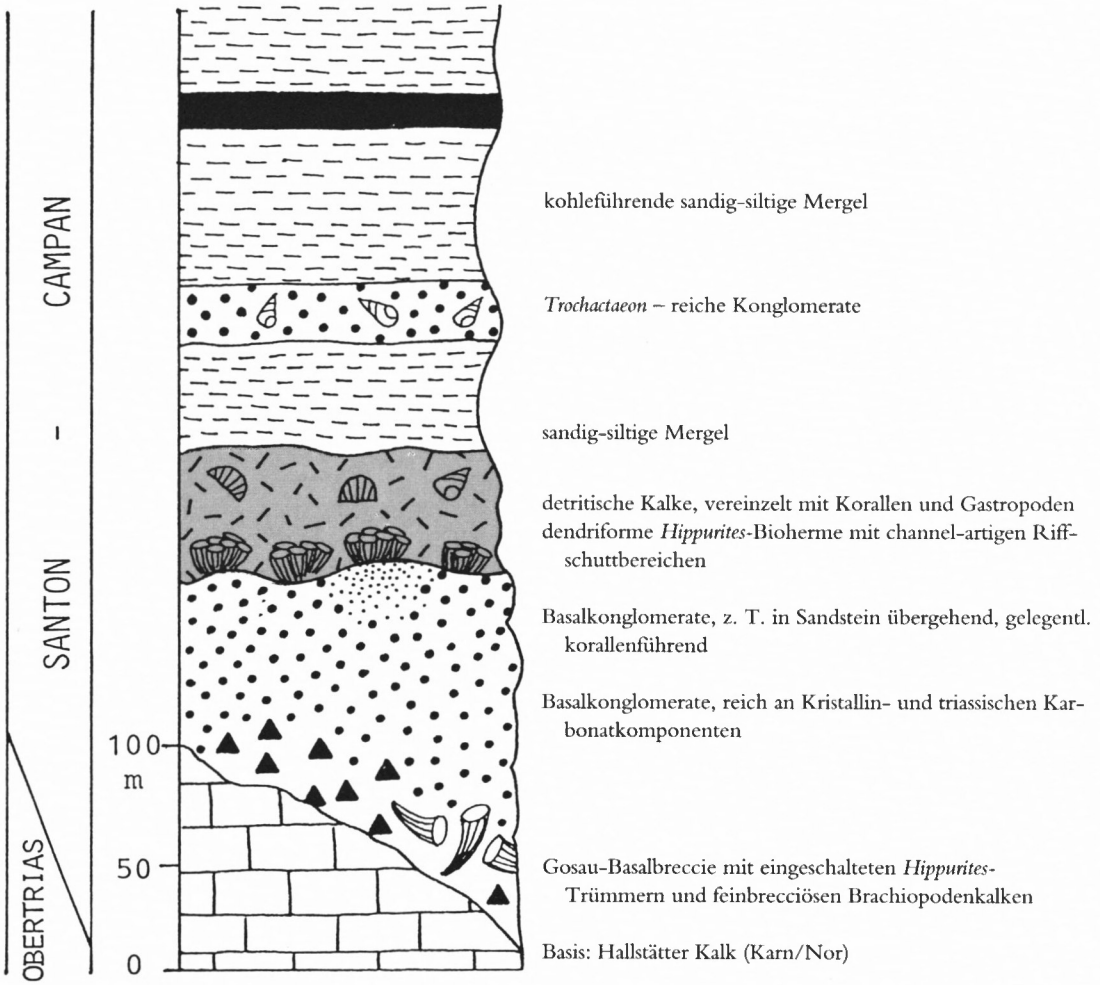


Abb. 6: Generalisiertes Profil der Unteren Gosau-Einheiten von Grünbach und Umgebung (nach Daten von PLÖCHINGER 1969 sowie eigenen Geländeaufnahmen.

stischen N*erinea (Symplophyxis) buchi* (KEFERSTEIN) dennoch auf ein obersantones Alter geschlossen werden (vgl. hierzu auch TIEDT 1958).

Die Biokonstruktionen

Die nahezu saiger bis minimal überkippte, etwa 200 m weit verfolgbare Felsrippe N Grünbach (Taf. 7, Fig. 1) wurde im Gelände neu aufgenommen. Es zeigte sich generell eine lithologische Dreiteilung in Basalkonglomerat, lokal in Grobsandstein übergehend, ferner eine massige, bioherm-führende Schuttkalk-Einheit, sowie (stellenweise erosionsbedingt fehlend) eine undeutlich grobgebankte Schuttkalk-Bedeckung (Abb. 7).

Das hier ausgebildete Gosau-Basiskonglomerat führt neben triassischen Karbonatgeröllen einen hohen Kristallinanteil; im Dünnschliff können u. a. Phyllite und Gneise, v.a. aber Quarzite nachgewiesen werden. Früheren Bearbeitern fielen darüber hinaus vereinzelte exotische Gerölle auf (AMPFERER 1918:55; PLÖCHINGER 1967:41). Örtlich verzahnt sich das Konglomerat mit bauxitisch gebundenem, feinkonglomeratischem Grobsandstein bzw. geht gradiert in einen solchen über.

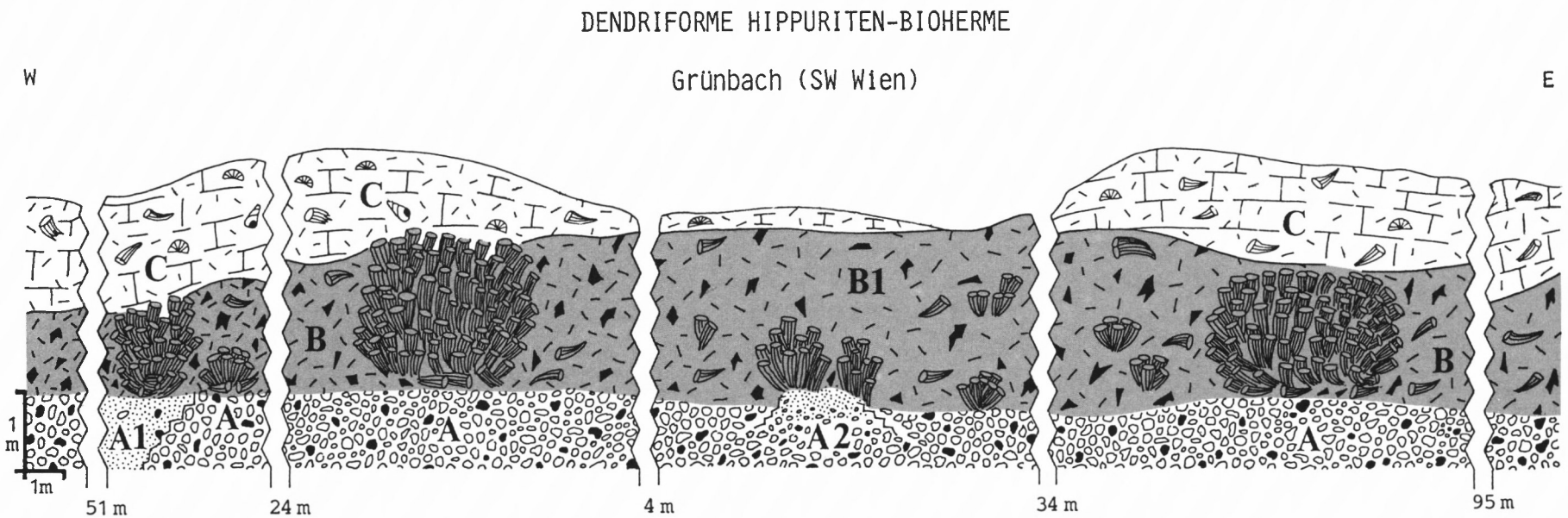


Abb. 7: Schematisierte Darstellung der Faziesverhältnisse der Felsrippe N Grünbach NNW des Schachtes „Segen Gottes" (Ober-Santon).

Lithologische Einheiten

A Gosau-Basiskonglomerat, kristallinreich, mittel- bis grobkörnig, stellenweise verzahnt mit

A1 konglomeratischem Sandstein bzw. in einen solchen gradiert übergehend (A2).

B Grobe Schuttkalke ohne Bankung (Float- und Rudstones), eingeschaltet dendriforme *Hippurites*-BIOHERME (Patchriffe) bzw.-CLUSTER (B1).

C Feine Schuttkalke mit schwacher, grober Bankung (überwiegend Grainstones, z. T. Rudstones), vereinzelt mit Solitärkorallen, Rudisten- und *Trochactaeon*-Bioklasten.

Der von früheren Autoren zumeist als „Hippuritenriff" bezeichnete Horizont stellt keinesfalls eine zusammenhängende Biokonstruktion dar, sondern gibt sich bei detaillierter Profilaufnahme zunächst als ungebankte, massige Grobschuttkalk-Einheit zu erkennen, welche maximal knapp 5 m mächtig werden kann, jedoch 2 m selten überschreitet. Es herrschen foraminiferen-reiche Rudisten-Floatstones vor, die gelegentlich in gut ausgewaschene Rudstones übergehen. Daneben dominieren bereichsweise intraklastenreiche Packstones. Die größeren Bioklasten sind zumeist eckig und zeigen mit Ausnahme von Cyanobakterien-Krusten kaum bindende Organismen. Während die Rudistenschalen (überwiegend Hippuritiden, seltener Radiolitiden) häufig von clinoiden Schwämmen angebohrt wurden, liegen die kleinen Intraklasten fast ausnahmslos als Rindenkörner vor, überzogen mit z. T. sehr dünnen Mikritkrusten, die auf (z. T. auch endolithische) cyanobakterielle Aktivität schließen lassen. Der Gehalt an terrigenen Quarzen erweist sich als äußerst gering.

In diese sich W-E erstreckende Schuttkalk-Einheit schalten sich zwei größere (bis 2 m mächtige, bis 4,5 m breite) sowie zwei kleinere (ca. 1 m Mächtigkeit, 2 m breite) paucispezifische dendriforme *Hippurites gosaviensis/Hippurites sulcatus* –Bioherme als in situ-Framestones ein (Taf. 7, Fig. 2). Die durchwegs zylindrischen bis subzylindrischen Individuen zeigen generell einen bouquetartigen Aufbau in mehreren Generationen übereinander (Abb. 8); aufgrund dieses Wachstums sind gegenseitig zementierte Schalen häufig. Offenbar m.o.w. gleichzeitig miteinander hochgewachsene Hippuriten neigen pro Individuum zu einer reduzierten Schalendicke; bei später „ausgewachsenen" Individuen hingegen läßt sich im Querschnitt zumeist eine einseitig verminderte Schalendicke erkennen (Taf. 7, Fig. 3). Alle nachweisbaren Bioherme haben Patchreef-Charakter.

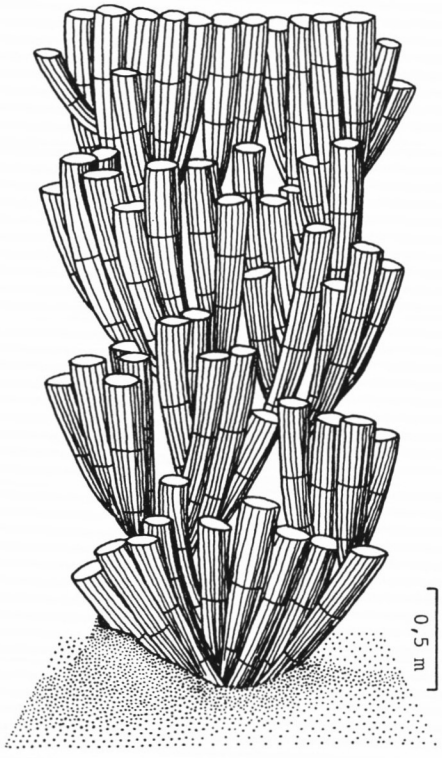


Abb. 8: Dendriforme Wachstumsstrategie von Hippuritiden-Biohermen mit Patchreef-Charakter in mehreren, gegenseitig zementierten Bouquet-Generationen übereinander.

Foraminiferenreiche Wackestones vereinzelt mit lychniskiden Kieselschwämmen (Taf. 8, Fig. 11) füllen die Riff-Zwischenräume (Taf. 8, Fig. 5-10); sämtliche Internsedimente von Rudisten erweisen sich als peloidreich (Taf. 7, Fig. 4). Wie bereits für den Schuttkalk erwähnt, treten auch hier bindende Organismen deutlich zurück; sie beschränken sich auf cyanobakterielle Überzüge von Bio- und Lithoklasten (Taf. 8, Fig. 1,3), auf entsprechende, teilweise endolithisch wirksame Inkrustationen (Taf. 8, Fig. 2) und Algenlagen, aber auch auf vereinzelte fixosessile Foraminiferen (*Planorbulina*; Taf. 8, Fig. 4). Viele Bioklasten wie auch Biomorphe sind von isopachen Zementkrusten umgeben; stellenweise deutet Hundezahnzement auf vorübergehenden meteorischen Süswassereinfluß hin. Mikrosparit-Bildung zeigt sich häufig am Schalenmaterial. Der laterale Übergang zur Grobschutt-Fazies ist fließend (Taf. 7, Fig. 5). Lokal finden sich *Hippurites*-Cluster in situ aber auch solitäre Rudisten in guter Erhaltung *(Radiolites* ex gr. *angeiodes* LAPEIROUSE) *Hippurites oppeli* (KÜHN); *Plagioptychus aguilloni* D'ORBIGNY).

Über den Biokonstruktionen bzw. der diesen äquivalenten Schuttkalk-Einheit setzt eine bis zu 4 m mächtige, undeutlich grobgebankte karbonatische Feinschutt-Serie ein, überwiegend als foraminiferenreiche Grainstones ausgebildet. Jedoch treten örtlich auch feinkörnige Rudistenbioklasten, sowie Intraklasten gehäuft auf. Nahezu alle Komponenten inklusive Foraminiferen besitzen eine sehr dünne, wohl cyanobakteriell bedingte Mikritkruste; sie liegen somit als Rindenkörner vor (vgl. Taf. 7, Fig. 6). Eingestreut finden sich undeutlich begrenzte Cyanobakterien-Lumps. Vereinzelte Megafossilien (*Cunnolites macrostoma* (REUSS); *Hippurites oppeli santoniensis* KÜHN; *Trochactaeon* sp.) ließen sich stellenweise nachweisen.

Gerüstbildner

BIVALVIA

Ordnung: Hippuritoida NEWELL, 1965
Überfamilie: Hippuritacea GRAY, 1848
Familie: Hippuritidae GRAY, 1848

Hippurites (Vaccinites) gosaviensis DOUVILLE (Taf. 7, Fig. 2-3)

Zylindrische bis subzylindrische, rel. schlanke Formen, max. bis knapp 50 cm hoch werdend, Durchmesser bis ca. 5 cm; an der Basis gelegentlich gekrümmt. Gehäusedicke im Mittel 4-5 mm; Anordnung von Ligamentfalte und Pfeilern ungeregelt; Schalendicke-Reduktion (s. o.) verbreitet. Gute Übereinstimmung mit den Biohermbildnern vom Lattenberg (Salzburg-Reichenhaller Gosaubecken, vgl. HÖFLING 1989:53 f.). Hauptgerüstbildner aller vier Biokonstruktionen.

Hippurites (Vaccinites) sulcatus DEFRANCE

Schlanke zylindrische Formen mit scharfkantigen Rippen (entspricht weitgehend dem „Riff-Typus" von ZAPFE 1937:87), bis 15 cm hoch; Schalendicke 3-4 mm; zumeist intensiv zementiert mit voriger Form. Tritt als Gerüstbildner deutlich zurück.

Binder

CYANOBACTERIA

Non-skelettale Formen

Lumps: wenig gerundete, nach außen schlecht begrenzte, lappige Aggregatkörner, mittl. Durchmesser um 0,5 mm; verbreitet; (vgl. hierzu Taf. 7, Fig. 6);

Krusten: zumeist sehr dünne Überkrustungen von Litho- und Bioklasten, Rindenkörner bildend (Taf. 8, Fig. 2); häufig; zumeist übergehend in

filamentöse endolithische Cyanobakterien (Taf. 8, Fig. 1) mit faserartigem Mikrobohrmuster (Durchmesser 15-30 µm), mikritisch verfüllt; sehr häufig.

Skelettale Formen („Porostromata" sensu PIA 1927)

Cayenxia-Typus (Taf. 8, Fig. 3): unregelmäßig gelappte bis abgeflacht-knollig erscheinende inkrustierende Massen bis etwa 5 mm Ausdehnung mit kalzitischen Filamentausfüllungen (etwa 40 µm im Durchmesser) in dunkler, dicht mikritischer Grundmasse; gelegentlich spitzwinkelige Verzweigung beobachtbar. Systematische Stellung umstritten (vgl. BASSON & EDGELL 1971; WRAY 1977); selten.

FORAMINIFERA
Unterordung: Rotaliina DELAGE & HEROUARD, 1896
Überfamilie: Planorbulinacea SCHWAGER, 1877
Familie: Planorbulinidae SCHWAGER, 1877

Planorbulina aff. *cretae*(MARSSON), (Taf. 8, Fig. 4): gute Übereinstimmung mit Schliffbildern bei SAMUEL et al. (1972); von HÖFLING (1985) für die alpine Oberkreide neu nachgewiesen; verbreitet.

Bewohner

FORAMINIFERA
Unterordnung: Textulariina DELAGE & HEROUARD, 1896
Überfamilie: Haplophragmiacea EIMER & FICKERT, 1899
Familie: Haplophragmiidae EIMER & FICKERT, 1899 (Taf. 8, Fig. 5)

Verschiedene Schnittbilder aus dem Riffbereich lassen sich Vertretern dieser Familie zuordnen; verbreitet.

Überfamilie: Ataxophragmiacea SCHWAGER, 1877
Familie: Cuneolinidae SAIDOVA, 1981

Cuneolina ex gr. *conica* D'ORBIGNY

An *Sabaudia* erinnernde subflabelliforme Morphotypen in verschiedenen Schnittlagen (vgl. hierzu BRÖNNIMANN et al. 1983); vereinzelt.

Überfamilie: Miliolacea EHRENBERG, 1839
Familie: Hauerinidae SCHWAGER, 1876

Quinqueloculina sp. (Taf. 8, Fig. 6)

Dickschalige, nahezu kugelige, rel. großwüchsige Gehäuse (0,7–0,9 mm Durchmesser), fast ausnahmslos mit winzigen Karbonatbröckchen agglutiniert. Unterschiedliche Schnittlagen gestatten die Ermittlung des von BRASIER (1975:568) für die ökologische Bewertung von Milioliden-Morphotypen aufgestellten Verhältnisses Gehäusebreite/Gehäuselänge (hier als „BRASIER-Index" bezeichnet) zu etwa 1,0. Gute Übereinstimmung mit riffrandnahem Material vom Lattengebirge (HÖFLING 1985) wie auch den Senon-Formen des Bakony-Gebirges (HAAS 1979).

Sehr häufig.

Triloculina sp. (Taf. 8, Fig. 7)

Relativ kleinwüchsige Gehäuse.
verbreitet.

Pyrgo sp. (Taf. 8, Fig. 8)
Nahezu kugelige, relativ dickschalige Vertreter.
Verbreitet.

Überfamilie: Soritacea EHRENBERG, 1839
Familie: Soritidae EHRENBERG, 1839
Nummofallotia cretacea (SCHLUMBERGER), (Taf. 8, Fig. 9)
Axial- und Äquatorialschliffe identisch mit denen bei LOEBLICH & TAPPAN (1964:C490) bzw. CORNELLA (1977:27) aus dem Montsec-Gebiet.
Selten.

Unterordnung: Rotaliina DELAGE & HEROUARD, 1896
Überfamilie: Rotaliacea EHRENBERG, 1839
Familie: Rotaliidae EHRENBERG, 1839 (Taf. 8, Fig. 10)
Einige Schnittbilder gestatten allenfalls eine Zuordnung zu rotaliiden Formen.
Selten.

PORIFERA
Klasse: Demospongea SOLLAS, 1875
Ordnung: Hadromerida TOPSENT, 1898
Familie: Clionidae GRAY, 1867
Gattungs-Typus: *Cliona*
Das in sehr vielen Rudisten-Bioklasten und –Biomorpha auftretende sedimentverfüllte Bohrmuster (Durchmesser meist zwischen 0,15 und 0,35 mm) läßt sich aufgrund von Rezent- wie auch Fossilvergleichen dem Bohrschwammtypus *Cliona* zuschreiben, dessen Formspektrum insgesamt sehr variabel sein kann (vgl. hierzu BOEKSCHOTEN 1966; EVANS 1969; BROMLEY & TENDAL 1973).
Sehr häufig.

Klasse: Hexactinellida SCHMIDT, 1870
Ordnung: Lychniscida SCHRAMMEN, 1902
Im Schliffbild gute Übereinstimmung mit den von WENDT et al. (1989) aus der chinesischen Obertrias beschriebenen und dargestellten lychniskiden Kieselschwämmen.
Selten, Rudistenindividuen angeheftet.

POLYCHAETA
Ordnung: Sedentaria LAMARCK, 1818
Familie: Serpulidae BURMEISTER, 1837
Charakteristische Wurmröhren mit zweischaligem Aufbau, häufig zu mehreren aneinander zementiert, werden hier zu den Serpuliden gestellt; zumeist auf Rudisten siedelnd.
Vereinzelt.

BIVALVIA
Ordnung: Hippuritoida NEWELL, 1965
Überfamilie: Hippuritacea GRAY, 1848
Familie: Caprinidae D'ORBIGNY, 1850

Plagioptychus aguilloni D'ORBIGNY

Fast vollständige Exemplare in unmittelbarer Nähe der größeren beiden Biokonstruktionen, jedoch nicht am Aufbau des Gerüstes beteiligt.

Vereinzelt.

Familie: Hippuritidae GRAY, 1848

Hippurites oppeli santoniensis KÜHN

Relativ großwüchsige Solitärform in unmittelbarer Riffnähe in zumeist guter Erhaltung.

Verbreitet.

Familie: Radiolitidae GRAY, 1848

Radiolites ex. gr. *angeiodes* LAPEIROUSE

Nahezu vollständige Exemplare mit breit-konischer Wuchsform; Berippung und Siphonaleinbuchtungen weisen auf die *angeiodes*-Gruppe hin (vgl. hierzu HÖFLING 1985).

Verbreitet.

OSTRACODA

Glattschalige, nicht näher identifizierbare Vertreter lassen sich in Dünnschliffen in den Wackestones der Riffzwischenräume nachweisen.

Selten.

Auf den Abb. 9 und 10 finden sich die Eintragungen der Ergebnisse obiger Bioherm-Beschreibungen im Rifftypologie-Diagramm wie auch in der quantitativen Sektorendarstellung.

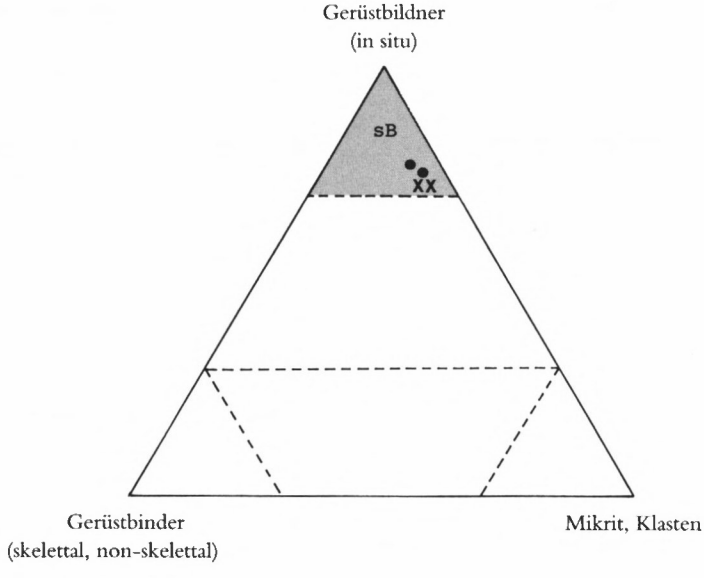


Abb. 9: Darstellung der beiden größeren (•) und kleineren (×) dendriformen Hippuriten-Biokonstruktionen N Grünbach im Rifftypologie-Diagramm.

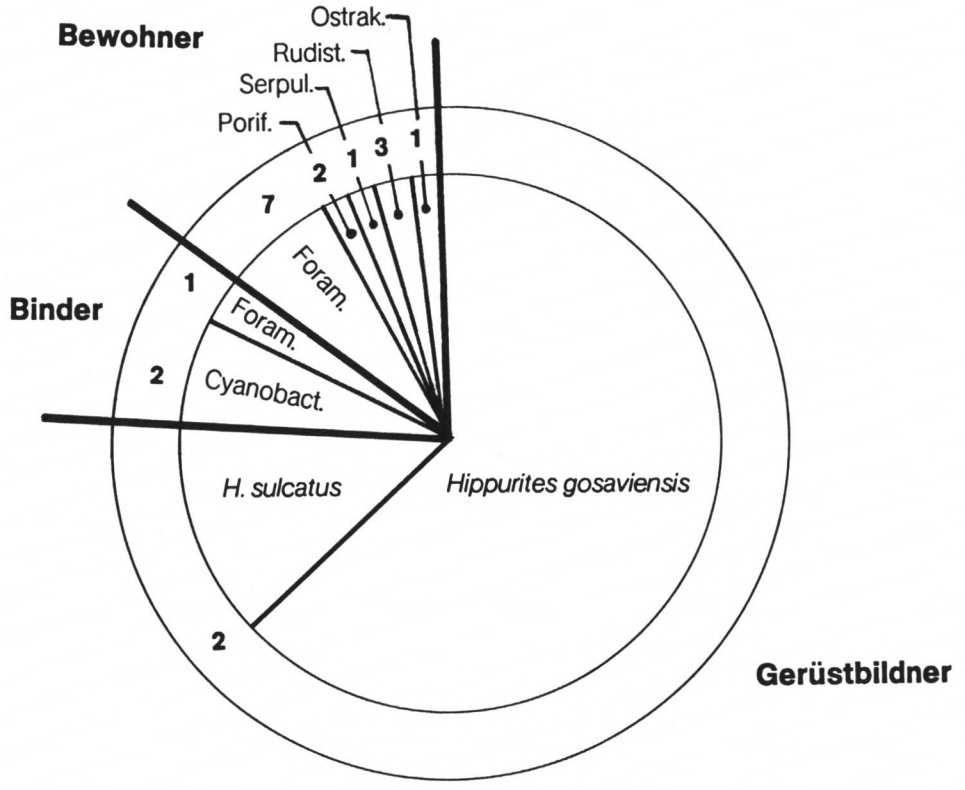


Abb. 10: Quantitative Verteilung der Rifforganismen mit Anzahl der nachgewiesenen Taxa in den dendriformen Hippuriten-Biohermen N Grünbach (Mittelwerte aller ausgezählten Proben).

Palökologie

Eine auffallend geringe Gesamtdiversität der nahezu monospezifischen Bioherme deutet in erster Näherung auf ein extremes Paläoenvironment hin. Dafür sprechen auch die räumlich deutlich abgegrenzten Biokonstruktionen vom dicht-gepackten Bouquet-Typus (vgl. Abb. 8), das Zurücktreten solitärer Rudisten im Riffrandbereich sowie die Vormacht miliolider Foraminiferen (vgl. entsprechende Pendants bei HÖFLING 1985). Zusammen mit der Cyanobakterien-Dominanz unter den Bindern ergaben sich bisher in vergleichbaren Fällen Hinweise auf zumindest vorübergehend herrschende besondere Lebensbedingungen (siehe zuletzt PONS et al. 1992 für die Ober-Kreide Nord-Somalias). Ähnliche sedimentologisch-faunistische Verhältnisse aus dem Coniac der nördlichen Provence interpretiert BREYER (1991) als echte Streßbiotope.

Die in einem transgressiven Milieu höherer Hydrodynamik (vgl. PLUMLEY et al. 1962) siedelnden Hippuriten zeigen im Riffwachstum ein anfangs oft gekrümmtes, insgesamt aber eindeutig vertikales Wachstumsbestreben; ausreichend wirkende Strömungen führten ihnen offenbar genügend Nahrungsstoffe zu (siehe hierzu ausführliche Diskussion über hydrodynamikbedingtes Wachstumsverhalten bei Hippuritiden in HÖFLING 1985:58; aber auch die diesbezüglich eindeutigen Fehlinterpretationen von GUSIĆ & JELASKA 1990). Das stabile biohermale Wachstum, basierend auf einer Querverteilung mittels „Wellblecheffekt" infolge ausgeprägter radialer Ornamentierung, führte auch zu partieller Schalenmaterial-Einsparung und machte bindende Organismen weitgehend entbehrlich, so daß diese in erster Linie der Stabilisierung der klastenreichen Substrate in der Riff-Umgebung für eine etwaige Neubesie-

delung kolonialer Rudisten dienten. Der Streßfaktor „Hydrodynamik" bewirkte offenbar, daß Hippuritiden nur lokal zu einem biohermalen Wachstum befähigt waren; die rasche Karbonatabscheidung hierbei dürfte durch photosynthetische Endosymbiosen begünstigt gewesen sein (vgl. Diskussionen bei VOGEL 1975; SEILACHER 1975; i.Dr.). Als Besonderheit kann das vereinzelte Auftreten hexactinellider Kieselschwämme gewertet werden, die normalerweise tieferen Meeresbereichen angehören (WENDT et al. 1989).

Die mit Ausnahme der clinoiden Poriferen ausschließlich aus epifaunalen Elementen (Suspensionsfresser im Mega-, Detritusfresser im Mikrobereich) zusammengesetzte Fossilvergesellschaftung entwirft letztlich das Bild einer Pionierbesiedelung mit hoher Wahrscheinlichkeit auf dem flach-subtidalen Abschnitt einer schwach geneigten, hochenergetischen, klastisch beeinflußten Rampe.

Weitere Beispiele kretazischer dendriformer Bioherme

a) Dendriforme Rudistenbioherme (Bouquet-Typus, z. T. Patchreefs)

Apt: paucispezifische *Monopleura-Polyconites*-Bioherme; innerer Teil einer vorübergehend hypersalinar beeinflußten Karbonat-Inselplattform; Ereño (Nordspanien): SCHUMANN (1981), REITNER (1987);

Alb: monospezifische *Monopleura*-Klein-Bioherme; innerer Abschnitt einer Karbonatplattform; Basko-Kantabrisches Becken (Nordspanien), REITNER (1987);

monospezifisches *Monopleura*-Bioherm; innere Plattformabschnitte; Glen Rose Formation, Blanco River Gorge (Texas): eigene Unters. (Taf. 9, Fig. 1-2);

monospezifische Caprinidenbioherme; Plattformaußenrand; Glen Rose Formation, Lake Medina (Texas); PERKINS (1974);

Cenoman: *Caprinula*-Bioherme; mittlerer Abschnitt einer Karbonatplattform; Massif de Mouthoumet (östliche Französische Pyrenäen); BILOTTE (1985);

Sauvagesia-Bioherme; innere Plattform; Massif de Mouthoumet (östliche Französische Pyrenäen); BILOTTE (1985);

Eoradiolites-Bioherme; äußere Plattform; Judea Limestone, Talme Yafe Formation (Israel); BEIN (1976);

Cenoman/Turon: Caprinidenbioherme; hochenergetische äußere Plattform; Calcare di Bari (Apulien); IANNONE & LAVIANO (1980);

Turon: Radiolitiden-*Durania*-Bioherme; äußere Karbonatplattform; Nord-Aquitaine; PLATEL (1974);

Ichthyosarcolites-Bioherme; äußere Plattformbereiche; Judea Limestone, Talme Yafe Formation (Israel); BEIN (1976);

Coniac: paucispezifische *Hippurites-Radiolites*-Bioherme; lagunär; Gosau der Traunwandalm N Rußbach (Nördliche Kalkalpen, Österreich); eigene Untersuchungen (Taf. 9, Fig. 7); vgl. auch FELIX (1908);

Coniac/Santon: paucispezifische *Hippurites-Hippuritella*-Bioherme; küstennahes Sublitoral; Clot d'Olsi (W Montsec, Südpyrenäen); CAUS et al. (1981), sowie eig. Untersuchungen (Taf. 9, Fig. 3);

Santon: monospezifische *Hippurites*-Bioherme (sehr ähnlich Fallbeispiel 1) jeweils über knolligen Korallen-Biostromen; flacher Teil einer Karbonatrampe; Nördliche Kalkalpen (Gosau von Gams/Steiermark sowie von St. Wolfgang/Salzkammergut); eig. Untersuchungen;

paucispezifische *Hippurites*-(Radiolitiden-)Bioherme, z. T. mit massiv-knolligen Korallen und Stromatoporoiden; mittlerer Teil einer Karbonatrampe; Collades de Bastus (Südpyrenäen); CAUS et al. (1981); GILI & FOLCH (1984); GILI & PONS (1988); SCOTT et al. (1990);

mono- bis paucispezifische *Hippurites*-Bioherme; lagunär (?); Jebel el Kebar (Zentral-Tunesien); M'RABET et al. (1986), sowie eigen. Untersuchungen (Taf. 9, Fig. 5-6);

Santon/Campan: *Hippurites-Radiolites*-Bioherme, Riffbarrieren auf Karbonatrampe; Medvenica-Berge, Innere Dinariden (Kroatien); POLŠAK (1967; 1981);

Hippurites-Bioherme, an Diapire gebunden; Region Keuchela (Ost-Algerien); CAMOIN et al. (1990);

Campan/Maastricht: *Durania*- und *Torreites*-Bioherme, z. T. zusammen mit Korallen; (?) äußerer Plattformbereich; Saiwan (Zentral-Oman); SCHUMANN (1992);

Maastricht: *Hippurites*-Bioherme, z. T. zusammen mit Korallen; klastische Karbonatrampe; Pachino-Gebiet (Sizilien); MATEUCCI et al. (1982); CAMOIN et al. (1988);

b) Barriereartige dendriforme Rudisten-Bioherme

Einen selten auftretenden Sondertypus kretazischer dendriformer Bioherme bilden hochzylindrisch gewachsene, gegenseitig zementierte Rudisten mit einem schräg aufwärts gerichteten, barriereartigen Wachstumstrend.

Solche bis 10 m mächtigen, monospezifischen Individuenverbände kennt man bisher lediglich von *Hippurites* aus dem Santon bzw. von *Biradiolites* aus dem Maastricht. HÖFLING (1985) beschreibt ausführlich ein solches Riff aus der Gosau vom Lattenberg SE Bad Reichenhall (vgl. Abb. 9). Dieses zeichnet sich vor allem durch eine markante Faziesdifferenzierung in Schutt- und Lagunenzonen aus. Im Gelände konnten bei Neubeprobungen inzwischen 19 „Barrierestufen" bei jeweils leicht nach hinten versetzter Deckelklappenfront ausgemacht werden.

Sehr ähnliche Biokonstruktionen sind aus perideltaischen Environments von S- und SE Frankreich bekannt (Taf. 9, Fig. 4); vgl. hierzu PHILIP (1980); GROSHENY & PHILIP (1989). Santon-Beispiele von Karbonatplattformen der Ostpyrenäen erläutert BILOTTE (1984). KAUFFMAN & SOHL (1974) geben eine Darstellung sehr kleinwüchsiger *Biradiolites*-Bioherme von Jamaika.

c) Dendriforme Scleractinia-Bioherme

Solche finden sich in der Kreide relativ selten, z.B:

Alb: *Calamophyllia*-Kleinbioherme über massiv-knolligem Patchreef-Komplex; oberer Mural-Limestone (S-Arizona); SCOTT (1981; 1984);

Turon/Coniac: Korallenbioherme, Latium (Mittelitalien); CARBONE & SIRNA (1981);

Santon/Campan: Korallenbioherme auf einer Karbonatrampe als Vorläufer von dendriformen Rudistenbiohermen; Innere Dinariden (Kroatien); POLŠAK (1981).

2.2 FALLBEISPIEL 2

MASSIV-KNOLLIGE KORALLEN-STROMATOPOROIDEN-BIOHERME DES ALLGÄUER HELVETIKUMS NW OBERSTDORF (SCHRATTENKALK; UNTER-APT)

Geographische Lage

Fünf Lokalitäten 5,5-4 km NW bzw. 8 km W Oberstdorf/Allgäu (vgl. Abb. 11):

Schwarzenberg: 500 m NW der Oberen Lochbachalpe;

Lochbachalpe: ca. 600 m NE der Unteren Lochbachalpe, entlang der Lochbachstraße;

Untere Gundalpe: Aufschlüsse zwischen Schwabenalpe und Unterer Gundalpe N der Lochbachstrße;

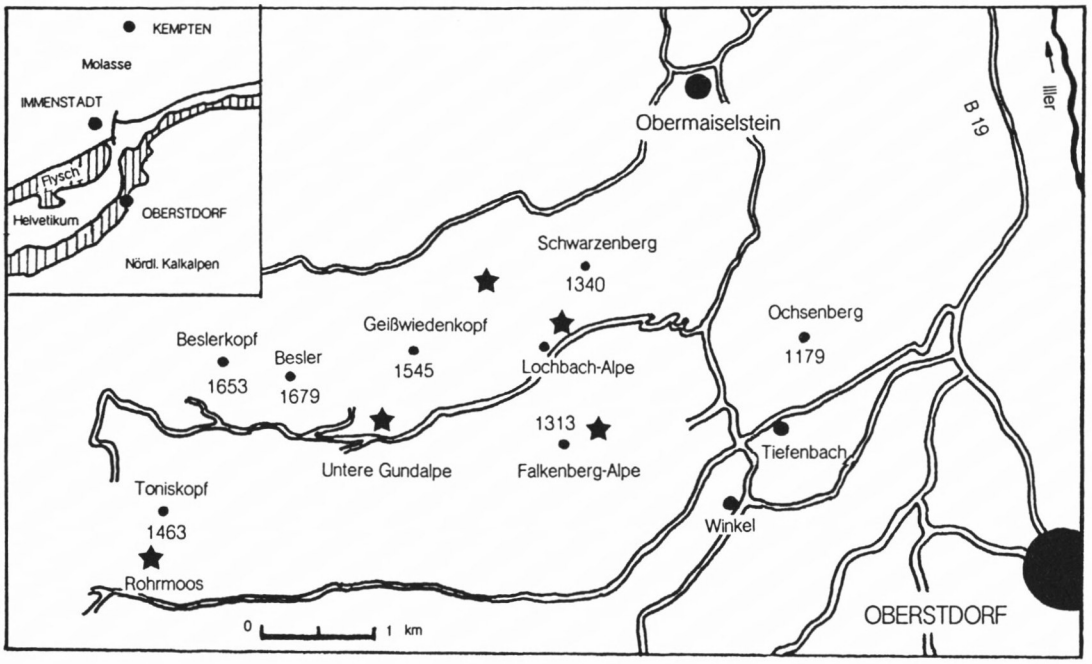


Abb. 11: Lage der Schrattenkalk-Geländeprofile (★) mit massiv-knolligen Korallen-Stromatoporoiden-Biohermen des Helvetikums NW Oberstdorf.

Falkenberg: Aufschlüsse in einem Kahlschlag auf dem Höhenrücken 250 m NE des Falkenberggipfels;

Rohrmoos: Steilwände des Geißbergzuges, 400 m NE der Kapelle von Rohrmoos.

Geologischer Rahmen

Die Bearbeitung der Biokonstruktionen des Allgäuer Helvetikums stützt sich auf Neuaufnahmen und –beprobungen in einer W-E verlaufenden Zone zwischen Obermaiselstein und Oberstdorf (Abb. 11), sowie auf Daten von SCHOLZ (1979; 1984), der dieses Gebiet auch abschnittsweise detailliert kartierte und insgesamt 10 Riffe nachweisen konnte.

Rezifaler Faziescharakter beschränkt sich im Helvetikum ausschließlich auf die Plattformkarbonate des Schrattenkalks; die Bioherme gehören sämtlich dem höheren Abschnitt des maximal 120 m Mächtigkeit erreichenden Schrattenkalks an, welcher über Karbonaten und Kieselkalken des Valangin-Hauterive, sowie Oolithkalken und tonig-mergeligen Drusbergschichten im Barrême einsetzt und mit hoher Wahrscheinlichkeit im unteren Apt diachron von einem glaukonitreichen Quarzsandstein-Komplex überlagert wird (vgl. hierzu Diskussion bei LIEDHOLZ (1983). Dabei erweist sich die Schrattenkalk-Formation im Norden jünger (Ober-Barrême) als im Süden (Unter-Apt), wo sie sich mit den überwiegend pelitischen Schichten der Drusberg-Formation, welche auch das Liegende aufbauen, verzahnen (ZACHER 1973; BOLLINGER 1988). Dies bedeutet, daß die Progradation der Schrattenkalk-Fazies im Norden einsetzte und im Zeitraum Ober-Barrême – Unter-Apt nach der Bildung einer vermutlich über 30 km breiten Karbonatplattform im Süden auskeilte.

Generell tritt das Helvetikum W der Iller in einer halbfensterartigen Aufwölbungszone unter den tektonisch darüberlagernden Einheiten von Ultrahelvetikum und Flysch zutage, welche stellenweise noch als Deckenrelikte nachweisbar sind. Nach ZACHER (1973) wurde die Gesteinssequenz des Helvetikums in posteozäner Zeit im Verlaufe eines mehrphasigen

Prozesses gefaltet und nach N auf die Molasse überschoben. Dieser für das Allgäu charakteristische Faltenbau läßt sich heute in einer hintereinander gestaffelten Reihe nordvergenter Antiklinalen (im Allgäu als „Gewölbe" bezeichnet) mit annähernd E-W streichenden Achsen gut verfolgen (vgl. SCHOLZ 1984: 474).

Altersstellung

Ursprünglich erfolgte die stratigraphische Einstufung des Schrattenkalks mittels Cephalopoden, welche in seinen liegenden wie auch hangenden Partien nachweisbar sind. Nach SCHOLZ (1984) kommt den im Schrattenkalk örtlich gehäuft auftretenden Orbitoliniden nur begrenzter stratigraphischer Wert zu. Vergleicht man relevante Benthonten von Riffkalken und zeitgleicher Schuttfazies in ihrem stratigraphischen Auftreten miteinander, so läßt sich aus der in den meisten Vorkommen erscheinenden *Salpingoporella-Iteria*-Requieniiden-Assoziation das Alter der biohermführenden Schrattenkalkanteile auf Unter-Apt (Bedoul) eingrenzen (vgl. u. a. CONRAD 1969).

Die Biokonstruktionen

Sämtliche beprobten in situ-Bioherme zeigen einen weitgehend uniformen zyklischen Aufbau. Die Basis bilden 2-12 m mächtige Rudisten-Bänke, ausschließlich gebildet von Requieniiden (*Requienia* aff. *renevieri* PAQUIER, *Matheronia virginiae* (GRAS); Taf. 10, Fig. 1-2), die von SCHOLZ (1979; 1984) (fälschlicherweise) als Biostrome klassifiziert werden, handelt es sich doch hierbei um ehemals frei am Meeresboden liegende Individuen ohne Gerüstverband. Sie liegen eingebettet in einer Wackestone-Matrix und finden sich vergesellschaftet mit stark von clinoiden Schwämmen angebohrten, teilweise verkieselten Ostreenschalen sowie crustos gewachsenen *Diparistromaria*-Morphotypen, welche ihrerseits von dunklen Cyanobakterienlagen überzogen sind (Taf. 10, Fig. 3-4).

Über den Requieniiden-Bänken entwickelten sich biohermale Körper bis zu 50 m Durchmesser und maximal knapp 4 m Mächtigkeit, die von sehr dicht nebeneinander stehenden, z. T. miteinander durch Inkrustationen verbundene, massiv-knolligen Scleractiniern (Familien Stylinidae, Faviidae, Calamophylliidae und Thamnasteriidae; Taf. 11, Fig. 1-4; Taf. 12, Fig. 5) und Stromatoporoiden (*Diparistromaria, Actinostromaria, Spongiomorpha, Murania;* Taf. 10, Fig. 8; Taf. 11, Fig. 5,7,8; Taf. 12, Fig. 1-3), daneben aber auch von Pharetroniden, Chaetetiden (Taf. 11, Fig. 6; Taf. 12, Fig. 4) und sogar örtlich Solenoporaceen (Taf. 10, Fig. 7) aufgebaut werden. Dabei variieren die massiv-knolligen Morphotypen von „low domical" über „high domical" (vorherrschend), „high domical ragged" bis „bulbuous" (ebenfalls sehr zahlreich) im Sinne der von KERSHAW & WEST (1991) für Chaetetiden-Wuchsformen gegebenen Begriffe. Die Bereiche zwischen den Gerüstbildnern sind mit Wackestones, z. T. auch Floatstones verfüllt.

Eine bedeutende Rolle bei der Ausgestaltung der Bioherme spielten die Binder, die mit einer beachtlich hohen Diversität vertreten sind: Cyanobakterien, Rhodophyten, Chlorophyten, Foraminiferen, Octocorallia und Serpuliden (vgl. Taf. 13). Nicht selten bildeten sie komplexe Inkrustationsabfolgen (siehe u. a. MOUSSAVIAN 1992). Auch die Riffbewohner fallen durch eine höhere Anzahl an Taxa auf: Dasycladaceen, Udoteaceen (Taf. 14, Fig. 1-2), Foraminiferen (vorwiegend orbitolinide Formen; Taf. 14, Fig. 3-6), die auch als Gerüstbildner vertretenen Pharetroniden (Taf. 14, Fig. 7), ferner Serpuliden (Taf. 14, Fig. 8) und Bryozoen (Taf. 14, Fig. 9-10).

Lateral gehen die Biokonstruktionen in grobe, zumeist orbitolinidenreiche Riffschuttkalke (mikritreiche Korallen-Stromatoporoiden-Floatstones, *Palorbitolina*-Floatstones) über, welche

stellenweise auch die gesamte biohermale Faziesentwicklung ersetzen können (vgl. Abb. 12; Taf. 10, Fig. 5-6; siehe hierzu z. B. auch Fazieskartierung bei SCHOLZ 1984: 483).

Im Hangenden der Riffkörper treten stark ausgewaschene milioliden-dominante Grainstones auf, deren Komponenten (auch kleine Lithoklasten) sämtlich von dünnen cyanobakteriellen Mikritsäumen rindenkornartig umgeben sind. SCHOLZ (1979; 1984) bezeichnet diese Fazies als „vados überprägte Ooidsande", wenngleich echte Ooide nur vereinzelt in den Proben nachgewiesen werden konnten. Dennoch scheinen an manchen Stellen (ohne Verbindung zu Biokonstruktionen?) dichte Oolithe im Schrattenkalk aufzutreten (vgl. Oosparite bei BOLLINGER 1988: Taf. 10, Fig. 4).

Aufgrund der durchgeführten Geländeaufnahmen wie auch der Daten von SCHOLZ (1984) erscheint das Einsetzen der verschiedenen Biokonstruktionen nicht synchron, sondern geringfügig zeitlich versetzt.

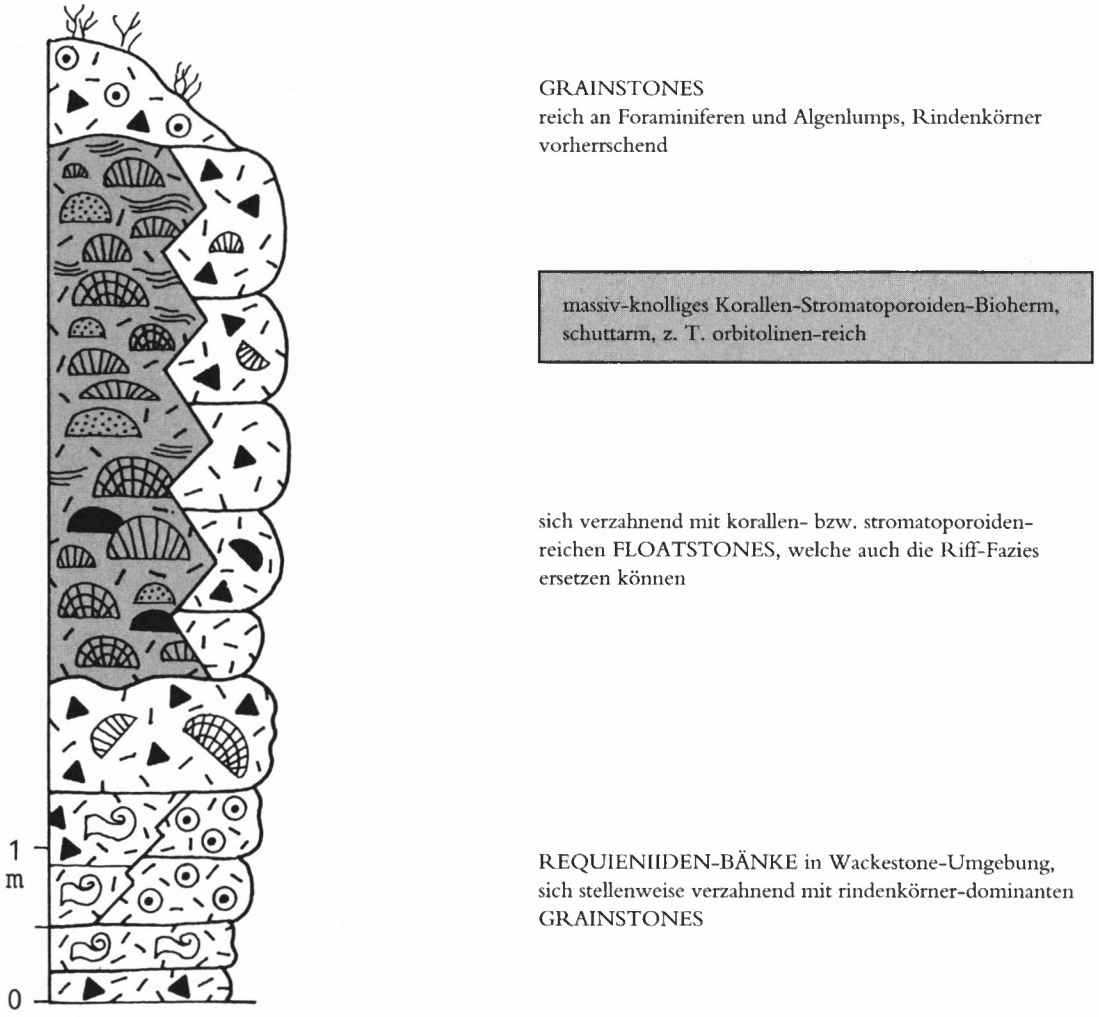


Abb. 12: Schemaprofil durch ein massiv-knolliges Bioherm des Schrattenkalkes NW Oberstdorf (kompiliert aus fünf Geländeprofilen und Daten von SCHOLZ 1979, 1984).

Gerüstbildner

RHODOPHYTA

Ordnung: Cryptonemiales SCHMITZ in ENGLER, 1892

Familie: Solenoporaceae PIA, 1927

Solenopora urgonica PFENDER (Taf. 10, Fig. 7)

Columnare Morphotypen. Neunachweis für das Allgäuer Helvetikum.

Vereinzeltes Auftreten als Gerüstbildner.

PORIFERA

Systematik bzw. taxonomische Stellung der in vorliegenden Biohermen häufigen „Sclerospongia" sind noch immer weitgehend ungeklärt und momentan Gegenstand heftiger Diskussionen. Jüngste Arbeiten sehen in den Basalskelett-Typen einen systematisch-phylogenetischen Schlüssel für die Bewältigung des „Sclerospongia-Problems" (u. a. VAN SOEST 1991; REITNER 1992). Hierauf wird im folgenden Bezug genommen.

Klasse: Sclerospongiae HARTMAN & GOREAU, 1970

„Sclerospongia" mit krustenförmigem Basalskelett

Familie: Axinellidae RIDLEY & DENDY, 1887

Murania lefeldi KAZMIERCZAK (Taf. 10, Fig. 8)

Gute Übereinstimmung mit der Originalbeschreibung von Urgon-Material der Hohen Tatra (KAZMIERCZAK 1974) wie auch mit der Charakterisierung von Schrattenkalkstücken durch SCHOLZ (1979: 43f.), sowie Formen des Valangins des Golfs von Mexiko (REITNER 1992: 176).

Vereinzelter Riffbildner.

„Sclerospongia" mit stromatoporoidem Basalskelett

Ordnung: Stromatoporoidea NICHOLSON & MURIE, 1878

Familie: Actinostromariidae HUDSON, 1955

Die systematische Stellung der Stromatoporoiden ist seit der kritischen Darstellung von DEHORNE (1920) noch immer ungeklärt. Nach neuerer Auffassung (z. B. REITNER 1992) werden sie generell nicht mehr zu den Hydrozoen gestellt wie noch beispielsweise bei FLÜGEL (1969), TURNŠEK & MASSE (1973) und SCHOLZ (1979). SENOWBARI-DARYAN (1991) erörtert sogar die fragliche Zugehörigkeit einiger actinostromariider Taxa zu den Sphinctozoen, WOOD (1991) diskutiert ihre mögliche Zuordnung zu den axinelliden Schwämmen.

Diparistromaria urgonica TURNŠEK & MASSE (Taf. 11, Fig. 7; Taf. 12, Fig. 1-2)

Vorliegendes Material entspricht weitgehend dem von TURNŠEK & MASSE (1973) aus der Provence beschriebenen Formen; Wachstum „extended domical (ragged)" sensu KERSHAW & WEST (1991). Stöcke großwüchsig (bis mehrere Dezimeter Höhe erreichend).

Verbreitet.

Actinostromaria turonica TURNŠEK (Taf. 10, Fig. 8)

Selten.

Familie: Spongiomorphidae FRECH, 1890

Spongiomorpha asiatica YABE & SUGIYAMA (Taf. 11, Fig. 5; Taf. 12, Fig. 3)

Der ausführlichen Charakterisierung des Schrattenkalkmaterials durch SCHOLZ (1979: 51f.) ist nichts hinzuzufügen. Stöcke können mitunter über 50 cm Durchmesser erreichen.
Einer der häufigsten Gerüstbildner vorliegender Biokonstruktionen.

„Sclerospongia" mit chaetetidem Basalskelett
Ordnung: Hadromerida TOPSENT, 1898
Familie: Suberitidae SCHMIDT
Chaetetopsis favrei (DENINGER) (Taf. 11, Fig. 6)

Obwohl er die mögliche Schwammnatur der Chaetetiden kurz erwähnt, stellt SCHOLZ (1979: 66f.) diese noch zu den mesozoischen tabulaten Korallen. Aufgrund gut erhaltenen Materials aus Biokonstruktionen des Barrême bis Alb konnten KAZMIERCZAK (1979) und REITNER (1991) monaxone tylostyle Spiculae nachweisen und *Chaetetopsis favrei* eindeutig den hadromeriden Demospongien angliedern.
Vorliegendes Material zeigt sehr gute Übereinstimmung mit den Beschreibungen und Abbildungen bei KAZMIERCZAK (1979) bzw. REITNER (1991).
Häufiger Riffbildner im Schrattenaklk.

CNIDARIA
Klasse: Anthozoa EHRENBERG, 1834
Unterklasse: Zoantharia DE BLAINVILLE, 1830
Ordnung: Scleractinia BOURNE, 1900
Unterordnung: Stylinina ALLOITEAU, 1952
Familie: Stylinidae D'ORBIGNY, 1851
Eugyra cotteaui DE FROMENTEL (Taf. 11, Fig. 1; Taf. 12, Fig. 5)

Massiv-knollige mäandroide Korallenstöcke mit bis zu mehreren Dezimetern Durchmesser. Vorliegendes Material entspricht weitgehend den Merkmalsbeschreibungen bei SCHOLZ (1979: 59 f.), jedoch werden hier auch die von diesem Autor als *Eugyra pusilla* KOBY bestimmten Formen vorerst zu *E. cotteaui* gestellt, da zwischen beiden Formen bisher lediglich unterschiedliche Größenverhältnisse als ausschlaggebendes artentrennendes Merkmal angegeben werden.
Häufigster Riffbildner des Helvetikums.

Unterordnung: Astraeoina ALLOITEAU, 1952
Familie: Calamophylliidae VAUGHAN & WELLS, 1943
Isastrea explanata (MÜNSTER) (Taf. 11, Fig. 4)

Großwüchsige massiv-cerioide Stöcke mit vereinzelten konfluenten Septen.
Häufig in allen betrachteten Schrattenkalk-Biohermen.

Familie: Faviidae GREGORY, 1900
Hydnophora cf. *styriaca* (MICHELIN) (Taf. 11, Fig. 3)

Gegenüber SCHOLZ (1979:62) und OPPENHEIM (1930:224) wird hier der ursprüngliche Gattungsname verwendet (vgl. auch FELIX 1903: 279). Vorliegendes Material vergleichbar mit oberkretazischen Formen aus der Gosau (OPPENHEIM 1930; BEAUVAIS 1982; sowie eigene Aufsammlungen). Die „hydnophoroiden" Stöcke können Durchmesser von über 0,5 m erreichen.
Sehr häufiger Riffbildner.

Unterordnung: Fungiina VERRILL, 1865
Familie: Thamnasteriidae VAUGHAN & WELLS, 1943
Thamnasteria sp. (Taf. 11, Fig. 2)

Wegen starker Umkristallisationen ist allenfalls eine generische Zuordnung möglich.
Verbreitet als Gerüstbildner.

Binder (Taf. 13)

CYANOBACTERIA

Non-skelettale Formen (Taf. 13, Fig. 1)

Häufig umkrusten dünne dunkle, z. T. wolkige, mikritisierte Massen diverse Biomorpha (z. B. Chaetetiden) wie auch Bioklasten. Nicht selten finden sich in den Wackestone-Bereichen der Bioherme zudem onkoidartig von Cyanobakterien überzogene Klasten; daneben bilden Mikritsäume Abschnitte von Inkrustationsabfolgen (vgl. Taf. 13, Fig. 4). Aggregatkörner in den Sedimenten der Bioherm-Zwischenräume sind selten.

Skelettale Formen

Die von SCHOLZ (1979: 17) als „wichtiger Riffbildner" erwähnte *Cayeuxia* cf.*piae* FROLLO konnte nur vereinzelt als **Riffbinder** nachgewiesen werden.

RHODOPHYTA

Ordnung: Cryptonemiales SCHMITZ in ENGLER, 1892

Familie: Peyssonneliaceae DENIZOT, 1968

Pseudolithothamnium album PFENDER (Taf. 13, Fig. 4)

Dünne Krusten, oft Bestandteile von Inkrustationsabfolgen (vgl. auch JAMES et al. 1988: 298).

Verbreitet.

Familie: Corallinaceae (LAMOUROUX) HARVEY, 1849

Kymalithon belgicum (FOSLIE) LEMOINE & EMBERGER (Taf. 13, Fig. 3)

Dichte, z. T. ausgedehnte Krusten bildend.

Häufig.

Lithophyllum sp.

0,3-0,5 mm dicke Krusten, zumeist auf Gerüstbildnern. Konzeptakel nicht nachweisbar, daher nur Gattungsbestimmung möglich aufgrund des aus büschelförmig auseinanderstrebenden Zellfäden bestehenden Hypothallus mit unregelmäßigen Querwänden, sowie dickerem Perithallus aus deutlich stärkeren Zellfäden.

Verbreitet.

Lithoporella sp.

Sehr dünne einschichtige Thallus-Krusten lassen sich gelegentlich als bindende Elemente über Bioklasten als dem Genus *Lithoporella* zugehörig bestimmen.

Selten.

CHLOROPHYTA

Ordnung: Siphonales WILLE, 1884

Familie: Codiaceae (TREVISAN) ZANARDINI, 1843

Unterfamilie: Lithocodioidea BANNER, FINCH & SIMONS, 1990

Lithocodium aggregatum ELLIOTT emend. (Taf. 13, Fig. 2)

Der eingehenden Diskussion des *Lithocodium/Bacinella*-Problems durch BANNER et al. (1990) folgend, werden diese in letzter Zeit häufig als Mikroproblematika eingestuften Formen (z. B. SCHOLZ 1979) den Codiaceen zugerechnet und *Bacinella irregularis* RADOIČIĆ in die Synonymie von *Lithocodium aggregatum* ELLIOTT gestellt. In vorliegenden Proben dominiert der z. T. grobmaschig erscheinende *Bacinella*-Typus, der vorwiegend Korallenstöcke „befallen" hat.

Verbreitet.

Hinweis: Neueste Interpretationen, basierend auf oberjurassischem Material Portugals, Spaniens, S-Deutschlands und Tschechiens, betrachten *Lithocodium* als loftusiide Foraminifere (SCHMID & LEINFELDER 1996).

ALGAE INCERTAE SEDIS
Familie: Wetheredellidae VACHARD, 1977

Koskinobullina socialis CHERCHI & SCHROEDER (Taf. 13, Fig. 4)

Kleine, 0,07-0,14 mm messende knotige, m.o.w. umkristallisierte Individuen als flächenhaft inkrustierende Aggregate. Gute Übereinstimmung mit der Originalbeschreibung von CHERCHI & SCHROEDER (1979), welche diese Form der silurisch-devonischen Familie Wetheredellidae zuordnen. Von SCHOLZ (1979: 35) offenbar als fragliche Foraminifere (?*Planorbulina* sp.) aufgefaßt.
Verbreitet.

FORAMINIFERA
Unterordnung: Textulariina DELAGE & HEROUARD, 1896
Überfamilie: Coscinophragmatacea THALMANN, 1951
Familie: Coscinophragmatidae THALMANN, 1951

Coscinophragma cribrosum (REUSS) (Taf. 13, Fig. 5)

Vielfach größere, bis 3 mm dicke, knäuelartige Inkrustationseinheiten bildende Foraminifere mit Binderfunktion auf riffbildenden Korallen, relativ grob agglutiniert. Eine Merkmalsabgrenzung zum Genus *Bdelloidina* läßt sich in Dünnschliffen nicht nachvollziehen, weshalb dieses vorläufig als Synonym von *Coscinophragma* aufgefaßt wird (vgl. hierzu auch HOFKER 1965).
Häufig.

Unterordnung: Miliolina DELAGE & HEROUARD, 1896
Überfamilie: Cornuspiracea SCHULTZE, 1854
Familie: Nubeculariidae JONES, 1875
Unterfamilie: Nubeculariinae JONES, 1875

Nubecularia sp. (Taf. 13, Fig. 6)

Unregelmäßige Kammeranordnung; dichte, mikritische, imperforate Schalenwand.
Vereinzelt.

CNIDARIA
Klasse: Anthozoa EHRENBERG, 1834
Unterklasse: Octocorallina HAECKEL, 1866
Ordnung: Coenothecalia BOURNE, 1895
Familie: Helioporidae MOSELEY, 1876

?Epiphaxum sp. (Taf. 13, Fig. 7)

Lagige, z. T. in leichtes Maschenwerk übergehende, bis zu mehrere mm dicke Krusten lassen sich mit Vorbehalt wegen oftmals stärkerer Umkristallisationseffekte o.g. Gattung zuordnen. Vereinzelt treten auch macroid-ähnlich umkrustete Gebilde auf.
Verbreitet.

POLYCHAETA
Familie: Serpulidae BURMEISTER, 1837
Unterfamilie: Filograninae RIOJA

Sarcinella sp. (Taf. 13, Fig. 8)

Zylindrische Röhrenbündel mit je 0,3-0,4 mm Durchmesser lassen sich dieser Gattung angliedern. Eine artliche Bestimmung ist im Schliff nicht möglich.
Verbreitet.

BRYOZOA (Taf. 13, Fig. 7-8)

Krustige, z. T. ausgefranste „Kammerketten", die, flächig verbreitet, Riffbildner wie auch bioklastenreiche Sedimente gebunden hat, werden hier zu den cheilostomen Bryozoen gestellt (frdl. mündl. Mitt. Dr. E. MOUSSAVIAN, München). SCHOLZ (1979: 35) ordnet sie mit Vorbehalt der homotrematiden Foraminiferengattung *Miniacina* zu.
Verbreitet.

Bewohner (Taf. 14)

CHLOROPHYTA
Ordnung: Dasycladales PASCHER, 1931
Familie: Dasycladaceae KÜTZING, 1843
Unterfamilie: Neomerinae PIA, 1927

Neomeris sp. (Taf. 14, Fig. 1)

Zumeist Schrägschnitte, welche die alternierende Anordnung von sterilen Ästen und mehr oder weniger kugeligen bis flaschenartig erscheinenden Sporangien gut erkennen lassen. Eine artliche Bestimmung ist nicht eindeutig möglich, wenngleich sich gewisse Ähnlichkeiten zu *Neomeris pfenderae* KONISHI & EPIS abzeichnen.
Verbreitet.

Unterfamilie: Salpingoporellinae BASSOULLET et al., 1978

Salpingoporella hasi CONRAD, RADOIČIĆ & REY, 1976

Gute Übereinstimmung mit Beschreibung und Abbildungen bei SCHOLZ (1979: 20 f.). In den Requieniiden-Bänken häufig, im Bereich der Biokonstruktionen selten.

Familie: Acetabulariaceae (ENDLICHER), HAUCK, 1884

Acicularia sp.

Kalkplättchen von meist 0,15-0,20 mm Durchmesser mit bis zu 12 eingesenkten Sporangialhöhlen.
Ziemlich häufig.

Familie: Udoteaceae BASSOULLET et al., 1983

Boueina cf. *hochstetteri* TOULA (Taf. 14, Fig. 2)

Vorliegende Schnittbilder weisen eine große Ähnlichkeit zu der bei BASSOULLET et al. (1983) gegebenen Artdiagnose von *B. hochstetteri* auf. Eine Unterscheidung der zylindrischen Thalli von *Arabicodium* ist möglich.
Verbreitet.

FORAMINIFERA
Unterordnung: Textulariina DELAGE & HEROUARD, 1896
Überfamilie: Ammodiscacea REUSS, 1862
Familie: Ammodiscidae REUSS, 1862
Unterfamilie: Ammovertellininae SAIDOVA, 1981

Glomospira sp.

Knäuelig-gewundene, röhrenförmige Gehäuse können im Schliffbild dieser Gattung zugeordnet werden.
Selten.

Überfamilie: Loftusiacea BRADY, 1884
Familie: Cyclamminidae MARIE, 1941
Unterfamilie: Pseudochoffatellinae LOEBLICH & TAPPAN, 1985
Pseudochoffatella sp.
Charakterisitsche längliche, „alveolare", gekammerte Gehäuse bis zu 7 mm Länge.
Vereinzelt in Biohermbereichen.

Überfamilie: Ataxophragmiacea SCHWAGER, 1877
Familie: Cuneolinidae SAIDOVA, 1981
Unterfamilie: Sabaudiinae BRÖNNIMANN, DECROUEZ & ZANINETTI, 1983
Sabaudia minuta (HOFKER)
Selten im Riffbereich, häufig dagegen in Orbitoliniden-reichen Grainstones.

Überfamilie: Orbitolinacea MARTIN, 1890
Familie: Orbitolinidae MARTIN, 1890
Unterfamilie: Dictyoconinae MOULLADE, 1965
Simplorbitolina cf. *manasi* CYRI & RAT (Taf. 14, Fig. 5)
Verschiedene Schnittlagen zeigen vertikale Septulen, jedoch keine horizontalen, weshalb sich hier der Vergleich mit der Art *S. manasi* anbietet (vgl. hierzu SCHROEDER 1985).
Verbreitet im Bereich der Biokonstruktionen.

Unterfamilie: Orbitolininae MARTIN, 1890
Palorbitolina lenticularis (BLUMENBACH) (Taf. 14, Fig. 3)
Gute Übereinstimmung mit der Charakterisierung bei SCHOLZ (1979: 32 f.). Häufig in biohermalen Zwischenräumen wie auch im Übergangsfeld zur synchron abgelagerten Riffschuttfazies.

Orbitolina (Mesorbitolina) aff. *texana* (ROEMER) (Taf. 14, Fig. 4)
Die überlieferten Schnittlagen gestatten nach den Abmessungen bzw. dem Verhältnis Proloculus/subembryonale Zone allenfalls eine Ähnlichkeits-Bestimmung (vgl. hierzu SCHROEDER 1975).
Verbreitet.

Unterordnung: Miliolina DELAGE & HEROUARD, 1896
Überfamilie: Cornuspiracea SCHULTZE, 1854
Familie: Fischerinidae MILLETT, 1898
Unterfamilie: Fischerininae MILLETT, 1898
Nautiloculina sp.
Verschiedenartige Äquatorial- und Querschnittlagen ermöglichen eine generische Zuordnung dieser nach CONRAD (1969: 56) für den Schrattenkalk kennzeichnenden Foraminifere.
Häufig.

Überfamilie: Miliolacea EHRENBERG, 1839
Familie: Hauerinidae SCHWAGER, 1876

Unterfamilie: Hauerininae SCHWAGER, 1876
Quinqueloculina sp.
Relativ dickwandige Gehäuse ohne zusätzliche Agglutinationen.
Im Riffbereich selten.

Unterordnung: Lagenina DELAGE & HEROUARD, 1896
Überfamilie: Nodosariacea EHRENBERG, 1838
Familie: Vaginulinidae REUSS, 1860
Unterfamilie: Lenticulininae CHAPMAN, PARR & COLLINS, 1934
Lenticulina sp. (Taf. 14, Fig. 6)
Linsenförmige involute Gehäuse mit typischer Kammeranordnung im Äquatorialschnitt.
Häufig in Riffnähe.

PORIFERA
Klasse: Calcispongiae DE BLAINVILLE, 1834
Ordnung: Sphaerocoelida VACELET, 1979
Familie: Sphaerocoeliidae STEINMANN, 1882
Barroisia cf. *helvetica* (DE LORIOL) (taf.14, Fig. 7)
Verzweigte und unverzweigte Stämmchen, innen hohl, durch halbkugelige Zwischenwände gekammert. Kammerböden konvex, zentrales Osculum vorhanden; zahlreiche Poren; miteinander faserartig gebündelte Triaxone umschließen die Poren pseudohexagonal. Auf die ausführliche Beschreibung bei SCHOLZ (1979: 40 ff.) sei verwiesen.
Barroisia, bei SCHOLZ (1979) zu den Pharetronida gestellt, welche STEINMANN (1882) in segmentierte Sphinctozoa und nicht-segmentierte Inozoa gliederte, wird heute nach den eingehenden Studien von SENOWBARI-DARYAN (1991: 233) der Ordnung Sphaerocoelida angeschlossen, einer segmentierten Kalkschwamm-Gruppe mit Calcit-Spiculae.
Häufig im Bioherm-Bereich.

CNIDARIA
Ordnung: Scleractinia BOURNE, 1900
Unterordnung: Astrocoeniina VAUGHAN & WELLS, 1943
Familie: Stylinidae D'ORBIGNY, 1851
Stylosmilia chaputi ALLOITEAU
Dendroid-phaceloide Stöcke bis etwa 2 dm im gesamten Ausmaß; einzelne Äste messen 1,3-2,0 mm im Querschnitt (zum generellen Skelettbau vgl. GILL 1977).
Im Riffrandbereich, selten.

POLYCHAETA
Familie: Serpulidae BURMEISTER, 1837
Unterfamilie: Serpulinae RIOJA
Spiraserpula sp. (Taf. 14, Fig. 8)
Zunächst planspiral aufgerollte, skulpturlose Röhren, meist mit 0,5 mm Durchmesser. Umgänge berühren sich i.d.R. nicht. Die Zuordnung zu *Spiraserpula* stützt sich auf den sich anschließenden trochospiralen bis unregelmäßigen Röhrenabschnitt.
Verbreitet in den Biokonstruktionen.

BRYOZOA (Taf. 14, Fig. 9-10)
Koloniale, verzweigte bis inkrustierende, mit hoher Wahrscheinlichkeit cheilostome Bryozoen sind in jedem biohermalen Bereich verbreitet.

BRACHIOPODA

SCHOLZ (1979: 72) erwähnt das nesterartige Auftreten von rhynchonelliden Brachiopoden in den Riffbereichen und schließt vorsichtig auf das Taxon *Cyclothyris latissima* (SOWERBY). Vorliegende Nachbeprobungen ergaben nur vereinzelt Brachiopoden-Nachweise, die keine eindeutige Bestimmung zulassen, so daß insgesamt von einem verbreiteten Auftreten gesprochen werden kann.

BIVALVIA

Lithophagide Bohrmuscheln finden sich, v.a. in Korallen und Stromatoporoiden, sehr zahlreich.

Palökologie

Die Bioherme des helvetischen Schrattenkalks lassen sich zu den inzwischen weltweit bekannten „Urgon-Riffen" stellen („Urgon" im faziellen, nicht im ursprünglich chronostratigraphischen Sinne; vgl. hierzu Diskussion bei BOLLINGER 1988:8).

Eingehende Studien regionalgeologischer Zusammenhänge von FREY (1925), ZACHER (1973), SCHOLZ (1984), BOLLINGER (1988), sowie FÖLLMI (1989) erhärteten das Bild einer Karbonatplattform-Entwicklung zur Zeit der Schrattenkalk-Ablagerung.

Während der Unterkreide war der helvetische Faziesraum durch eine ausgedehnte, episodisch von Meeresspiegelschwankungen gekennzeichnete Hochwasserzone im Norden des nordpenninischen Meeres charakterisiert, in der sich im Barrême aus vorwiegend pelitischen Serien (Drusberg-Formation) allmählich eine ausgedehnte Karbonatplattform herausentwikkelte. Im Zuge eines shallowing upward-Prozesses bildeten sich zeitgleich mit der Expansion der „Urgonriffe" bis in das untere Apt hinein vorwiegend massiv-knollige Biokonstruktionen aus.

Nach BOLLINGER (1988) läßt sich dabei eine Differenzierung der osthelvetischen Schelfplattform in eine geschützte innere, eine durch stärkere Hydrodynamik gekennzeichnete äußere Plattform, sowie im distalen Bereich in einen isoklinalen, rampenartig abfallenden „muddy shelf" feststellen. Dies belegen auch eigene sedimentologische und mikrofazielle Untersuchungen (HÖFLING & MOUSSAVIAN, in Vorb.) wie auch der paläontologische Gesamtcharakter.

Auffällig bei den untersuchten fünf massiv-knolligen Biohermen ist zunächst die markant hohe Organismen-Diversität mit komplexen Mikrofloren/Faunen-Vergesellschaftungen hinsichtlich der Gerüstbildner, Binder, aber auch Riffbewohner, welche von keiner der in vorliegender Arbeit eingehender behandelten bzw. angesprochenen kretazischen Biokonstruktion übertroffen wird. Ferner lassen die mikritreichen Wackestone-Typen auf größtenteils mäßige bis stark reduzierte Hydrodynamik und damit wenig Sedimentmigration schließen (lediglich Übergänge zu Riffschuttbereichen dokumentieren vorübergehend höhere Wasserenergie). Dies begünstigte die Überlieferung autochthoner bis parautochthoner Biohermassoziationen.

Solche Gegebenheiten lassen sich nach bisheriger Kenntnis über die Palökologie von Karbonatplattformen (siehe Beispiele bei HALLOCK & SCHLAGER 1986; TUCKER et al. 1990; SCHLAGER & PHILIP 1990) am ehesten dem weitgehend geschützten (mehr distalen) inneren Plattformabschnitt zuordnen. Hierfür sprechen u. a. auch die requieniiden Rudisten, welche als „encrusting morphotypes" (ein unglücklich gewählter Begriff für frei am Boden liegende Organismen; vgl. hierzu u. a. SKELTON 1985) niemals biokonstruktiv in Erscheinung treten (also keine Biostrome sensu SCHOLZ 1984 bzw. BOLLINGER 1988!), sondern lediglich als paucispezifische Assoziationen, zusammen mit dickschaligen Gastropoden und Ostreen,

schlammige Stillwasserbereiche dicht besiedelten. Solche Requieniiden-Bänke können als substratstabilisierende Pionierphase der sich darüber entwickelnden biohermalen Korallen-Stromatoporoiden-Populationen angesehen werden, welchen aufgrund ihrer ökologischen Bedürfnisse eine direkte Besiedelung karbonatischer Weichsubstrate versagt blieb. Nach Etablierung der stenöken massiv-knolligen Korallen-Stromatoporoiden-Fazies wiederum wurden die mehr euryöken Rudisten konkurrenzmäßig zurückgedrängt, was ein hinsichtlich autökologischer Parameter ausgeglichenes Environment widerspiegelt (siehe hierzu auch SANDERS 1968; HÖFLING 1985). Als Adaptionen an dieses Milieu erweisen sich alle Gerüstbildner (hermatypische Korallen mit vorherrschend mäandroider und „hydnophoroider", untergeordnet cerioider Kelchanordnung, wie auch die corallinen stromatoporoiden und chaetetiden Sclerospongier) als homöomorph. Sie alle stehen in den in situ-erhaltenen Biohermen framestone-artig dicht beieinander, berühren sich gegenseitig aber kaum. Es ergeben sich somit – auch im Hinblick auf die reichen lithophagiden Anbohrungen – Ähnlichkeiten zu rezenten Reef-flat-Assoziationen (vgl. LONGMAN 1981). Dendroid-phaceloide Cnidarier treten nur untergeordnet als Riffbewohner auf.

Die rezifalen Korallen-Stromatoporoiden-Vergesellschaftungen beschränken sich nach BOLLINGER (1988) ausschließlich auf Schichtfolgen, welche eine shallowing-upward-Sequenz mit weitgehender Substratstabilität und kontinuierlicher, nicht-spasmodischer Subsidenz reflektieren, wohingegen in transgressiven Abfolgen wegen rascher Subsidenz die Etablierung solcher Gerüstbildner nicht begünstigt war.

Auch die Verbreitung des Algenspektrums (sowohl Binder wie Bewohner) deutet auf einen ruhigen, internen Plattformbereich hin: Dasycladaceen (*Neomeris, Acicularia*) wie auch Udoteaceen (*Boueina*) lebten bevorzugt in sehr seichten, niedrigenergetischen Weichsubstraten (vgl. u. a. WRAY 1977; FLÜGEL 1978), ebenso zeigen fixosessile Codiaceen (*Lithocodium*) in einem solchen Milieu auffallend mächtige Inkrustationen. Insgesamt gesehen treten cyanobakterielle Umkrustungen zurück; sie scheinen eher an extremere ökologische Situationen angepaßt zu sein (vgl. Fallbeispiel 1, aber auch PONS et al. 1992).

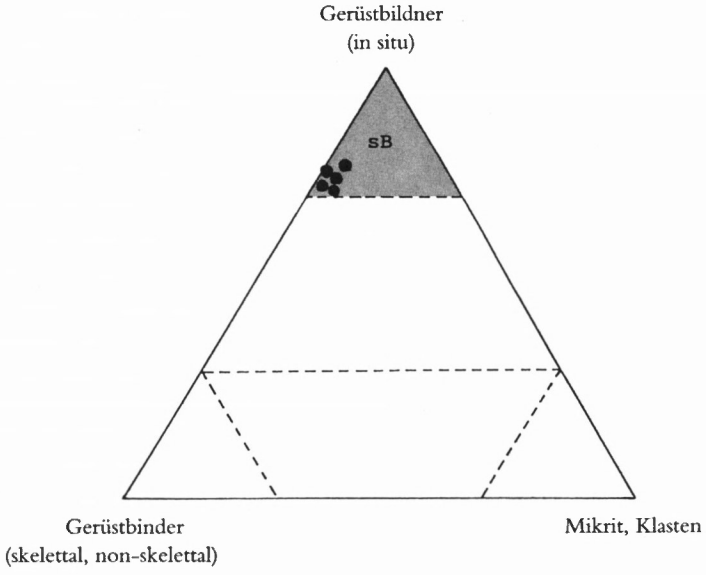


Abb. 13: Darstellung der fünf bearbeiteten massiv-knolligen Korallen-Stromatoporoiden-Bioherme des Allgäuer Schrattenkalks NW und W Oberstdorf im Rifftypologie-Diagramm.

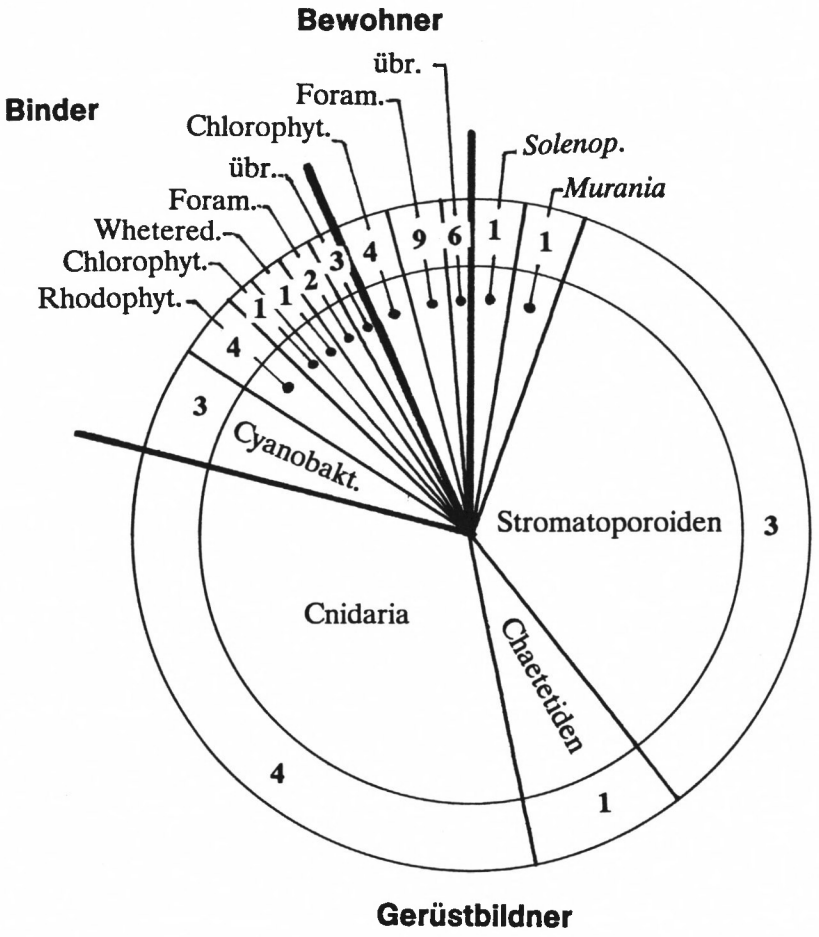


Abb. 14: Quantitative Verteilung der Rifforganismen in den massiv-knolligen Korallen-Stromatoporiden-Biohermen des Allgäuer Helvetikums NW und W Oberstdorf. Mittelwert aus fünf untersuchten Lokalitäten.

Individuen wie artenreiche Assoziationen benthonischer Foraminiferen stützen die aus den Algenvergesellschaftungen gewonnenen Aussagen (siehe auch BOLLINGER 1988). Insbesondere fällt eine Vormacht dickwandiger Milioliden (überwiegend *Nautiloculina*, kaum *Quinqueloculina*) zusammen mit dickschaligen reticulaten bzw. alveolaren Sandschalern (z. B. *Sabaudia, Pseudochoffatella*) auf. Daneben spielen auch in den Riffbereichen großwüchsige, Karbonat-agglutinierende Orbitolinen eine nicht geringe Rolle.

Der ziemlich abrupte Ausklang der Riffentwicklung im höheren Unter-Apt läßt sich offenbar auf eine kurzfristige Subsidenz der helvetischen Karbonatplattform und damit auf einen „drowning process" (sensu HALLOCK & SCHLAGER 1986) zurückführen. Die darauffolgenden Sedimente (phosphoritreiche, kondensierte Luitere-Schichten, Mittagsspitz-Formation) und die im Gefolge großräumiger Orogenese sich anbahnenden paläogeographischen Veränderungen deuten auf sich ändernde paläoozeanographische wie auch paläoklimatologische Verhältnisse hin (vgl. FÖLLMI 1989). Das Einsetzen merklich kühlerer Meeresströmungen scheint somit als wichtiger Steuerungsfaktor für das Absterben der „Urgonriffe" im penninisch-ostalpinen Raum verantwortlich gewesen zu sein.

Weitere Beispiele massiv-knolliger Bioherme

Im ganzen gesehen treten echte massiv-knollige Bioherme im Verlauf der Kreide nur vereinzelt auf:

Berrias: (Massif calcaire: Bec de l'Echaillon, SE-Frankreich): Korallen-Bioherme (kaum taxonomische Details), externe Plattformsituation (LE HEGARAT 1971; DETRAZ 1989);

Barrême-Apt: (Ternowaner Wald, Slowenien): lagunäre „Hydrozoen"-Korallen-Bioherme (Patchreef-Typus) mit charakteristischer Urgon-Assoziation, u. a. Dasycladaceen, Orbitolinen, inkrustierenden Codiaceen des Bacinella-Typus (KOCH et al. 1989); „Hydrozoen" sind Stromatoporoiden-"verdächtig";

Unter-Apt: (Ost-Serbien, Karpatho-Balkaniden): Korallen-Bioherme mit typischer Urgon-Biofazies auf externer Plattform (JANKICEVIC 1979);

Ober-Alb: (Otzaurte, Basko-Kantabrikum, N-Spanien): Poriferen-(Lithistiden, Chaetetiden)-Korallen-Bioherme der äußeren Plattform (REITNER 1987);

Cenoman: (La Bédoule, Provence, S-Frankreich): Microsoleniden-*Clausastrea*-*Actinostromaria*-(Korallen-)Bioherme, z. T. mit Stromatoporoiden, externe Plattfomsituation (PHILIP 1975; 1980);

Coniac: (Congost Limestone Formation, N Pobla de Segur, Südl. Zentralpyrenäen): Korallen-Bioherme (ohne nähere taxonomische Angaben), flacher Schelf (CAUS et al. 1981).

2.3 SONDERTYPEN MASSIV-KNOLLIGER BIOHERME

2.3.1 Pseudodendriformes, massiv-knolliges Korallen-Cyanobakterien-Bioherm (Patchreef-Typus), Paul Spur, W Douglas (S-Arizona), Upper Mural Limestone (Unter-Alb) (Taf. 15, Fig. 1-5)

Im Bereich einer externen Karbonatplattform erhebt sich über einer Korallen-Rudisten-Schuttfazies eine maximal 17 m mächtige korallendominante Biokonstruktion (Taf. 15, Fig. 1), bei der die massiv-thamnasterioide *Microsolena texana* WELLS aufgrund ihrer hier flächig (folios) ausgebildeten Morphotypen buschartig angeordnete Gerüste (Durchmesser bis zu 2 m) hervorbrachte, so daß im Ausschnitt ein (pseudo)dendriformer Wachstumscharakter angedeutet wird (Taf. 15, Fig. 2-3). Zudem trägt jeder dieser *Microsolena*-"Äste" eine zumeist mehrere mm bis wenige cm dicke Kruste aus stratiformen Cyanobakterienlagen, die bisherige Bearbeiter als Stromatolithe aufgefaßt haben (Taf. 15, Fig. 3-4). Da es sich hierbei eindeutig nur um eine riffbindende Funktion handelt und keine echten stromatolithischen Körper im Sinne der in dieser Arbeit vorgeschlagenen Riffterminologie vorliegen, wird die bisherige Bezeichnung „*Microsolena*-stromatolite community" verworfen.

Als charakteristische Riffbewohner erscheinen *Acicularia* sp. sowie auf den Cyanobakterienkrusten siedelnde großwüchsige, knäuelige Nubeculariiden-Kolonien (Taf. 15, Fig. 5).

Das Bioherm wird von mehreren kleinen, lateral differenzierten Biokonstruktionen überlagert: am Top der Microsoleniden-Cyanobakterien-Assoziation findet sich ein Klein-Bioherm der phaceloiden Koralle *Calamophyllia*, lagunenwärts gefolgt von einem Monopleuriden-Capriniden-Substratstickerbiostrom (aus *Coalcomana* und *Petalodontia*); im etwas tieferen Schelfbereich läßt sich ein *Toucasia*-*Petalodontia*-Substratstickerbiostrom nachweisen (SCOTT & BRENCKLE 1977; SCOTT 1979; 1981; HARTSHORNE 1989; sowie eigene Untersuchungen).

Nach bisheriger Kenntnis wurde dieser pseudo-dendriforme Biohermtypus ausschließlich aus S-Arizona beschrieben, jedoch deuten jüngste Probennahmen bei Benicàssim im ostspanischen Keltiberikum darauf hin, daß solche Biokonstruktionen im Apt auch in Europa auftreten (HÖFLING & MOUSSAVIAN, i.Vorb., vgl. auch SALAS et al. 1991).

2.3.2 Gemischt dendriforme/massiv-knollige Bioherme

Unter-Alb: (Glen Rose Formation, Blanco River Gorge, Hays County, Texas): Rudisten-Korallen-Bioherm eines externen Plattformbereiches mit *Monopleura* sp. und z. T. mikroatollartig gewachsenen Morphotypen von *Montastrea whitneyi* (WELLS) (Taf. 15, Fig. 6-7). Vgl. u. a. WELLS 1933; PERKINS 1974;

Ober-Alb: (Itxina- und Coniego-Eguino-Gebiet, Basko-Kantabrikum, N-Spanien): *Plagioptychus-Caprina*-Microsoleniden-Bioherme der äußeren Plattformbereiche (REITNER 1986; 1987; SCOTT et al. 1990);

Santon: (Collades de Basturs, südliche Zentral-Pyrenäen, Spanien): Komplexe Korallen-(Actinastraeidae, Stylinidae, Heliastraeidae)-Rudisten-(Hippuritidae)Bioherme einer äußeren Karbonatrampe (NAGTEGAAL 1972; VIDAL 1980; GILI FOLCH 1984; SIMO 1986; SCOTT et al. 1990; sowie eigene Untersuchungen);

Maastricht: (Pachino-Gebiet, SE-Sizilien): bis zu 8 m mächtige Rudisten-(*Sabinia, Pseudopolyconites*)Korallen-(Faviiden, Astrocoeniiden)Bioherme eines Flachschelfs mit hoher Hydrodynamik (CAMOIN et al. 1988);

2.4 CRUSTOSE UND AGGLUTINIERTE BIOHERME

Rein crustose biohermale kretazische Bildungen konnten bisher weder aufgrund eingehender Literaturstudien noch während eigener Geländearbeiten erfaßt werden; lediglich fließende Übergänge knollig/crustoser Rhodophyten-Korallen-Bioherme finden sich in gut erschlossenen Urgonfazies-Bereichen (Ober-Apt) der westlichen Pyrenäen bzw. südlichen Aquitaine (BOUROULLEC et al. 1979).

Auch die vom Autor vorliegender Arbeit neu aufgenommenen Biokonstruktionen im Unter-Apt des Allgäuer Schrattenkalks (Lokalität Brandalpe) zeigen stellenweise Übergänge von massiv-knolligen in crustose Korallen-Stromatoporoiden-Bioherme (HÖFLING i.Vorb.).

Echte agglutinierte Bioherme sind aus der Kreide bisher unbekannt.

2.5 FALLBEISPIEL 3

EINFACHE DENDRIFORME RUDISTEN-BIOSTROME VON FENOLIGA, S-ISTRIEN (UNTER-TURON)

Geographische Lage

SW der Südspitze Istriens, W Kap Kamenjak; 10 km SSE Pula (Abb. 15).

Geologischer Rahmen

Die Halbinsel Istrien gilt als Bestandteil einer als Äußere Dinariden bezeichneten, ausgedehnten mesozoischen Karbonatplattform. Während im W und S Istriens vorwiegend flachmarine jurassisch-kretazische Kalkserien vorherrschen, dominieren im Zentralbereich und NE alttertiäre Foraminiferenkalke und Flyschablagerungen. Die ältesten Abfolgen Istriens gehören dem Kimmeridge an, welches mit einer durch intensive Bauxitbildung gekennzeichneten Emergenz abschließt. Seit dem Tithon jedoch hielt eine (nur kurzzeitig von lokalen Emersionen unterbrochene) Karbonatsedimentation bis in die Oberkreide hinein an, während der die gesamte Sequenz (laramisch) verstellt wurde (vgl. TIŠLJAR et al. 1983), so daß Istrien heute eine große Antiklinalstruktur mit NE-SW-streichender Achse charakterisiert, die allerdings im Zentral- und NE-Abschnitt vom Tertiär diskordant überlagert wird.

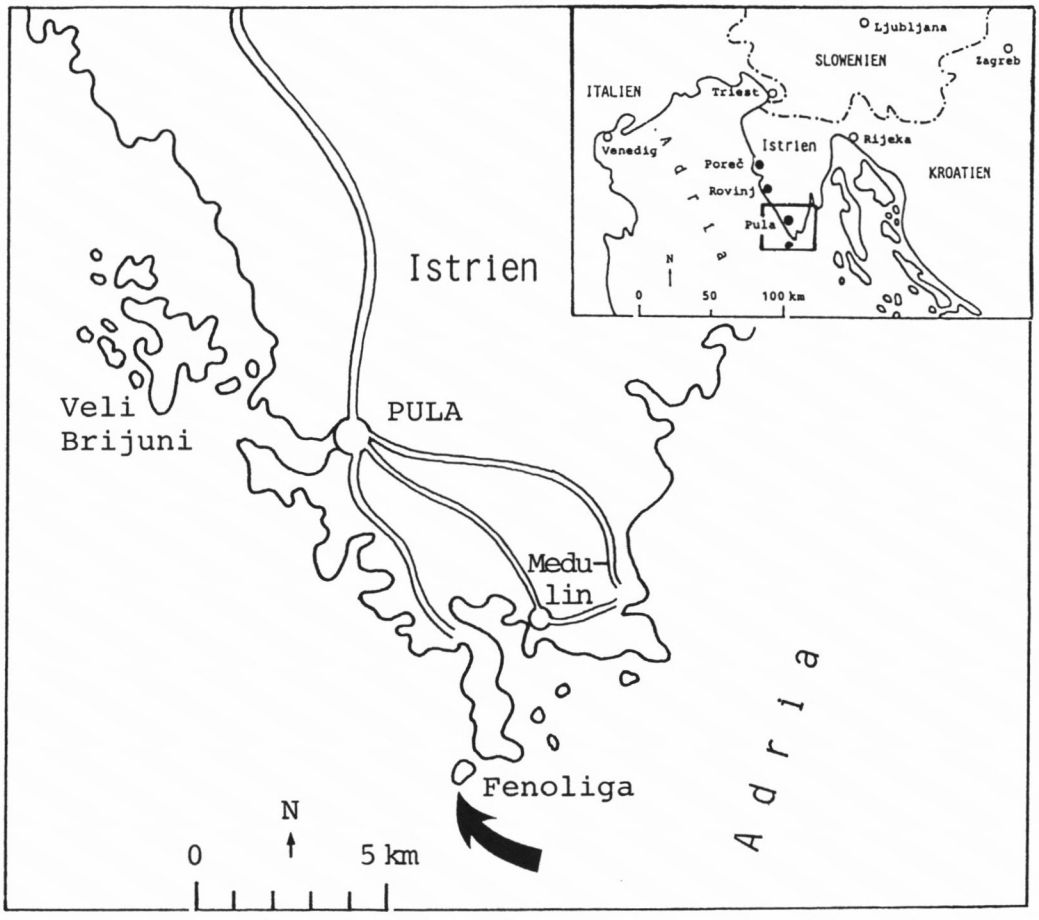


Abb. 15: Geographische Lage der Insel Fenoliga im südlichsten Istrien.

Die älteren Serien treten als Anteklinalkern zwischen Poreč und Rovinj zutage; entsprechend zeigen alle jüngeren Einheiten auf der geologischen Karte aureolenartige Ausbisse (vgl. Abb. 24). So zieht der Streifen des insgesamt 400 m mächtigen Turons östlich an Pula vorbei bis an die Südspitze Istriens und setzt sich auf der kleinen, sehr flachen Insel Fenoliga W Kap Kamenjak fort.

Generell zeichnet das istrische Turon eine häufig wechselnde Folge von Rudistenschuttkalken (Coquinas, Mikro-Coquiniten jugoslawischer Autoren), Rudisten-Biostromen und peloidreichen Foraminiferen-Packstones bis –Grainstones aus. Speziell auf Fenoliga schalten sich in (nur an wenigen Stellen profilmäßig erschlossene) mehrere m mächtige Rudisten-Floatstones (mit bis zu 85% Bioklasten bei Bankmächtigkeiten von 30-80 cm) in verschiedenen Niveaus in situ-erhaltene, geringmächtige, lateral einige 10er-Meter aushaltende Radiolitiden-Biostrome ein. Vom Top einer Biostrom-Lage wurden Reptilfährten von Carnosauriden und Coelorosauriden beschrieben (Tišljar et al. 1983). Den Zentralteil des kleinen Eilandes überlagern 1-3 m mächtige quartäre Äolianite.

Die Biokonstruktionen

Fenoligas Riffbildungen lassen sich sämtlich als paucispezifische, einfache, dendriforme Biostrome klassifizieren. Überwiegend jeweils aus nur einer maximal 20 cm mächtigen „Generation" Radiolitiden (vorherrschend *Sauvagesia,* daneben *Agriopleura,* untergeordnet

Durania) zusammengesetzt, formten diese, zumeist nur punktuell (ohne Einsparung von Schalenmaterial) aneinandergewachsenen Rudisten i.d.R. durchaus rigide Framestones, die bereichsweise auch in Bafflestones mit höherem Anteil an Zwischensedimenten übergehen können (vgl. Taf. 16, Fig. 1-4). Bouquetartiges Wachstum ist nur andeutungsweise erkennbar, wenngleich viele Rudistenindividuen durchaus leicht gekrümmt-konische Wuchsform zeigen.

Als einzige Binder sind lediglich wolkig erscheinende (oft mehrere mm mächtige) Cyanobakterienkrusten auf den Radiolitiden-Schalen nachweisbar. Die weitgehend sparitisch gebundenen Zwischensedimente führen neben einer aus wenigen agglutinierten Benthosforaminiferen bestehenden „Bewohner-Assoziation" Cyanobakterienlumps, welche als aufgearbeitete Inkrustierer aufgefaßt werden können.

Gerüstbildner

BIVALVIA

Ordnung: Hippuritoida NEWELL, 1965
Überfamilie: Hippuritacea GRAY, 1848
Familie: Radiolitidae GRAY, 1848
Unterfamilie: Sauvagesiinae DOUVILLE, 1908

Sauvagesia sharpei (BAYLE) (Taf. 16, Fig. 3-4)

Gute Übereinstimmung mit der Diagnose in MOORE (1969: N810 f.). Subzylindrische Morphotypen, gelegentlich leicht gekrümmt. Gehäusedicke im Mittel 5-7 mm; maximale Höhe 20 cm; Durchmesser der Individuen bis 3,3 cm. Freie Klappen wurden nicht nachgewiesen. Beide Siphonalbänder deutlich ausgeprägt.

Bei weitem häufigster Biokonstrukteur.

Sauvagesia nicaisei COQUAND

Einige wenige Formen lassen sich dieser Art zuordnen.

Durania arnaudi (CHOFFAT)

Subzylindrische Morphotypen mit deutlichen elongaten Siphonalbändern.

Selten.

Unterfamilie: Radiolitinae GRAY, 1848

Agriopleura praeexcavata (TOUCAS)

4-kantige konische Morphotypen; Ausmaße etwa denen von *Sauvagesia sharpei* (BAYLE) entsprechend.

Verbreitet.

Binder

CYANOBACTERIA (Taf. 16, Fig. 5)

Einzige Inkrustierer stellen bis zu mehrere mm mächtige, zumeist im Dünnschliff wolkig, z. T. auch schwach lagig erscheinende Cyanobakterien dar, die kleine, spariterfüllte Hohlräume enthalten. Quantitativ treten Binder in den untersuchten Biostromen markant zurück.

Bewohner

CHLOROPHYTA

Ordnung: Dasycladales PASCHER, 1931

Umkristallisierte Bioklasten, zumeist rindenkornartig cyanobakteriell überkrustet, keine nähere Bestimmung zulassend.
Verbreitet.

FORAMINIFERA
Unterordnung: Textulariina DELAGE & HEROUARD, 1896
Überfamilie: Haplophragmiacea EIMER & FICKERT, 1899
Familie: Nezzazatidae HAMOUI & SAINT-MARC, 1970
Unterfamilie: Nezzazatinae HAMOUI & SAINT-MARC, 1970

Nezzazata convexa (SMOUT) (Taf. 16, Fig. 7,9)

Gute Übereinstimmung mit dem von WASFI & HATABA (1984) vom Cenoman/Turon des Golf von Suez beschriebenen und abgebildeten Materials. Gehäuse mikrogranular, offenbar sekundär mikritisiert.

Nach DECROUEZ (1989) ist *Nezzazata* weder den Ceratobuliminidae noch den Barkerinidae, sondern als eigene Familie den Haplophragmiacea zuzurechnen.
Häufig.

Nezzazata gyra (SMOUT) (Taf. 16, Fig. 8)

Entspricht dem Turon-Material aus Bohrungen des Golf von Suez (vgl. WASFI & HATABA 1984).
Verbreitet.

Überfamilie: Ataxophragmiacea SCHWAGER, 1877
Familie: Cuneolinidae SAIDOVA, 1981
Unterfamilie: Cuneolininae SAIDOVA, 1981

Cuneolina ex gr. *pavonia* D'ORBIGNY

Diverse Schnittlagen können in den Dünnschliffen dieser Gruppe angegliedert werden.
Verbreitet.

Familie: Dicyclinidae LOEBLICH & TAPPAN, 1964

Dicyclina schlumbergeri MUNIER-CHALMAS
Vereinzelt.

Familie: Coskinolinidae MOULLADE, 1965

Pseudolituonella cf. *reicheli* MARIE

Die Schnittlagen erlauben einen Vergleich mit *P. reicheli*.
Selten.

Unterordnung: Miliolina DELAGE & HEROUARD, 1896
Überfamilie: Miliolacea EHRENBERG, 1839
Familie: Hauerinidae SCHWAGER, 1876
Unterfamilie: Milionellinae VELLA, 1957

Pyrgo sp. (Taf. 16, Fig. 10)
Verbreitet.

Palökologie

Sämtliche fein- wie grobkörnigen Schuttkalk-Varietäten, ebenso wie auch die Radiolitiden-Biostrome deuten auf eine offene Plattformsedimentation mit insgesamt mäßig beweg-

tem Wasser von zeitweise jedoch starker Turbulenz hin (entsprechend dem Energie-Index IV nach PLUMLEY et al. 1962). Die Rudisten scheinen diesem höherenergetischen Milieu gut angepaßt gewesen zu sein, auch wenn die gegenseitige Zementierung der Schalen nur punktuell eine zusätzliche Stabilität der Biokonstruktion bewirkte. Die geringe Artendiversität (Gerüstbildner, Binder, Bewohner) wie auch die Haplophragmiaceen-Ataxophragmiaceen-Dominanz (unter Zurücktreten der Milioliden) lassen durch Rezentvergleich auf etwas extremere Lebensbedingungen im bewegten Flachwasser schließen. Nach SEVERIN (1983) herrscht eine ähnliche Sandschaler-Assoziation rezent auch im offenen flachsten Bewegtwasser vor (vgl. hierzu auch CHAMNEY 1976). Das Auftreten der Cyanobakterien als alleinige Binder unterstützt diese Aussage (vgl. HÖFLING 1985; PONS et al. 1992; sowie Fallbeispiel 1). Die Sandschaler-Vormacht ließe sich im Sinne von GREINER (1974) auch damit interpretieren, daß ein durch starke Kalzifikation der Radiolitiden bedingtes vorübergehendes $CaCO_3$-Defizit die Entfaltung der Foraminiferen zunächst hemmte, ehe sich ein Gleichgewicht einstellen konnte.

Das Auftreten der sonst bevorzugt in ruhigeren lagunären Environments vorkommenden Dasycladaceen bedeutet zudem keinen Widerspruch. SCOFFIN (1970) bemerkt hierzu, daß verwurzelte kalkige Grünalgen rezent Strömungsgeschwindigkeiten von bis zu 80 cm/sec ertragen.

Die generell vorherrschende höhere Hydrodynamik steuerte wohl auch die Ausbildung jeweils nur einfacher Biostrome (mit 1-2 Gerüstbildner-"Generationen"), so daß gleichsam

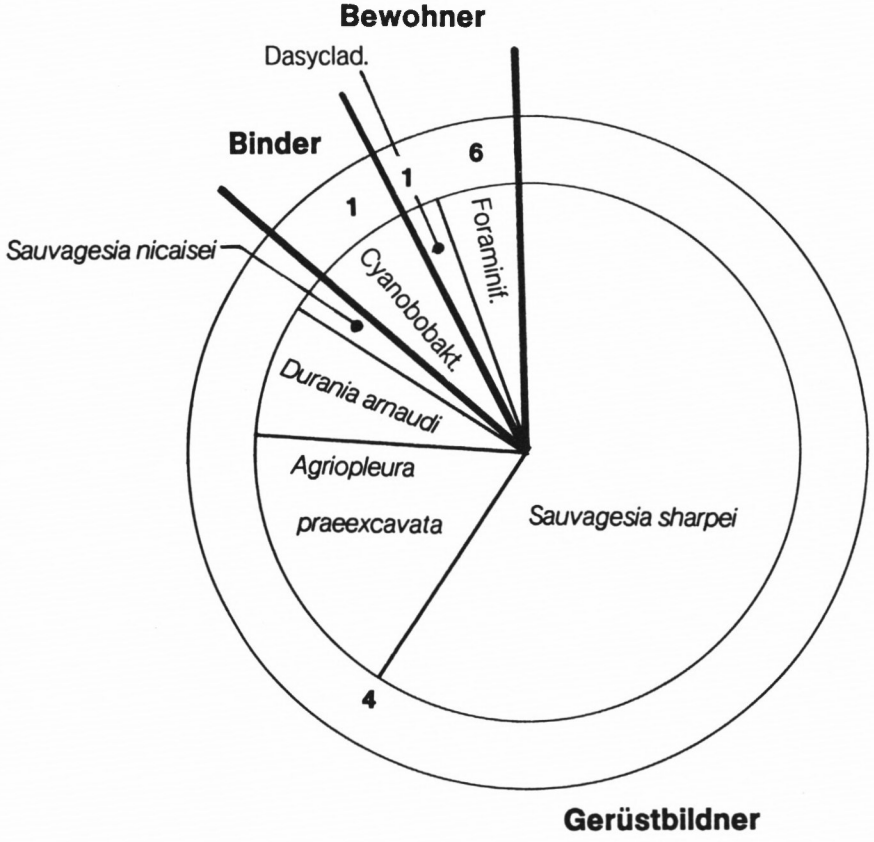


Abb. 16: Quantitative Verteilung der Rifforganismen mit Anzahl der nachgewiesenen Taxa in den einfachen dendriformen Radiolitiden-Biostromen von Fenoliga, S-Istrien.

bei jeder Etablierung eines „Riffrasens" Bedingungen für eine Pioniervergesellschaftung herrschten. Damit liegt eine gute Übereinstimmung mit südfranzösischen Daten von PHILIP (1984: 21.11) vor, wonach im Turon Radiolitiden-Biokonstruktionen bevorzugt in höherenergetischen perideltaischen Bereichen auftraten. Nach dem Modell über turone Riffbiotop-Sequenzen der Nord-Aquitaine von PLATEL (1974) stellen solche Rudisten-Biostrome lediglich Primärphasen komplexer Biokonstruktionen dar.

Weitere Beispiele kretazischer einfacher dendriformer Biostrome

Alb-Unter-Cenoman: (El Abra Formation, Valles-Karbonatplattform, Zentral-Mexiko): *Radiolites-Eoradiolites*-Biostrome (höherenergetische offene Plattform), *Mexicaprina*-Biostrome geschützter Plattformbereiche (COLLINS 1988);

Cenoman-Turon: (Mt. Maiella, Zentral-Apennin, Italien): Radiolitiden(*Distefanella*)-Biostrome im Bereich einer Schelflagune (ACCORDI et al. 1987);

Cenoman-Turon: (Zardtop-Berg, Zentral-Afghanistan): monospezifische *Eoradiolites*-Biostrome (?offener Schelf) LAPPARENT et al. 1974;

Ober-Turon: (N Aquitaine, Charentes u. Périgord): polyspezifische Radiolitiden-Hippuritiden-Biostrome eines internen Plattformbereiches (PLATEL 1982);

Turon: (S-Flanke der Antiklinale von Fontaine Salée, Navarro-Languedoc-Trog, Frz. Pyrenäen): zahlreiche paucispezifische *Vaccinites*-Biostrome einer offenen Plattform, zumeist mit auffälligen Bündeln von *Girvanella* sp. als Binder (Taf. 17, Fig. 1-2; vgl. auch BILOTTE 1985);

Turon: (Akros-Massiv, Arkadien, E-Peleponnes): polyspezifische Hippuritiden(*Hippurites, Vaccinites*)-Radiolitiden(*Durania, Petkovicia, Radiolites*)-Biostrome einer terrestrisch beeinflußten Karbonatplattform (externe Argoliden-Ophiolithzone; PHILIP & MERMIGHIS 1989);

Turon: (Blue Hill Shale Member, Lamy, New Mexico): dendriformes Korallen-Biostrom, gebildet von der ahermatypischen faviinen *Archohelia dartoni* WELLS im aphotischen tieferen äußeren Schelfbereich (COATES & KAUFFMAN 1973);

Coniac-Unter-Campan: (Calcare Altamura, NW Ostuni, Apulien): *Eoradiolites*-Biostrome des offenen karbonatischen Subtidals (GUARNIERI et al. 1990, sowie eig. Untersuchungen; Taf. 17, Fig. 3);

Coniac-Campan: („Rasotica"-Kalk, Sumartin, E-Teil der Insel Brac, Kroatien): Hydrozoen-Biostrome einer offenen Karbonatplattform (GLOVACKI et al. in: SERB. GEOL. SOC. 1988, eig. Untersuchungen; Taf. 17, Fig. 4);

Coniac-Unter-Campan: (Carseolani-Matese- und Maiella-Berge, Zentral-Apennin): Radiolitiden(*Gorjanovicia, Milovanovicia*)- und Hippuritiden(*Hippurites, Vaccinites*)-Biostrome des geschützten inneren Schelfes (CIVITELLI & MARIOTTI 1975; ACCORDI et al. 1987; SIRNA 1990);

Santon-Campan: (Paleovouna-Schichten, Helikon-Gebirge, S-Griechenland): *Vaccinites*-Biostrome in lagunärer Fazies (KONERTZ 1987);

Ober-Santon-Campan: (Kocerje, Slowenien): paucispezifische Radiolitiden(*Durania, Gorjanovicia, Bournonia, Biradiolites*)-Capriniden(*Rousselia*)-Biostrome des inneren Abschnitts der Dinarischen Plattform (PLENIČAR 1985);

Ober-Santon-Campan: (Nordiberische Ketten, N-Spanien): Hippuritiden(*Hippurites*)-Radiolitiden(*Biradiolites, Radiolites*)-Biostrome innerer Plattformbereiche (ELOQUET 1982);

Campan: (Ugod-Kalke, W-Teil des Transdanubischen Tektonikgürtels, Ungarn): paucispezifische Hippuritiden-Biostrome des äußeren Plattformrandes (HAAS 1980);

Campan-Maastricht: (Maiella-Gebiet, Zentral-Apennin, Mittelitalien): monospezifische Radiolitiden(*Radiolitella*)- und polyspezifische Hippuritiden(*Hippurites, Hippuritella, Pironaea*)-Biostrome einer Karbonatrampe (ACCORDI et al. 1987);

Mittel-Maastricht: (Sierra de les Agulles, S-Valencia, Levanteküste): paucispezifisches, geneigt gewachsenes *Hippuritella-Hippurites*-Biostrom eines geschützten innneren Schelfgebietes (ECKSTALLER et al. 1991; vgl. Taf. 17, Fig. 5-6);

Mittel-Maastricht: (Guinea Corn Formation, Central Inlier Rio Minho, Zentral-Jamaika): monospezifische *Biradiolites*-Biostrome eines klastisch beeinflußten Flachschelfes (KAUFFMAN et al. 1989, sowie eigene Untersuchungen; Taf. 17, Fig. 7-8);

Maastricht: (Pachino-Gebiet, SE-Sizilien): monospezifische *Hippurites cornucopiae*-Biostrome eines karbonatischen Flachschelfes höherer Hydrodynamik (CAMOIN et al. 1988);

Ober-Maastricht: (Südflanke der Sierra de La Solana, Prov. Valencia): paucispezifisches *Hippurites*-Biostrom einer geschützten, feinklastisch beeinflußten Lagune (PONS et al. 1993).

2.6 FALLBEISPIEL 4

KOMPLEXE DENDRIFORME HIPPURITIDEN- UND KORALLEN-HIPPURITIDEN-BIOSTROME, ATZLGRABEN (BRANDENBERGER GOSAU/TIROL; CONIAC)

Geographische Lage

Atzlgraben (= Kreuthgraben), SE Brandenberg, 10 km W Wörgl/Tirol; östliches Bachprofil von der Straße aus (ehemalige Atzlsäge) aufwärts (Abb. 17).

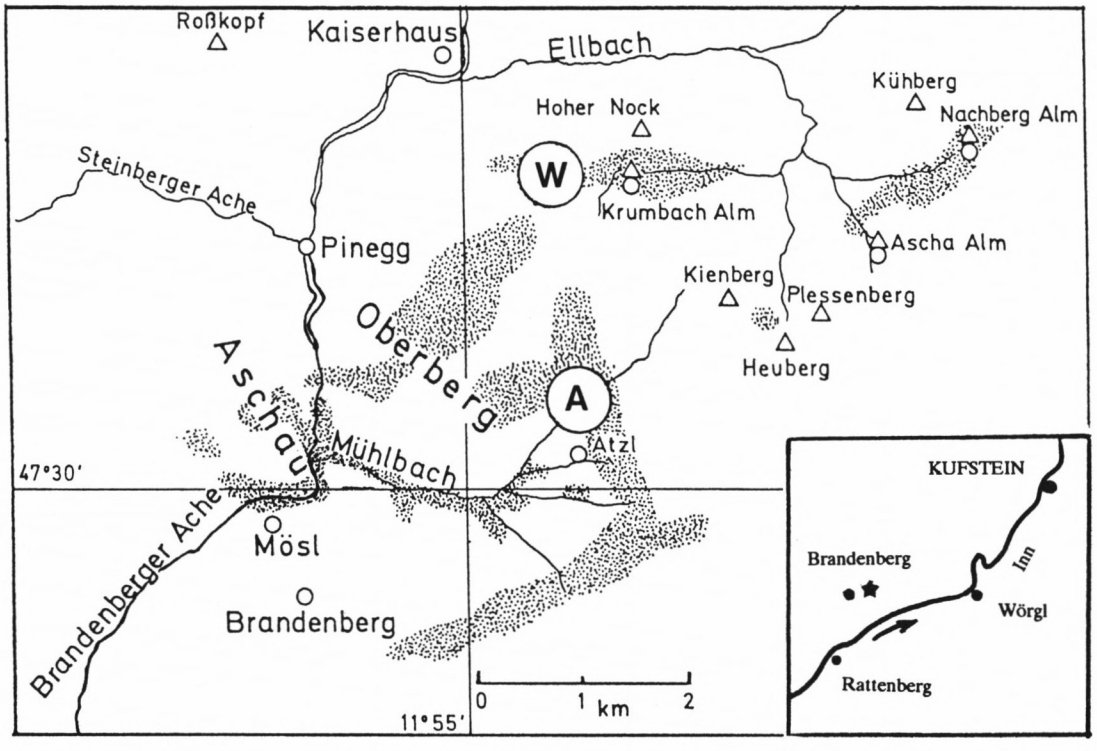


Abb. 17: Lage der komplexen Biostrome des Atzlgrabens (A) wie auch des Reef Mounds an der Winterstube (W) W der Krumbach-Alm (Brandenberger Gosau). Gepünktelt: Ausstreichen oberkretazischer Gosausedimente nach FISCHER (1964).

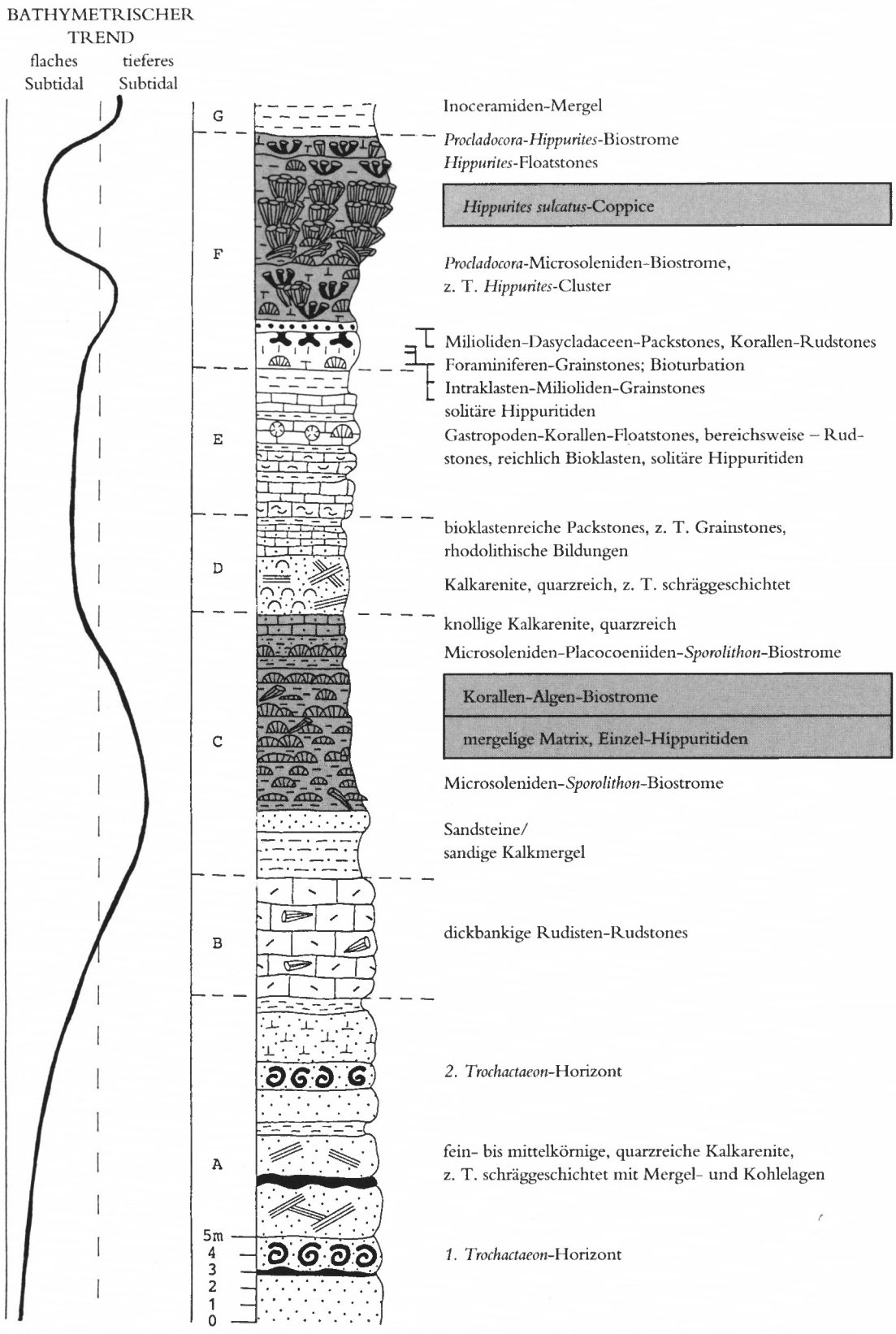


Abb. 18: Geologisches Profil des Atzlgrabens mit stratigraphischer Position der komplexen dendriformen Hippuritiden-, Korallen-Hippuritiden und massiv-knolligen Korallen-Algen-Biostrome sowie bathymetrischer Trendkurve.

Geologischer Rahmen

Die Gosau des Gebietes um Brandenberg/Tirol repräsentiert die nordwestliche Ausdehnung der postturonen Transgression in den Nördlichen Kalkalpen auf einer stark gefalteten Trias-Jura-Sequenz der Lechtaldecke (Fischer 1964; Herm et al. 1979; Leiss 1988 b). Das hier näher bearbeitete Atzl-Profil rechnet man zur sog. Nordfazies, einer stark terrigen beeinflußten, küstennahen Flachschelfentwicklung, welche prägosauische, tektonische Elemente (Guffert-Pendling-Antiklinale sowie Brandenberg-Synklinale sensu Tollmann 1970: 111) transgressiv überlagerte und im Hangenden mit einer zyklischen Regressions-Sedimentation endet (Herm 1977). Nach Leiss (1988 a) steht diese Flachwasserserie in direkter Verbindung zur Südfazies, die er aufgrund nachgewiesener proximaler Schuttströme bzw. deren überlagerte Sedimente als Beckenfazies (tektonisch eingemuldeter Intraplattform-Trog) ansieht.

Die im Atzlgraben erschlossene über 50 m mächtige Profilserie, deren Basis unweit nördlich davon am Einkehrboden (Oberberg) mit Breccien und Exotika-führenden Konglomeraten über triadischem Hauptdolomit nachweisbar ist, läßt sich insgesamt in sieben lithologisch-fazielle Einheiten gliedern, deren Grenzen nach einer vom Autor dieser Arbeit erfolgten Neuaufnahme des Profils und eingehender mikrofazieller Bearbeitung von früheren Darstellungen (vgl. Herm et al. 1979) z. T. deutlich abweichen (Abb. 18). Über einer, kleine Kohleflözchen führenden, quarzreichen Kalkarenitsedimentation mit zwei dickbankigen *Trochactaeon*-Horizonten (A) und einer mehr karbonatischen Einheit mit grobgebankten Rudisten-Rudstones (B) sind mehr als 10 m Mächtigkeit erreichende Komplexe massivknolliger Korallen-Algen-Biostrome (vgl. Fallbeispiel 5) in siltig-mergeliger Matrix erschlossen (C), gefolgt von quarzreichen flasergeschichteten Kalkareniten (D) und einer Wechsellagerung knolliger Gastropoden-Korallen-Floatstones mit mergeligen Zwischenpartien (E). Im Hangenden dieses Abschnittes entwickelten sich über Dasycladaceen-reichen Milioliden-Packstones und Korallen-Rudstones komplexe paucispezifische dendriforme Hippuriten- bzw. Hippuritiden-Korallen-Biostrome in mergeliger Umgebung von insgesamt 13 m Mächtigkeit (F), überlagert von Inoceramen- und Phelopterien-reichen quarzführenden Mergeln (G). Die von Herm et al. (1979) am Profiltop erwähnten Rudistenschuttkalke waren bei der Neuaufnahme 1991 nur noch andeutungsweise erschlossen.

Die stratigraphische Fortsetzung dieses Profils mit Übergang zu den erwähnten Zyklothemen der Regressionsfolge wird – tektonisch disloziert – südlich des Atzlgrabens vermutet.

Altersstellung

Studien der Bivalven *Inoceramus* aff. *ernsti* Heinz, *Cremnoceramus* cf. *rotundatus* (Fiege) sowie *Mytiloides* aff. *stantoni* (Sokolow) aus dem obersten Profilabschnitt des Atzlgrabens belegen nach Kauffman (in Herm et al. 1979) Unter- bis Mittel-Coniac-Alter. Die nachgewiesenen Formen zeigen Beziehungen zu gleichalterigen Faunen Nordamerikas und der Karibik.

Die Biokonstruktionen

Das „Atzlriff" früherer Autoren (z. B. Zapfe 1937; Herm et al. 1979) erweist sich bei detaillierter Betrachtung als komplexe zyklische Biokonstruktion, welche sich aus drei biostromalen Einheiten zusammensetzt. An ihrer Basis liegt ein gemischt dendriformes/massivknolliges Korallen-Biostrom aus phaceloiden Procladocoren und knolligen Microsoleniden in dichtem Verband vor, bereichsweise unterbrochen von *Hippurites sulcatus*-Clustern (insgesamt 3 m Mächtigkeit). Darüber folgt ein 4 m mächtiges paucispezifisches *Hippurites*-in situ-Gerüst in mergeliger Matrix, welches an seiner Basis zumeist umgestürzten, liegenden Hippuritenindividuen oder –bündeln aufgewachsen ist und mehrere Generationen zeigt

(„zusammengesetzter Biostromtypus" sensu HÖFLING 1985: 162). Die nahezu zylindrischen, maximal 3 cm Durchmesser messenden Vertreter von *Hippurites sulcatus* DEFRANCE stellen den Hauptanteil des Framestones; untergeordnet, v.a. in den basalen Teilen, gesellt sich *Hippurites galloprovincialis* MATHERON hinzu (vgl. Taf. 18, Fig. 3-4). Dabei wuchsen offenbar größere, dichte Bouquets von jeweils mehreren Dutzend Rudisten allmählich nahe aneinander (Taf. 18, Fig. 1-2). Im Gelände treten sie hügelartig zum Vorschein (Taf. 18, Fig. 1-2). Durch Aufwachsen auf älteren Artgenossen unter teilweiser Reduktion der Schalendicke konnten sich mehrere Generationen übereinander etablieren, so daß nach SQUIRES (1964) ein Hippuriten-Coppice vorliegt (Taf. 18, Fig. 5-6). Insgesamt läßt sich die Wachstumsstrategie als laterale Ausdehnung patchreefartiger Bouquetkomplexe (vgl. Abb. 8) deuten.

Den Hangendteil des komplexen Biostroms setzen mehrphasige *Procladocora-Hippurites*-Biostrome mit Bafflestone-Charakter zusammen, in denen einerseits reine phaceloide Korallenstöcke bereichsweise dominieren können (Taf. 18, Fig. 7-8); örtlich verzahnen sich diese mit einer Schuttfazies in Form von *Hippurites*-Floatstones (Mächtigkeit dieses Biostromabschnittes: max. 2 m). Vereinzelt finden sich auch sehr kleine Radiolitiden mit diesen Korallen verwachsen (Taf. 19, Fig. 9). Das synchrone biokonstruktive Auftreten von Korallen und Rudisten stellt einen Erstnachweis für die Kalkalpine Oberkreide dar.

Wie bereits bei anderen Hippuritiden-Biokonstruktionen konstatiert, treten die Riffbinder auch hier quantitativ deutlich zurück. Sie beschränken sich auf Cyanobakterien-, Corallinaceen- und Foraminiferen-, vereinzelt auch Bryozoen- und Serpuliden-Krusten (Taf. 19, Fig. 1-3, 9-10), daneben ließen sich (erstmals für Gosausedimente) inkrustierende Chaetetiden nachweisen (Taf. 19, Fig. 4). Die laterale Ausdehnung des Gesamt-Biostrom-Komplexes kann – aufschlußbedingt – nicht ermittelt werden; zum Zeitpunkt der Profilaufnahme war die Biokonstruktion etwa 15 m weit verfolgbar.

Von geringer Diversität erweist sich auch die begleitende Bewohner-Fauna; lediglich Radiolitiden und Capriniden (Taf. 19, Fig. 6-7), zusammen mit clinoiden und lithophagen Bohrern konnten nachgewiesen werden. Die zwischen den Gerüstbildnern entnommenen Schlämmproben erwiesen sich generell als fossilleer (vgl. auch Abb. 19 und 21 für die quantitative Verteilung der Organismen dieser Biokonstruktionen).

Gerüstbildner

CNIDARIA
Unterordnung: Astraeoina ALLOITEAU, 1952
Überfamilie: Astraeoinae ALLOITEAU, 1952
Familie: Heliastraeidae ALLOITEAU, 1952
Unterfamilie: Cladocorinae ALLOITEAU, 1952

Procladocora sp. (Taf. 18, Fig. 7-8; Taf. 19, Fig. 8-10)

Durchmesser der Kelche 2-3 mm, Septenzahl 24-28. Gewisse Vergleichbarkeit mit *Procladocora tenuis* (REUSS), jedoch wurden aus den Gosauablagerungen der Ostalpen noch niemals Stöcke von mehreren Dezimetern Durchmesser erwähnt (vgl. BEAUVAIS 1982: I 103 ff.).
Gerüstbildner in den basalen Biostrombereichen, sehr häufig am Biostrom-Top.

Unterordnung: Fungiina VERRILL, 1865
Überfamilie: Poriticae GRAY, 1842
Familie: Microsolenidae KOBY, 1890

Microsolena sp.1

Knollige Wuchsformen, vgl. Bemerkungen zu diesem Taxon bei Fallbeispiel 5.
Verbreitet in den basalen Biostromanteilen.

BIVALVIA
Ordnung: Hippuritoida NEWELL, 1965
Überfamilie: Hippuritacea GRAY, 1848
Familie: Hippuritidae GRAY, 1848

Hippurites (Vaccinites) sulcatus DEFRANCE (Taf. 18, Fig. 1-6, 8)

Schlanke zylindrische Individuen mit scharfkantigen Rippen, max. Durchmesser 3 cm; Schalendicke bis 4 mm, bis 15 cm Höhe erreichend. Im Verband mit *Procladocora*-Formen schlanker, Schalendicke nur 2-3 mm.
Häufigster Biokonstrukteur.

Hippurites (Pseudovaccinites) galloprovincialis MATHERON (Taf. 18, Fig. 5-6)

Nach dem neueren Klassifikationsvorschlag von BILOTTE (1982: 112) der Untergattung *Pseudovaccinites* angehörig.
Vereinzelt im Verband mit *H. sulcatus* an der Basis der Hippuritiden-Coppice.

Familie: Radiolitidae GRAY, 1848

Radiolites sp.

Kleine Einzelindividuen, verwachsen mit *Procladocora* sp. im hangenden Biostrom.
Vereinzelt.

Binder

CYANOBACTERIA (Taf. 19, Fig. 1, 3, 9)

Sehr dünne bis mehrere mm dicke wolkig erscheinende, flächenhaft verbreitete Krusten auf Rudisten wie Korallen, sowie cyanobakterielle Bindung peloidreicher Zwischensedimente.
Verbreitet.

RHODOPHYTA
Familie: Corallinaceae HARVEY, 1849

Sporolithon sp. (Taf. 19, Fig. 2)

Vereinzelte Übergänge auf Korallen und Rudisten.

FORAMINIFERA
Unterordnung: Textulariina DELAGE & HEROUARD, 1896
Überfamilie: Lituolacea DE BLAINVILLE, 1827
Familie: Placopsilinidae RHUMBLER, 1913

Placopsilina sp. (Taf. 19, Fig. 2)

Knäuelig wachsende Inkrustationen, zumeist in mehreren Generationen übereinander (z. T. „mikroriff-artig" sensu WENDT 1969).
Vereinzelt.

PORIFERA
„Sclerospongia" mit chaetetidem Basalskelett (Taf. 19, Fig. 4)

Vereinzelt als dicke Überkrustungen, zumeist von Hippuritiden. Mangels Vergleichsmaterials bisher keine exaktere Determinierung möglich. Chaetetiden bedeuten einen Neunachweis für die alpine Oberkreide.

SERPULIDAE (Taf. 19, Fig. 5)

In Zwickeln zwischen miteinander verwachsenen Hippuritidenschalen.
Selten.

BRYOZOA (Taf. 19, Fig. 10)
Vereinzelte Umkrustungen von *Procladocora*-Individuen am Top der Biostromentwicklung.

Bewohner
PORIFERA
Bevorzugt in den Rudistenschalen finden sich gehäuft Anbohrungen, deren Muster eindeutig clinoiden Schwämmen zugeordnet werden können.

BIVALVIA
Ordnung: Hippuritoida NEWELL, 1965
Überfamilie: Hippuritacea GRAY, 1848
Familie: Caprinidae D'ORBIGNY, 1850
Plagioptychus aguilloni D'ORBIGNY (Taf. 19, Fig. 7)
Einzelindividuen verbreitet, vorwiegend an der Basis des zentralen Hippuriten-Coppice.

Familie: Radiolitidae GRAY, 1848
Unterfamilie: Radiolitinae GRAY, 1848
Radiolites ex gr. *subradiosus* TOUCAS (Taf. 19, Fig. 6)
Gute Übereinstimmung mit den Beschreibungen bei LUPU (1973) und HÖFLING (1985) für das Lattengebirge; relativ kleinwüchsiger, breit-konischer Morphotyp.
Verbreitet.

Ordnung: Mytiloida FERRUSAC, 1822
Überfamilie: Mytilacea RAFINESQUE, 1815
Familie: Mytilidae RAFINESQUE, 1815
Unterfamilie: Lithophaginae ADAMS & ADAMS, 1857
Lithophaga cf. *alpina* (ZITTEL)
Bohrmuscheln dieses Typs finden sich zahlreich in Riffbewohnern, überwiegend in Rudisten.

Palökologie
Ähnlich den bereits näher behandelten dendriformen Hippuritiden-Biohermen (vgl. Fallbeispiel 1) sowie den einfachen Radiolitiden-Biostromen (vgl. Fallbeispiel 3) liegt auch hier eine Biokonstruktion von geringer Organismen-Diversität vor. Wiederum beschränkte sich die Inkrustationstätigkeit auf wenige Taxa, insbesondere Cyanobakterien und agglutinierende Foraminiferen. Auffällig ist der zyklische Charakter des gesamten Biostromkomplexes. Am Beginn des kolonialen Wachstums herrschte eine Korallendominanz einer wohl tieferen Subtidalregion vor (vgl. hierzu auch die Palökologie der massiv-knolligen Biostrome desselben Profils, Fallbeispiel 5), bereichsweise mit gleichzeitigem Auftreten von Hippuritiden, die lediglich lockere Clusterverbände zustandebrachten. Im weiteren Verlauf, im Zuge zunehmender Verflachung (vgl. bathymetrische Trendkurve in Abb. 18, welche aus der mikrofaziellen Auswertung des Gesamtprofiles gewonnen wurde) stellte sich eine absolute Rudistenvormacht mit sehr dichtgedrängtem Wachstum der Individuen ein, so daß in den geringen verbleibenden Interstitialräumen für Inkrustierer wie auch Bewohner wenig Lebensraum (z. T. auch wenig Licht) zur Verfügung stand. Das weitgehende Fehlen von Schutt und dafür die „Füllung" der Gerüstzwischenräume mit siltigen, quarzreichen Mergeln gibt einer Deutung als ruhiges, lagunäres Environment gegenüber der von HERM et al. (1979) vertretenen Auffassung vom Klimaxstadium einer offenmarinen Entwicklung den Vorzug. Dies bestäti-

gen auch die Dasycladaceen-Reste in miliolidenreichen Packstones im unmittelbar Liegenden der Biokonstruktionen.

Unter ruhigen, bathymetrisch etwas tieferen Bedingungen scheinen die Rudisten nicht immer, wie im extremen Flachwasser häufig beobachtet, die Korallen gänzlich verdrängt zu haben. Die in ihren distalen Bereichen dem *Hippurites sulcatus* weigehend homöomorphe *Procladocora* erreichte mit diesem zusammen eine (bisher noch nirgends in diesem Bafflestone-artigen Baustil nachgewiesene) gemeinsame biostromale Lebensgemeinschaft, die wiederum dem tieferen Subtidal zugerechnet werden kann. Vergleichsweise bildet das rezente Pendant *Cladocora caespitosa* (LINNE), welches in der Adria bis in 80 m Tiefe reicht (RIEDL 1970), wie neue Ergebnisse zeitigten, in der Nordägäis im ruhigen, sandig-siltigen tieferen Subtidal (20-30 m Tiefe) ebenfalls kleine biostromale Körper (KÜHLMANN et al. 1991; von diesen als *Cladocora*-"Bänke" bezeichnet).

Kurzfristig wirksame Meeresspiegelschwankungen steuerten offenbar somit die Geschichte dieses interessanten zyklischen Biostromkomplexes.

Weitere Beispiele kretazischer komplexer dendriformer Biostrome

Hauterive: („Urgonfazies", Calcaire à *Pachytraga tubiconcha*; Franko-Schweizer Jura): monospezifische Caprotiniden(*Pachytraga*)-Biostrome im Bereich der inneren Plattform (MASSE et al. 1989);

Unter-Apt: (Cansiglio-Gebiet, Friaul, S-Alpen): monospezifisches Capriniden-Coppice einer geschützten inneren Plattform (SARTORIO 1986, vom Autor fälschlicherweise als Patchreef gedeutet);

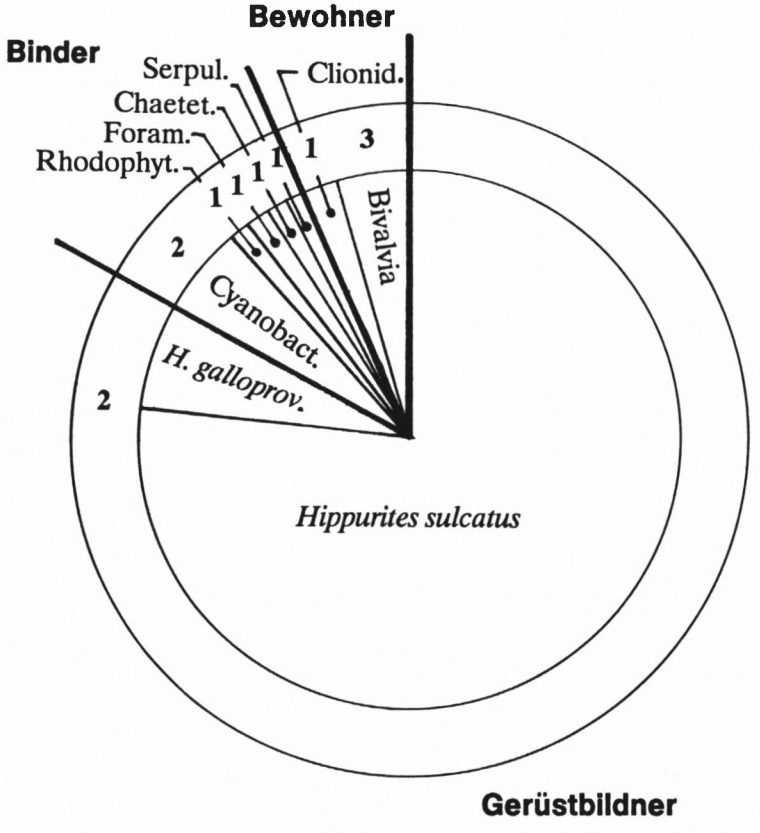


Abb. 19a: Quantitative Organismenverteilung im zentralen Bereich des Hippuritiden-Coppice, Atzlgraben.

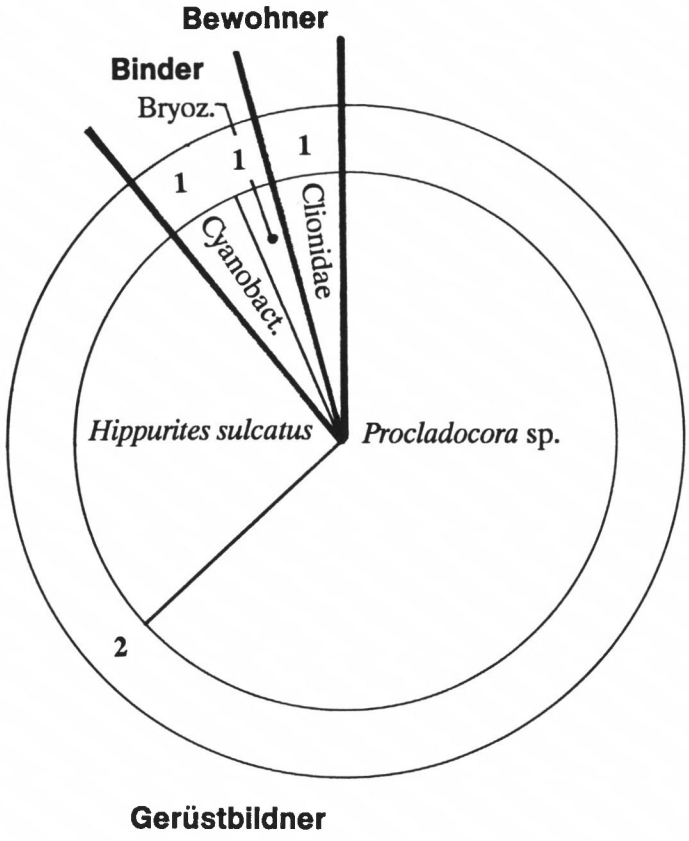


Abb. 19b: Quantitative Organismen-Verteilung im hangenden Korallen-Hippuritiden-Biostrom des Atzlgrabens.

Ober-Apt/Unter-Alb: (Mustahil Formation, N Mogadishu, Zentral-Somalia): monospezifisches *Eoradiolites lyratus*-Coppice, äußere Karbonatplattformzone (Russo et al. 1990);

Unter-Cenoman: (Jebel Selloum, Zentral-Tunesien): Capriniden-dominante Biostrome des äußeren Plattformrandes (Philip et al. 1989);

Cenoman: (Interne Helleniden, Peloponnes, Griechenland): polyspezifische Radiolitiden(*Radiolites, Neoradiolites, Sauvagesia*)-Biostrome, äußerer Plattformbereich (Mermighis et al. 1991);

Cenoman: (El Abra Formation, NE-Mexiko): *Mexicaprina cornuta*- und *Eoradiolites davidsoni*-Biostrome des äußeren Plattformbereiches (Enos 1974; Johnson et al. 1988);

Cenoman-Turon: (Sierra du Cuchillo, Präbetikum, E-Spanien): paucispezifische Radiolitiden(*Distefanella*-dominante)-Biostrome, interne Plattformareale (Martin-Chivelet et al. 1990);

Unter-Turon: (Erevine, Bassin d'Ensuès la Redonne, Basse Provence): komplexe *Biradiolites*- und Korallen-Rhodophyten-Biostrome, mittlere bis äußere Plattformbereiche (Philip 1974);

Turon: (Sneznik-Berg, Äußere Dinariden, Slowenien): ausgedehnte polyspezifische Radiolitiden(*Durania, Sauvagesia, Bournonia, Sphaerulites, Distefanella*)-Hippuritiden(*Orbignya*)-Coppices des Plattformrandes (Plenicar 1982);

Santon-Unter-Campan: (Piano della Corte, Matese-Gebirge, Mittel-Italien): mono- bis paucispezifische Radiolitiden(*Distefanella*- und *Sauvagesia*)-Coppices innerer Plattformbereiche (Accordi et al. 1982, sowie eig. Untersuchungen; Taf. 20, Fig. 1-2);

Santon-Campan: („Strada dei Colli"-Profil, Ostuni, Apulien, S-Italien): komplexe dendriforme Korallen- und *Hippurites nabresinensis*-Coppices äußerer Plattformzonen (LAVIANO 1984);

Ober-Campan: (Nicolasa-Steinbruch, Sierra de les Aguelles, Prov. Valencia, E-Spanien): monospezifische *Hippurites lamarcki*- und *Vaccinites ultimus*-Biostrome, geschützter innerer Schelf (eigene Untersuchungen; Taf. 20, Fig. 4-5);

Campan-Maastricht: (Mlatinje Brdo bei Pučišća, N-Teil der Insel Brač, Kroatien): polyspezifisches Radioliten(*Gorjanovicia, Biradiolites, Sauvagesia*)-*Hippurites*-Coppice des äußeren Plattformbereiches (eig. Beobachtungen; Taf. 20, Fig. 3);

Campan-Maastricht: (Kruja-Zone, Zentral-Albanien): polyspezifische komplexe Radiolitiden(*Biradiolites, Radiolites, Durania*)-Hippuritiden(*Hippurites, Hippuritella*)-Coppices, äußerer Plattformbereich (PEZA1989);

Ober-Campan-Maastricht: (Serra di Poggiardo, SW Otranto, Umgebung von Ostuni, Apulien, S-Italien): monospezifisches Radiolitiden(*Pseudopolyconites*)-Biostrom, zusammen mit parautochthonen Individuen, Zone der äußeren Plattform (GUARNIERI et al. 1990, sowie eig. Untersuchungen; Taf. 20, Fig. 6);

Maastricht: (Jebel Faiyah, NW-Flanke des Oman-Gebirges, Dubai-Oman): monospezifische *Durania*-Coppices; offener Flachschelf, küstennah (SKELTON et al. 1990; die von diesen Autoren fälschlicherweise als „*Trochactaeon*-Biostrome" bezeichneten Gebilde stellen in Wirklichkeit *Tr.*-Horizonte (Bänke) dar).

2.7 FALLBEISPIEL 5

KOMPLEXE MASSIV-KNOLLIGE KORALLEN-ALGEN-BIOSTROME, ATZLGRABEN (BRANDENBERGER GOSAU/TIROL; CONIAC)

Geographische Lage: siehe Fallbeispiel 4 (Abb. 17).

Geologischer Rahmen: siehe Fallbeispiel 4 (Abb. 18).

Altersstellung: siehe Fallbeispiel 4.

Die Biokonstruktionen

Im Gegensatz zur lateral wie auch vertikal dicht gedrängten Anordnung massiv-knolliger Biokonstrukteure in einem Bioherm (vgl. Fallbeispiel 2) zeigen die Korallen als Hauptgerüstbildner hier vornehmlich lediglich engen seitlichen Kontakt zueinander, so daß im Gelände der Eindruck deutlicher knolliger, von dünnen Mergelbändern bzw. -fugen getrennter Lagen entsteht (Taf. 21, Fig. 1). Die max. 7 m mächtigen und nur knapp 20 m in ihrer Lateralausdehnung erschlossenen polyspezifischen Biostrome setzen über einer Kalkarenitbank mit nahezu ausschließlich flachdiscoidalen bis kalottenförmigen Morphotypen ein (Microsoleniden-Dominanz, vgl. Taf. 21); die meisten Taxa gehen nach wenigen Metern in auffallend knollige bis manchmal sogar columnare Wuchsformen über (Microsoleniden-Placocoeniiden-Vormacht, vgl. Taf. 22), die bis zum Ende der Biostrom-Entwicklung vorherrschen. Mit Ausnahme einiger weniger von BEAUVAIS (1982: III 112) für die Brandenberger Gosau genannter Gattungen stellen die Cnidaria dieser Biokonstruktion Neunachweise für das Atzlprofil dar, *Microsolena* wird hier für die ostalpine Gosau erstmals bekannt gemacht.

Generell weit verbreitet finden sich rhodophytische Binder (*Sporolithon, Pseudolithothamnium*, Taf. 24), welche teilweise auch in Form rhodolithischer Knollen auftreten (Taf. 23; bisher aus der Gosau nicht nachgewiesen). Untergeordnet kommt den Chlorophyten (v.a. *Lithocodium*), sessilen Foraminiferen und Octokorallen inkrustierende Funktion zu.

Neben Solitär-Hippuriten, mäandrierenden Korallenformen (*Strotogyra*, Taf. 25, Fig. 1), Serpuliden und vereinzelt Poriferen (nachgewiesen durch monaxone Skleren, Taf. 25, Fig. 7) konnte aus den zwischengeschalteten Mergeln erstmals für die ostalpine Oberkreide der mikromorphe Brachiopode *Gisilina* sp. (Taf. 25, Fig. 3-4) als Bewohner nachgewiesen werden, welcher bisher v.a. aus der borealen Schreibkreidefazies bekannt war (vgl. auch Abb. 20,21).

Gerüstbildner

RHODOPHYTA

Ordnung: Cryptonemiales SCHMITZ in ENGLER, 1892

Familie: Solenoporaceae PIA, 1927

Solenopora sp. (Taf. 23, Fig. 6)

Vereinzelte Knollen, im gesamten Biostrombereich auftretend.

CNIDARIA

Unterordnung: Astraeoina ALLOITEAU, 1952

Überfamilie: Montlivaltioidae ALLOITEAU, 1952

Familie: Montlivaltiidae DIETRICH, 1926

Meandrastrea crassisepta D'ORBIGNY (Taf. 22, Fig. 7)

Gute Übereinstimmung mit der ausführlichen Beschreibung bei BEAUVAIS (1982: I 57 f.). Ausschließlich knollige Wuchsform dieser massiv-mäandroiden Koralle.
Seltener Vertreter des oberen Biostromabschnittes.

Überfamilie: Astraeoidae ALLOITEAU, 1952

Familie: Heliastraeidae ALLOITEAU, 1952

Polystephanastraea salisburgensis (MILNE EDWARDS) (Taf. 21, Fig. 2-4)

Discoidales wie auch kalottenartiges Wachstum („skullcap-shaped morphotype" nach HÖFLING 1989); (sub)plocoide Kelchanordnung; Septenzahl: 24; Kelchdurchmesser 5 mm. Merkmale sonst entsprechend Darstellung bei BEAUVAIS (1982: I 97 f.).
Verbreitet im gesamten Biostrombereich.

Procladocora tenuis (REUSS)

Kleineren, halbkugelförmigen Stöcken von *Microsolena* sp. (siehe unten) aufgewachsene aber auch einzelne subphaceloide Kolonien mit 3-4 mm Kelchdurchmesser und 28 Septen.
Verbreitet im gesamten Biostrom.

Familie: Placocoeniidae ALLOITEAU, 1952

Placocoenia major (FELIX) (Taf. 21, Fig. 8; Taf. 22, Fig. 3-5)

Flach oval-discoidale, kalottenförmige (z. T. oberseits mikroatoll-artig eingesenkt) wie auch deutlich knollige Morphotypen, je nach Auftreten im Biostromkomplex. Plocoid, Kelchdurchmesser 5 mm, 32 Septen. Größter Stock erreicht 27 x 17 x 15 cm Ausmaße; solche Größenverhältnisse sind von diesem Taxon in der Literatur bisher unbekannt. Weitgehende Übereinstimmung mit der detaillierten Beschreibung BEAUVAIS' (1982: I 111 f.).
Verbreitet im basalen, sehr häufig dagegen im höheren Biostrombereich.

Familie: Clausastraeidae ALLOITEAU, 1952

Clausastraea sp.

Massiv-thamnasterioide Stöcke mit discoidaler Wuchsform können im Vergleich zu Beschreibungen von Material der Karpathen-Unterkreide (MORYCOWA 1964; 1971) dieser Gattung zugeordnet werden.
Selten im basalen Biostrom.

Unterordnung: Fungiina VERRILL, 1865
Überfamilie: Poriticae GRAY, 1842
Familie: Microsolenidae KOBY, 1889

Microsolena sp.1 (Taf. 21, Fig. 5,7; Taf. 22, Fig. 1; Taf. 23, Fig. 1)

Massiv-thamnasterioid, sehr flache und discoidale („sheet-like" sensu JACKSON 1979) wie auch knollig-hemisphärische bis columnare Morphotypen. Sehr variabel. Im Längsschnitt gekröseartiges Aussehen, erinnert an *Microsolena guttata* KOBY, welche TURNŠEK & BUSER (1974) aus der Unter-Kreide West-Sloweniens beschreiben (vgl. Taf. 23, Fig. 1). Plattige Wuchsformen mit „ragged"-artigen (vgl. KERSHAW & WEST 1991) sedimentverfüllten Einbuchtungen, welche momentane Wachstumsstillstände dokumentieren.
Erstnachweis dieser Gattung für die ostalpine Oberkreide.
Häufigster Gerüstbildner des gesamten Biostromkomplexes.

Microsolena sp.2 (Taf. 21, Fig. 6; Taf. 22, Fig. 2; Taf. 23, Fig. 2)

Massiv-thamnasterioid, discoidale bis hemisphärische Morphotypen. Unterscheidet sich von *M.* sp.1 v.a. deutlich im Längsschnitt durch weiteren Kelchabstand, was zu einem gleichmäßigen, parallel orientierten Backsteinmuster führt (vgl. Taf. 23, Fig. 2). Ähnlichkeit besteht zu *M. thurmanni* KOBY aus dem slowenischen Oberjura (siehe TURNSEK 1972).
Häufig im gesamten Biokonstruktionskomplex.

Überfamilie: Thamnasterioidae ALLOITEAU, 1952
Familie: Thamnaseriidae VAUGHAN & WELLS, 1943

Dimorphastraea aff. *sulcosa* REUSS

Kalottenwachstum („skull-cap shaped" morphotypes nach HÖFLING 1989). Die beobachtbaren Merkmale kommen der Beschreibung bei BEAUVAIS (1982: II 87 f.) sehr nahe.
Selten im Hangendabschnitt des Biostromes.

Unterordnung: Heterocoeniina BEAUVAIS, 1982
Familie: Heterocoeniidae OPPENHEIM, 1930

Heterocoenia dendroides REUSS (Taf. 22, Fig. 6)

Schwach hemisphärische Kolonien, max. 8 cm hoch, subplocoid bis dendroide Kelchanordnung; die 6 zapfenartig aussehenden Septen entsprechen in ihrer Anordnung *H. dendroides*.
Vereinzelt im höheren Biostromabschnitt.

Binder

RHODOPHYTA
Ordnung: Cryptonemiales SCHMITZ in ENGLER, 1892
Familie: Peyssonneliaceae DENIZOT, 1968

Pseudolithothamnium album PFENDER (Taf. 24, Fig. 1)

Krusten oft mehrfach übereinanderlagernd, z. T. frei endend.
Häufig im gesamten Biostrombereich.

Familie: Corallinaceae (LAMOUROUX) HARVEY, 1894

Sporolithon gosaviense (ROTHPLETZ) (Taf. 24, Fig. 2-4)

Dicke Krusten mit für die Art *S. gosaviense* charakteristischer Reihenanordnung der Sporangien im Perithallum. Stellenweise verdicken sich die Krusten zu kleinen knotenartigen Auswüchsen (vgl. Taf. 24, Fig. 4).

Sehr häufig.

CHLOROPHYTA

Ordnung: Siphonales WILLE, 1884

Familie: Codiaceae (TREVISAN) ZANARDINI, 1843

Unterfamilie: Lithocodioidea BANNER, FINCH & SIMONS, 1990

Lithocodium aggregatum ELLIOTT (Taf. 24, Fig. 5)

Von relativ dicken Inkrustationen des *Bacinella*-Typs „befallene" Korallen.

Verbreitet.

FORAMINIFERA

Unterordnung: Textulariina DELAGE & HEROUARD, 1896

Überfamilie: Lituolacea DE BLAINVILLE, 1827

Familie: Placopsilinidae RHUMBLER, 1913

Placopsilina sp. (Taf. 24, Fig. 6)

In den Längsschnitten läßt sich der gewundene Anfangsteil selten ausmachen. Die meisten vorliegenden Inkrustationen bilden knäuelartige Kolonien („Mikroriffe" im Sinne von WENDT 1969).

Verbreitet.

Haddonia hagni HÖFLING (Taf. 24, Fig. 7)

Der Originalbeschreibung von HÖFLING (1985: 27 ff.) ist nichts hinzuzufügen. Ausgedehnte Krusten bildend.

Vereinzelt.

CNIDARIA

Unterklasse: Octocorallia HAECKEL, 1886

Ordnung: Coenothecalia BOURNE, 1895

Familie: Helioporidae MOSELEY, 1876

? Epiphaxum sp. (Taf. 24, Fig. 8)

Lagige Krusten mit rechteckigem Maschenwerk, z. T. mehrere mm dick, können mit Vorbehalt als *Epiphaxum* determiniert werden. Eine Ähnlichkeit zu entsprechenden Krusten im Schrattenkalk ist gegeben (vgl. Taf. 13, Fig. 7).

Verbreitet.

RHODOLITHISCHE BINDER (Taf. 23, Fig. 3-8)

Im gesamten Biostromkomplex treten relativ häufig vollständig algenumkrustete Körper auf, wobei Corallinaceen als Inkrustierer dominieren. BOSELLINI & GINSBURG (1971) stellten für eine solche Gruppe von Rindenkörnern den Begriff „Rhodolites" (eingedeutscht „Rhodolithe") auf, welchen PERYT (1983) in seiner Zusammenfassung etwas abgewandelt „Rhodoide" bezeichnet. Unter Berücksichtigung der einschlägigen Literatur klassifiziert BOSENCE (1983 a,b) die Rhodolithe eingehend; hierbei läßt er den Begriff für alle schalig umkrustenden corallinen Algen s.l. gelten, u. a. auch für die rezent aus dem Mittelmeer beschriebene Squamariacee *Peyssonnelia*. In einer eingehenden Studie emendiert MOUSSAVIAN (1988) die Peyssonneliaceen aus den Squamariaceen und stellt zu ihnen *Pseudolithothamnium*

album PFENDER. Dementsprechend wird in vorliegender Arbeit bei den nachgewiesenen Rindenkörnern zwischen Corallinaceen- und Peyssonneliaceen-Rhodolithen bzw. zwischen Corallinaceen- resp. Peyssonneliaceen-dominanten Rhodolithen unterschieden, wenn sich akzessorisch weitere Inkrustierer (z. B. *Lithocodium* oder Bryozoen) nachweisen lassen. Nachdem jeder gefundene Rhodolith im Durchmesser weniger als 10 cm mißt, liegen keine Macroide im Sinne der Definition von HOTTINGER (1983) vor, den inkrustierten Körpern kommt demnach nur die Rolle als Binder und keine gerüstbildende Funktion zu.

Die Rhodolithe des Atzlprofiles stellen überwiegend Neunachweise für die ostalpine Oberkreide dar.

Bewohner

PORIFERA (Taf. 25, Fig. 7)

Monaxone Schwammnadeln in Internsedimenten, z. B. von Solitär-Hippuritiden, belegen die Anwesenheit von Poriferen.

Vereinzelt.

CNIDARIA

Unterordnung: Meandriina ALLOITEAU, 1952

Familie: Dendrogyriidae ALLOITEAU, 1952

Strotogyra undulata (REUSS) (Taf. 25, Fig. 1)

Flabello-mäandroide Wuchsform. Gute Übereinstimmung mit den ausführlichen Beschreibungen bei OPPENHEIM (1930: 438; dort als *Rhipidogyra undulata* bezeichnet) und BEAUVAIS (1982: I 191).

Vereinzelt.

POLYCHAETA (Taf. 25, Fig. 5-6)

Auf Algenüberkrustungen finden sich relativ häufig skulptierte Serpuliden-Röhrenbündel; vereinzelt lassen sich äußerlich glatte Wurmröhren dem *Spiraserpula*-Typus vergleichen, der bereits im Allgäuer Schrattenkalk (Fallbeispiel 2) auftritt.

BRACHIOPODA

Ordnung: Terebratulida WAAGEN, 1883

Familie: Cancellothyrididae THOMSON, 1926

Unterfamilie: Chlidonophorinae MUIR-WOOD, 1959

Gisilina sp. (Taf. 25, Fig. 3-4)

Die von STEINICH (1963: 735; 1965: 99) wie auch MUIR-WOOD (1965: H 810 f.) gegebenen Gattungsdiagnosen dieses mikromorphen Terebratuliden stimmen mit vorliegendem Material, welches aus den Mergeln des Biostrom-Mittelabschnittes ausgeschlämmt wurde, gut überein. Hinsichtlich der Zurundung des Schnabels und Areahöhe besteht in hohem Maße Ähnlichkeit zu *Gisilina jasmundi* STEINICH, bzgl. der Berippung eher zu *G. gisii* (ROEMER).

Gisilina ist bisher nur aus der borealen Schreibkreidefazies (Rügen, Dänemark; vgl. auch SURLYK 1979) bekannt und stellt ein neunachgewiesenes Faunenelement der Tethyskreide dar.

Verbreitet.

BIVALVIA

Weit verbreitet finden sich Bohrungen lithophagider Bivalven.

Ordnung: Hippuritoida NEWELL, 1965

Überfamilie: Hippuritacea GRAY, 1848

Familie: Hippuritidae GRAY, 1848

Hippurites oppeli santoniensis KÜHN (Taf. 25, Fig. 2)

Entspricht dem von übrigen Gosaulokalitäten bekannten Typus (vgl. u. a. LUPU 1973). Verbreitet.

ECHINODERMATA

Vereinzelt konnten Stachel- und Ambulakral-Reste von Cidariden nachgewiesen werden.

Palökologie

Auffallend erscheint zunächst die Entwicklung eines korallendominanten Biostromkomplexes in einem von feinklastischer Trübe (siltigen Mergeln) beherrschten Sedimentationsmilieu, was nach klassischer Auffassung über die ökologischen Bedürfnisse rezenter hermatypischer Scleractinier ein biokonstruktives Wachstum verhindern müßte. Jedoch scheinen sich fladige (foliose), discoidale Morphotypen der Microsoleniden und Placocoeniiden mit relativ hoher Auflagefläche, ähnlich den kretazischen sockelbildenden solitär- wie auch kalottenartig wachsenden Stockkorallen (HÖFLING 1989), an Weichsubstrate des tieferen Subtidals von einigen Dekametern Wassertiefe und geringer Hydrodynamik angepaßt zu haben. Hierfür spricht u. a. auch das völlige Fehlen der für das riffbegünstigende klare Flachwasser charakteristischen Milioliden.

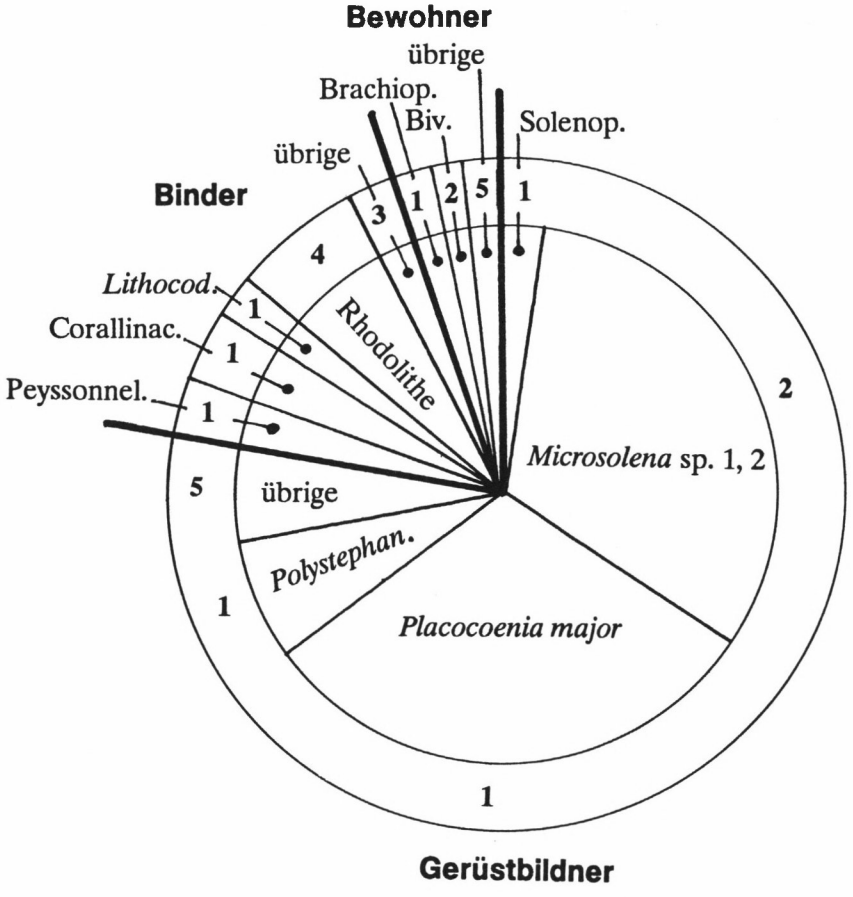


Abb. 20: Quantitative Organismenverteilung im oberen Abschnitt des massiv-knolligen Korallen-Algen-Biostromkomplexes im Atzlgraben (Brandenberger Gosau/Tirol).

Während der weiteren Biostromentwicklung dürften sich infolge einer minimalen Verflachungstendenz des Alagerungsraumes im Zuge synorogener Bewegungen mäßig bewegte Environmentverhältnisse eingestellt haben, worauf dieselben Taxa mit der Ausbildung von nunmehr hemisphärischen, knollen- und kuppelförmigen Morphotypen reagierten. Die vermeintlich gutdurchlichtete Verhältnisse bevorzugenden Rotalgen als vorherrschende Binder widersprechen dieser Deutung nicht, sind diese doch in der Lage, aufgrund ihrer Phycobiline (rote Pigmente), auch in größeren Tiefen bzw. lichtschwächeren Regionen problemlos zu assimilieren (vgl. hierzu JOHNSON 1961: 40). BOSELLINI & GINSBURG (1971) berichten u. a. von rezentem Rhodolithwachstum sogar bis in 475 m Tiefe (westl. Golf von Mexiko), nennen jedoch auch diverse Lokalitäten mit Wachstumstiefen zwischen 50 und 100 m (z. B. äußerer Bermuda-Schelf, Umgebung der Kanarischen Inseln; siehe hierzu auch den Überblick bei MOUSSAVIAN 1988), welche für die vorliegenden Verhältnisse als sehr wahrscheinlich erachtet werden. Micromorphe articulate Brachiopoden (wie die hier erstmals für die Gosau nachgewiesene *Gisilina*) passen gut in dieses Bild. Nach LOGEN (1975) finden sich solche Formen rezent auch in entsprechender Tiefe geringer Wasserenergie als Meiobenthos, zumeist auf hermatypischen Korallen. MANCENIDO & DAMBORENEA (1990) geben ähnliche Beispiele korallophiler Vertreter aus dem Unterjura des westlichen Zentralargentinien.

Direkt vergleichbare Pendants hinsichtlich biostromalen Wachstums von Microsoleniden zusammen mit mäandriformen Korallentypen (z. B. *Rhipidogyra*) in tieferen muddy shelf-Arealen beschreiben ERRENST (1990) aus dem Kimmeridge der NW Iberischen Ketten wie auch BENDUKIDZE (1977) aus dem Tithon des Kaukasus, hier sogar mit fladigen Microsoleniden-Stöcken bis zu 2 m Durchmesser. Auch die von COATES (1977) erwähnten (nicht näher bearbeiteten) *Synastraea*-Microsoleniden-Biostrome feinklastisch beeinflußter Campan-Maastricht-Serien Jamaikas sollen in diesem Zusammenhang genannt sein.

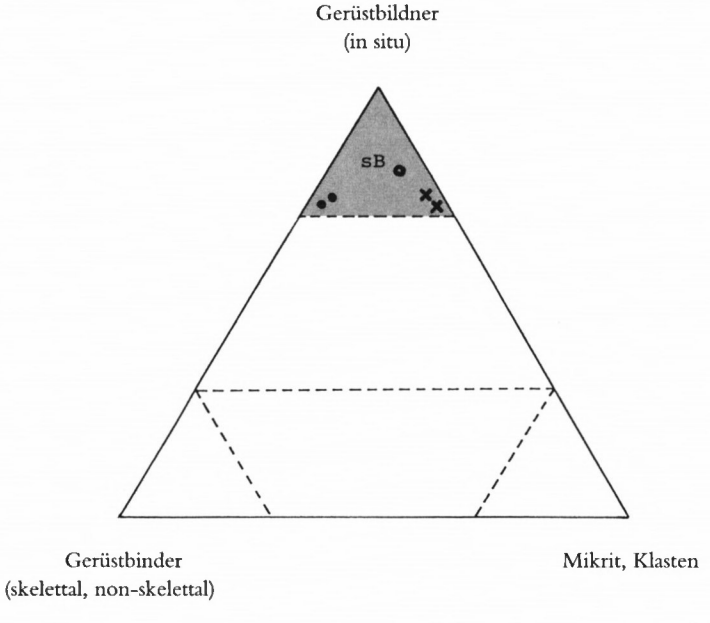


Abb. 21: Vergleichende Darstellung der einfachen dendriformen Radiolitiden-Biostrome von Fenoliga (×), des dendriformen Hippuritiden-Coppice (o) sowie Korallen-Algen-Biostromkomplexes (•) des Atzlgrabens im Rifftypologie-Diagramm.

Weitere Beispiele kretazischer komplexer massiv-knolliger Biostrome

Valangin-Unter-Apt (Bedoul): („Urgonfazies" diverser Lokalitäten der Provence): zahlreiche pauci- bis polyspezifische Korallen-, Korallen-Stromatoporoiden- wie auch reine Stromatoporoiden- und Chaetetiden-Biostromkomplexe äußerer Karbonatplattformbereiche (TURNŠEK & MASSE 1973, Stromatoporoiden von diesen Autoren noch generell als Hydrozoen aufgefaßt; MASSE 1977; RAT & PASCAL 1982);

Hauterive-Unter-Apt (Bedoul): („Urgonfazies", Estremadura, W Lissabon, Portugal): komplexe Korallen-Stromatoporoiden-Biostrome der distalen inneren Plattform (REY 1979);

Campan-Maastricht: (versch. Lokalitäten, Green Island, Jerusalem Mountain, Jamaika): *Synastraea*-Microsoleniden-Biostrome des feinklastisch beeinflußten Subtidals (COATES 1977).

2.8 SONDERTYPUS: KOMPLEXE GEMISCHT DENDRIFORM/MASSIV-KNOLLIGE BIOSTROME

Hiervon finden sich in der Literatur nur wenige Beispiele:

Coniac: (Jebel Bou Zer, Zentraltunesien): Rhodophyten-Hippuritiden-Chaetetiden-Biostrome in zentraler Plattformposition (BISMUTH et al. 1981);

Maastricht: (Pachino-Gebiet, Sizilien): Korallen-Radiolitiden(*Joufia, Biradiolites*)-Caprinideen (*Sabinia, Plagioptychus*)-Hippurites-Biostromkomplexe der äußeren Plattform (CAMOIN et al. 1988).

2.9 CRUSTOSE UND AGGLUTINIERTE BIOSTROME

Der Nachweis komplexer crustoser Kreide-Biostrome beschränkt sich auf nur wenige bisher eindeutig als solche zu klassifizierende Biokonstruktionen.

Aus dem Barrême (Urgonfazies) der Provence (Gebiet um Orgon und La Fare, NW Marseille) kennt man crustose Scleractinier-Biostrome (v.a. aus *Tabulogyra, Calamoseris, Microsolena*, Styliniden in kalksandigen, geschützten Milieus) wie auch Stromatoporoiden-Chaetetiden-Biostrome (MASSE 1980 und eig. Untersuchungen; Taf. 26, Fig. 7).

In Oberkreide-Serien (Ober-Campan) der Sierra de les Agulles (Prov. Valencia, Ostspanien) finden sich – eingeschaltet in bioklastische bis feinarenitische Sedimente – paucispezifische crustose Korallen-Rhodophyten-Biostrome, zusammengesetzt aus lagig übereinander inkrustierenden foliosen, mäandriformen Scleractiniern als Gerüstbildner (Taf. 26, Fig. 2-3), bis zu mehreren Millimetern dicken Corallinaceen-Krusten (v.a. *Sporolithon* sp.) als dominierende Binder (Taf. 26, Fig. 5) und solitären, in situ-stehenden *Vaccinites ultimus* (MILOVANOVIĆ) neben großwüchsigen *Orbitoides* ex gr. *tissoti* SCHLUMBERGER als häufigste Bewohner dieser Assoziation (Taf. 26, Fig. 4,6), die sich einem offenen Subtidalbereich zuordnen läßt (ECKSTALLER 1992; MOUSSAVIAN 1992, sowie eig. Untersuchungen).

Aus offen-subtidalen Verhältnissen des Maastrichts von Jamaika (Guinea Corn Formation, Central Inlier, Rio Minho) konnte der Verfasser an manchen Stellen crustose Korallen-Biostrome mit vereinzelt vergesellschafteten Radiolitiden (*Thyrastylon*) wie auch Hippuriti-den (*Orbignya*) studieren (Taf. 26, Fig. 8).

CAMOIN et al. (1988) schließlich führen aus dem Maastricht des sizilianischen Pachino-Gebietes u. a. crustose Rhodophyten-Biostrome an.

Gleich den agglutinierten Biohermen fehlen bisher Nachweise entsprechender Biostrom-Typen gänzlich.

2.10 FALLBEISPIEL 6

CAPROTINIDEN-SUBSTRATSTICKER-BIOSTROME, JUBILEE LIMESTONE, BENBOW-INLIER, NE-JAMAIKA (APT)

Geographische Lage

Umgebung des Guys Hill, ca. 25 km SW Porto Maria, NE-Jamaika (Abb. 22).

Geologischer Rahmen

Die untersuchten beiden Biokonstruktionen gehören dem etwa 100 m Mächtigkeit erreichenden Jubilee Limestone des sog. Benbow-Inlier an (Abb. 22), einer Serie, welche man als Gesamtprofil im schwer zugänglichen Regenwaldgebiet nur indirekt erfassen kann, weshalb an dieser Stelle auf eine Profildarstellung verzichtet werden muß.

Nach Daten von KAUFFMAN et al. (1989) liegt in dem betrachteten Gebiet eine stark gestörte Wechselfolge von mittel- bis grobgebankten Karbonaten und geringmächtigen rötlichen Mergellagen vor, die im Hangenden an Bioklasten zunimmt. Eingeschaltet finden sich einige biokonstruktive Rudisten-Horizonte.

Altersstellung

KAUFFMAN et al. (1989) vergleichen den hier monotypisch auftretenden Rudisten *Pachytraga jubilensis* mit der südfranzösischen Urgon-Form *Pachytraga lapparenti* und leiten daraus ein Apt-Alter ab.

Die Biokonstruktionen

Als einziger Gerüstbildner erweist sich der zylindrische, meist leicht gekrümmte Caprotinide *Pachytraga jubilensis*, der zwar häufig eine bouquetartige Assoziation vortäuscht, ingesamt betrachtet jedoch solitär im Sediment steckt (Taf. 27, Fig. 1-2). Nur selten berühren sich die einzelnen Individuen bzw. sind miteinander punktuell zementiert (vgl. hierzu Querschnitt eines anderen jamaikanischen Substratsticker-Biostroms, Taf. 28, Fig. 7). Die Biokonstruktionen zeigen einfachen („einlagigen") Charakter.

Die Zwischensedimente dieses Bafflestones, Algenklumpen- und Sandschaler-führende Pack- bis Grainstones, deuten auf ein mäßig bewegtes Milieu hin. Die quantitativ deutlich

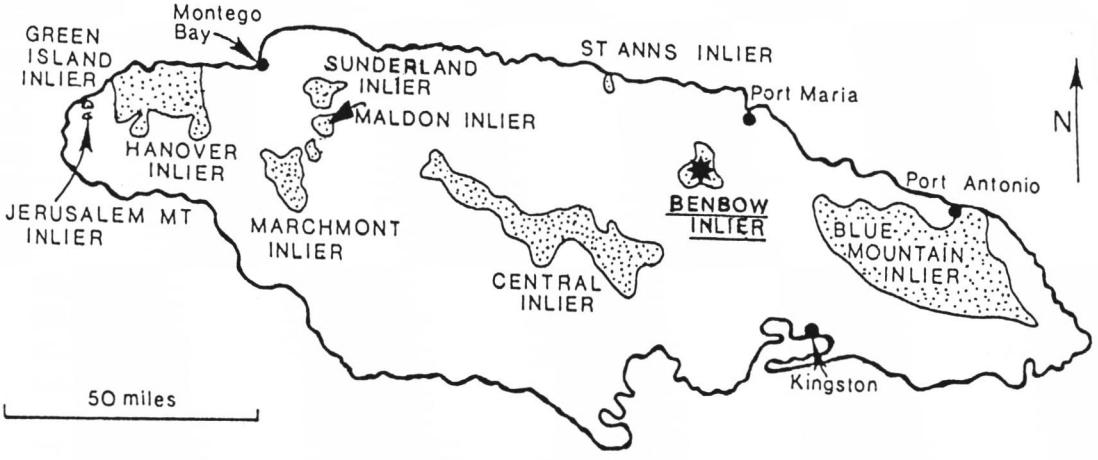


Abb. 22: Lage der *Pachytraga*-Substratsticker-Biostrome im Benbow Inlier, Jamaika.

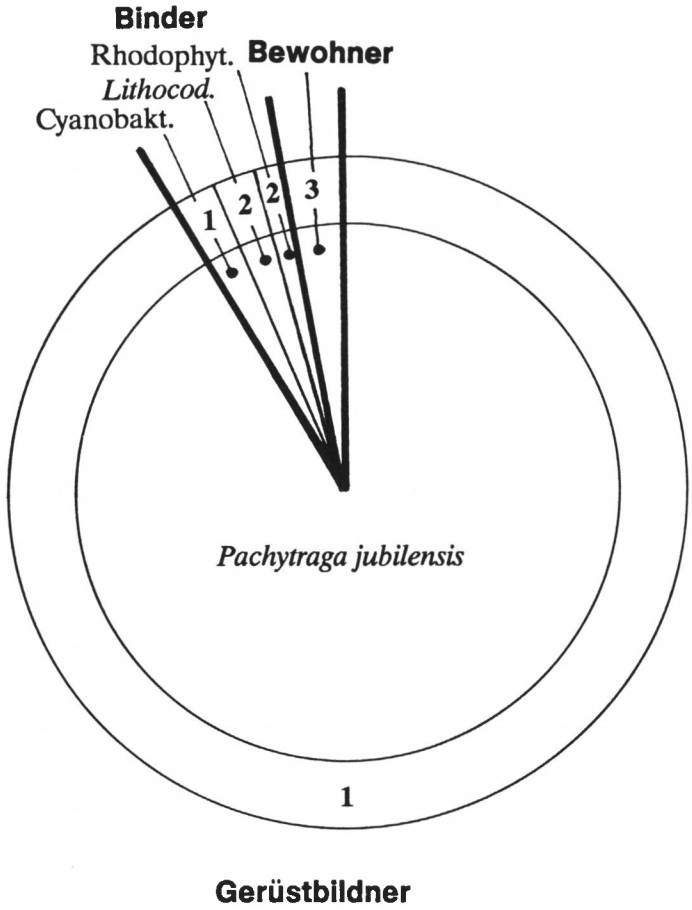


Abb. 23: Quantitative Organismenverteilung der *Pachytraga*-Substratsticker-Biostrome, Benbow Inlier, Jamaika.

hervortretende Binder-Vergesellschaftung setzt sich aus Cyanobakterien als rindenkornartige Umkrustungen zahlreicher Bioklasten (Taf. 27, Fig. 3; Taf. 28, Fig. 1) bzw. aufgearbeitete Mikritkörner der Zwischensedimente (Taf. 28, Fig. 2), ferner aus *Lithocodium aggregatum* ELLIOTT (Taf. 27, Fig. 5) und einem bisher unbekannten grobblasigen *Lithocodium*-Typus etwa zu gleichen Anteilen, sowie untergeordnet aus *Solenopora* und *Sporolithon* zusammen (Taf. 27, Fig. 4,7).

Eine grobwirtelige, noch unbekannte (?) Dasycladaceen-Spezies (Taf. 27, Fig. 8; Taf. 28, Fig. 1) stellt neben *Textularia* sp. (Taf. 28, Fig. 2) den Hauptanteil der geringdiversen Biostrombewohner; Milioliden ließen sich in den Schliffen nur als Akzessorien nachweisen. Doppelklappige Bivalven-Steinkerne (Taf. 28, Fig. 3) kommen vereinzelt hinzu.

Zur quantitativen Organismenverteilung der beiden untersuchten (sehr ähnlichen) Biokonstruktionen siehe Abb. 23; im Rifftypologie-Diagramm vermitteln die Substratsticker-Biostrome aufgrund des hohen Sedimentanteils zwischen skelettalen Biostromen und Reef Mounds; sie liegen zumeist auf dem Trapezfeld derselben (vgl. Abb. 30).

Palökologie

Aus den Faunen- bzw. Florenvergesellschaftungen wie auch aus den z. T. gut ausgewaschenen Sedimenten kann auf offene subtidale Verhältnisse geschlossen werden. *Pachytraga*

war offenbar befähigt, neben komplexen dendriformen auch Substratsticker-Biostrome zu bilden.

Weitere Beispiele kretazischer Substratsticker-Biostrome

Die zu diesem neu aufgestellten Biokonstruktionstypus zu zählenden Vergesellschaftungen treten in kretazischen Serien nur sporadisch in Erscheinung. Sie scheinen dabei auf die Mittelkreide beschränkt zu sein.

Apt: (Benbow Limestone, Benbow Inlier, NE-Jamaika): *Chondrodonta*-Biostrome in lagunärem Environment, Gerüstbildner extrem dünnschalig (eig. Untersuchungen; Taf. 28, Fig. 6);

Unter-Alb: (Upper Mural Limestone, Paul Spur und Grassy Hill, W Douglas, S-Arizona): Caprotiniden(*Coalcomana*)-Capriniden(*Petalodontia*)-Biostrome des Lagunenbereiches; *Toucasia-Petalodontia*-Biostrome des tieferen Schelfs (Scott & Brenckle 1977; Scott 1979, 1981; eig. Untersuchungen) sowie lagunäre *Chondrodonta*-Biostrome in *Toucasia*-Biostrome übergehend (eig. Untersuchungen, Taf. 28, Fig. 4; vgl. hierzu auch Darstellung des Gerüstbildners *Chondrodonta* sp., zu einer Bivalvengruppe unsicherer systematischer Stellung gehörig: Taf. 28, Fig. 5);

Unter-Alb: (Glen Rose Limestone, Zentral-Texas): Ostreen-Biostrome vor Flußmündungen (Perkins 1974);

Ober-Alb: (Upper Denton Formation, Tarrant, Denton und Cooke Counties, Texas): paucispezifische *Ostrea-Gryphaea*-Biostrome normal-mariner bis brackischer flacher Subtidalregionen (Laughbaum 1960);

Alb: (Hondo Creek, Bandera County, Texas): Monopleuriden-Biostrom (eig. Beobachtungen; Taf. 28, Fig. 8);

Alb: (British Columbia, Kanada): Austern-Biostrom in lagunärem Environment (Leckie 1988, von diesem Autor fälschlicherweise als „Bioherm" bezeichnet).

2.11 FALLBEISPIEL 7

NON-SKELETTALE BIOKONSTRUKTIONEN: STROMATOLITH-BIOHERME VON ŠOŠIĆI, ISTRIEN (VALANGIN-HAUTERIVE)

Geographische Lage

Steinbruch Šošići, 10 km E Rovinj/Istrien (Kroatien); Abb. 24.

Geologischer Rahmen

Allgemeine Übersicht siehe Fallbeispiel 3.

Das Valangin-Hauterive Istriens umfaßt eine etwa 120 m mächtige, konstante rhythmische Wechselfolge von intraklastenreichen Pack- und Grainstones (jeweils 8-30 cm mächtig, mit Gastropoden, Dasycladaceen-Bioklasten, Ostrakoden, rindenkornartig umkrusteten Foraminiferen, sowie *Favreina*-Pellets) und bis zu 30 cm mächtigen biohermalen Stromatolithen, die örtlich durch peloidreiche Wackestones mit laminaren Fenstergefügen ersetzt werden können (Abb. 25). Stellenweise finden sich auch onkolithische Anreicherungen (Füchtbauer & Tišljar 1975; Tišljar et al. 1983; Tišljar & Velić 1991).

Altersstellung

Aus regionalgeologischen Zusammenhängen kann mit Tišljar et al. (1983) auf ein Valangin-Hauterive-Alter geschlossen werden.

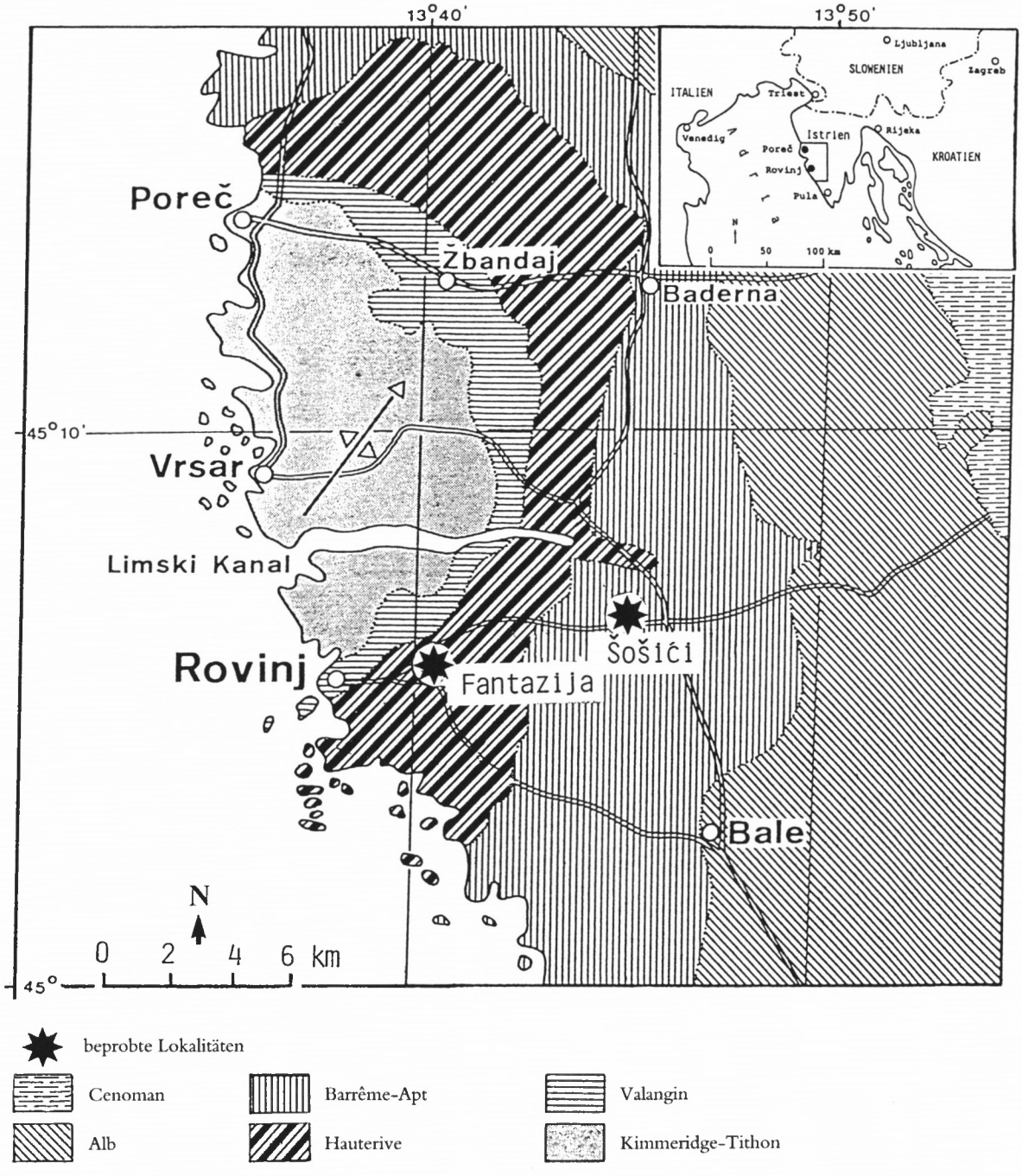


Abb. 24: Geographische Lage der Stromatolith-Bioherme der Steinbrüche Šošići und Fantazija, E Rovinj, Istrien (Kroatien). Geologische Karte nach FÜCHTBAUER & TIŠLJAR (1975), verändert.

Stbr. Šošići, E Rovinj/Istrien

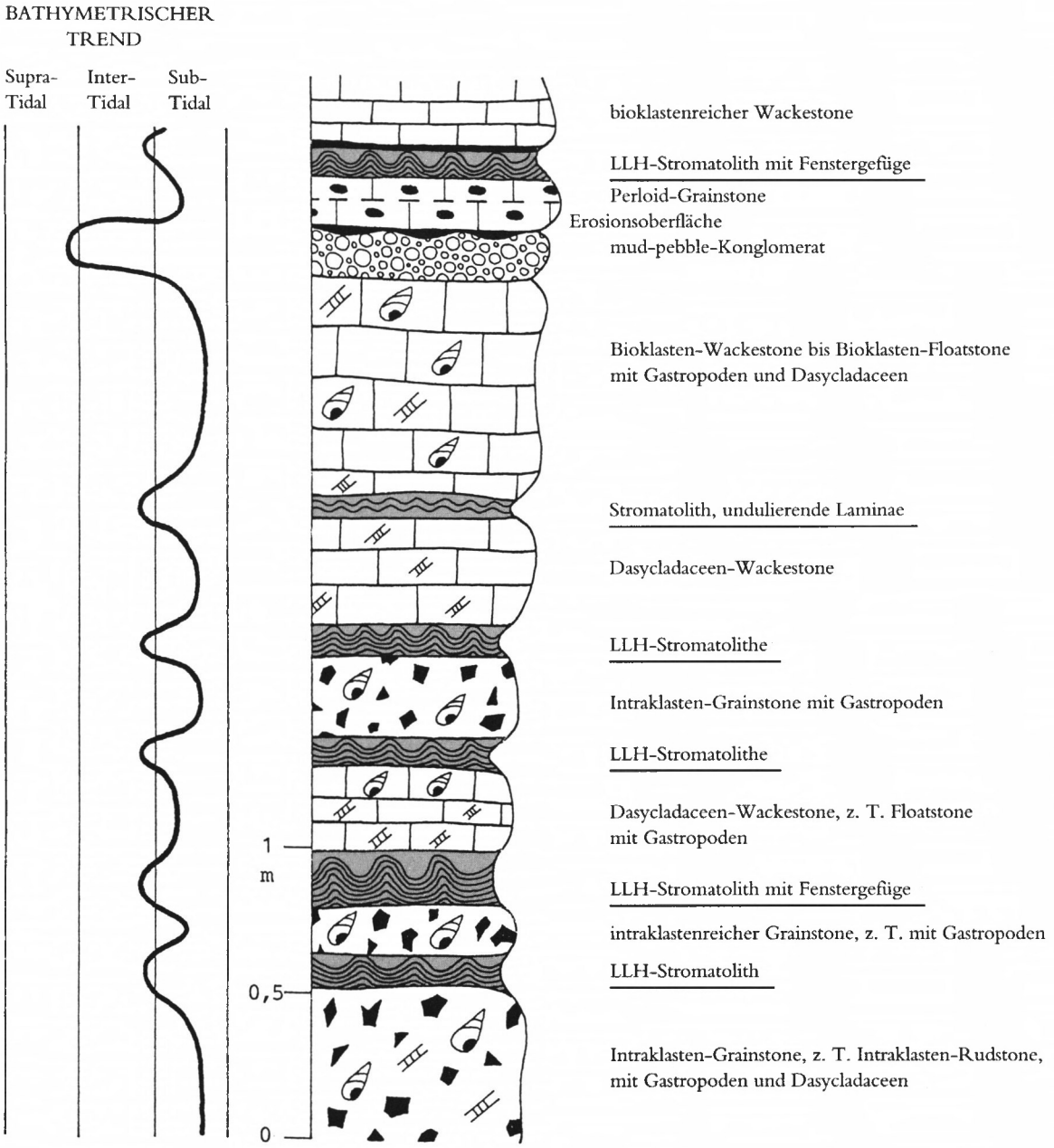


Abb. 25: Geologisches Profil des Steinbruchs Šošići, Istrien, mit stratigraphischer Position der untersuchten LLH-Stromatolith-Bioherme und bathymetrischer Trendkurve.

Die Biokonstruktionen

Die maximal 30 cm mächtigen Stromatolith-Bioherme gehören dem LLH (laterally linked hemispheroids)-Typus an, vergleichbar dem *Collenia*-Typus des Präkambriums (vgl. KRYLOV 1976). Die einzelnen relativ flachen Erhebungen weisen ziemlich konstant 10 cm Durchmesser auf. Anschnitte im Gelände zeigen alternierend Hell-/Dunkel-Partien im cm-Bereich, wobei jeder Abschnitt in sich jeweils durch feinste Laminationen untergliedert wird (Taf. 29, Fig. 1-2). Im Anschliff geben sich zudem innerhalb dieser Zonen helle und dunkle Laminae mit begleitenden Sparitflecken zu erkennen, die man als LF-Gefüge zu deuten hat (Taf. 29, Fig. 3). Entsprechend wechseln im Mikrobild dunkle, dichte mikritische Lagen mit Sparit-dominanten, helleren Bereichen ab, welche sich nach FLÜGEL (1978: 198) als LF-B-II-Typus zu erkennen geben (Taf. 29, Fig. 4-5, 7). Bezugnehmend auf die ausführlichen Darstellungen verschiedenartiger Kryptoalgen-Gefüge durch MONTY (1976) lassen sich in vorliegendem Material einerseits Laminae aus coccoiden (Taf. 29, Fig. 5-6) und andererseits solche aus bündelartig zusammengesetzten filamentösen Cyanobakterien (Taf. 29, Fig. 7-8) unterscheiden; letztere erinnern an *Schizothrix*-ähnliche Formen (vgl. u. a. SHARP 1969). Detritische Elemente (Pellets, Intraklasten, Foraminiferen) zwischen den Laminae erscheinen selten.

Insgesamt zeigen die sechs untersuchten biohermalen Stromatolith-Einheiten eine hohe Uniformität; im Rifftypologie-Diagramm liegen sie wegen des relativ hohen Sparitanteils am Rande ihres kennzeichnenden Teildreiecks (Abb. 26).

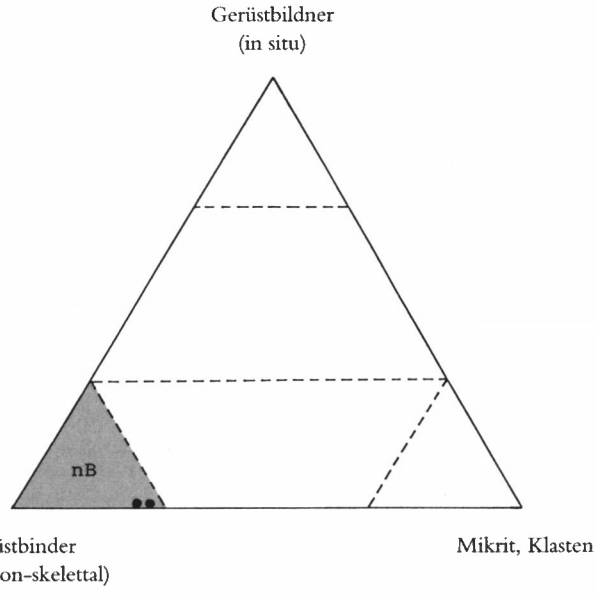


Abb. 26: Darstellung der untersuchten Stromatolith-Bioherme Istriens im Rifftypologie-Diagramm.

Palökologie

Die rhythmische Valangin-Hauterive-Abfolge Istriens ist generell als peritidale Sequenz mit häufigem Wechsel zwischen lagunärem flach-subtidalem (Pack- und Grainstones) und intertidalem (stromatolithischem) Regime (vgl. bathymetrische Trendkurve, Abb. 25) zu deuten. Auch die im Stromatolith-Verband häufigen LF-Gefüge stellen nach FLÜGEL (1978) Faziesindikatoren für intertidale Verhältnisse solcher Biokonstruktionen dar (siehe auch GEBELEIN 1976 für Rezentvergleiche).

Weitere Beispiele kretazischer Stromatolith-Bioherme

Stromatolithische Biokonstruktionen kretazischen Alters sind vergleichsweise selten überliefert.

Hauterive: (Trnovo, Slowenien): intertidale Stromatolith-Bioherme (OREHEK & OGORELEC 1979);

Barrême-Apt: (Istrien, Kroatien): intertidale LLH-Stromatolith-Bioherme in verschiedenen stratigraphischen Niveaus (TIŠLJAR 1978);

Alb: (Mata Xaka-Tal und Krakow-Schlucht, W Tatra-Gebirge, Polen): intertidale LLH-Stromatolithe mit partienweise hohem Intraklastenanteil (NIEGODZISZ 1965);

Apt-Cenoman: (Helvetikum, Vorarlberg): phosphatische Tiefwasser-Stromatolithe (FÖLLMI 1989; DELAMETTE 1990);

Apt-Alb: (Sierra de Estepa, externes Subbetikum, Prov. Sevilla): phosphatische Tiefwasser-Stromatolithe, meist LLH-Typus (CASTRO & RUIZ-ORTIZ 1991);

Ober-Apt–Mittel-Cenoman: (Provence, Umgebung von Avignon): phosphatische Tiefwasser-Stromatolith-Bioherme (MASSE et al. 1990);

Cenoman: (Sierra du Cuchillo, Yecla-Gebiet, Präbetikum, Ostspanien): intertidale LLH-Stromatolithen (MARTIN-CHIVELET et al. 1990);

Turon-Campan: (NE Meseta, Santo Domingo de Silos, Ucero, Soria; Spanien): verschiedentlich zwischengeschaltete Intertidal-Stromatolithen, zumeist LLH-Typus (FLOQUET & MONTY 1980);

Maastricht: (Cordillera Oriental, SW-Bolivien): lakustrine Stromatolith-Bioherme (CAMOIN et al. 1991).

2.12 KRETAZISCHE STROMATOLITH-BIOSTROME

Stratiforme non-skelettale Biokonstruktionen sind aus der Kreide bisher wenig bekannt geworden. Das näher untersuchte Beispiel eines biostromalen Stromatolithenkörpers in einer Karbonatwatt-Sedimentation des Alb (Glen Rose Formation) von Texas (Hondo Creek, Bandera County) zeigt im wesentlichen dieselben rhythmischen Wechselfolgen zwischen dichten Cyanobakterien-Matten und Intertidal anzeigenden sparitischen Hohlraumgefügen (hier zumeist LF-B-I-Typus nach FLÜGEL 1978) wie die biohermalen Strukturen. Auch hier dominieren sowohl coccoide wie auch filamentöse an *Schizothrix* erinnernde Cyanobakterien-Morphotypen (vgl. Beispiele auf Taf. 30). Manche Mikrobenlagen zeigen gekröseartige Aufarbeitungserscheinungen, die BEHRENS (1965) als „wiggly bedding" bezeichnet (vgl. Taf. 30, Fig. 2).

Weitere Beispiele intertidaler stratiformer Stromatolithkörper beschreiben MONTY & MAS (1981) aus der Wealden-Fazies (Unter-Barrême) WValencia, KOCH et al. (1989) aus dem Hauterive des slowenischen Trnovo-Gebietes, FLOQUET & MONTY (1980) aus dem Zeitintervall Turon-Campan der nordöstlichen zentralspanischen Meseta, sowie JELASKA (1985) aus dem Ober-Campan/Maastricht im N der Insel Brač (Kroatien).

2.13 KRETAZISCHE REEF MOUNDS

Wie bereits in der in vorliegender Arbeit gegebenen Definition von Reef Mounds angeführt, liegt die verhältnismäßig geringe Zahl sicher nachweisbarer kretazischer Reef Mounds wohl einerseits an bislang mangelnden Analysen mancher „Riffschutt"-Fazieskomplexe. Darüber hinaus war in der Kreide das Entwicklungsmaximum der im Paläozoikum hoch-

diversen Reef Mound-Bildungen längst überschritten (vgl. u. a. entsprechende Beispiele im allgemeinen Teil).

Im Rahmen eigener Studien wurden drei Reef Mound-Typen der ostalpinen Gosau näher untersucht.

A) Radiolitiden-dominanter Reef Mound W Piesting (SW Wien, Ober-Campan).

Dieser gehört der Grünbacher Gosau an und liegt ca. 1 km W der Bahnhaltestelle Miesenbach (siehe Abb. 5) über dem Piesting-Bach. Die über 30 m verfolgbare Biokonstruktion sitzt kappenförmig einem mit 60° nach NW einfallenden, gelblich-rötlichen, stark kluftigen, belemnitenführenden Malmkalk auf (Taf. 31, Fig. 1). Es handelt sich hierbei um eine der selten dokumentierten Ober-Campan-Transgressionen, wie sie nur von den östlichsten Gosauvorkommen der Nördlichen Kalkalpen belegt sind.

Bereits PLÖCHINGER (1967) spricht von einem „Radiolitiden-Riff" an dieser Lokalität, erwähnt aber keine weiteren Einzelheiten. Neubeprobungen dieses gelblich-rosa gefärbten Schuttkalkes zeigten einmal die Schichtungslosigkeit dieses Körpers, zum anderen die Existenz von Floatstones (Taf. 31, Fig. 2-3) neben Bereichen mit clustersrtig in situ-überlieferten Radiolitiden (deren Erhaltung keine spezifische Zuordnung gestattet). Im Mikrofaziesbild zeigen die Bioklasten und Biomorpha einen hohen „Befall" durch *Lithocodium aggregatum* ELLIOTT (sowohl *Lithocodium*- wie auch *Bacinella*-Stadien, vgl. Taf. 31, Fig. 7); die mikritischen Partien fallen durch lagige bzw. schlierenartige Cyanobakterienfilme auf (Taf. 31, Fig. 4-5), den vorherrschenden Sedimentbindern dieser Biokonstruktion. Episodisch wirksame höhere

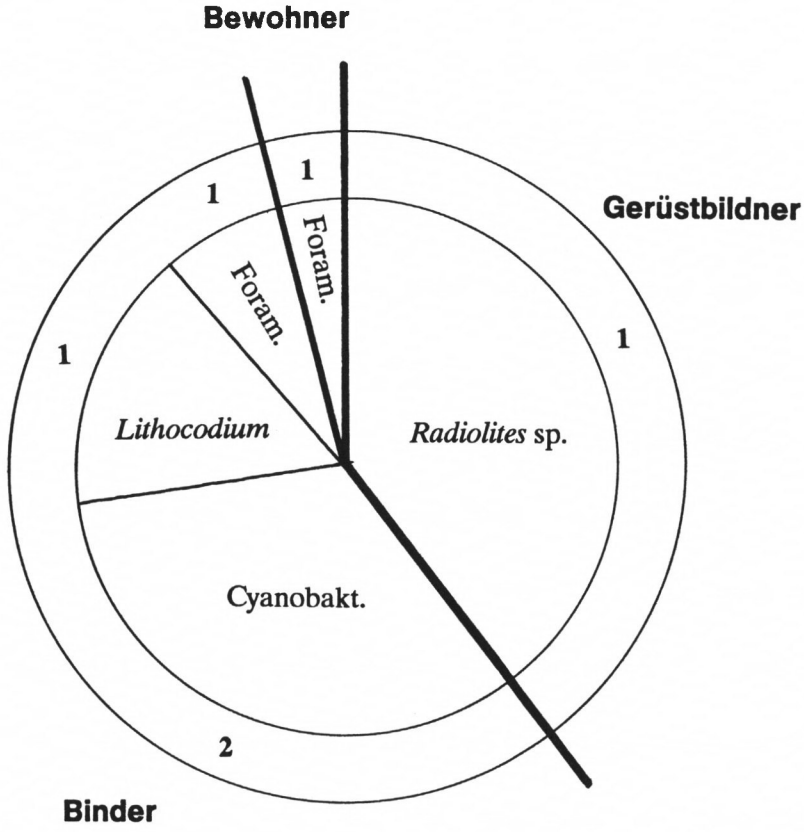


Abb. 27: Quantitative Organismenverteilung im Radiolitiden-dominanten Reef Mound Piesting.

Hydrodynamik hatte nicht nur die Genese des Radiolitiden-Schutts, sondern auch die Bildung ausgewaschener Pelsparite zur Folge (Taf. 31, Fig. 6). Als einzig nachweisbare Bewohner erweisen sich lituolide Foraminiferen (Taf. 31, Fig. 8-9). Eine Faziessequenz im Sinne von WILSON (1975) konnte in diesem Reef Mound nicht erkannt werden, der aber sonst alle Biokonstruktions-charakteristischen Verhältnisse (Auftreten bioklastischer wie auch in situ-Gerüstbildner, Dominanz der Inkrustierer bzw. Sedimentbinder, untergeordnete Verbreitung der Bewohner) erfüllt (Abb. 27, 30).

B) Radiolitiden-dominanter Reef Mound, Lattenberg-Nordfuß (SE Bad Reichenhall; Santon).

Neubeprobungen und -vermessungen der bereits von HÖFLING (1985) ausführlich behandelten Basis-Einheit eines Barriere-artigen *Hippurites*-Bioherms zeitigten nunmehr den Reef Mound-Charakter vereinzelter Schuttkalkbereiche in bauxitreicher Matrix (vgl. Abb. 28). Paucispezifische Radiolitiden-Assoziationen fallen durch die Dominanz der Inkrustierer *Pseudolithothamnium album* PFENDER, *Pycnoporidium sinuosum* JOHNSON & KONISHI und *Lithocodium aggregatum* ELLIOTT, sowie durch sedimentstabilisierende Cyanobakterienfilme auf (vgl. Taf. 33, Fig. 1-2).

C) Korallen-dominanter Reef Mound, Winterstube (Brandenberger Gosau/Tirol; Coniac).

Durch Erosion im Almgelände mit konvexer Oberflächenkrümmung ohne Profilzusammenhang in Erscheinung tretende, über mehrere 100 m verfolgbare schichtungslose Schutt-

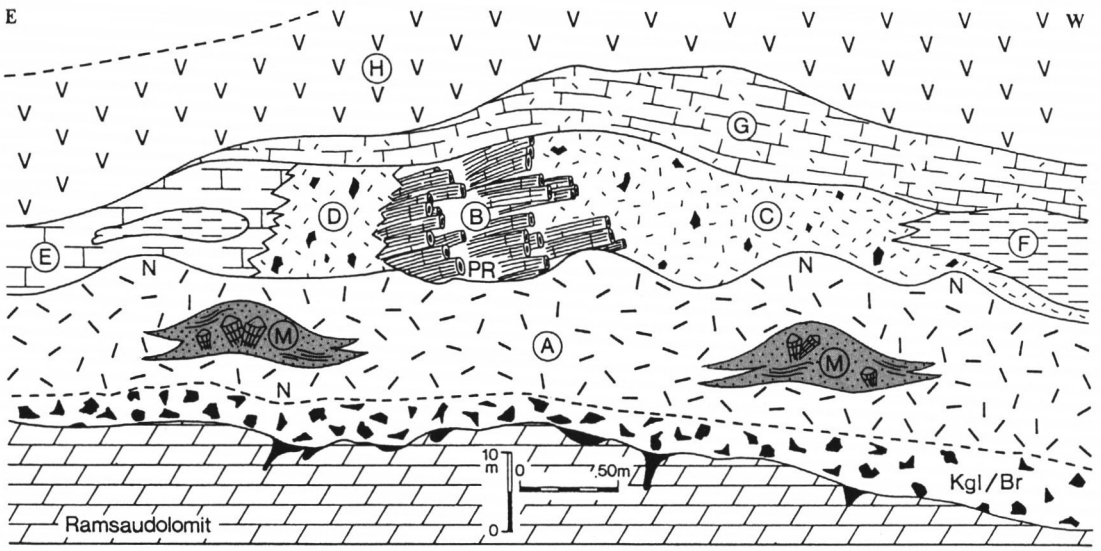


Abb. 28: Überhöhtes Schemaprofil der Karbonatfazies der Gosau und deren Basis am Lattenberg-Nordfuß mit den Teilkomplexen

- A Schuttkalke des oberen Subtidals mit Basalkonglomeraten und -breccien (Kgl/Br) sowie Nerineen-Kolonien (N) und Radiolitiden-Reef Mounds (M);
- B barriereartiges dendriformes Hippuriten-Bioherm („KRÖNNER-Riff"): Framestones mit Patch-reef-artigen Bafflestones (PR) an der Basis;
- C Schuttkalke der Vorriff-Zone;
- D Schuttkalke der Rückriff-Zone;
- E Mergelkalke mit Mergellinsen der Rückriff-Lagune:
- F Mergel, z. T. Mergelkalke der Vorriff- (?Zwischenriff-) Lagune;
- G Siltiger, fossilreicher Mergelkalk (detritischer „overwash");
- H Schuttkalke vom Typus „Untersberger Marmor"

kalk-Komplexe (erschlossene Mächtigkeit knapp 1 m) W der Krumbachalm (vgl. Abb. 17) lassen sich aufgrund ihrer faziellen Gegebenheiten (viel Schutt, hoher Anteil an Bindern, wenige Bewohner) problemlos als überlieferte Anteile eines Reef Mounds ansprechen. In diesen Floatstones dominieren allerdings microsolenide Korallen, Radiolitiden treten hier nur untergeordnet auf (Taf. 32, Fig. 1-4). Als gerüstbildend erweisen sich zudem Solenoporaceen, die ihrerseits von microsoleniden Korallen überkrustet sein können (Taf. 32, Fig. 5). Corallinaceen kommen als Inkrustierer (Taf. 32, Fig. 7), aber auch in dendroiden Morphotypen als Bewohner vor (Taf. 32, Fig. 8). Cyanobakterielle Filme bilden auch hier die wichtigsten Sedimentstabilisierer.

Unter Berücksichtigung bisheriger palökologischer Ergebnisse können die hier genannten Reef Mounds sämtlich dem offenen Subtidal als Lebensmilieu zugerechnet werden.

Gesicherte kretazische Reef Mounds beschreiben Kano (1988) aus dem offenen Subtidal des Berrias SW-Japans (Stromatoporoiden-Chaetetiden-Korallen-dominant), Eliuk & Levesque (1988) aus dem Valangin (tieferer Schelf) von Neuschottland (Lithistiden und *Tubiphytes* vorherrschend), Arias et al. (1979) aus dem Apt in Urgonfazies des westlichen Iberikums (innere Karbonatplattform, *Toucasia*-dominant), Bouroullec et al. (1979) aus dem Urgo-Apt (interner Plattformbereich) der Westpyrenäen (*Toucasia*-dominant), Koch & Reitner (1989) aus dem Tiefschelfbereich des Albs von N-Spanien (Lithistiden-Vormacht), Beauchamp et al. (1988) aus Tiefschelfregionen des Alb des arktischen Kanadischen Archipels (Serpuliden und Bivalven vorherrschend), sowie Koch et al. (1989) aus dem slowenischen „Senon".

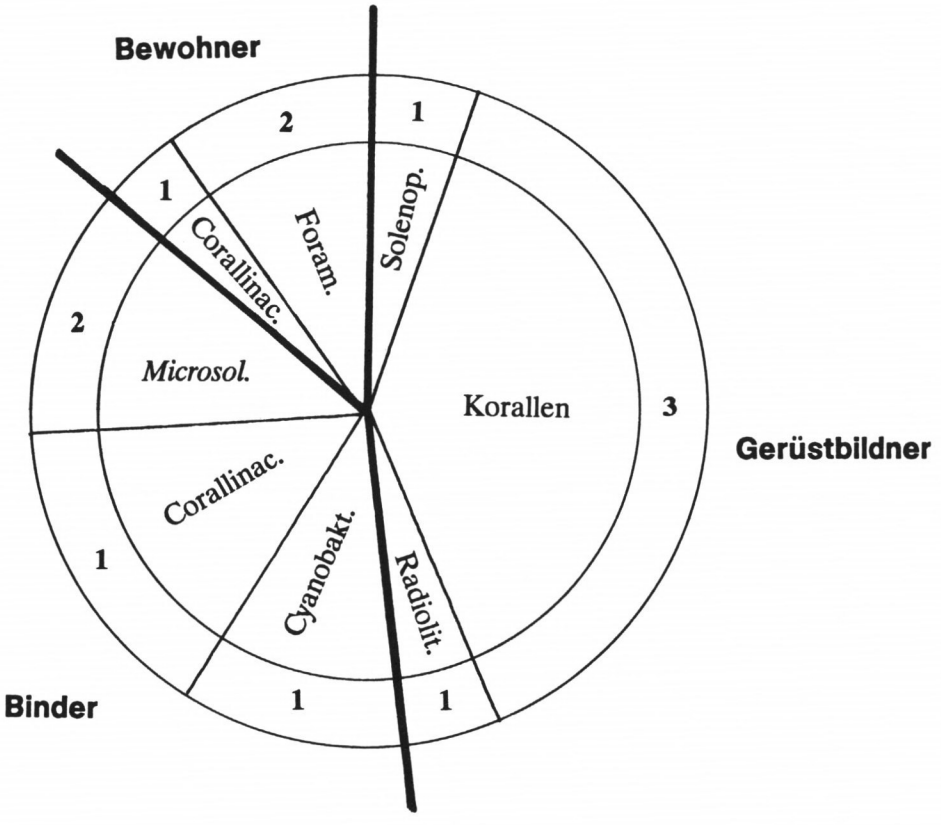


Abb. 29: Quantitative Organismenverteilung im Korallen-dominanten Reef Mound „Winterstube".

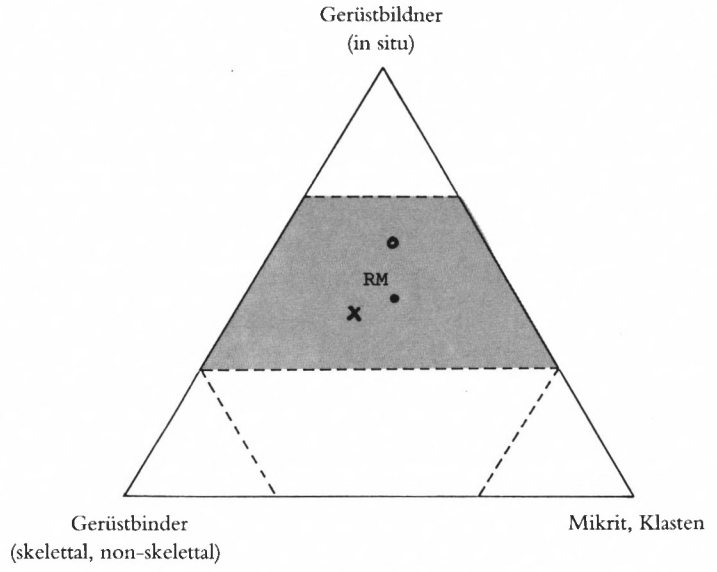


Abb. 30: Darstellung der untersuchten Reef Mounds Piesting (•), Lattenberg (×) und Winterstube (o) im Rifftypologie-Diagramm.

Eigene Untersuchungen erbrachten Daten über den Reef Mound-Charakter Korallen-Stromatoporoiden-dominanter Strukturen innerer Plattformregionen des Allgäuer Schrattenkalks (Brandalpe, Helvetikum, Apt; vgl. Taf. 33, Fig. 6), von *Caprinuloidea-Eoradiolites*-Reef Mounds der Edwards Formation von Texas (Alb; Taf. 33, Fig. 5), Capriniden-dominanten Campan-Gebilden W-Tunesiens (Taf. 33, Fig. 3-4; vgl. hierzu auch M'RABET et al. 1986, sowie BERNET-ROULLANDE & PHILIP 1981) und gemischt Korallen-Rudisten-beherrschten Biokonstruktionen des Ober-Campans Ostspaniens (Taf. 33, Fig. 7).

2.14 KRETAZISCHE MUD MOUNDS

Kreide-Biokonstruktionen dieses Typus gehören nach bisheriger Kenntnis zu den absoluten Seltenheiten (wenngleich im Schrifttum gelegentlich nicht exakt zwischen Reef und Mud Mounds unterschieden wird und deshalb die Anzahl überlieferter Mud Mounds aufgrund solcher Nennungen als zu hoch erscheint; vgl. allgemeinen Teil dieser Arbeit).

Eigene Untersuchungen beschränken sich daher exemplarisch auf einige im Ober-Cenoman der kroatischen Insel Brač erschlossene schichtungslose Körper von 2 bis 20 m Ausdehnung und 1 bis 4 m Mächtigkeit. Sie finden sich nahe der Südküste im Straßenprofil Bol-Gornji Humac in feinlaminierte, z. T. stromatolithisch überprägte Mudstones und bioklastenreiche Wackestones eingeschaltet (Taf. 34, Fig. 1). Ihr mikrofazielles Bild läßt jedoch ein bereichsweise stratiform-stromatolithisches, latentes Interngefüge aus dichten Cyanobakterienlagen (meist coccoiden Formen) und *Stromatactis*-reichen Bereichen erkennen mit vereinzelt agglutinierenden wie auch milioliden Foraminiferen als Bewohner (Taf. 34, Fig. 2, 4-5). Stellenweise finden sich girlandenartig angehäufte Lagen mit Schalenfilamenten (? Ostrakoden; vgl. Taf. 34, Fig. 3). Zugerundete Cyanobakterien-Lumps (Taf. 34, Fig. 6-7) deuten auf episodisch stattfindende Aufarbeitung der Matten durch kurzzeitig höhere Wasserenergie hin. Ansonsten geben schlierenartig verbreitete Cyanobakterienfilme Hinweise auf die bei Mud Mounds vorherrschende in situ-Mikritbildung und damit hohe Kohäsivität, auf die auch autochthon gewachsene Aggregatkörner, z. B. aus coccoiden und filamentösen

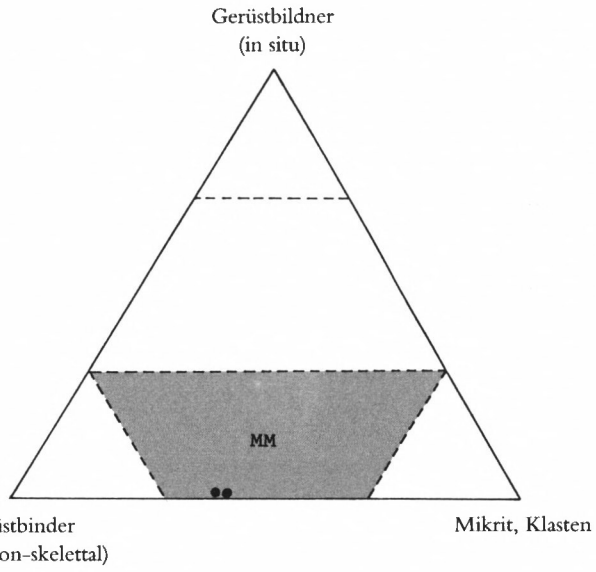


Abb. 31: Darstellung der untersuchten Mud Mounds im S der Insel Brač (Kroatien) im Rifftypologie-Diagramm.

Cyanobakterien zurückgeführt werden können (Taf. 34, Fig. 7-8; vgl. hierzu die Ausführungen von CASTANIER & BIANCHI 1984 sowie CAMOIN 1990).

Eine faziell-ökologische Zonierung innerhalb der Biokonstruktionskörper war bei keinem Mud Mound nachweisbar.

Die gesamten Beobachtungen passen gut in das Bild charakteristischer Mud Mounds (vgl. hierzu auch Abb. 31).

Die palökologische Interpretation der umgebenden Serien ermöglicht, diese Biokonstruktionen einem weitgehend geschützten, sehr flachen Subtidal-Environment zuzuordnen.

Vergleichbare weitere echte Mud Mound-Beispiele geben CANEROT (1989) aus dem Apt/Alb der westlichen Pyrenäen, sowie CAMOIN & MAURIN (1988) aus dem Turon Zentral-Tunesiens mit REM-Aufnahmen mikritproduzierender Cyanobakterien.

BEAUCHAMP & SAVARD (1992) schließlich beschreiben als Sonderform unterkretazische chemosynthetische Tiefwasser-Mud Mounds des arktischen Kanadischen Archipels, welche sie aufgrund geochemischer Analysen als durch „hydrocarbon seeps" beeinflußte Bildungen ansehen und hierfür auch ein Genesemodell etablieren.

2.15 ZUSAMMENFASSUNG

Versucht man, die zeitliche Verbreitung der betrachteten Biokonstruktions-Typen trendmäßig zu erfassen, so fällt auf , daß sowohl einfache wie auch komplexe dendriforme Biostrome vor allem ab dem Ober-Alb im gesamten Tethysraum deutlich vorherrschen. Mono- bis paucispezifische Monopleuriden-, Capriniden-Radiolitiden-, ab dem Turon Radiolitiden-Hippuritiden-Biostrome bis zu monospezifischen Radiolitiden – bzw. Hippuritiden-Biostromen im Campan/Maastricht lassen sich sowohl internen wie externen Karbonatplattform-Bereichen, aber auch dem offenen Subtidal zuordnen; der Bioherm-Typus der entsprechenden Rudistengruppen findet sich vergleichsweise selten, meist in der Pionierbesiedelungsphase einer transgressiven Serie. Massiv-knollige Korallen- Stromatoporoidendominante Bioherme wie auch Biostrome äußerer bzw. distal-interner Plattformbereiche und Karbonatrampen beschränken sich weitgehend auf den Zeitraum Valangin-Apt und erschei-

nen in der höheren Kreide nur vereinzelt (Coniac, Campan) ebenso wie Korallen-Rudisten-Mischstrukturen, deren Auftreten sich wohl auf das tiefere Subtidal konzentrieren.

Der Typus der Substratsticker-Biostrome ist bisher nur für Apt/Alb belegt, crustose Biostrome und non-skelettale Biokonstruktionen lassen sich – environmentbedingt – unspezifisch über den Gesamtzeitbereich der Kreide verfolgen, treten aber quantitativ insgesamt ebenso deutlich zurück wie die fast ausschließlich dem Flachwasser zuzurechnenden Mud Mounds. Agglutinierte Riffgebilde sind aus der Kreide nicht bekannt.

Die Bedeutung kretazischer Reef Mounds hingegen wurde bisher offenbar unterschätzt. Mit Ausnahme Lithistiden-dominanter Strukturen aus dem Valangin konnten zahlreiche Biokonstruktionen, überwiegend mit Radiolitiden-, z. T. auch Capriniden (untergeordnet Korallen-) Vormacht insbesondere im Apt/Alb und Coniac-Campan als Reef Mounds klassifiziert werden.

Die Untersuchungen zeigten schließlich einige Neunachweise von Taxa (*Microsolena, Gisilina*) für die ostalpine Oberkreide.

3. LITERATURVERZEICHNIS

ABBOTT, B. M. (1973): Terminology of stromatoporoid shapes. – J. Paleont., **47** (4): 805–806, 1 Tab.; Tulsa.

ABEL, O. (1935): Vorzeitliche Lebensspuren. – 644 S., 530 Abb.; Jena (G. Fischer).

ACCORDI, G., CARBONE, F. & SIRNA, G. (1982): Relationships among tectonic setting, substratum and benthonic communities in the Upper Cretaceous of Northeastern Matese (Molise, Italy). – Geologica Rom., **21**: 755–793, 16 Abb., 5 Taf.; Rom.

ACCORDI, G., CARBONE, F., SIRNA, G., CATALANO, G. & REALI, S. (1987): Sedimentary events and rudist assemblages of Maiella Mt. (Central Italy): paleobiogeographic implications. – Geologica Rom., **26**: 135–147, 6 Abb., 1 Taf.; Rom.

AIGNER, TH. (1983): Facies and origin of nummulitic buildups: an example from the Giza Pyramids Plateau (Middle Eocene, Egypt). – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **166** (3): 347–368, 12 Abb.; Stuttgart.

AITKEN, J. D. (1967): Classification and environment significance of cryptalgal limestones and dolomites with illustrations from the Cambrian and Ordovician of Southwestern Alberta. – J. Sed. Petrol., **37**: 1163–1178; Tulsa.

AMPFERER, O. (1918): Geologische Untersuchungen über die exotischen Gerölle und die Tektonik niederösterreichischer Gosauablagerungen. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl.,**96**: 1–56, 81 Abb.; Wien.

ANDRICHUK, J. M. (1958): Stratigraphy and facies analysis of Upper Devonian reefs in Leduc, Stettler, and Redwater areas, Alberta. – Bull. AAPG, **42** (1): 1–93, 34 Abb.; Tulsa.

AKPAN, E. B. (1991): Palaeoecological significance of *Lithophaga* borings in Albian stromatolites, SE Nigeria. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **88**: 185–192, 6 Abb.; Amsterdam.

ARCHER, A. W. & FELDMAN, H. R. (1986): Microbioherms of the Waldron Shale (Silurian, Indiana): implications for organic framework in Silurian reefs of the Great Lakes Area. – Palaios, **1**: 133–140, 5 Abb.; Tulsa.

ARIAS, C., MAS, R., GARCIA, A., ALONSO, A., VILAS, L., RINCON, R. & MELENDEZ, N. (1979): Les faciès urgoniens et leurs variation pendant la transgression Aptienne occidentale de la Chaine Ibérique (Espagne). – Géobios, Mém. spec., **3**: 11–23, 6 Abb.; Lyon.

ARP, G. (1995): Lacustrine bioherms, spring, mounds, and marginal carbonates of the Ries-Impact-Crater (Miocene, Southern Germany) – Facies, **33**: 35–90, 9 Abb., 1 Tab., Taf. 8–17; Erlangen.

BACHMANN, G. H. (1979): Bioherme der Muschel *Placunopsis ostracina* v. SCHLOTHEIM und ihre Diagenese. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **158** (3): 381–407, 17 Abb.; Stuttgart.

BAILEY, R. H. & TEDESCO, S. A. (1986): Paleoecology of a Pliocene coral thicket from North Carolina: an example of temporal change in community structure and function. – J. Paleont., **60** (6): 1159–1176, 13 Abb., 1 Tab.; Lawrence.

BALL, M. M., SHINN, E. A. & STOCKMAN, K. W. (1967): The geologic effects of hurricane Donna in South Florida. – J. Geol., **75**: 583–597, 2 Abb., 14 Taf.; Chicago.

BAMBACH, R. K. (1983): Ecospace utilization and guilds in marine communities through the Phanerozoic. – In: TEVESZ, M. J. S. & MC CALL, P. L. (Hrsg.): Biotic interactions in Recent and fossil benthic communities. – Topics in Geobiology, **3**: 719–746, 8 Abb., 9 Tab.; New York (Plenum Press).

BANNER, F. T., FINCH, E. M. & SIMMONS, M. D. (1990): On *Lithocodium* ELLIOTT (calcareous algae): its palaeobiological and stratigraphical significance. – J. micropalaeontol., **9** (1): 21–35, 1 Abb., 5 Taf.; London.

BANCROFT, A. J., SOMERVILLE, I. D. & STRANK, A. R. E. (1988): A bryozoan buildup from the Lower Carboniferous of North Wales. – Lethaia, **21**: 51–65, 8 Abb.; Oslo.

BAO, H., XINAN, M. & RIDING, R. (1991): Middle Cambrian dendrolite biostromes, Jinan, East China. – Abstr. 5th Int. Symp. Fossil Algae: 3–4; Capri.

BASSON, P. W. & EDGELL, H. S. (1971): Calcareous algae from the Jurassic and Cretaceous of Lebanon. – Micropaleontology, **17**: 411–433, 3 Abb., 7 Taf.; New York.

BASSOULLET, J. P., BERNIER, P., DELOFFRE, R., GENOT, P., PONCET, J. & ROUX, A. (1983): Les algues Udoteacées du Paléozoique au Cénozoique. – Bull. Centr. Rech. Explor. – Prod. Elf-Aquitaine, **7** (2): 449–621, 13 Abb., 16 Tab., 16 Taf.; Pau.

BATHURST, R. G. C. (1959): The cavernous structure of some Mississippian stromatactis reefs in Lancashire, England. – J. Geol., **67**: 506–521, 4 Abb., 2 Taf.; Chicago.

BAUER, G. (1989): Die bionomische Strategie der Flußperlmuschel. – Biol. in uns. Zeit, **19** (3): 69–75, 12 Abb., 1 Tab.; Weinheim.

BEAUCHAMP, B., HARRISON, J. CH., NASSICHUK, W. W. & ELIUK, L. S. (1988): Lower Cretaceous (Albian) serpulid-bivalve carbonate „mounds" related to hydrocarbon seeps, Canadian Arctic Archipelago. – In: GELDSETZER, H. H. J., JAMES, N. P. & TEBBUTT, G. E. (Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent area. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 706–712, 7 Abb.; Calgary.

Beauchamp, B. & Savard, M. (1992): Cretaceous chemosynthetic carbonate mounds in the Canadian Arctic. – Palaios, **7**: 434–450, 17 Abb.; Tulsa.

Beauvais, M. (1982): Révision systématique des Madreporaires des couches de Gosau (Crétacé supérieur, Autriche).
I. Introduction, Sous-Ordre des Archaeocoeniina, Sous-Ordre des Astraeoina, Sous-Ordre des Meandriina, Sous-Ordre des Caryophylliina. – 256 S., Tab.1–6.
II. Sous-Ordre des Fungiina. – 277 S., Tab.7–13.
III. Sous-Ordre des Heterocoeniina, Sou-Ordre des Octocoral lia, conclusions, gisements, index. – 177 S., Tab.14.
IV. Atlas photographique. – 71 Taf.
V. Atlas-Figures. – 131 Abb.
Trav. Lab. Paléont. Intertebr. Univ. P. & M. Curie; Paris.

Bechstädt, Th., Boni, M. & Selg, M. (1985): The Lower Cambrian of SW-Sardinia: from a clastic tidal shelf to an isolated carbo nate platform. – Facies, **12**: 113–140, 5 Abb., Taf. 11–13; Erlangen.

Behrens, E. W. (1965): Environment reconstruction for a part of the Glen Rose Limestone, Central Texas. – Sedimentology, **4**: 65–111, 11 Abb., 8 Tab., 10 Taf.; Amsterdam.

Bein, A. (1976): Rudistis fringing reefs of Cretaceous shallow carbonate platform of Israel. – Bull. AAPG, **60** (2): 258–272, 15 Abb.; Tulsa.

Bendukidze, N. S. (1977): Ecology of the Malm-reef formation of the Great Caucasus. – Mem. B.R.G.M., **89**: 313–321, 10 Abb.; Paris.

Benini, C. A. & Loriga, C. B. (1977): *Lithiotis* Gümbel, 1871 e *Cochlearites* Reis, 1903. I°. Revisione morfologica e tassonomica. – Boll. Soc. Paleont. Ital., **16** (1): 15–60, 21 Abb., 5 Tab., 9 Taf.; Modena.

Benke, K. (1981): Die Dogger/Malm-Wende in den NW-Keltiberischen Ketten (Spanien) und angrenzenden Gebieten – Sedimentologie, Stratigraphie und Paläogeographie. – Facies, **4**: 95–164, 32 Abb., 8 Tab., Taf. 6–8; Erlangen.

Bernecker, M. & Weidlich, O. (1990): The Danian (Paleocene) coral limestone of Fakse, Denmark: a model for ancient aphotic, azooxanthellate coral mounds. – Facies, **22**: 103–138, 12 Abb., 4 Tab., Taf. 26–33; Erlangen.

Bernet-Rollande, M.-Cl. & Philip, J. (1981): Sur la découverte d'un récif à Caprinidés (rudistes) dans le Sénonien supérieur du Djebel Serraguia (Tunisie centre-occidentale). – C.R.Acad. Sc., **292** (sér.II): 417–422, 1 Abb., 1 Taf.; Paris.

Bhargava, O. N. & Bassi, U. K. (1985): Upper Triassic coral knoll reefs: Middle Norian, Spiti-Kinnaur, Himachal Himalaya, India. – Facies, **12**: 219–242, 4 Abb., Taf. 24–28; Erlangen.

Bhargava, O. N. & Bassi, U. K. (1986): Silurian reefal build-ups: Spiti-Kinnaur, Himachal Himalaya, India. – Facies, **15**: 35–52, 4 Abb., 1 Tab., Taf. 10–13; Erlangen.

Bilotte, M. (1982): Proposition pour une classification des rudistes Hippuritidae. – Bull. Soc. hist. Nat. Toulouse, **117**: 103– 116, 3 Abb.; Toulouse.

Bilotte, M. (1984): Le Crétacé supérieur des plates-formes estpyreneennes. Atlas. – Strata, **1**, 45 Taf.; Toulouse.

Bilotte, M. (1985): Le Cretace superieur des plates-formes estpyreneennes. – Strata, ser. 2, **5**, 438 S., 121 Abb., 53 Tab.; Toulouse.

Birenheide, R. (1962): Siedlungs- und Wuchsformen mitteldevonischer Korallen aus der Eifel. – Nat. u. Mus., **92** (1): 21–28, 9 Abb.; Frankfurt/Main.

Bismuth, H., Gourmelen, C., Lamboy, M. & Philip, J. (1981): Existence d'un biostrome à algues et rudistes d'age coniacien en Tunisie centrale (Jebel Bon Zer). – Actes Prem. Congr. Nat. Sci. Terre, 85–96, 4 Abb.; Tunis.

Bodzioch, A. (1991): Sponge bioherms from epicontinental Triassic formations of Upper Silesia (Southern Poland). – In: Reitner, J. & Keupp, H. (Hrsg.): Fossil and recent sponges: 477–485, 6 Abb., 3 Tab.; Berlin, Heidelberg (Springer).

Boeckelmann, K. (1985): Mikrofazies der Auernig-Schichten und Grenzland-Bänke westlich des Rudnig-Sattels (Karbon-Perm; Karnische Alpen). – Facies, **13**: 155–174, 3 Abb., 6 Tab., Taf. 21 –23; Erlangen.

Böger, H. (1970): Bildung und Gebrauch von Begriffen in der Palökologie. – Lethaia, **3**: 243–269; Oslo.

Boehm, G. (1895): Beiträge zur Kenntniss der Kreide in den Südalpen. I. Die Schiosi- und Calloneghe-Fauna. – Palaeontographica, **41**: 81–147, 26 Abb., Taf. 8–15; Stuttgart.

Boekschoten, G. J. (1966): Shell borings of sessile epibiontic organisms as palaeoecological guides (with examples from the Dutch coast). – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **2** (4): 333–379, 16 Abb., 5 Tab., 3 Taf.; Amsterdam.

Bollinger, D. (1988): Die Entwicklung des distalen oberhelvetischen Schelfs im Barremian und Früh-Aptian. Drusberg-, Mittagsspitz- und Schrattenkalk-Fm. im Vorarlberg und Allgäu. – Diss. Univ. Zürich, 136 S., zahlr. Abb., Tab., 10 Taf.; Zürich (Schweizer Rückversicherungs-Ges.).

Bond, G. (1950): The nomenclature of Lower Carboniferous „reef" limestones in the North of England. – Geol. Mag., **87**: 267–278; London.

Bosellini, A. & Ginsburg, R. N. (1971): Form and internal structure of recent algal nodules (rhodolites) from Bermuda. – J. Geol., **79**: 669–682, 13 Abb., 2 Tab.; Chicago.

Bosellini, F. R. & Russo, A. (1992): Stratigraphy and facies of an Oligocene fringing reef (Castro Limestone, Salento Peninsula, Southern Italy). – Facies, **26**: 145–166, 6 Abb., Taf. 31–38; Erlangen.

Bosence, D. W. J. (1973): Recent serpulid reefs, Connemara, Eire. – Nature, **242**: 40–41, 2 Abb.; London.

Bosence, D. W. J. (1983): Coralline algal reef frameworks. – J.geol. Soc. London, **140**: 365–376, 7 Abb., 1 Tab.; London.

Bosence, D. W. J. (1983a): Description and classification of rhodoliths (rhodoids, rhodolites). – In: Peryt, T. M. (Hrsg.): Coated grains: 217–224, 4 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).

Bosence, D. W. J. (1983b): The occurence and ecology of recent rhodoliths – a review. – In: Peryt, T. M. (1983): Coated grains: 225–242, 5 Abb., 1 Tab.; Berlin, Heidelberg (Springer).

Bosence, D. W. J. (1990): Biodetrital mud mounds of Florida Bay. – Abstr. 13th Int. Sed. Cougr., 55–56; Nottingham.

Bosence, D. W. J. & Pedley, H. M. (1982): Sedimentology and palaeoecology of a Miocene coralline algal biostrome from the Maltese Islands. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **38**: 9–43, 13 Abb., 2 Tab.; Amsterdam.

Bouroullec, J., Delfaud, J. & Deloffre, R. (1979): Organisation sédimentaire et paléoecologique de l'Aptien Supérieur a faciès Urgonien dans les Pyrénées occidentales et l'Aquitaine méridionale. – Géobios, Mém. spec., **3**: 25–43, 12 Abb., 1 Taf.; Lyon.

Bourque, P.-A. & Gignac, H. (1983): Sponge-constructed stromatactis mud mounds, Silurian of Gaspe, Quebec. – J. sed. Petrol., **53**: 521–532, 14 Abb.; Tulsa.

Bourque, P.-A. & Raymond, L. (1988): Non-skelettal bioherms of the Lower Reef Complex of the West Point Formation, Late Silurian, Gaspe Peninsula, Quebec. – In: Geldsetzer, H. H. J., James, N. P. & Tebbutt, G. E. (Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 258–262, 5 Abb.; Calgary.

Brachert, Th. C. (1986): Kontinuierliche und diskontinuierliche Sedimentation im süddeutschen Oberjura (unteres Kimmeridge; Ludwag/Oberfranken, Nördliche Frankenalb). – Facies, **15**: 233– 284, 20 Abb., Taf. 39–45; Erlangen.

Braithwaite, C. J. R. (1973): Reefs: just a problem of semantics?. – Bull. AAPG, **57** (6): 1100–1116, 4 Abb.; Tulsa.

Brandner, R. & Resch, W. (1981): Reef development in the Middle Triassic (Ladinian and Cordevolian) of the Northern Limestone Alps near Innsbruck, Austria. – In: Toomey, D. F. (Hrsg.): European fossil reef models. – SEMP, Spec. Publ., **30**: 203–231, 27 Abb., 1 Tab.; Tulsa.

Brasier, M. D. (1975): Morphology and habitat of living benthonic foraminiferids from Carribean carbonate environments. – Rev. Espan. Micropal., **7** (3): 567–578, 5 Abb.; Madrid.

Breyer, R. (1991): Das Coniac der nördlichen Provence (‚Provence rhodanienne') – Stratigraphie, Rudistenfazies und geodynamische Entwicklung. – Frankfurter geowiss. Arb., **A**, **9**, 337 S., 112 Abb., 7 Tab., 15 Taf.; Frankfurt/Main.

Brigo, L., Kostelka, L., Omenetto, P., Schneider, H. –J., Schroll, E., Schulz, O. & Strucl, I. (1977): Comparative reflections on four Alpine Pb-Zn deposits. – In: Klemm, D. D. & Schneider, H.-J. (Hrsg.): Time- and stratabound ore deposits: 273–293, 4 Abb., 4 Tab.; Berlin, Heidelberg (Springer).

Brinkmann, R. (1935): Die Ammoniten der Gosau und des Flysch in den nördlichen Ostalpen. – Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, **15**: 1–14; Hamburg.

Brocard, Ch. & Philip, J. (1989): Les bioconstructions a *Placunopsis ostracina* v. Schlotheim dans le Ladinien supérieur de Provence (SE de la France). – Bull. Soc. geol. France, **(8)**, **V**, **6**: 1201–1206, 3 Abb., 1 Taf.; Paris.

Brock, T. D. (1976): Environmental microbiology of living stromatolites. – In: Walter, M. R. (Hrsg.): Stromatolites. – Developments in sedimentology, vol. **20**: 141–148, 1 Tab.; Amsterdam (Elsevier).

Brönnimann, P., Decrouez, D. & Zaninetti, L. (1983): Position supragenerique et phylogenese du foraminifere Cretace *Sabaudia* Charrolais et Brönnimann, 1965; ses relations avec *Cuneolina* D'Orbigny, 1839, et *Dicyclina* Munier-Chalmas, 1887. – Rev. Paleobiol., **2** (1): 1–8, 2 Abb.; Genève.

Bromley, R. G. & Tendal, O. S. (1973): Example of substrate competition and phobotropism between two clionid sponges. J. Zool., **169**: 151–155, 2 Taf.; London.

Bruun-Petersen, J. & Krumbein, W. E. (1975): Rippelmarken, Trockenrisse und andere Seichtwassermerkmale im Buntsandstein von Helgoland. – Geol. Rundschau, **64**: 126–143, 17 Abb.; Stuttgart.

Burchette, T. P. (1981): European Devonian reefs: a review of current concepts and models. – In: Toomey, D. F. (Hrsg.): European fossil reef models. – SEPM Spec. Publ., **30**: 85–142, 24 Abb.; Tulsa.

Burke, C. D., Mazzullo, S. J., Bischoff, W. D. & Dunn, R. K. (1992): Environmental setting of Holocene sabellariid worm reefs, Northern Belize. – Palaios, **7** (1): 118–124, 5 Abb.; Tulsa.

Burne, R. V. & Moore, L. S. (1987): Microbialites: organosedimentary deposits of benthic microbial communities. – Palaios, **2**: 241– 254, 10 Abb.; Tulsa.

Burollet, P. F. (1984): Recifs fossiles et geologie petroliere. – In: Geister, J. & Herb, R. (Hrsg.): Geologie et paleoecologie des recifs. – 3eme Cycle Romand en Sciences de la Terre: 31.1– 31.17, 12 Abb.; Bern (Inst. de Geologie de l'Université).

Cain, J. D. B. (1968): Aspects of the depositional environment and palaeoecology of crinoidal limestones. – Scottish J. Geol., **4** (3): 191–208, 5 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Edinburgh, Glasgow.

CALLENDER, W. R. & POWELL, E. N. (1992): Taphonomic signature of petroleum seep assemblages on the Louisiana upper continental slope: recognition of autochthonous shell beds in the fossil record. – Palaios, **7** (4): 388–408, 6 Abb., 17 Tab.; Tulsa.

CALLENDER, W. R., POWELL, E. N., STAFF, G. M. & DAVIES, D. J. (1992): Distinguishing autochthony, parautochthony and allochthony using taphofacies analysis: can cold seep assemblages be discriminated from assemlages of the nearshore and continental shelf? – Palaios, **7** (4): 409–421, 2 Abb., 9 Tab.; Tulsa.

CAMOIN, G. F. (1990): Nature and origin of Cretaceous mud mounds. – Abstr. 13th Int. Sed. Congr., 72–73; Nottingham.

CAMOIN, G. F. (1991): Sedimentologic and paleotectonic evolution of carbonate platforms an a segmented continental margin: example of the African Tethyan margin during Turonian and Early Senonian times. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **87**: 29–52, 17 Abb.; Amsterdam.

CAMOIN, G. & MAURIN, A.-F. (1988): Roles des micro-organismes (bacteries, cyanobacteries) dans la genese „Mud Mounds". Exemples du Turonien des Jebels Bireno et Mrhila (Tunisie). – C.R. Acad. Sci. Paris, **307** (ser. II): 4102–407, 1 Abb., 1 Taf.; Paris.

CAMOIN, G., BERNET-ROLLANDE, M.-C.- & PHILIP, J. (1988): Rudist-coral frameworks with submarine volcanism in the Maastrichtian of the Pachino area (Sicily). – Sedimentology, **35**: 123–138, 9 Abb.; Oxford.

CAMOIN, G., BOUJU, J.-P., MAURIN, A.-F., PERTHUISOT, V. & ROUCHY, J.-M. (1990): Relations recifs-diapirs: l'exemple du Senonien de la region de Kheuchela (Algerie centre-orientale). – Bull. Soc. geol. France, (**8**), **VI** (5): 831–841, 7 Abb., 1 Taf.; Paris.

CAMOIN, G., ROUCHY, J.-M., BABINOT, J.-F., DECONINCK, J.-F. & TRONCHETTI, G. (1991): Dynamique sédimentaire et évolution paléogéographique d'un bassin continental en position d'arrière-arc: le Maastrichtien de la Cordillère Orientale (Bolivie). – C. R. Acad. Sci., **312** (sér.II): 1335–1341, 1 Taf.; Paris.

CANEROT, J. (1989): Récifs et mudmounds albo-aptiens des Pyrénées occidentales: une approche génétique par la stratigraphie séquentielle. – C. R. Acad. Sci., **308** (sér.II): 57–62, 3 Abb.; Paris.

CANTRELL, R. B., MONTGOMERY, J. C. & WOODARD, A. E. (1959): *Heterostegina* reef on Nash and other piercement salt domes in Northwestern Brazoria County, Texas. – Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., **9**: 59–62, 5 Abb.; Houston.

CARBONE, F. & SIRNA, G. (1981): Upper Cretaceous reef models from Rocca di Cave and adjacent areas in Latium, Central Italy. – In: TOOMEY, D. F. (Hrsg.): European fossil reef models. – SEPM, Spec. Publ., **30**: 427–445, 14 Abb.; Tulsa.

CASANOVA, J. (1992): Paleoecology of lacustrine rift stromatolites. – Géochronique, **42**: 47–48; Paris.

CASANOVA, J. & HILLAIRE-MARCEL, C. (1992): Late Holocene hydrological history of Lake Tanganyika, East Africa, from isotopic data on fossil stromatolites. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **91**: 35–48, 9 Abb., 3 Tab.; Amsterdam.

CASTANIER, S., MAURIN, A. & BIANCHI, A. (1984): Participation bacterienne a la precipitation du carbonate. – C.R. Acad. Sci. Paris, **299**, ser.II, no.**19**: 1333–1336, 1 Tab.; Paris.

CASTRO, J. M. & RUIZ-ORTIZ, P. A. (1991): Estratigrafia en un nivel condensado pelagico Cretaceo de la Sierra de Estepa (Subbetico externo, Provincia de Sevilla). – Resum. Comunic. Conf. III. Coloquio Cretacio Espana: 18, 1 Abb.; Morella.

CAUS, E., CORNELLA, A., GALLEMI, J., GILI, E., MARTINEZ, R. & PONS, J. M. (1981): Field guide: Excursions to Coniacian-Maastrichtian of South Central Pyrenees (WGCM, 3rd Meeting, Tremp 1981). – Univ. Autón. Barcel. Publ. Geol., **13**, 70 S., 26 Abb.; Barcelona.

CHAMNEY, T. P. (1976): Foraminiferal morphogroup symbol for paleoenvironmental interpretation of drill cutting samples: Arctic America. – In: SCHAFER, CH. & PELLETIER, B. R. (Hrsg.): 1st Symp. benthonic foraminifera of continental margins. B: Paleoecology and biostratigraphy. – Maritime Sediments, Spec. Publ **1:** 585–624, 28 Abb.; Halifax.

CHERCHI, A. & SCHROEDER, R. (1979): *Koskinobullina* n.gen., microorganisme en colonie incertae sedis (algues?) du Jurassique- Crétacé de la région méditerranéenne; note préliminaire. – Bull. Cent. Rech. Explor. – Prod. Elf-Aquitaine, **3** (2): 519–523, 1 Taf.; Pau.

CHESTER, R. (1965): Geochemical criteria for differentiating reef from non-reef facies in carbonate rocks. – Bull. AAPG, **49** (3): 258–276, 7 Abb., 18 Tab.; Tulsa.

CHINZEI, K. (1982): Paleoecology of oysters (1), (2). – Palaeont. Soc. Japan, **31**: 27–34, Abb.1–3; **32**: 19–27, Abb. 4–7; Tokyo [Japan., engl. Zusfssg.].

CIVITELLI, G. & MARIOTTI, G. (1975): Paleontological and sedimentological characteristics of the Senonian of Pietrasecca (Carseolani Mountains, Central Apennines). – Geologica Rom., **14**: 87–124, 27 Abb., 3 Taf.; Rom.

CLARI, P., GAGLIARDI, C., GOVERNA, M. E., RICCI, B. & ZUPPI, G. M. (1988): I calcari di Marmorito: una testimonianza di processi diagenetici in presenza di metano. – Boll. Mus. Reg. Sci. nat. Torino, **6** (1): 197–216, 6 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Turin.

Clendenin, C. W., Henry, G. & Charlesworth, E. G. (1991): Characteristics of and influence on the Black Reef depositional sequence in the eastern Transvaal. – S.Afr. J. Geol., **94** (4): 321–327, 5 Abb., 1 Tab.; Pretoria.

Cloud, P. E. J. (1952): Facies relationships of organic reefs. – Bull. AAPG, **36** (11): 2125–2149, 4 Abb.; Tulsa.

Coates, A. G. (1977): Jamaican Cretaceous coral assemblages and their relationships to rudist frameworks. – Mém. B.R.G.M., **89**: 336–341, 3 Abb.; Paris.

Coates, A. G. & Kauffman, E. G. (1973): Stratigraphy, paleontology and paleoenvironment of a Cretaceous coral thicket, Lamy, New Mexico. – J. Paleont., **47** (5): 953–968, 4 Abb., 2 Tab., 1 Taf.; Tulsa.

Collins, L. S. (1988): The faunal structure of a mid-Cretaceous rudist reef core. – Lethaia, **21**: 271–280, 8 Abb., 2 Tab.; Oslo.

Conrad, M. A. (1969): Les calcaires urgoniens dans la région entourant Genève. – Diss. Univ. Genève, 79 S., 7 Taf.; Genève.

Cornella, A. (1977): Foraminiferos bentonicos del Santoniense del Barranco de la Plata, Montsec de Rubies (Prov. de Lerida). – Univ. Autón. Barcelona, Publ. Geol., **8**, 45 S., 18 Abb., 3 Taf.; Barcelona.

Coron, C. R. & Textoris, D. A. (1974): Non-calcareous algae in Silurian carbonate mud mound, Indiana. – J. sed. Petrol., **44** (4): 1248–1250, 1 Abb.; Tulsa.

Cousins, C. A. (1969): The Merensky Reef of the Bushveld Igneous Complex. – In: Wilson, H. D. B. (Hrsg.): Magmatic ore deposits: 239–251; Lancaster.

Cuffey, R. J. (1985): Expanded reef-rock textural classification and the geologic history of bryozoan reefs. – Geology, **13**: 307–310, 1 Abb.; Boulder.

Cuffey, R. J. (1988): Lock Haven coral-bryozoan reef, Middle Silurian, Pennsylvania. – In: Geldsetzer, H. H. J., James, N. P. & Tebbutt, G. E. (Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 285–287, 2 Abb.; Calgary.

Cuffey, R. J. & Copper, P. (1988): Honora Bay bryozoan bioherms, Lower Silurian, Manitoulin Island, Ontario. – In: Geldsetzer, H. H. J., James, N. P. & Tebbutt, G. E. (Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 290–292, 2 Abb.; Calgary.

Cumings, E. R. (1930): List of species from the New Corydon, Kokoma, and Kenneth formations of Indiana, and from reefs in the Mississinewa and Liston Creek formations. – Proc. Indiana Acad. Sci., **39**: 204–211; Indianapolis.

Cumings, E. R. (1932): Reefs or bioherms?. – Bull. Geol. Soc. America, **43**: 331–352; New York.

Cumings, E. R. & Shrock, R. R. (1928): Niagaran coral reefs of Indiana and adjacent states and their stratigraphic relations. – Bull. Geol. Soc. America, **39**: 579–620, 12 Abb.; New York.

Dabrio, C. J., Esteban, M. & Martin, J. M. (1981): The coral reef of Nijar, Messinian (Uppermost Miocene), Almeria Province, S.E. Spain. – J. Sed. Petrol., **51** (2): 521–539, 16 Abb.; Tulsa.

D'Argenio, B., Ferreri, V. & Violante, C. (1991): Fresh water algae and archaeology; the case of the ancient town of Paestum. – Abstr. 5th. Int. Symp. Fossil Algae, Posters: 2; Capri.

Darwin, C. R. (1842): The structure and distribution of Coral Reefs. – 214 S., Abb., 3 Taf.; London (Smith, Elder & Co.).

Davies, G. R. (1970): Carbonate bank sedimentation, Eastern Shark Bay, Western Australia. – AAPG, Mem., **13**: 85–168, 33 Abb., 5 Tab.; Tulsa.

Davies, G. R., Nassichuk, W. W. & Beauchamp, B. (1988a): Upper Carboniferous „Waulsortian" reefs, Canadian Arctic Archipelago. – In: Geldsetzer, H. H. J., James, N. P. & Tebbutt, G. E. (Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 658–666, 11 Abb.; Calgary.

Davies, G. R., Edwards, D. E. & Flach, P. (1988b): Lower Carboniferous (Mississippian) Waulsortian reefs in the Seal area of North-Central Alberta. – In: Geldsetzer, H. H. J., James, N. P. & Tebbutt, G. E. (Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 643–648, 5 Abb.; Calgary.

Decrouez, D. (1989): Generic ranges of Foraminiferida. – Rev. Paléobiol., **8** (1): 263–321; Genève.

Dehorne, Y. (1920): Les Stromatoporoidés des terrains sécondaires. – Mém. serv. à l'explic. carte géol. France, 170 S., 17 Taf.; Paris.

Delamette, M. (1990): Aptian, Albian and Cenomanian microbialites from the condensed phosphatic deposits of the Helvetic shelf, Western Alps. – Eclogae geol. Helv., **83** (1): 99–121, 21 Abb.; Basel.

Demarcq, H. & Demarcq, G. (1992): Le biostrome a *Crassostrea gasar* (Bivalvia) de l'Holocene du Sine-Saloum (Senegal); donnees nouvelles et interpretation ecostratigraphique. – Geobios, **25** (2): 225–249, 9 Abb.; Lyon.

Desrochers, A. & Bourque, P. A. (1988): Lower Silurian biostromes and bioherms of Southern Gaspe, Quebec Appalachians. – In: Geldsetzer, H. H. J., James, N. P. & Tebbutt, G. E. (Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 299–303, 5 Abb.; Calgary.

Detraz, H. (1989): Evolution paléogéographique de la marge jurassienne de la Tethys entre Chartreuse et Morcles (Alpes occidentales franco-suisses et Jura méridional) du Tithonique au Valanginien: tectonique synsédimentaire et eustatisme. – Publ. Dep. Géol. Paléont. Univ. Genève, **7**, 227 S., 66 Abb., 12 Tab.; Genève.

DROMART, G. (1992): Jurassic deep-water microbial biostromes as flooding markers in carbonate sequence stratigraphy. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **91**: 219–228, 4 Abb.; Amsterdam.

DUNBAR, C. O. & RODGERS,J. (1957): Principles of stratigraphy. – 356 S., 123 Abb., 21 Tab.; New York (Wiley & Sons).

DUNHAM, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. – In: HAM, W. E. (Hrsg.): Classification of carbonate rocks – a symposium. – AAPG, Mem. **1**: 108–121, 1 Tab., 7 Taf.; Tulsa.

DUNHAM, R. J. (1969): Vadose pisolite in the Capitan reef (Permian), New Mexico and Texas. – In: FRIEDMANN, G. M. (Hrsg.): Depositional environments in carbonate rocks. A symposium. – SEPM, Spec. Publ., **14**: 182–191, 22 Abb.; Tulsa.

DUNHAM, R. J. (1970): Stratigraphic reefs versus ecologic reefs. – Bull. AAPG, **54** (10): 1931–1932, 1 Abb.; Tulsa.

DU PLESSIS, C. P. (1987): A stromatolite bed in the Early Proterozoic Bufflesfontein Group, Thabazimbi area. – Ann. geol. Surv. S. Afr., **21**: 59–64, 3 Abb., 1 Tab.; Pretoria.

DUPONT, E. (1863): Sur le calcaire carbonifère de la Belgique et du Hainaut francais. – Bull. Acad. Roy. Belgique, Sér. **2**, **15** (1): 86; Brüssel.

DUPONT, E. (1881): Sur l'origin des calcaires dévoniens de la Belgique. – Bull. Acad. Roy. Belgique, Cl. Sci., Sér. **3**, **2**: 264–280; Brüssel.

ECKSTALLER, W. (1993): Fazielle Entwicklung und palökologische Interpretation der flachmarinen oberkretazischen Serien (Campan-Maastricht) des Gebietes zwischen Alcira und Tabernes de la Valldigna (Prov. Valencia, SE-Spanien) Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München, 88 S., München.

ECKSTALLER, W., HERM, D., HÖFLING, R. & PONS, J. M. (1991): Facies del Cretácico superior en el Bc. de la Casella, SE de Alcira, Prov. de Valencia (Dominio Iberico). – Resum. III. Coloquio del Cretacico de Espana: 27; Morella.

EDMOND, J. M. & von DAMM, K. L. (1992): Hydrothermal activity in the deep sea. – Oceanus, **35** (1): 76–81, 5 Abb.; Woodshole.

EICHMÜLLER, K. (1985): Die Valdeteja Formation: Aufbau und Geschichte einer oberkarbonischen Karbonatplattform (Kantabrisches Gebirge, Nordspanien). – Facies, **13**: 45–154, 24 Abb., 11 Tab., Taf. 9–20; Erlangen.

EINSELE, G. (1992): Sedimentary basins. Evolution, facies and sediment budget. – 628 S., 269 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).

ELIUK, L. & LEVESQUE, R. (1988): Earliest Cretaceous sponge reef mounds, Nova Scotia Shelf (Shell Demascota G-32). – In: GELDSETZER, H. H. J., JAMES, N. P. & TEBBUTT, G. E. (Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 713–720, 4 Abb.; Calgary.

ENOS, P. (1974): Reefs, platforms, and basins of Middle Cretaceous in Northeastern Mexico. – Bull. AAPG, **58** (5): 800– 809, 9 Abb.; Tulsa.

ERRENST, CHR. (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, 20 Abb., 12 Taf.; Stuttgart.

EVANS, J. W. (1969): Borers in the shell of the sea scallop, *Placopecten magellanicus*. – Am. Zoologist, **9**: 775–782, 13 Abb., 1 Tab.; Utica.

FAGERSTROM, J. A. (1984): The ecology and paleoecology of the Sclerospongiae and Sphinctozoa (sensu stricto): a review. – Proc. 4th Int. Symp. Fossil Cnidaria. – Palaeontogr. Am., **54**: 370–381, 5 Abb., 2 Tab.; Ithaca.

FAGERSTROM, J. A. (1985): Comparison of processes and guild structures in Holocene and ancient reef communities. – Proc. 5th Int. Coral Reef Congr. Tahiti, **2**: 126; Moorea (Frz. Polynesien).

FAGERSTROM, J. A. (1987): The evolution of reef communities. – 600 S., Abb., Tab., 51 Taf.; New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore (WILEY).

FAGERSTROM, J. A. (1988): A structural model for reef communities. – Palaios., **3** (2): 217–220, 1 Tab.; Tulsa.

FAGERSTROM, J. A. (1991): Reef-building guilds and a checklist for determinig guild membership. A new approach for study of communities. – Coral. Reefs, **10** (1): 47–52, 1 Tab.; Berlin, Heidelberg.

FAIRCHILD, I. J. & HERRINGTON, P. M. (1989): A tempestite-stromatolite-evaporite association (Late Vendian, East Greenland): a shoreface-lagoon model. – Precambrian Res., **43**: 101–127, 15 Abb.; Amsterdam.

FAN, J., MA, X., ZHANG, Y. & ZHANG, W. (1982): The Upper Permian reefs in West Hubei, China. – Facies, **6**: 1–14, 4 Abb., Taf. 1–2; Erlangen.

FAN, J. & ZHANG, W. (1985): Sphinctozoans from Late Permian reefs of Lichuan, West Hubei, China. – Facies, **13**: 1–44, 6 Abb., Taf. 1–8; Erlangen.

FANNIN, N. G. T. (1969): Stromatolites from the Middle Old Red Sandstone of Western Orkney. – Geol. Mag., **106** (1): 77–88, 5 Abb., Taf. 7; Hertford.

FELIX, J. (1903): Studien der korallenführenden Schichten der oberen Kreideformation in den Alpen und den Mediterrangebieten. Teil 1: Die Anthozoen der Gosauschichten in den Ostalpen. – Palaeontographica, **49**: 163–359, 25 Taf.; Stuttgart.

FELIX, J. (1908): Studien über die Schichten der oberen Kreideformation in den Alpen und den Mediterrangebieten. II. Teil: Die Kreideschichten der Gosau. – Palaeontographica, **54**: 251–339, 5 Abb., 9 Tab., Taf. 25–26; Stuttgart.

FENTON, C. L. & FENTON, M. A. (1933): Algal reefs or bioherms in the Belt Series of Montana. – Bull. Geol. Soc. America, **44**: 1135–1142, 2 Abb., Taf. 57; New York.

FERAY, D. E., HEUER, E. & HEWATT, W. G. (1962): Biological, genetic, and utilitarian aspects of limestone classification. – In: HAM, W. E (Hrsg.): Classification of carbonate rocks – a symposium. – AAPG, Mem. **1**: 20–32, 3 Abb.; Tulsa.

FISCHER, P. (1964): Geologisch-mikropaläontologische Untersuchungen in der Unteren Gosau von Brandenberg in Tirol. – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **4**: 127–144, 2 Abb.; München.

FISCHER, R., GALLI OLIVER, C. & REITNER, J. (1989): Skeletal structure, growth, and paleoecology of the patch reefbuilding polychaete worm *Diplochaetetes mexicanus* WILSON, 1986 from the Oligocene of Baja California (Mexico). – Geobios, **22** (5): 761–775; 2 Abb., 4 Taf.; Lyon.

FLAJS, G. & HÜSSNER, H. (1992): Stromatactis – Mud Mounds. – Ber. 2. Schwerpunktkoll. „Globale u. regionale Steuerungsprozesse biogener Sedimentation", 2 S.; Neustadt/Weinstraße.

FLOQUET, M. (1982): Un modèle de comblement de plate-forme interne carbonatée: Santonien supérieur-Campanien des Chaines Ibériques Nord. – Cretaceous Research, **3**: 69–81, 7 Abb.; London.

FLOQUET, M. & MONTY, CL. (1980): Stromatolites et laminations cyanobactériennes dans le Crétacé supérieur du NE de la Meseta Ibérique. – Huit. Rénn. Ann. Sci. Terre, 1 S., 1 Abb.; Marseille.

FLÜGEL, E. (1969): Hydrozoen mit circumlamellarer Mikrostruktur aus den Gosau-Schichten (Senon) des Gosau-Beckens (Oberösterreich/Salzburg). – Verh. Geol. B.-A. **1969** (2): 126–131, 1 Taf.; Wien.

FLÜGEL, E. (Hrsg.) (1977): Fossil algae. – 375 S., 119 Abb., 32 Taf.; Berlin, Heidelberg (Springer).

FLÜGEL, E. (1978): Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken. – 454 S., 68 Abb., 57 Tab., 33 Taf.; Heidelberg (Springer).

FLÜGEL, E. (1981): Palaeoecology and facies of Upper Triassic reefs in the Northern Calcareous Alps. – In: TOOMEY, D. F. (Hrsg.): European fossil reef models. – SEPM, Spec. Publ., **30**: 291–359, 26 Abb., 15 Tab.; Tulsa.

FLÜGEL, E. (1982): Evolution of Triassic reefs: current concepts and problems. – Facies, **6**: 297–328, 7 Abb.; Erlangen.

FLÜGEL, E. (1989a): Typen und wirtschaftliche Bedeutung von Riffkalken. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A. (Festband O. M. FRIEDRICH), **10**: 25–32, 4 Abb.; Wien.

FLÜGEL, E. (1989b): „Algen/Zement"-Riffe. – Arch. f. Lagerst. forsch. Geol. B.-A. (Festband O. M. FRIEDRICH), **10**: 125– 131; Wien.

FLÜGEL, E. & FLÜGEL-KAHLER, E. (1992): Phanerozoic reef evolution: basic questions and data base. – Facies, **26**: 167–278, 14 Abb.; Erlangen.

FLÜGEL, E. & KRAINER, K. (1992): Allogenic and autogenic controls of reef mound formation: Late Carboniferous auloporid coral buildups from the Carnic Alps, Italy. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **185** (1): 39–62, 9 Abb.; Stuttgart.

FÖLLMI, K. B. (1989): Evolution of the Mid-Cretaceous Triad. Platform carbonates, phosphatic sediments, and pelagic carbonates along the Northern Tethys margin. – Lecture Notes in Earth Sciences, **23**, 153 S., 57 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).

FÖRSTER, R. & SCHAIRER, G. (1987): Faunen- und Faziesanalyse der oberjurassischen Algen-Schwamm-Bioherms von Biburg, Frankenalb. – Jber. u. Mitt. Freunde Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **15**: 14–32, 3 Abb., 2 Taf.; München.

FÖRSTER, R. & WACHENDORF, H. (1977): Stromatolithes from the Precambrian Transvaal Dolomite of NE-Transvaal, South Africa. – In: FLÜGEL, E. (Hrsg.): Fossil Algae: 66–73, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Berlin, Heidelberg (Springer).

FOIS, E. & GAETANI, M. (1984): The recovery of reef-building communities and the role of cridarians in carbonate sequences of the Middle Triassic (Arisian) in the Italian Dolomites. – In: OLIVER, W. A. JR., SANDO, W. J., CAIRNS, ST. D., COATES, A. G., MACINTYRE, I. G., BAYER, F. M. & SORAUF, J. E. (Hrsg.): Recent advances in the paleobiology and geology of the Cridaria. – Palaeontographica Americana, **54**: 191–200, 11 Abb.; Ithaca.

FOLK, R. L. (1962): Spectral subdivision of limestone types. – In: HAM, W. E. (Hrsg.): Classification of carbonate rocks-a symposium. – AAPG, Mem. **1**: 62–84, 7 Abb., 3 Tab., 1 Taf.; Tulsa.

FOSTER, A. B. (1979): Environmental variation in a fossil scleractinian coral. – Lethaia, **12**: 245–264, 12 Abb., 6 Tab.; Oslo.

FOSTER, A. B. (1985): Variation within coral colonies and its importance for interpreting fossil species. – J. Paleont., **59** (6): 1359–1381, 8 Abb., 9 Tab.; Tulsa.

FREY, E. (1925): Zur Geologie des südöstlichen Neuenburger Jura. – Beitr. geol. Kte. Schweiz, N.F., **55**, 98 S., 3 Taf.; Basel.

FREYTET, P. & PLAZIAT, J.-C. (1982): Continental carbonate sedimentation and pedogenesis – Late Cretaceous and Early Tertiary of Southern France. – Contr. Sedimentology, **12**, 213 S., 59 Abb., 49 Taf.; Stuttgart.

FRIEDMAN, G. M. & SANDERS, J. E. (1978): Principles of sedimentology. – 792 S., zahlr. Abb.; New York (J. Wiley & Sons).

FRIEDMAN, G. M., ARKIN, Y. & AHARONI, E. (1979): Patch or pinnacle reefs of Cretaceous age exposed on western margin of Dead Sea (Israel). – Sedimentology, **26**: 143–149, 4 Abb.; Amsterdam.

FRÖHLER, M. & BECHSTÄDT, TH. (1992): Calcimicrobial-archaeocyathan buildups at the instable northwestern platform margin of the Lower Cambrian Gonnesa Formation, SW-Sardinia (Italy). – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1992** (5): 267– 278, 5 Abb.; Stuttgart.

FROST, S. H. (1981): Oligocene reef coral biofacies of the Vicentin, Northeastern Italy. – In: TOOMEY, D. F. (Hrsg.): European fossil reef models. – SEPM Spec. Publ., **20**: 483– 539, 19 Abb., 1 Tab.; Tulsa.

FÜCHTBAUER, H.(Hrsg.)(1988): Sedimente und Sedimentgesteine. – Sediment-Petrologie II, 4 Aufl., 1141 S., 660 Abb., 113 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).

FÜCHTBAUER, H. & TISLJAR, J. (1975): Peritidal cycles in the Lower Cretaceous of Istria (Yugoslavia). – Sediment. Geol., **14**: 219–233, 5 Abb., 2 Tab.; Amsterdam.

FÜRSICH, F. T. & WERNER, W. (1991): Palaeoecology of coralline sponge – coral meadows from the Upper Jurassic of Portugal. – Paläont. Z., **65** (1/2): 35–69, 18 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

GAILLARD, CH. (1983): Les biohermes á spowgiares et leur environment dans l'Oxfordien du Jura méridional. – Doc. Lab. Geol. Lyon, Rapp. ann., **90**, 515 S., 187 Abb., 42 Taf.; Lyon.

GAILLARD, CH., BOURSEAU, J. P., BOUDEULLE, M., PAILLERET, P., RIO, M. & ROUX, M. (1985): Les pseudobiohermes de Beauvoisin (Drome): un site hydrothermal sur la marge téthy- sienne a l'Oxfordien?. – Bull. Soc. Géol. France **(8), I., n°1:** 69–78, 5 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Paris.

GAILLARD, CH. & ROLIN, Y. (1988): Relation entre tectonique synsédimentaire et pseudobiohermes (Oxfordien de Beauvoisin-Drome-France). Un argument supplémentaire pour interpréter les pseudobiohermes comme formés au droit de sources sous-marines. – C.R. Acad. Sci. Paris, **307**, sér. II: 1265–1270, 2 Abb.; Paris.

GAILLARD, CH., RIO, M., ROLIN, Y. & ROUX, M. (1992): Fossil chemosynthetic communities related to vents or seeps in sedimentary basins: the pseudobioherms of Southeastern France compared to other world examples. – Palaios., **7** (4): 451–465, 11 Abb., 2 Tab.; Tulsa.

GARCIA-MONDEJAR, J. & FERNANDEZ-MENODIOLA, P. A. (1990): Comparative study of carbonate mounds in the context of systems tract analysis: Albian of Soba, Northern Spain. – Abstr. 13th Int. Sed. Congr., 181; Nottingham.

GEBELEIN, C. D. (1976): Open marine subtidal and intertidal stromatolites (Florida, The Bahamas and Bermuda). – In: WALTER, M. R. (Hrsg.): Stromatolites. – Developm. Sed., **20**: 381–388, 2 Abb., ; Amsterdam.

GELDSETZER, H. H. J, JAMES, N. P. & TEBBUTT, G. E. (Hrsg.)(1988): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem.,**13**, 775 S., zahlr. Abb., Tab., Taf.; Calgary.

GERDES, G. & KRUMBEIN, W. E. (1987): Biolaminated deposits. – Lecture Notes Earth Sci., **9**, 183 S., 43 Abb., 11 Tab.; Berlin, Heidelberg (Springer).

GEYER, O. F. (1973): Grundzüge der Stratigraphie und Fazieskunde. 1. Paläontologische Grundlagen I; das geologische Profil; Stratigraphie und Geochronologie. – 279 S., 166 Abb., 7 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).

GEYER, O. F. (1977): Die „Lithiotis-Kalke" im Bereich der unterjurassischen Tethys. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh.,**153** (3): 304–340, 10 Abb.; Stuttgart.

GILBERT, G. K. & GULLIVER, F. P. (1895): Tepee Buttes. – Bull. Geol. Soc. America, **6**: 333–342, 7 Abb., Taf. 17; Rochester.

GILI FOLCH, E. (1984): Interaccions sedimentològiques i biològiques a les formacions calcàries de rudistes (Bivalvia) de les Collades de Basturs (Cretaci superior, zona sudpirinenca central). – Resum de Tesi Doctoral, Univ. Autònoma de Barcelona, Departament de Paleontologia: 42 S., 14 Abb.; Bellaterra.

GILI, E. & PONS, J. M. (1988): Distribución ecológica de los rudistas (Bivalvia) en Les Collades de Basturs. – Com. Segundo Congr. Geol. Espana, Granada, **1**: 285–288, 1 Tab.; Granada.

GILL, G. (1977): Essai de regroupement des Stylines (Hexacoralliaires) d'après la morphologie des bords internes de leurs septes. – Mém. B.R.G.M., **89**: 283–295, 3 Abb., 5 Taf.; Paris.

GINSBURG, R. N. & SCHROEDER, J. H. (1973): Growth and submarine fossilization of algal cup reefs, Bermuda. – Sedimentology, **20**: 575–614, 26 Abb., 2 Tab.; Amsterdam.

GISCHLER, E., WELLER, H. & WEYER, D. (1991): Devonian reefs of the Harz Mountains, Germany. – Excursion-Guidebook, Exc.A4, VI. Int. Symp. Fossil Cnid., 104 S., zahlr. Abb.; Münster.

GÖHNER, D. (1980): „Covel dell'Angiolono" – ein mittelliassisches *Lithiotis*-Schlammbioherm auf der Hochebene von Lavarone (Provinz Trento, Norditalien). – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1980** (10): 600–619, 7 Abb.; Stuttgart.

GOLUBIC, S. (1976): Organisms that build stromatolites. – In: WALTER, M. R. (Hrsg.): Stromatolites – Developments in sedimentology, vol. **20**: 113–126, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Amsterdam (Elsevier).

GRABAU, A. W. (1913): Principles of stratigraphy. – 2 Bde., 1185 S., Abb.; New York (A.G. Seiler & Co.).

GRAM, R. (1968): A Florida Sabellariidae reef and its effect on sediment distribution. – J. Sed. Petrol., **38** (3): 863–868, 3 Abb., 3 Tab.; Tulsa.

Greiner, G. O. G. (1974): Environmental factors controlling the distribution of recent benthonic foraminifers. – Breviora, **420**: 1–35; Cambridge, Mass.

Grosheny, D. & Philip, J. (1989): Dynamique biosédimentaire de bancs à nudistes dans un environement pérideltaique: la formation de la Cadière d'Azur (Santonien, SE France). – Bull. Soc. géol. France, (**8**), **V (6)**: 1253–1269, 4 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Paris.

Guarnieri, G., Laviano, A. & Pieri, P. (Hrsg.) (1990): The Second International Conference on Rudist. Guidebook Ostuni. – 49 S., 9 Abb., 9 Taf.; Bari (Dip. Geol. Geofis. Univ. Bari).

Guilcher, A. (1988): Coral reef geomorphology. – 228 S., 155 Abb., 1 Tab.; Chichester (J. Wiley & Sons).

Gušić, I. & Jelaska, V. (1990): Upper Cretaceous stratigraphy of the Island of Brač within the geodynamic evolution of the Adriatic carbonate platform. – Jugosl. akad. znan. umjetn.,Inst. geol. istraziv., OOUR za geol., **69**, 160 S., 22 Abb., 20 Taf.; Zagreb [serbokroat., engl. Zusfssg.].

Haas, J. (1979): The Ugod Limestone Formation (Senonian rudist limestone) in the Bankony Mountains. – Ann. Inst. Geol. Publ. Hungarici, **LXI**, 171 S., 37 Abb., 2 Tab., 11 Taf.; Budapest (ungar.).

Haas, J. (1980): Sedimentological analysis and environmental interpretation of a Senonian rudist limestone formation. – Abstr. 1st IAS Europ. Mtg.: 199–202, 2 Abb.; Bochum.

Hagdorn, H. (1978): Muschel/Krinoiden-Bioherme im Oberen Muschelkalk (mo 1, Anis) von Crailsheim und Schwäbisch Hall (Südwestdeutschland). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **156** (1): 31–86, 25 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.

Hagdorn, H. & Simon, Th. (1985): Geologie und Landschaft des Hohenloher Landes. – Forsch. aus Württembergisch Franken, **28**, 186 S., 125 Abb., 1 Tab., 1 Beil.; Sigmaringen (Thor- becke).

Hairston, N. G. (1981): An experiment test of a guild: salamander competition. – Ecology, **62** (1): 65–72, 5 Tab.; Durham.

Hallock, P. & Schlager, W. (1986): Nutrient excess and the demise of coral reefs and carbonate platforms. – Palaios, **1**: 389– 398, 2 Abb.; Tulsa.

Ham, W. E. & Pray, L. C. (1962): Modern concepts and classifications of carbonate rocks. – In: Ham, W. E. (Hrsg.): Classification of carbonate rocks – a symposium. – AAPG, Mem. **1**: 2–19, 1 Tab.; Tulsa.

Harland, T. L. (1981): Middle Ordovician reefs of Norway. – Lethaia, **14**: 169–188, 11 Abb., 4 Tab.; Oslo.

Hartshorne, P. M. (1989): Facies architecture of a Lower Cretaceous coral-rudist patch-reef, Arizona. – Cretaceous Research, **10**: 311–336, 20 Abb., 3 Tab.; London.

Heckel, P. H. (1972): Pennsylvanian stratigraphic reefs in Kansas, some modern comparisons and implications. – Geol. Rdsch., **61** (2): 584–598, 5 Abb.; Stuttgart.

Heckel, P. H. (1974): Carbonate buildups in the geologic record: a review. – In: Laporte, L. F. (Hrsg.): Reefs in time and space. Selected examples from the recent and ancient. – SEPM, Spec. Publ. **18**: 90–154, 9 Abb.; Tulsa.

Heckel, Ph. H. & Cocke, J. M. (1969): Phylloid algal-mound complexes in outcropping Upper Pennsylvanian rocks of Midcontinent. – Bull. AAPG, **53** (5): 1058–1074; 12 Abb.; Tulsa.

Hemleben, Ch. & Freels, D. (1977): Fossilführende dolomitisierte Plattenkalke aus dem „Muschelkalk superior" bei Montral (Prov. Tarragona, Spanien). – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **154** (2): 186–212, 19 Abb.; Stuttgart.

Henrich, R., Samtleben, Chr., Schäfer, P. & Zankl, H. (1992): Bildungsmechanismen borealer Flachwasserkarbonate und Ökologie ihrer Organismengemeinschaften. – Ber.2. Schwerpunktkoll. „Globale u. regionale Steuerungsprozesse biogener Sedimentation", 4 S.; Neustadt/Weinstraße.

Herb, R. (1984): Recifs a huitres recents et Miocènes. – In: Geister, J. & Herb, R. (Hrsg.): Géologie et paléoécologie des récifs: 22.1. –22.12., 11 Abb.; Bern [Inst. Géol. de l'univ.].

Herm, D. (1957): Die Schichten der Gosau und des Alttertiärs im Becken von Reichenhall und in seinem südlichen und westlichen Randbereich. – Unveröff. Dipl.Arb. TH München, 105 S., 32 Taf. , 7 Ktn.; München.

Herm, D. (1977): Zyklische Regression-Sedimentation und Fossil-Vergesellschaftungen in der Gosau (Santonium) von Brandenberg/Tirol. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **17**: 257–277, 5 Abb.; München.

Herm, D., Kauffman, E. G. & Wiedmann, J. (1979): The age and depositional environment of the „Gosau"-Group (Coniacian-Santonian), Brandenberg/Tirol, Austria. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **19**: 27–92, 11 Abb., 1 Tab., Taf. 5–11; München.

Hertweck, G. (1975): Taucharbeiten in den Secche della Meloria vor der Küste von Livorno (Italien). – Nat. u. Mus., **105** (10): 261–267, 8 Abb.; Frankfurt/Main.

Hewitt, M. C. & Cuffey, R. J. (1985): Lichenaliid-fistuliporoid crust-mounds (Silurian, New York-Ontario), typical Early Paleozoic bryozoan reefs. – Proc. 5th Int. Coral Reef Congr., Vol. **2**: 174; Tahiti.

Höfling, R. (1985): Faziesverteilung und Fossilvergesellschaftungen im karbonatischen Flachwasser-Milieu der alpinen Oberkreide (Gosau-Formation). – Münchner Geowiss. Abh., **(A)**, **3**, 241 S., 55 Abb., 18 Taf.; München.

Höfling, R. (1989): Substrate-induced morphotypes and intraspecific variability in Upper Cretaceous scleractinians of the eastern Alps (West Germany, Austria). – Mem. Ass. Australas. Palaeontols., **8**: 51–60, 6 Abb., 2 Tab.; Brisbane.

Höfling, R. & Moussavian, E. (1991): Paleocene acervulinid foraminifera – their role as encrusting, rhodolith-forming reef-building organisms. – Abstr. 13th Int. Sed. Congr., 227–228; Nottingham.

Höfling, R. (i.Dr.): Rudist buildups and their associated palaeoenvironments in the Northern Calcareous Alps. – Proc. 1st. Int. Conf. Rudists; Belgrad.

Hölder, H. (1961): Das Gefüge eines **Placunopsis**-Riffs aus dem Hauptmuschelkalk. – Jber. u. Mitt. oberh. geol. Ver., N.F. **43**: 41–48, 2 Abb., Taf. 2; Stuttgart.

Hoffman, P. (1974): Shallow and deepwater stromatolites in Lower Proterozoic platform-to-basin facies change, Great Slave Lake, Canada. – Bull. AAPG, **58** (5): 856–867, 17 Abb.; Tulsa.

Hoffmann, M. & Krobicki, M. (1989): Oyster buildup within the disaerobic-facies mudstones (Middle Jurassic, example of benthic island colonization. – Ann. Soc. Geol. Polon., **59**: 299–330, 4 Abb., 1 Tab., 9 Taf.; Warschau.

Hofker, J. (1965): Foraminifera from the Cretaceous of South- Limburg, Netherlands. LXXVII: Arenaceous foraminifera attached to the walls of holes in the hard grounds of the Lower Md. in the quarry Curfs. – Natuurhist. Maandblad, **54** (1): 29–32, 10 Abb.; Maastricht.

Hofmann, H. J. (1975): Stratiform Precambrian stromatolites, Belcher Islands, Canada: relations between silicified microfossils and microstructure. – Amer. J. Sci., **275**: 1121–1132, 1 Abb., 4 Taf.; New Haven.

Hottinger, L. (1983): Neritic macroid genesis, an ecological approach. – In: Peryt, T. M. (Hrsg.): Coated grains: 38–55, 30 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).

Howe, M. A. (1912): The building of „coral" reefs. – Science, n.s., **35**: 837–842; Washington.

Hubbard, J. A. E. (1972): Stromatolitic fabric: a petrographic model. – 24th IGC, Sect. **7**: 380–396, 2 Abb., 2 Tab., 2 Taf.; Montreal.

Hughson, R. C. & Stearn, C. W. (1988): Upper Silurian reefal facies of the Memphremagog-Marbleton area, Eastern Townships, Quebec Appalachians. – In: Geldsetzer, H. H. J, James, n. P. & Tebbutt, G. E. (Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 306–315, 6 Abb., 2 Taf.; Calgary.

Humboldt, A. von (1805): Essai sur la géographie des plautes; accompagné d'un tableau physique des régions equinoxides. – 155 S.; Paris (Levrault, Schoell & Cie.).

Iannone, A. & Laviano, A. (1980): Studio stratigrafico e paleoambientale di una successione Cenomaniano-Turoniana (Calcare di Bari) affiorante presso Ruvo di Puglia. – Geol. Rom., **19**: 209–230, 33 Abb.; Rom.

Icole, M., Masse, J.-P., Perinet, G. & Taieb, M. (1990): Pleistocene lacustrine stromatolites, composed of calcium carbonate, fluorite, and dolomite, from Lake Natron, Tanzania: depositional and diagenetic processes and their paleoenvironmental significance. – Sediment. Geol., **69**: 139–155, 16 Abb., 4 Tab.; Amsterdam.

Jackson, J. B. C. (1979): Morphological strategies of sessile animals. – In: Larwood, G. & Rosen, B. R. (Hrsg.): Biology and systematics of colonial organisms. – Syst. Assoc. Spec. Vol. **11**: 499–555, 13 Abb., 13 Tab.; London, New York (Academic Press).

James, N. P. (1979): Reefs. – In: Walker, R. G. (Hrsg.): Facies models. – Geosci. Canada, Repr. Ser. **1**: 121–133, 16 Abb.; Waterloo.

James, N. P. (1983): Reef environment. – In: Scholle, P. A., Bebout, D. G. & Moore, C. H.(Hrsg.): Carbonate depositional environments. – AAPG, Mem. **43**: 345–440, 204 Abb.; Tulsa.

James, N. P. & Geldsetzer, H. H. J. (1988): Reefs – Canada and adjacent areas. Introduction. – In: Geldsetzer, H. H. J., James, N. P. & Tebbutt, G. E. (eds.): Reefs, Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem. **13**: 1–8, 4 Tab.; Calgary.

James, N. P. & Kobluk, D. R.(1978): Lower Cambrian patch reefs and associated sediments: southern Labrador, Canada. – Sedimentology, **25**: 1–35, 12 Abb., 1 Tab.; Amsterdam.

James, N. P. & Klappa, C. F.(1988): Lithistid sponge bioherms, early Middle Ordovician, Western Newfoundland. – In: Geldsetzer, H. H. J., James, N. P. & Tebbutt, G. E. (eds.): Reefs, Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem. **13**: 196–200, 7 Abb.; Calgary.

James, N. P., Wray, J. L. & Ginsburg, R. N. (1988): Calcification of encrusting aragonitic algae (Peyssonneliaceae): implications for the origin of Late Paleozoic reefs and cements. – J. Sed. Petrol., **58** (2): 291–303, 22 Abb., 3 Tab.; Tulsa.

Jankicevic, J. (1979): L'Urgonien de la partie médiane des Carpatho-Balkanides Yougaslaves (Serbie orientale). – Géobios, Mém. spec., 3: 177–182, 3 Abb.; Lyon.

Jefferson, C. W. & Young, G. M. (1988): Late Proterozoic orange –weathering stromatolite biostrome, Mackenzie Mountains and Western Arctic Canada. – In: Geldsetzer, H. H. J., James, N. P. & Tebbutt, G. E. (eds.): Reefs, Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem. **13**: 72–80, 5 Abb.; Calgary.

Jelaska, V. (1985): Changes of depositional environment as causal factors in development of facial variability: an example from the Late Senonian Limestones on the Island of Brač (Yugoslavia). – Geol. Vjesnik, **38**: 35–44, 2 Abb., 1 Taf.; Zagreb.

JOHNSON, C. C., COLLINS, L. S. & KAUFFMAN, E. G. (1988): Rudistid biofacies across the El Abra Formation (Late Albian (?), Early-Middle Cenomanian), Northeastern Mexico. – Trans. 11th Caribbean Geol. Conf.: 1:1–1:12, 11 Abb., 2 Tab.; Barbados.

JOHNSON, J. H. (1961): Limestone-building algae and algal limestones. – 297 S., 139 Taf.; Golden (Colorado).

JUNGHAN, F. (1992): Geologische Kartierung der Küstenkordillere zwischen Alcira und Tabernes de Valldigna (Prov. Valencia, Ostspanien). – Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München; 49 S., München.

KADOLSKY, D. & KOCH, R. (1988): Pseudoriffe im Landschneckenkalk und in den tieferen Oberen Cerithienschichten (Oberoligozän) des Mainzer Beckens. – Geol. Jb., **A 110**: 135– 163, 17 Abb., 2 Tab.; Hannover.

KAH, L. C. & GROTZINGER, J. P. (1992): Early Proterozoic (1.9 Ga) thrombolites of the Rocknest Formation, Northwest Territories, Canada. – Palaios, **7** (3): 305–315, 7 Abb.; Tulsa.

KALKOWSKY, E.(1908): Oolith und Stromatolith im norddeutschen Buntsandstein. – Z. Dt. geol. Ges., **60**: 68–125, 3 Abb., Taf. 4–11; Berlin.

KANO, A. (1988): Facies and depositional conditions of a carbonate mound (Tithonian-Berriasian, SW-Japan). – Facies, **18**: 27–48, 12 Abb., Taf. 4–5; Erlangen.

KAUFFMAN, E. G. & SOHL, N. F. (1974): Structure and evolution of Antillean Cretaceous rudist frameworks. – Verhandl. Naturf. Ges. Basel, **84** (KUGLER-Festschr.): 399–467, 27 Abb.; Basel.

KAUFFMAN, E. G., JOHNSON, C. C., COATES, A. G. & SOHL, N. F. (1989): A field guide to the Cretaceous carbonate platforms and rudistid reefs of Jamaica. – 93 S., zahlr. Abb., Tab.; Boulder (Univ. Colorado Geol. Sciences Publ.).

KAUMANNS, M.(1962): Zur Stratigraphie und Tektonik der Gosauschichten. II. Die Gosauschichten des Kainachbekkens. – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., **171** (1): 289–314, 8 Abb., 3 Taf.; Wien.

KAZMIERCZAK, J. (1974): Lower Cretaceous sclerosponge from the Slovakian Tatra Mountains. – Palaeontology, **17** (2): 341–347, 2 Taf.; London.

KAZMIERCZAK, J. (1979): Sclerosponge nature of chaetetids evidenced by spiculated *Chaetetopsis favrei* (DENINGER 1906) from the Barremian of Crimea. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1979** (2): 97–108, 4 Abb.; Stuttgart.

KEMPE, S. & KAZMIERCZAK, J. (1990): Chemistry and stromatolites of the sea-linked Satonda Crater Lake, Indonesia: a recent model for the Precambrian sea?. – Chemical Geology, **81**: 299–310, 4 Abb., 1 Tab.; Amsterdam.

KEMPE, S., KAZMIERCZAK, J., LANDMANN, G., KONUK, T.,REIMER, A. & LIPP, A. (1991): Largest known microbiolites discovered in Lake Van, Turkey. – Nature, **349**: 605–608, 4 Abb., 1 Tab.; London.

KERSHAW, ST. (1987): Stromatoporoid-coral intergrowths in a Silurian biostrome. – Lethaia, **20:** 371–380, 9 Abb.; Oslo.

KERSHAW, ST.(1990): Stromatoporoid palaeobiology and taphonomy in a Silurian biostrome on Gotland, Sweden. – Palaeontology, **33** (3): 681–705, 12 Abb., 2 Tab.; London.

KERSHAW, ST. & WEST, R. R. (1991): Chaetetid growth form and its controlling factors. – Lethaia, **24** (3): 333–346, 7 Abb.; Oslo.

KERSHAW, ST. & RIDING, R. (1978): Parameterization of stromatoporoid shape. – Lethaia, **11** (3): 233–242, 14 Abb., 1 Tab.; Oslo.

KEUPP, H., KOCH, R. & LEINFELDER, R. (1990): Steuerungsprozesse der Entwicklung von Oberjura-Spongiolithen Süddeutschlands: Kenntnisstand, Probleme und Perspektiven. – Facies, **23**: 141–174, 8 Abb., Taf. 19–21; Erlangen.

KIDWELL, S. M., FÜRSICH, F. T. & AIGNER, T. (1986): Conceptual model for the analysis and classification of fossil concentrations. – Palaios, **1** (3): 228–238, 5 Abb., 1 Tab.; Tulsa.

KIRTLEY, D. W. & TANNER, W. F. (1968): Sabellariid worms: builders of a major reef type. – J. Sed. Petrol., **38** (1): 73–78, 5 Abb.; Tulsa.

KLEMENT, K. W. (1967): Practical classification of reefs and banks, bioherms and biostromes. – Bull. AAPG, **51** (1): 167–168; Tulsa.

KLOTZ, W. & LUKAS, V. (1988): Bioherme im Unteren Muschelkalk (Trias) Südosthessens. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1988** (11): 661–669, 4 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

KOCH, R., OGORELEC, B. & OREHEK, S. (1989): Microfacies and diagenesis of Lower and Middle Cretaceous carbonate rocks of NW-Yugoslavia (Slovenia, Trnovo Area). – Facies, **21**: 135–170, 6 Abb., Taf. 30–38; Erlangen.

KOCH, TH. & REITNER, J. (1989): Aufbau und Genese eines Slope Mud Mounds aus dem Mittelalb von La Gandara (Nordspanien). – Berliner geowiss. Abh., **(A), 106**: 243–265, 6 Abb., 7 Taf.; Berlin.

KOLLMANN, H. A. & SUMMESBERGER, H. (1982): WGCM-4th Meeting: Gosau basins in Austria. Excursions to Coniacian-Maastrichtian in the Austrian Alps. – 105 S., 26 Abb., 3 Tab.; Wien.

KONERTZ, K. (1987): Mikrofazies, stabile Isotope und Sedimentationsräume der Kreide im Helikon-Gebirge, Griechenland. – Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, **60**, 118 S., 44 Abb., 6 Taf.; Köln.

KRAUTTER, M. (1990): Der Oberjura von Calanda im nordöstlichen Keltiberikum (Provinz Ternel, Spanian). II. Die Schwammfazies im Kimmeridgium. – Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, **N.F.85**: 103–109, 3 Abb.; Stuttgart.

KRETZSCHMAR, M. (1982): Fossile Pilze in Eisenstromatolithen von Warstein (Rheinisches Schiefergebirge). – Facies, **7**: 237–260, 4 Abb., Taf. 32–35; Erlangen.

KRUMBEIN, W. C. & SLOSS, L. L. (1951): Stratigraphy and sedimentation. – 497 S., zahlr. Abb., Tab.; San Francisco (Freeman & Co.).

KRUMBEIN, W. E. (1983a): Biogene Lamination – Stromatolith und Biostrom. – Weltenburger Akademie, E. Rutte-Festschrift: 133–141; Kelheim, Weltenburg.

KRUMBEIN, W. E. (1983b): Stromatolites – the challenge of a term in space and time. – Precambrian Res., **20**: 493–531, 14 Abb., 2 Tab.; Amsterdam.

KRUMBEIN, W. E. (1987): Das Farbstreifen-Sandwatt. Bau, Funktion und Erdgeschichte von Mikrobenmatten. – In: GERDES, G., KRUMBEIN, W. E. & REINECK, H.-E. (Hrsg.): Mellum. Portrait einer Insel: 170–187, 8 Abb.; Frankfurt/Main (Kramer).

KRUMBEIN, W. E. & GIELE, C. (1979): Calcification in a coccoid cyanobacterium associated with the formation of desert stromatolites. – Sedimentology, **26**: 593–604, 9 Abb.; Am sterdam.

KRYLOV, I. N. (1976): Approaches to the classification of stromatolites. – In: WALTER, M. R. (Hrsg.): Stromatolites. – Developm. Sed., **20**: 31–43, 6 Abb.; Amsterdam.

KÜHLMANN, D. H. H. (1991): Rezente Korallenbänke als Sedimentationszentren im Mittelmeer und ihre Bedeutung als „missing link" zu Korallenriffen. Untersuchungen an **Caldocora**-Bänken. – Ber.2. Schwerpunktkoll. „Globale u. regionale Steuerungsprozesse biogener Sedimentation", 3 S.; Neustadt/Weinstraße.

KÜHLMANN, D. H. H., CHINTIROGLOU, H., KOUTSOUBAS, D. & KOUKOURAS, A. (1991): Korallenriffe im Mittelmeer?. – Naturwiss. Rundschau, **44**: 316; Stuttgart.

KÜHN, O. (1947): Zur Stratigraphie und Tektonik der Gosauschichten. – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl. Abt.I, **156**: 181–200; Wien.

KÜHN, O. (1965): Rudistenhorizonte in den Alpen. – Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., **11**: 245–256; Wien.

KUZNETSOV, V. (1990): The evolution of reef structures through time: importance of tectonic and biological controls. – Facies, **22**: 159–168, 5 Abb.; Erlangen.

LADD, H. S. (1944): reefs and other bioherms. – Natl. Res. Council, Div. Geol. Geogr., Ann. Reprt., **4** (appendix K): 26–29; Washington.

LADD, H. S. (1950): Recent reefs. – Bull. AAPG, **34** (2): 203–214, 8 Abb.; Tulsa.

LAGNY, PH. (1984): Milieu récifal et minéralisation plombozincifères. – In: GEISTER, J. & HERB, R. (Hrsg.): Géologie et paléoécologie des récifs. – 3ème Cycle Romand en Sciences de la Terre: 32.1–32–16, 13 Abb.; Bern (Inst. de Géologie de l'Université).

LANG, B..(1989): Die Schwamm-Biohermfazies der Nördlichen Frankenalb (Urspring; Oxford, Malm): Mikrofazies, Palökologie, Paläontologie. – Facies, **20**: 199–274, 26 Abb., 3 Tab., Taf. 58–66; Erlangen.

LANG, J. C., HARTMAN, W. D. & LAND, L. S. (1975): Sclerosponges: primary framework constructors on the Jamaican deep fore-reef. – J. Mar. Res., **33**: 223–231, 3 Abb., 1 Tab.; New Haven.

LARSONNEUR, C. (1994): The Bay of Mont-Saint-Michel: a sedimentation model in a temperate macrotidal environment. – Senckenb. maritima **24**: 3–63, 36 Abb., 1 Tab.; 4 Taf.; Frankfurt/Main.

LAPPARENT, A. F. DE, PHILIP, J., MARIE, P. & DUFAURE, PH. (1974): La Montagne de Parandaz et les transgressions crétacées en Afghanistan central. – Bull. Soc. Géol. France, (7), **XVI (3)**: 311–318, 4 Abb., 1 Taf.; Paris.

LAUGHBAUM, L. R. (1960): A paleoecologic study of the Upper Denton Formation, Tarrant, Denton, and Cooke Counties, Texas. – J. Paleont. **34** (6): 1183–1197, 3 Abb., 1 Tab.; Tulsa.

LECKIE, D.(1988): An *Ostrea*-Bioherm in the Cretaceous Notikewin Member, British Columbia. – In: GELDSETZER, H. H. J., JAMES, N. P. & TEBBUTT, G. E. (Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 736–737, 4 Abb.; Calgary.

LECOMPTE, M.(1937): Contribution à la connaissance des recifs du Devonien de l'Ardenne: sur la presence de structures conservees dans des efflorescences cristallines (stromatactis). – Bull. Mus. Royal Hist. Nat. Belgique, **13**: 1–14, 1 Abb., 2 Taf.; Brüssel.

LEE, C. W. (1983): Bivalve mounds and reefs of the Central High Atlas, Morocco. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **43**: 153–168, 13 Abb.; Amsterdam.

LEES, A. (1964): The structure and origin of the Waulsortian (Lower Carboniferous) „reefs" of West-Central Eire. – Philos. Trans. Royal Soc. London, **B, No.740, 247**: 483–531, 32 Abb., Taf. 6–8; London.

LEES, A. (1988): Waulsortian „reefs": the history of a concept. – Mém. Inst. géol. Univ. Louvain, **34**: 43–55, 2 Abb.; Louvain.

LEES, A., HALLET, K. & HIBO, D. (1985): Facies variation in Waulsortian buildups, Part 1: a model from Belgium. – Geol. J., **20**: 133–158; London.

LE HEGARAT, G. (1971): Le Berriasien du Sud-Est de la France.Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon, **43** (2): 309–576, Abb. 7–70, Tab. 32, Taf. 54–55; Lyon.

LEIGHTON, M. W. & PENDEXTER, C. (1962): Carbonate rock types. – In: HAM, W. E.(Hrsg.): Classification of carbonate rocks – a symposium. – AAPG, Mem. **1**: 33–61, 3 Abb., 2 Tab., 9 Taf.; Tulsa.

Leiss, O. (1988a): Die Kontrolle des Sedimentationsgeschehens und der Biofazies durch evolutive orogenetische Prozesse in den Nördlichen Kalkalpen am Beispiel von Gosauvorkommen (Coniac- Santon). – Documenta naturae, **43**, 95 S., 72 Abb., 18 Tab., 3 Taf.; München.

Leiss, O. (1988b): Die Stellung der Gosau (Coniac-Santon) im großtektonischen Rahmen (Lechtaler Alpen bis Salzkammergut, Österreich). – Jb. Geol. B. –A., **131** (4): 609–636, 8 Abb., 2 Tab.; Wien.

Liedholz, J. (1983): Helvetikum und nördliche Flyschzone im Allgäu westlich der Iller, an der Breitach und im Balderschwanger Tal (Exk. E.). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **65**: 61–83, 8 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.

Link, Th. A. (1950): Theory of transgressive and regressive reef (bioherm) development and origin of oil. – Bull. AAPG, **34** (2): 263–294, 18 Abb., 2 Taf.; Tulsa.

Loeblich, A. R. & Tappan, H. (1964): Protista.2. Sarcodina. Chiefly „Thecamoebians" and Foraminifera. – In: Treatise on Invertebrate Paleontology, C, 2 Bde., 900 S., 653 Abb.; New York, Lawrence (Univ. Kansas Press).

Logan, A. (1975): Ecological observations on the recent articulate brachiopod *Argyrotheca bermudana* Dall from the Bermuda Platform. – Bull. Mar. Sci., **25** (2): 186–204, 6 Abb., 2 Tab.; Miami.

Logan, B. W., Rezak, R. & Ginsburg, R. N.(1964): Classification and environmental significance of algal stromatolites. – J.Geol., **72**: 68–83, 5 Abb., 4 Taf.; Chicago.

Longman, M. W. (1981): A process approach to recognizing facies of reef complexes. – In: Toomey, D. F. (Hrsg.): European fossil reef models. – SEPM Spec. Publ., **30**: 9–40, 18 Abb., 4 Tab.; Tulsa.

Lowenstam, H. A. (1950): Niagaran reefs in the Great Lakes area. – J. Geol., **58**: 430–487, 11 Abb., 3 Taf.; Chicago.

Lucas, G. (1959): Deux exemples actuels de „biolithosores" construits par des Annélides. – Bull. Soc. Géol. Fr., **(7)**, **1**: 385–389, 8 Abb.; Paris.

Ludwick, J. C. & Walton, W. R. (1957): Shelf-edge calcareous prominences in northeastern Gulf of Mexico. – Bull.AAPG, **42**: 2054–2101, 19 Abb., 4 Tab.; Tulsa.

Lupher, R. L. (1941): Jurassic stratigraphy of Central Oregon. – Bull. Geol. Soc. America, **52**: 219–270, 3 Abb., 4 Taf.; Washington.

Lupu, D. (1973): Bemerkungen zur Rudistenfauna des Lattenberges (Gosaubecken von Reichenhall, Oberbayern). – Sitz.ber. Österr. Akad. Wiss., Mathem.-naturw. Kl., Abt.I, **181** (1–6): 51–70, 16 Abb., 5 Taf.; Wien.

Lutz, R. A. (1991): The biology of deep-sea vents and seeps. Alvin's magical mystery tour. – Oceanus, **34** (4): 75–83, 10 Abb.; Woods Hole.

Mac Neil, F. S. (1954): Organic reefs and banks and associated detrital sediments. – Amer. J. Sci., **252**: 385–401; New Haven.

Manten, A. A. (1971): Silurian reefs of Gotland. – Developm. Sedimentol., **13**, 539 S., 230 Abb., 23 Tab.; Amsterdam.

Martin, J. M. & Braga, J. C. (1989): Upper Triassic algal bioconstructions in the Alpujarride complex (Betic Cordillera, S. Spain). – In: Braga, J. C.& Martin, J. M. (Hrsg.): Algae in reefs. Fieldtrip guidebook: 1–25, 18 Abb., 2 Taf.; Granada (Dept. Estratigr. Paleont. Univ.).

Martin, J. M., Braga, J. C. & Rivas, P. (1989): Coral successions in Upper Tortonian reefs in SE Spain. – Lethaia, **22** (3): 271– 286, 12 Abb., 1 Tab.; Oslo.

Martin, J. M. & Delgado, F. (1980): Biostromes of dasycladacean algae and stromatolites: a peculiar interbedding. – Sedimentary Geology, **25**: 117–126, 11 Abb.; Amsterdam.

Martin-Chivelet, J., Philip, J. & Tronchetti, G. (1990): Les Formations à Rudistes du Crétacé supérieur (Cénomanien moyen – Sénonien inférieur) du Domaine Prébétique (Sierra du Cuchillo, Région de Yecla, Espagne). – Géol. Méditerranéenne, **17** (2): 139–151, 4 Abb., 3 Taf.; Marseille.

Masse, J.-P. (1977): Les constructions à Madrépores des calcaires urgoniens (Barreme-Bédoulien) de Provence (SE de la France). – Mém. B.R.G.M., **89**: 322–335, 8 Abb.; Paris.

Masse, J.-P. (1980): Les constructions a cnidaires des calcaires urgoniens (Barremien) de Provence, et leur environnement. – Géobios, Mém. spéc., **4**: 85–97, 4 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Lyon.

Masse, J.-P., Conrad, M. A. & Remane, J. (1989): Le „Calcaire à *Pachytraga tubiconcha*" (Rudiste), épisode Urgonien de L'Hauterivien carbonaté du Jura Franco-Suisse. – Mém. Soc. neuchateloise Sci. nat., **11**: 73–80, 6 Abb.; Neuchatel.

Masse, J.-P. & Philip, J. (1983): Formation récifales du Crétacé de Provence (Sud de la France). – Exc. 7B, Prem. Congr. Int. Paléoécologie, 36 S., 18 Abb.; Lyon.

Masse, J.-P., Masse, P.-J.-L. & Tronchetty, G. (1990): Variations sédimentaires sous controle tectonique durant l'Aptien supérieur-Cénomanien moyen a l'articulation des blocs provencal et languedocien (SE de la France): cadre paléoocéanographique et implications plaéogéographiques. – Bull. Soc. géol. France, **(8) VI (6)**: 963–971, 6 Abb.; Paris.

Mateucci, R., Schiavinotto, F., Sirna, G. & Russo, A.(1982): Palaeoenvironmental significance of Maastrichtian biological communities in the Pachino area (Sicily) and preliminary data on their distribution in the Mediterranean Upper Cretaceous. – In: Gallitelli, E. M. (Hrsg.): Proc. 1st Int. Meeting Palaeont., essential Hist. Geol., Venice: 77–96, 7 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Modena.

MATTER, A. (1984): Modern and ancient stromatolitic buildups. – In: GEISTER, J. & HERB, R. (Hrsg.): Géologie et paléoécologie des récifs.3ème Cycle Romand en Sciences de la Terre: 16.1–16.15, 11 Abb.; Bern (Inst. de Géologie de l'Université).

MAURIN, A. F., PHILIP, J. & BRUNEL, P. (1981): Possible microbial accretions in Cenomanian mounds, S.E.France. – In: MONTY, CL. (Hrsg.): Phanerozoic stromatolites. Case histories: 121–133, 11 Abb., Berlin, Heidelberg (Springer).

MEIL, CHR. (1990): Lakustrine Algenonkoide des Alttertiärs um Villerouge (Corbières, Süd-Frankreich). – Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München: 43–95, 24 Abb., 3 Tab., 6 Taf.; München.

MERMIGHIS, A., PHILIP, J. & TRONCHETTI, G. (1991): Séquences et cortéges de dépots de plate-forme carbonatée au passage Cénomanien-Turonien dans les Héllénides internes (Peloponnèse, Grèce). – Bull. Soc. géol. France, **162** (3): 547–552, 2 Abb.; Paris.

MEYER, R. K. F. (1975): Mikrofazielle Untersuchungen in Schwamm-Biohermen und -Biostromen des Malm epsilon (Ober-Kimmeridge) und des obersten Malm delta der Fankenalb. – Geol. Bl. NO- Bayern, **25**: 149–177, 14 Abb., 2 Tab.; Erlangen.

MEYER, R. K. F. (1977): Mikrofazies im Übergangsbereich von der Schwammfazies zur Korallen-Spongiomorphiden-Fazies im Malm (Kimmeridge-Tithon) von Regensburg bis Kelheim. – Geol.Jb., **1977**: 33–69, 1 Abb., 2 Tab., 5 Taf.; Hannover.

MEYER, R. K. F. & SCHMIDT-KAHLER, H. (1990): Paläogeographie und Schwammriffentwicklung des süddeutschen Malm – ein Überblick. – Facies, **23** : 175–184, 8 Abb.; Erlangen.

MILLER, W.III. (1988): Biont transition sequences in the Johnson Point *Crepidula* biostrome, Early Pleistocene of North Carolina. – Southeastern Geol., **28** (4): 237–247, 5 Abb., 1 Tab.; Durham.

MILLER, W.III. & DUBAR, J. R. (1988): Community replacement of a Pleistocene *Crepidula* biostrome. – Lethaia, **21**: 67–78, 7 Abb., 1 Tab.; Oslo.

MITCHELL, M. & SCRUTTON, C. T. (1991): The Lower Carboniferous coral faunas of England. – Excursion-Guidebook, Exc. A2, VI. Int. Symp. Fossil Cnid., 63 S., 29 Abb.; Münster.

MOLINIER, R. & PICARD, J. (1952): Recherches sur les herbiérs de phanerogames marines du littoral Mediterraneen francais. – Ann. Inst. Oceanogr., **27** (3): 157–234, Monaco.

MONTY, C. L. V. (1971): An autecological approach of intertidal and deep water stromatolites. – Ann. Soc. Géol. Belgique, **94**: 265–276, 4 Abb., 1 Tab.; Liège.

MONTY, C. L. V. (1973): Remarques sur la nature, la morphologie et la distribution spatiale des stromatolithes. – Sciences de la Terre, **18** (3): 189–212, 5 Abb., 1 Taf.; Nancy.

MONTY, C. L. V. (1974): Precambrian background and Phanerozoic history of stromatolitic communities, an overview. – Ann. Soc. Géol. Belgique, **96** (1973): 585–624; Liège.

MONTY, C. L. V. (1976): The origin and development of cryptalgal fabrics. – In: WALTER, M. R. (Hrsg.): Stromatolites. – Developm. Sed., **20**: 193–249, 36 Abb.; Amsterdam.

MONTY, C. L. V. (1977): Evolving concepts on the nature and the ecological significance of stromatolites. – In: FLÜGEL, E. (Hrsg.): Fossil algae: 15–35; Berlin, Heidelberg (Springer).

MONTY, C. L. V. (Hrsg.) (1981): Phanerozoic stromatolites. – 249 S., 121 Abb., 10 Taf.; Berlin, Heidelberg (Springer).

MONTY, C. L. V. (1984): Mud-mounds: geology and palaeoecology. – In: GEISTER, J. & HERB, R. (Hrsg.): Géologie et paléoécologie des récifs. – 3ème Cycle Romand en Sciences de la Terre: 23.1–23.8; Bern (Inst. de Géologie de l'Université).

MONTY, C. L. V.(1986): Interactions événements géologiques – stromatolithes. – Bull. Centr. Rech. Explor. –Prod. Elf-Aquitaine, **10** (2): 537–553, 4 Taf.; Pau.

MONTY, C. L. V. (1990): The role of microbes in the genesis and diagenesis of mud mounds. – Abstr. 13th Int. Sedimentol. Congr.: 365–366; Nottingham.

MONTY, C. L. V. & MAS, J. R. (1981): Lower Cretaceous (Wealdian) bluegreen algal deposits of the Province of Valencia, Eastern Spain. – In: MONTY, C.(Hrsg.): Phanerozoic stromatolites. Case histories: 85–120, 27 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).

MONTY, C. L. V., BERNET-ROLLANDE, M. C. & MAURIN, A.-F. (1982): Reinterpretation of the Frasnian classical „reefs" in the southern Ardennes, Belgium. – Ann. Soc. géol. Belgique, **105**: 339–341; Liège.

MOORE, R. C. (1957): Modern methods of paleoecology. – Bull. AAPG, **41** (8): 1775–1801, 14 Abb.; Tulsa.

MOORE, R. C. (Hrsg.) (1969): Treatise on Invertebrate Paleontology- Part N2, Mollusca 6, Bivalvia. – 952 S., zahlr. Abb.; Lawrence (Univ. of Kansas).

MORENO-EIRIS, E. (1987): Los montículos arrecifales de algas y arqueociatos del Cámbrico Inferior de Sierra Morena. III: Microfacies y diagénesis. – Bol. Geol. y Min., **98** (5): 591– 621, 4 Abb., 5 Taf.; Madrid.

MORENO-EIRIS, E. (1991): The Lower Cambrian reef mounds of Sierra Morena (SW Spain). – Abstr. 6.Int. Symp. Fossil Cnidaria: 61–62; Münster.

Mori, K.(1970): Stromatoporoids from the Silurian of Gotland, II. – Stockh. Contr. Geol., **22**, 152 S., 29 Abb., 7 Tab., 30 Taf.; Stockholm.

Morycowa, E. (1964): Hexacoralla des Couches de Grodziszcze (Néocomien, Carpathes). – Acta Palaeont. Polon., **9** (1): 1–114, 18 Abb., 33 Taf.; Warszawa.

Morycowa, E. (1971): Hexacorallia et Octocorallia du Crétacé inférieur de Rarau (Carpathes Orientales roumaines). – Acta Palaeont. Polon., **16** (1–2): 1–149, 42 Abb., 8 Tab., 40 Taf.; Warszawa.

Moussavian, E. (1988): Die Peyssonneliaceen (auct. Squamariaceae; Rhodophyceae) der Kreide und des Paläogen der Ostalpen. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **28**: 89–124, 1 Abb., 1 Tab., 5 Taf.; München.

Moussavian, E. (1992): On Cretaceous bioconstructions: composition and evolutionary trends of crust-building associations. – Facies, **26**: 117–144, 1 Abb., Taf. 23–30; Erlangen.

Moussavian, E. & Höfling, R. (1993): Taxonomische Position und Palökologie von *Solenomeris* Douvillé, 1924 und ihre Beziehung zu *Acervulina* Schultze, 1854 und *Gypsina* Carter, 1877 (Acervulinidae, Foraminiferida). – Zitteliana, **20**: 263–276, 1 Abb., 3 Taf.; München.

M'Rabet, A., Negra, M. H., Purser, B. H., Sassi, S. & Ben Ayed, N. (1986): Micrite diagenesis in Senonian rudist buildups in Central Tunisia. – In: Schroeder, J. H. & Purser, B. H. (Hrsg.): Reef diagenesis: 210–223, 8 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).

Muchez, Ph., Viaene, W., Bouckaert, J., Conil, R., Dusar, M., Poty, E., Soille, P. & Vandenberghe, N. (1990): The occurence of a microbial buildup at Poederlee (Campine Basin, Belgium): biostratigraphy, sedimentology, early diagenesis and significance for Early Warnantian paleogeography. – Ann. Soc. Géol. Belgique, **113** (2): 329–339, 4 Abb., 2 Tab., 2 Taf.; Liège.

Muir-Wood, H. M. (1965): Mesozoic and Cenozoic Terebratulidina. – In: Moore, R. C. (Hrsg.): Treatise on invertebrate Paleontology, part H: Brachiopoda: H 762–H 857, zahlr. Abb.; Lawrence.

Multer, H. G. & Milliman, J. D. (1967): Geologic aspects of sabellarian reefs, southeastern Florida. – Bull. Mar. Sci. **17** (2): 257–267, 4 Abb., 3 Tab.; Coral Gables.

Mykura, W. (1976): British Regional Geology: Orkney and Shetland. – 149 S., 30 Abb., 2 Tab., 16 Taf.; Edinburgh.

Nagtegaal, P. J. C. (1972): Depositional history and clay minerals of the Upper Cretaceous basin in the south-central Pyrenees, Spain. – Leidse Geol. Med., **47**: 251–275, 16 Abb., 1 Tab.; Leiden.

Nauss, A. L. & Smith, P. L. (1988): *Lithiotis* (Bivalvia) bioherms in the Lower Jurassic of East-central Oregon, U.S.A. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **65**: 253–268, 13 Abb.; Amsterdam.

Nelson, H. F., Brown, Ch. W. & Brineman, J. H. (1962): Skeletal limestone classification. – In: Ham, W. E. (Hrsg.): Classification of carbonate rocks – a symposium. – AAPG, Mem. **1**: 224–252, 4 Abb., 2 Tab., 1 Taf.; Tulsa.

Nestor, K. E. (1980): Ob izmeneniyakh troficheskoy struktury i porduktivnosti rifovykh ekosistem. – IV. Vsesoyuznogo simpoziuma po iskopayemym korallam; Korally i rify fanerozoya SSSR, Tbilissi: 14–18; Moskau.

Neuman, B. & Kershaw, St. (1991): Gotland/Sweden: Silurian reefs and coral bearing strata.Excursion-Guidebook, Exc.A1, VI. Int. Symp. Fossil Cnid., 111 S., 58 Abb.; Münster.

Newton, C. R., Mullins, H. T., Gardulski, A. F., Hine, A. C. & Dix, G. R. (1987): Coral mounds on the West Florida slope: unauswered questions regarding the development of deep-water banks. – Palaios, **2**: 359–367, 8 Abb., 1 Tab.; Tlsa.

Nicol, S. A. (1987): A down-slope Upper Jurassic reef mound: Aflenz Limestone, Hochschwab Mountains, Northern Calcareous Alps. – Facies, **16**: 23–36, 4 Abb., Taf. 4–5; Erlangen.

Niegodzisz, J. (1965): Stromatolity z albu wierchowego Tatr. – Acta Geol. Pol., **15** (4): 529–553, 1 Tab., 9 Taf.; Warschau.

Nield, E. W. (1982): The earliest Gotland reefs: two bioherms from the Lower Visby beds (Upper Llandovery). – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **39**: 149–164, 13 Abb., 2 Tab.; Amsterdam.

Ogilvie-Gordon, M. M. (1927): Das Grödener-, Fassa- und Enneberggebiet in den Südtiroler Dolomiten. Geologische Beschr. mit besonderer Berücksichtigung der Überschiebungserscheinungen.
I./II. Teil: Stratigraphie-Tektonik. Abh. Geol. B.–A., **24** (1): 1–376, 63 Abb., 26 Taf.; Wien.
III. Teil: Paläontologie. Abh. Geol. B.–A., **24** (2): 1–89, 1 Abb., 1 Tab., 13 Taf.; Wien.

Oppenheim, P. (1930): Die Anthozoen der Gosauschichten in den Ostalpen. – 576 S., 48 Taf.; Berlin (Selbstverl.).

Orehek, S. & Ogorelec, B. (1979): Sedimentoloske znacilnosti jurskih in krednik karbonatnik kamenin na Trnovskem gozdu. – Geol. Vjesnik, **32**: 185–192, 2 Abb., 4 Taf.; Zagreb.

Pedley, H. M. (1979): Miocene bioherms and associated strucutres in the Upper Coralline limestone of the Maltese Islands: their lithification and palaeoenvironment. – Sedimentology, **26**: 577–591, 5 Abb., 1 Tab.; Amsterdam.

Perkins, B. F. (1974): Paleoecology of a rudist reef complex in the Comanche Cretaceous Glen Rose Limestone of Central Texas. – In: Perkins, B. F. (Hrsg.): Aspects of Trinity Division geology. – Geoscience and Man, **VIII:** 131–173, 22 Abb., 2 Tab., 5 Taf.; Baton Rouge.

PERRIN, CHR. (1987): *Solenomeris* un foraminifère Acervulinidae constructeur de récifs. – Rev. Micropal., **30** (3): 197–206, 3 Abb., 3 Taf.; Paris.

PERYT, T. M. (1983): Classification of coated grains. – In: PERYT, T. M. (Hrsg.): Coated grains: 3–6, 2 Tab.; Berlin, Heidelberg (Springer).

PETERSON, J. A. (1966): Stratigraphic vs. structural controls on carbonate-mound hydrocarbon accumulation, Aneth area, Paradox basin. – Bull. AAPG, **50** (10): 2068–2081, 14 Abb.; Tulsa.

PETTIJOHN, F. J. (1957): Sedimentary rocks. 2. Aufl., – 718 S., zahlr. Abb.; New York (Harper & Bros.).

PEZA, L. H. (1989): An outline of the Cretaceous of Albania. – In: WIEDMANN, J. (Hrsg.): Cretaceous of the Western Tethys. – Proc. 3rd Int. Cretaceous Symp., Tübingen **1987**: 483–504, 9 Abb.; Stuttgart (Schweizerbart).

PHILCOX, M. E. (1965): Sedimentation of Upper Devonian stromatactis- bioherms, Alberta, Canada. – Geol. Soc. Amer. Spec. Paper, **82**: 150; Boulder.

PHILIP, J. (1975): Indicateurs sédimentologiques et paléoécologiques dans les milieux de plates-formes carbonatées du Crétacé supérieur. L'exemple du Cénomanien de la Basse Provence occidentale (France). – Abstr. 9th Int. Sedimentol. Congr., Theme 1: 143–147, 1 Abb.; Nice.

PHILIP, J. (1980): Crétacé supérieur de Provence. – Géobios, Mém. spéc., **4**: 99–109, 5 Abb., 1 Taf.; Lyon.

PHILIP, J. (1984): Les bioconstructions à rudistes: paléoécologie, paléogéographie, sédimentologie. – In: GEISTER, J. & HERB, R. (Hrsg.): Géologie et paléoécologie des récifs. – 3ème Cycle Romand en Sciences de la Terre: 21.1–21.42, 16 Abb.; Bern (Inst. de Géologie de l'Université).

PHILIP, J., MASSE, J.-P. & BESSAIS, H. (1989): Organisation et évolution sédimentaires d'une marge de plate-forme carbonatée: l'Albien-Cénomanien de Tunisie centrale. – Géol. Méditerranéenne, **16** (2–3): 155–169, 6 Abb., 1 Taf.; Marseille.

PHILIP, J. & MERMIGHIS, A. (1989): Bioconstructions et platesformes carbonatées à Rudistes du Crétacé supérieur des zones ophiolitiques: le Massif de l'Akros (Argolide, Grèce). – Géologie Méditerranéenne, **16** (2–3): 145–153, 2 Abb., 2 Taf.; Marseille.

PIA, J. (1926): Pflanzen als Gesteinsbildner. – 355 S., 166 Abb.; Berlin (Borntraeger).

PIA, J. (1927): Thallophyta. – In: HIRMER, M. (Hrsg.): Handbuch der Paläobotanik, **1**: 31–136; München (Oldenbourg).

PICHON, M. (1974): Dynamics of benthic communities in the coral reefs of Tuléar (Madagaskar). – Proc. 2nd. Int. Coral Reef Symp., Vol. **2**: 55–68, 12 Abb., 1 Tab.; Brisbane.

PILLER, W. E. (1981): The Steinplatte reef complex, part of an Upper Triassic carbonate platform near Salzburg, Austria. – In: TOOMEY, D. F (Hrsg.): European fossil reef models. – SEPM, Spec. Publ., **30**: 261–290, 23 Abb.; Tulsa.

PISERA, A. (1985): Paleoecology and lithogenesis of the Middle Miocene (Badenian) algal-vermetid reefs from the Roztocze Hills, south-eastern Poland. – Acta geol. Polon., **35** (1–2): 89–155, 17 Abb., 4 Tab., 44 Taf.; Warschau.

PLATEL, J.-P. (1974): Un modele d'organisation des biotopes a rudistes: l'Angoumien de l'Aquitaine septentrionale. – Bull. Soc. linn. Bordeaux, **4** (1): 3–13, 4 Abb.; Bordeaux.

PLAYFORD, P. E. (1980): Devonian „Great Barrier Reef" of Canning Basin, Western Australia. – Bull. AAPG, **64**: 814–840, 27 Abb.; Tulsa.

PLENIČAR, M. (1982): The rudist fauna of Sneznik. – Razprave 4. class SAZU, **24** (1): 26 S., 8 Abb., 10 Taf.; Ljubljana.

PLENIČAR, M. (1985): Senonijske rudistne biostrome severno od Kocevja. – Razpr. IV. Razreda Sazu, **24**: 247–258, 1 Abb., 2 Tab.; Ljubljana.

PLÖCHINGER, B. (1961): Die Gosaumulde von Grünbach und der Neuen Welt (Niederösterreich). – Jb. Geol. B.-A., **104**: 359–441, 19 Abb., 2 Tab., Taf. 27; Wien.

PLÖCHINGER, B. (1967): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Hohe-Wand-Gebietes (Niederösterreich) 1 : 25 000. – 142 S., 20 Abb., 4 Taf.; Wien.

PLUMLEY, W. J., RISLEY, G. A., GRAVES, R. W. JR. & KALEY, M. E. (1962): Energy index for limestone interpretation and classification. – In: HAM, W. E. (Hrsg.): Classification of carbonate rocks – a symposium. – AAPG, Mem. **1**: 85–107, 5 Abb., 1 Tab., 5 Taf.; Tulsa.

POHLER, S. M. L. & JAMES, N. P. (1989): Reconstruction of a Lower/Middle Ordovician carbonate shelfmargin: Cow Head Group, Western Newfoundland. – Facies, **21**: 189–262, 15 Abb., 7 Tab., Taf. 41–56; Erlangen.

POLŠAK, A. (1967): Kredna macrofaune juzne Istre. – Palaeontologica Jugoslavica, **8**: 5–219, 45 Abb., 85 Taf.; Zagreb (serbokroat. m. frz. Zusfssg.).

POLŠAK, A. (1981): Upper Cretaceous biolithitic complexes in a subduction zone: examples from the Inner Dinarides, Yugoslavia. – In: TOOMEY, D. F. (Hrsg.): European fossil reef models. – SEPM, spec. Publ., **30**: 447–472, 20 Abb.; Tulsa.

PONCET, J. (1981): Contrasted occurence of Eodevonian stromatolites, Northeastern Armorican Massif, France. – In: MONTY, C. (Hrsg.): Phanerozoic stromatolites. Case histories: 25–35, 8 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).

PONS, J. M., SCHROEDER, J. H., HÖFLING, R. & MOUSSAVIAN, E. (1992): Upper Cretaceous rudist assemblages in Northern Somalia. – Geologica Rom., **28**: 219–241, 20 Abb., 1 Taf.; Rom.

Pons, J. M., Gellemi, J., Höfling, R. & Moussavian, E. (1993): Los *Hippurites* del Bc. del Raco y su fauna asociada (Maastrichtiense superior, Prov. de Valencia). – Cuadernos Geol. Ibér., **18**: 271–307, 7 Abb., 4 Taf.; Madrid.

Poulton, T. P. (1988): Early Cretaceous *Buchia* banks, British Columbia. – In: Geldsetzer, H. H. J., James, N. P. & Tebbutt, G. E. (Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 748–751, 9 Abb.; Calgary.

Pratt, B. R. (1982a): Stromatolite decline – a reconsideration. – Geology, **10**: 512–515, 1 Abb., 1 Tab.; Boulder.

Pratt, B. R. (1982b): Stromatolitic framework of carbonate mudmounds. – J.sed. Petrol., **52** (4): 1203–1227, 19 Abb., 1 Tab.; Tulsa.

Precht, W. F. & Shepard, W. (1988): The strucute, sedimentology and diagenesis of some Waulsortian carbonate buildups of Mississippian age from Montana. – In: Geldsetzer, H. H. J., James, N. P. & Tebbutt, G. E.(Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 682–687, 8 Abb.; Calgary.

Preiss, W. V. (1976): Basic field and laboratory methods for the study of stromatolites. – In: Walter, M. R. (Hrsg.): Stromatolites. – Developm. Sed., **20**: 5–13, 3 Abb.; Amsterdam.

Rat, P. & Pascal, A. (1982): Les plates-formes carbonatées à Rudistes (Dites Urgoniennes du Crétacé Inférieur et leur environnement. – Cretaceous Research, **3**: 155–166, 4 Abb.; London.

Read, J. F. (1982): Carbonate platforms of passive (extensional) continental margins: types, characteristics and evolution. – Tectonophysics, **81**: 195–212, 7 Abb., 1 Tab.; Amsterdam.

Read, J. F. (1985): Carbonate platform facies models. – Bull. AAPG, **69** (1): 1–21, 10 Abb.; Tulsa.

Reise, K. (1991): Ökologische Erforschung des Wattenmeeres. – Spektr. Wiss., **5/1991**: 52–63, 12 Abb.; Heidelberg.

Reitner, J. (1986): A comparative study of the diagenesis in diapir-influenced reef atolls and a fault block reef platform in the Late Albian of the Vasco-Cantabrian Basin (northern Spain). – In: Schroeder, J. H. & Purser, B. H. (eds.): Reef diagenesis: 186–210, 8 Abb., 2 Tab.; Berlin, Heidelberg (Springer).

Reitner, J. (1987): Mikrofazielle, palökologische und paläogeographische Analyse ausgewählter Vorkommen flachmariner Kabonate im Basko-Kantabrischen Strike Slip Fault-BeckenSystem (Nordspanien) an der Wende von der Unterkreide zur Oberkreide. – Documenta naturae, **40**, 239 S., 120 Abb., 50 Taf.; München.

Reitner, J. (1991): Phylogenetic aspects and new descriptions of spicule-bearing hadromerid sponges with a secondary calcareous skeleton (Tetractinomorpha, Demospongiae). – In: Reitner, J. & Keupp, H. (Hrsg.): Fossil and recent sponges: 179– 211, 15 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).

Reitner, J. (1992): „Coralline Spongien". Der Versuch einer phylogenetisch-taxonomischen Analyse. – Berliner geowiss. Abh., (**E**), **1**, 352 S., 90 Abb., 62 Taf.; Berlin.

Rey, J. (1979): Les formations bioconstruites du Crétacé inférieur d'Estremadura (Portugal). – Géobios, Mém. spec., **3**: 89– 99, 4 Abb.; Lyon.

Reyment, R. A. (1958): Neubeschreibung der Redtenbacherschen Ammonitenoriginale aus den Gosauschichten. – Stockh. Contr. Geol., **2**: 31–49, 6 Abb., Taf. 1–12; Stockholm.

Richter, D. K., Herforth, A. & Ott, E. (1979): Pleistozäne, brackische Blaugrünalgenriffe mit *Rivularia haematites* auf der Perachorahalbinsel bei Korinth (Griechenland). – N. Jb. Geol. Pal., Abh., **159** (1): 14–40, 9 Abb.; Stuttgart.

Richter, R. (1920): Ein devonischer „Pfeifenquarzit", verglichen mit der heutigen „Sandkoralle" (*Sabellaria,* Annelidae). – Senckenbergiana, **2**: 215–235, 6 Abb.; Frankfurt/M.

Richter, R. (1921): *Scolithus, Sabellarifex* und Geflechtquarzite. – Senckenbergiana, **3**: 49–52; Frankfurt/M.

Richter, R. (1927): „Sandkorallen"-Riffe in der Nordsee. – Nat. u. Mus., **57** (2): 49–62, 10 Abb.; Frankfurt/M.

Riding, R. (1977a): Skeletal stromatolites. – In: Flügel, E. (Hrsg.): Fossil algae: 57–60, 1 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).

Riding, R. (1977b): Reef concepts. – Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp., **2**: 209–213; Miami.

Riding, R. (1979): Origin and diagenesis of lacustrine algal bioherms at the margin of the Ries crater, Upper Miocene, southern Germany. – Sedimentology, **26**: 645–680, 41 Abb.; Amsterdam.

Riding, R. (1981): Composition, structure and environmental setting of silurian bioherms and biostromes in Northern Europe. – In: Toomey, D. F. (Hrsg.): European fossil reef models. – SEPM Spec. Publ., **20**: 41–83, 56 Abb., 3 Tab.; Tulsa.

Riding, R. & Toomey, D. F. (1972): The sedimentological role of *Epiphyton* and *Renalcis* in Lower Ordovician Mounds, Southern Oklahoma. – J. Paleont., **46** (4): 509–519, 3 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Tulsa.

Riedl, R. (1970): Fauna und Flora der Adria. – 702 S., 2950 Abb.; Hamburg, Berlin (Parey).

Root, R. B. (1967): The niche exploitation pattern of the bluegray gnatcatcher. – Ecol. Monogr., **37**: 317–350, 19 Abb., 14 Tab.; Durham.

Ross, G. M. & Donaldson, J. A. (1988): Reef development and facies geometry on a high-energy Early Proterozoic carbonate shelf (Hornby Bay Group, Northweat Territories, Canada). – In: Geldsetzer, H. H. J., James, N. P. & Tebbutt, G. E. (Hrsg.): Reefs. Canada and adjacent areas. – Canad. Soc. Petrol. Geol., Mem., **13**: 120–128, 8 Abb.; Calgary.

Ross, R. J. Jr., Jaanusson, V. & Friedman, I. (1975): Lithology and origin of Middle Ordovician calcareous mudmounds at Meiklejohn Peak, Southern Newada. – Geol. Surv. Prof. Pap., **871**, 48 S., 42 Abb., 3 Tab.; Washington.

Rothpletz, A. (1894): Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen nebst Anhang über die sog. Glarner Doppelfalte. – 268 S., 115 Abb., 2 Taf.; Stuttgart (Schweizerbart).

Rouchy, J. M. & Monty, Cl. (1981): Stromatolites and cryptalgal laminites associated with Messinian gypsum of Cyprus. – In: Monty, C. (Hrsg.): Phanerozoic stromatolites. Case histories: 155–180, 10 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).

Roux, M., Bouchet, Ph., Bourseau, J.-P., Gaillard, Ch., Grandperrin, R, Guille, A., Laurin, B., Monniot, C., Richer De Forges, B., Rio, M., Segonzac, M., Vacelet, J. & Zibrowius, H. (1991): L'étagement du benthos bathyal observé a l'aide de la soucoupe CYANA. – Doc. et Trav. IGAL, **15**: 151–165, 2 Abb., 4 Taf.; Paris.

Rowland, S. M. & Gangloff, R. A. (1988): Structure and paleoecology of Lower Cambrian reefs. – Palaios, **3** (2): 111–135, 18 Abb.; Tulsa.

Salas, R., Martin Closas, C., Querol, X., Guimera, J. & Roca, E. (1991): Evolutiòn tectonosedimentaria de las cuencar del Maestrazgo y Aliaga-Penyagolosa durante el Cretacico Inferior. – Guia de campo. – III. Coloquio del Cretacico des Espana; Morella.

Samuel, O., Borza, K. & Köhler, E. (1972): Microfauna and lithostratigraphy of the Paleogene and adjacent Cretaceous of the Middle Váh Valley (West Carpathian). – 246 S., 23 Abb., 4 Text-Taf., Tab., 180 Taf.; Bratislava (Geologicky ústav Dinonyza Stúra).

Sanders, H. L. (1968): Marine benthic diversity: a comparative study. – Amer. Naturalist., **102**: 243–282, 18 Abb., 3 Tab.; Chicago.

Schäfer, P. & Senowbari-Daryan, B. (1981): Facies development and paleoecologic zonations of four Upper Triassic patch-reefs, Northern Calcareous Alps near Salzburg, Austria. – In: Toomey, D. F. (Hrsg.): European fossil reef models. – SEPM, Spec. Publ., **30**: 241–259, 10 Abb., 2 Tab.; Tulsa.

Schlager, W. & Philip, J. (1990): Cretaceous carbonate platforms. – In: Ginsburg, R. N. & Beaudoin, B. (Hrsg.): Cretaceous resources, events and rhythmus: 173–195, 14 Abb.; Dordrecht (Kluwer Acad. Publ.).

Schmid, D. U. & Leinfelder, R. R. (1996): The Jurassic *Lithocodium aggregatum* – *Troglotella incrustans* foraminiferal consortium. – Palaeontology, **39** (1): 21–59, 9 Abb., 2 Taf.; London.

Scholz, H. (1979): Paläontologie, Aufbau und Verbreitung der Bioherme und Biostrome im Allgäuer Schrattenkalk (Helvetikum, Unterkreide). – Diss. TU München, 133 S., 85 Abb.; München.

Scholz, H. (1984): Bioherme und Biostrome im Allgäuer Schrattenkalk (Helvetikum, Unterkreide). – Jb. Geol. B.-A., **127** (3): 471–499, 12 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Wien.

Schorr, M. & Koch, R. (1985): Fazieszonierung eines oberjurassischen Algen-Schwamm-Bioherms (Herlingen, Schwäbische Alb). – Facies, **13**: 227–270, 11 Abb., Taf. 29–34; Erlangen.

Schroeder, R. (1985): Genre *Simplorbitolina* Ciry & Rat, 1953. – In: Schroeder, R. & Neumann, M. (Hrsg.): Les grands foraminifères du Crétacé moyen de la région méditerranéenne. – Géobios, mém. spec., **7**: 46–48, Taf. 20–21; Lyon.

Schuhmacher, H. (1976): Korallenriffe. Ihre Verbreitung, Tierwelt und Ökologie. – 275 S., 233 Abb.; München (BLV).

Schuhmacher, H. & Zibrowius, H. (1985): What is hermatypic? A redefinition of ecological groups in corals ans other organisms. – Coral Reefs, **4**: 1–9, 1 Tab.; Berlin.

Schumann, D. (1981): The Aptian Limestones of Ereno (Northern Spain) and their significance for the paleoecology of rudists. – Intern. Symp. Concpt. Meth. Paleo., 197–204, 2 Abb., 2 Taf.; Barcelona.

Schumann, D. (1992): Paläontologie oberkretazischer Rudisten- Biozönosen des Oman. – Ber. 2. DFG-Schwerpunkt-Koll. „Biogene Sedimentation", 1 S.; Neustadt/Weinstraße.

Schwarz, H.-U., Einsele, G. & Herm, D. (1975): Quartz-sandy, grazing-contoured stromatolites from coastal embayments of Mauritania, West Africa. – Sedimentology, **22**: 539–561, 13 Abb., 1 Tab.; Amsterdam.

Scoffin, T. P. (1970): The binding and trapping of subtidal carbonate sediments by marine vegetation in Bimini Lagoon, Bahamas. – J. Sed. Petrol., **40**: 249–273, 28 Abb.; Tulsa.

Scoffin, T. P. (1971): The conditions of growth of the Wenlock reefs of Shropshire (England). – Sedimentology, **17**: 173–219, 27 Abb., 2 Tab.; Amsterdam.

Scoffin, T. P. (1987): An introduction to carbonate sediments and rocks. – 274 S., zahlr. Abb.; Glasgow, London (Blackie).

Scott, R. W. (1979): Depositional model of Early Cretaceous coralalgal-rudist reefs, Arizona. – Bull. AAPG, **63** (7): 1108–1127, 13 Abb., 2 Tab.; Tulsa.

Scott, R. W. (1981): Biotic relations in Early Cretaceous coralalgal-rudist reefs, Arizona. – J. Paleont., **55** (2): 463–478, 8 Abb., 1 Taf.; Tulsa.

Scott, R. W. (1984): Evolution of Early Cretaceous reefs in the Gulf of Mexico. – Palaeontographica Americana, **54**: 406–412, 5 Abb.; Ithaca.

Scott, R. W. & Brenckle, P. L. (1977): Biotic zination of a Lower Cretaceous coral-algal-rudist reef, Arizona. – Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp., 183–189, 5 Abb.; Miami.

Scott, R. W., Fernandez-Mendiola, P. A., Gili, E. & Simo, A. (1990): Persistence of coral-rudist reefs into the Late Cretaceous. – Palaios, **5**: 98–110, 12 figs.; Tulsa.

Sedgwick, A. & Murchison, R. J. (1831): A sketch of structure of the Eastern Alps. – Transact. Geol. Soc. London, **(2), 3 (2)**: 301–420, 2 Tab., Taf. 35–40; London.

Seilacher, A. (1975): Photosymbionitische Muscheln. – SFB 53 „Palökologie", Ber. 1970–1975: 138–141, 1 Abb.; Tübingen [unpubl.].

Seilacher, A. (1984): Constructional morphology of bivalves: evolutionary pathways in primary versus secondary soft-bottom dwellers. – Palaeontology, **27**: 207–237, 12 Abb.; London.

Seilacher, A. (i.Dr.): Aberrations in bivalve evolution related to photo and chemosymbiosis. – Lethaia; Oslo.

Sellwood, B. W. (1986): Shallow-marine carbonate environments. – In: Reading, H. G. (Hrsg.): Sedimentary environment and facies. 2. Aufl.: 283–342, 69 Abb.; Oxford (Blackwell).

Senowbari-Daryan, B. (1980): Fazielle und paläontologische Untersuchungen in oberräthischen Riffen (Feichtenstein- und Gruberriff bei Hintersee, Salzburg, Nördliche Kalkalpen). – Facies, **3**: 1–237, 21 Abb., 21 Tab., Taf. 1–29; Erlangen.

Senowbari-Daryan, B. (1990): Die systematische Stellung der thalamiden Schwämme und ihre Bedeutung in der Erdgeschichte. – Münchner Geowiss. Abh., **(A)**, **21**, 326 S., 70 Abb., 18 Tab., 63 Taf.; München.

Senowbari-Daryan, B. (1991): „Sphinctozoa": an overview. – In: Reitner, J. & Keupp, H. (Hrsg.): Fossil and recent sponges: 224–241, 8 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).

Senowbari-Daryan, B., Schäfer, P. & Abate, B. (1982): Obertriadische Riffe und Rifforganismen in Sizilien (Beiträge zur Paläontologie und Mikrofazies obertriadischer Riffe im alpin-mediterranen Raum). – Facies, **6**: 165–184, 4 Abb., Taf. 22–24; Erlangen.

Serbian Geological Society (Hrsg.) (1988): First International Conference on Rudists. Guidebook. 85 S., zahlr. Abb.; Belgrad.

Severin, K. R. (1983): Test morphology of benthic foraminifera as a discriminator of biofacies. – Mar. Micropaleontol., **8** (1983/ 84): 65–76, 7 Abb., 11 Tab., 1 Taf.; Amsterdam.

Sheehan, P. M. (1985): Reefs are not so different. – They follow the evolutionary pattern of level-bottom communities. – Geology, **13**: 46–49, 1 Abb.; Boulder.

Shrock, R. R. (1939): Wisconsin Silurian bioherms (organic reefs). – Bull. Geol. Soc. America, **50**: 529–562, 4 Abb., 2 Taf.; New York.

Sirna, G. (1990): A new senonian species of Hippuritid in the Matese and Maiella Mts. (Central Italy). – Boll. Soc. Paleont. Ital., **29** (1): 25–28, 4 Abb.; Modena.

Skelton, P. W. (1985): Preadaptation and evolutionary innovation in rudist bivalves. – Spec. Pap. Palaeontology, **33**: 159–173, 3 Abb., 3 Tab.; London.

Skelton, P. W., Nolan, S. C. & Scott, R. W. (1990): The Maastrichtian transgression onto the northwestern flank of the Proto-Oman Mountains: sequences of rudist-bearing beach to open shelf facies. – In: Robertson, A. H. F., Searle, M. P. & Ries, A. C. (Hrsg.): The geology and tectonics of the Oman region. – Geol. Soc. Spec. Publ., **49**: 521–547, 13 Abb., 2 Tab.; New York.

Squires, D. F. (1964): Fossil coral thickets in Wairarapa, New Zealand. – J. Plaeont., **38** (5): 904–915, 3 Abb., 3 Tab., Taf. 147–148; Lawrence.

Stanton, R. J. Jr. (1967): Factors controlling shape and internal facies distribution of organic carbonate buildups. – Bull. AAPG, **51** (12): 2462–2467, 1 Abb.; Tulsa.

Stanton, R. J. Jr. & Flügel, E. (1987): Paleoecology of Upper Triassic reefs in the northern Calcareous Alps: reef communities. Facies, **16**: 157–185, 9 Abb., 3 Tab.; Erlangen.

Stanton, R. J. Jr. & Flügel, E. (1989): Problems with reef models: the Late Triassic „Reef" (Northern Alps, Salzburg/Tyrol, Austria). – Facies, **20**: 1–138, 33 Abb., 2 Tab., Taf. 1–53; Erlangen.

Stapf, K. R. G. (1988): Kalkalgen-Cyanobakterien-Riffe in den thydrobienschichten des Mainzer Beckens (Untermiozän). – Geol. Jb., **A110**: 311–335, 1 Abb., 1 Tab., 4 Taf.; Hannover.

Steiger, T. & Wurm, D. (1980): Faziesmuster oberjurassischer Plattform-Karbonate (Plassen-Kalke, Nördliche Kalkalpen, Steirisches Salzkammergut, Österreich). – Facies, **2**: 241–284, 8 Abb., 1 Tab., Taf. 25–30; Erlangen.

Steinich, G. (1963): Drei neue Brachiopodengattungen der Subfamilie Cancellothyrinae Thomson. – Geologie, **12** (6): 732–740, 8 Abb.; Berlin.

Steinich, G. (1965): Die artikulaten Brachiopoden der Rügener Schreibkreide (Unter-Maastricht). – Paläont. Abh., A, **2** (1): 1–220, 297 Abb., Taf. 1–21; Berlin.

Steinmann, G. (1882): Pharetronen-Studien. – N. Jb. Min., **2**: 139–191, Taf. 6–9; Stuttgart.

Stockdale, P. B. (1931): Bioherms in the Borden Group of Indiana. – Bull. Geol. Soc. America, **42**: 707–718, 2 Abb.; New York.

Stokes, W. L. & Varnes, D. J. (1955): Glossary of selected geologic terms with special reference to their use in engineering. – Colorado Sci. Soc. Proc., **16**, 165 S.; Denver.

Stolz, J. F. (1983): Fine structure of the stratified microbial community at Laguna Figueroa, Baja California, Mexico. I. Methods of in situ study of the laminated sediments. – Precambrian Res., **20**: 479–492, 6 Abb.; Amsterdam.

Struve, W. (1963): Das Korallen-Meer der Eifel vor 300 Millionen Jahren – Funde, Deutungen, Probleme. – Nat. u. Mus., **93** (6): 237–276, 23 Abb.; Frankfurt/Main.

Surlyk, F. (1979): Maastrichtian brachiopods from Denmark. – In: Birkelund, T. & Bromley, R. G. (Hrsg.): Cretaceous/Tertiary boundary events. Symposium. I: The Maastrichtian and Danian of Denmark: 45–50, 4 Abb.; Kopenhagen.

Taberner, C. & Bosence, D. W. J. (1990): Eocene mud-mounds from the southern Pyrenean foreland basin, North-East Spain: ancient analogues for Florida Bay mounds? – Abstr. 13th Int. Sed. Congr., 537; Nottingham.

Talent, J. A. (1988): Organic reef-building: episodes of extinction and symbiosis? – Senckenbergiana lethaea, **69** (3/4): 315–368, 1 Abb.; Frankfurt/Main.

Teichert, C. (1958): Cold- and deep-water coral banks. – Bull. AAPG, **42** (5): 1064–1082, 3 Abb., 1 Tab.; Tulsa.

Tiedt, L. (1958): Die Nerineen der österreichischen Gosauschichten. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, **167** (9): 483–517, 13 Abb., 3 Taf.; Wien.

Tišljar, J. (1978): Tidal flat, lagoonal and shallow marine carbonate sediments in the Upper Jurassic and Cretaceous of Istria (Yugoslavia). – Acta Geologica **9** (5): 159–194, 6 Abb., 4 Tab., 8 Taf.; Zagreb.

Tišljar, J., Velić, I., Radovčić, J. & Crnković, B. (1983): Upper Jurassic and Cretaceous peritidal lagoonal, shallow marine and perireefal carbonate sediments of Istria. – In: Babić, L. & Jelaska, V. (Hrsg.): Contributions to sedimentology of some carbonate and clastic units of the coastal Dinarides. Excursion Guidebook, 4th I.A.S. Regional Meeting, Split: 13– 35, 10 Abb., 3 Taf.; Zagreb.

Tišljar, J. & Velić, I. (1991): Carbonate facies and depositional environments of the Jurassic and Lower Cretaceous of the coastal Dinarides (Croatia). – Geol. Vjesnik, **44**: 215–234, 24 Abb.; Zagreb.

Tollmann, A. (1970): Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. 3. Teil: Der Westabschnitt. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **62**: 78–170, 3 Taf.; Wien.

Tollmann, A. (1976): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen. (=Teil II der „Monographie der Nördlichen Kalkalpen"). – 580 S., 256 Abb., 3 Taf.; Wien (Deuticke).

Toomey, D. F. (1991): Late Permian reefs of southern Tunisia: facies patterns and comparison with the Capitan reef, southwestern United States. – Facies, **25**: 119–146, 13 Abb., 1 Tab., Taf. 30–35; Erlangen.

Toomey, D. F. & Cys, J. M. (1977): Spirorbid/algal stromatolites, a probable marginal marine occurence from the Lower Permian of New Mexico, USA. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1977** (6): 331–342, 6 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

Toomey, D. F. & Cys, J. M. (1979): Community succession in small bioherms of algae and sponges in the Lower Permian of New Mexico. – Lethaia, **12**: 65–74, 7 Abb.; Oslo.

Tucker, M. E., Wilson, J. L., Crevello, P. D., Sarg, J. R. & Read, J. F. (Hrsg.) (1990): Carbonate Platforms. Facies, sequences and evolution. – IAS, Spec. Publ. **9**: 328 S., zahlr. Abb., Tab.; Oxford (Blackwell Sci. Publ.).

Tunnicliffe, V. (1992): The nature and origin of modern hydrothermal vent fauna. – Palaios, **7** (4): 338–350, 2 Abb., 3 Tab.; Tulsa.

Turnšek, D. (1972): Zgornjejurske Korale iz juzne Slovenije. – Razprave 4. Class. SAZU, **15** (6): 147–264, 2 Abb., 37 Taf.; Ljubljana.

Turnšek, D. & Masse, J.-P. (1973): The Lower Cretaceous Hydrozoa and Chaetetidae from Provence (South-Eastern France). – Razprave, **16** (6): 219–244, 4 Abb., 1 Tab., 27 Taf.; Ljubljana.

Turnšek, D. & Buser, S. (1974): Spodnjekredne Korale, hidrozoji in hetetide z Banjske planote in Trnovskega gozda. – Razprave, 4. Class SAZU, **17** (2): 85–124, 4 Abb., 16 Taf.; Ljubljana.

Twenhofel, W. H. (1950): Coral and other organic reefs in geologic column. – Bull. AAPG., **34** (2): 182–202, 2 Abb.; Tulsa.

Valkenburgh, B. Van (1985): Locomotor diversity in past and present guilds of large predatory mammals. – Paleobiology, **11**: 406–428, 6 Abb., 5 Tab.; Ithaca.

Van Soest, R. W. M. (1991): Demosponge higher taxa classification re-examined. – In: Reitner, J. & Keupp, H. (Hrsg.): Fossil and recent sponges: 54–71, 7 Abb., 5 Tab.; Berlin, Heidelberg (Springer).

Vaughan, Th. W. (1911): Physical conditions under which Paleozoic coral reefs were found. – Bull. Geol. Soc. America, **22**: 238–251; New York.

VIDAL, A. (1980): Los Scleractinia de Collades de Basturs (Con. – Sant., Prepirineo de la Província de Lérida). – Publ. Geol. Univ. Autón. Barcel., **11**: 94 S., 32 Abb., 12 Taf.; Barcelona.

VOGEL, K. (1963): Riff, Bioherm, Biostrom – Versuch einer Begriffserklärung. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1963**: 680–688, 1 Abb.; Stuttgart.

VOGEL, K. (1975): Endosymbiotic algae in rudists? – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **17**: 327–332, 3 Taf.; Amsterdam.

WAGNER, J. L. (1981): Seasonal change in guild structure: oak woodland in sectivorous birds. – Ecology, **62**: 973–981, 3 Abb., 2 Tab.; Durham.

WAITE, J. H., JENSEN, R. A. & MORSE, D. E. (1992): Cement precursor proteins of the reef-building polychaete *Phragmatopoma californica* (FEWKES). – Biochemistry, **31**: 5733–5738, 7 Abb., 3 Tab.; Washington.

WALKER, K. R. & ALBERSTADT, L. P. (1975): Ecological succession as an aspect of structure in fossil communities. – Paleobiology, **1** (3): 238–257, 7 Abb., 5 Tab.; Chicago.

WALTER, M. R. (Hrsg.) (1976): Stromatolites. – Developments in Sedimentology, **20**: 790 S., zahlr. Abb., Tab.; Amsterdam (Elsevier).

WALTHER, J. (1888): Die Korallenriffe der Sinaihalbinsel. Geologische und biologische Beobachtungen. Abh. Königl. Sächs. Akad. Wiss., **14**: 437–506, 34 Abb., 8 Taf. , 1 Kte.; Leipzig.

WALTHER, J. (1891): Die Adamsbrücke und die Korallenriffe der Parkstraße. Sedimentstudien im tropischen Litoralgebiet. – Petermanns Mitt. J. Perthes' Geogr. Anst., Erg.H. **102**: 40 S., 1 Kte.; Gotha.

WANLESS, H. R., COTTRELL, D. J., TAGETT, M. G., TEDESCO, L. P. & WARZESKI, E. R. (1990): Origin and growth of carbonate mud banks in South Florida: a reevaluation. – Abstr. 13th Int. Sed. Congr., 588; Nottingham.

WASFI, S. & HATABA, H. (1984): Observations on the genus *Nezzazata* OMARA and its significance to the Cenomanian-Turonian boundary in the Gulf of Suez. – Benthos'83; 2nd Int. Symp. Benthic Foraminifera: 597–603, 2 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Pau, Bordeaux.

WELLER, J. M. (1958): Stratigraphic facies differentiation and nomenclature. – Bull. AAPG, **42** (3): 609–639, 2 Tab.; Tulsa.

WELLER, H. (1989b): Das Rübeländer Mud Mound im Riffkomplex von Elbingerode (Harz) und seine sedimentologischen Eigenschaften. – Hercynia, **N.F., 26** (4): 321–337, 12 Abb.; Leipzig.

WELLER, H. (1991): Facies and development of the Devonian (Givetian/Frasnian) Elbingerode reef complex in the Harz area (Germany). – Facies, **25**: 1–50, 11 Abb., Taf. 1–14; Erlangen.

WELLS, J. W. (1933): Corals of the Cretaceous of the Atlantic and Gulf coastal plains and Western Interior of the United States. – Bull. Amer. Paleontol., **18**: 85–288, Taf. 14–29; Ithaca.

WENDT, J. (1969): Foraminiferen-„Riffe" im karnischen Hallstätter Kalk des Feuerkogels (Steiermark, Österreich). – Paläont. Z., **43** (3/4): 177–193, 7 Abb., Taf. 21–22; Stuttgart.

WENDT, J. (1991): Solenoporacean stromatolites. – Abstr. 5th Int. Symp. Fossil Algae: 67; Capri.

WENDT, J., WU, X. & REINHARDT, J. W. (1989): Deep-water hexactinellid sponge mounds from the Upper Triassic of northern Sichuan (China). – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **76**: 17–29, 12 Abb.; Amsterdam.

WERNER, W. (1988): Der Steinbruch am Winnberg bei Sengenthal – ein Bericht zu den Grabungen der Bayerischen Staatssammlung in Sengenthal. – Jber. u. Mitt. Freunde Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **16**: 39–56, 4 Abb., 2 Taf.; München.

WHITTAKER, R. H. (1962): Classification of natural communities. – Botanical Rev., **28**: 1–239; New York.

WILLE-JANOSCHEK, U. (1966): Stratigraphie und Tektonik der Schichten der Oberkreide und des Alttertiärs im Raume von Gosau und Abtenau (Salzburg). – Jb. Geol. B.-A., **109**: 91–172, 3 Abb., 11 Taf.; Wien.

WILSON, J. L. (1974): Characteristics of carbonate platform margins. – Bull. AAPG, **58** (5): 810–824, 6 Abb.; Tulsa.

WILSON, J. L. (1975): Carbonate facies in geologic history. – 471 S., 183 Abb., Tab., 30 Taf.; Berlin, Heidelberg (Springer).

WILSON, W. B. (1950): Reef definition. – AAPG Bull., **34** (2): 181; Tulsa.

WIONTZEK, H. (1934): Rudisten aus der Oberkreide des mittleren Isonzogebietes. – Palaeontographica, **A80**: 1–40, 21 Abb., Taf. 1; Stuttgart.

WOLFENDEN, E. B. (1958): Paleoecology of the Carboniferous reef complex and shelf limestones in Northwest Derbyshire, England. – Bull. Geol. Soc. America, **69**: 871–898, 12 Abb., 3 Tab.; New York.

WOLFF, M. & FÜCHTBAUER, H. (1976): Die Karbonatische Randfazies der tertiären Süßwasserseen des Nördlinger Ries und des Steinheimer Beckens. – Geol. Jb., *D14*, 53 S., 7 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Hannover.

WOOD, R. (1991): Non-spicular biomineralization in calcified demosponges. – In: REITNER, J. & KEUPP, H. (Hrsg.): Fossil and recent sponges: 322–340, 9 Abb., 2 Tab.; Berlin, Heidelberg (Springer).

WOOD, R., ZHURAVLEV, A. Y. & DEBRENNE, F.(1992): Functional biology and ecology of Archaeocyatha. – Palaios, **7**(2): 131–156, 21 Abb., 3 Tab.; Tulsa.

WRAY, J. L. (1977): Calcareous algae. – Developments in Palaeontology and Stratigraphy, **4**, 185 S., 170 Abb.; Amsterdam.

Wu, X. (1989): Carnian (Upper Triassic) sponge mounds of the Northwestern Sichuan Basin, China: stratigraphy, facies and paleoecology. – Facies, **21**: 171–188, 5 Abb., 1 Tab., Taf. 39–40; Erlangen.

Wurm, D. (1982): Mikrifazies, Paläontologie und Palökologie der Dachsteinriffkalke (Nor) des Gosaukammes, Österreich. – Facies, **6**: 203–296, 32 Abb., Taf. 27–41; Erlangen.

Xu Guiong, Lin Qixiang, Wang Yongbiao (1992): Anisian reef complex of the Middle Triassic in the South Guizhou, China. – J.China Univ. Geosciences, **17** (3): 309–317, 2 Abb., Taf. 4; Beijing [chines., engl. Zusfssg.].

Zacher, W. (1973): Das Helvetikum zwischen Rhein und Iller (Allgäu-Vorarlberg). – Geotekt. Forschungen, **44**, 74 S., 4 Taf.; Stuttgart.

Zapfe, H. (1937): Paläobiologische Untersuchungen an Hippuritenvorkommen der nordalpinen Gosauschichten. – Verh. Zool. – Bot. Ges. Wien, **86/87**: 73–124, 10 Abb.; Wien.

Zhuravleva, I. T. (1960): Archaeocyathiden der sibirischen Plattform. – 344 S., 33 Taf.; Moskau (Akad. Nauk SSSR), [russ.].

Ziegelmeier, E. (1952): Beobachtungen über den Röhrenbau von *Lanice conchilega* (Pallas) im Experiment und am natürlichen Standort. – Helgoländer Wiss. Meeresunters., **4** (2): 107–129, 9 Abb.; List.

Zittel, K. (1864–1866): Die Bivalven der Gosaugebilde in den nordöstlichen Alpen. – Dkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Cl., **24** (1864): 105–176, Taf. 1–10; **25** (1866): 76–122, 4 Abb., 5 Tab., Taf. 11–27; Wien.

TAFELN

Tafel 1: Dendriforme, z. T. zementierte Bioherme

Marine Bioherme

Fig. 1: **Thalamides Schwamm-Bioherm** (Ausschnitt); gebildet von *Vaceletia* cf. *crypta* (VACELET), Tiefwasser-Morphotyp sensu REITNER (1992: Taf. 55); rezent, Santal Bay, Neukaledonien, 240 m Wassertiefe. Maßstab: 5 cm (aus ROUX et al. 1991).

Fig. 2: **Korallen-(*Porites-Tarbellastraea*-)Bioherm;** zementierte Bouquets; Ober-Miozän, Nijar (Almería, SE-Spanien).

Fig. 3: **Korallen-(*Porites*-)Bioherm,** ausgebildet als Mikroatoll, zementierte (sub-)zylindrische Individuen; rezent, Heron Island (Lagune), Great Barrier Reef (Australien). Gesamtdurchmesser ca. 2 m.

Fig. 4: **Rudisten-(Monopleuriden-)Bioherm;** zementierte (sub-) zylindrische Individuen; Alb (Glenrose Formation), Blanco River Gorge, Texas (USA).

Fig. 5: **Balaniden-Bioherm,** isoliertes Bouquet von *Tamiosoma gregaria* CONRAD, großwüchsige zylindrische Individuen; Ober-Miozän (St. Margarita Beds), Coalinga (Kalifornien, USA). Maßstab: 5 cm.
BSP Nr. 1959 XXIV 26.

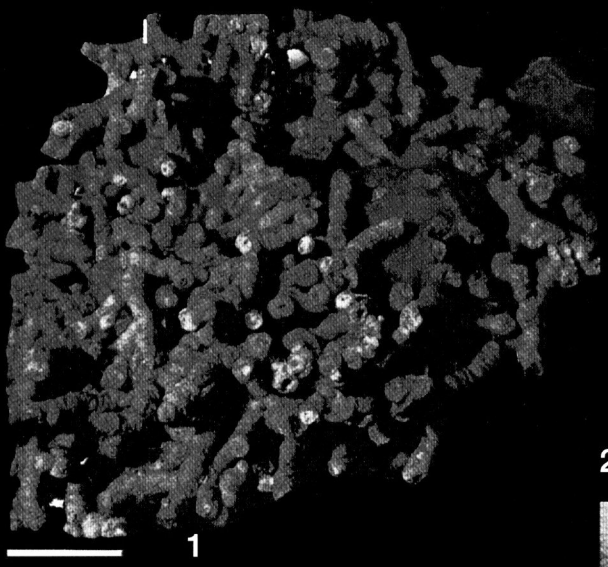
Lakustrine Bioherme

Fig. 6: **Cyanobakterien-(z. T. Chlorophyten-)Bioherm** (Ausschnitt); zementierte Algenstengel; Pleistozän-Travertine; angewitterte Tempelsäule; Paestum (Süditalien).

Fig. 7: **Chlorophyten-Bioherm,** gebildet aus „compound cones" von *Cladophorites incrustatus* (LUDWIG); Mittel-Miozän; Hainsfarth (Nördlinger Ries, Bayern).

DENDRIFORME BIOHERME

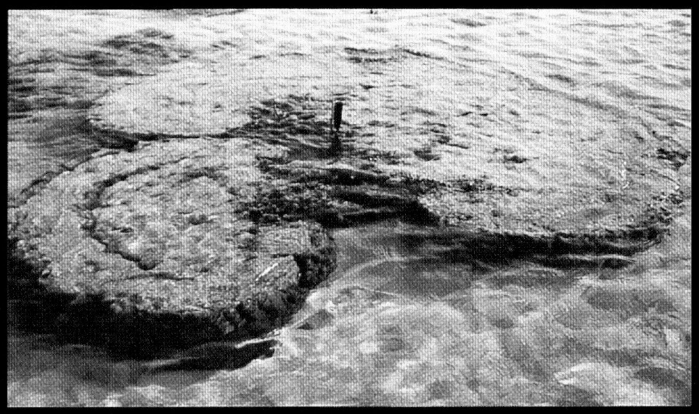
TAFEL 1



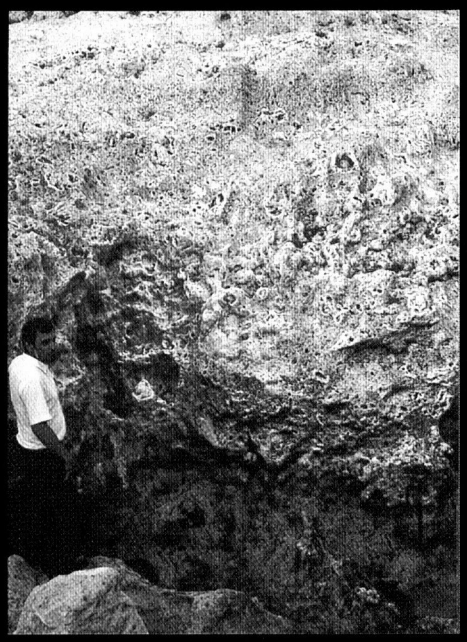
1



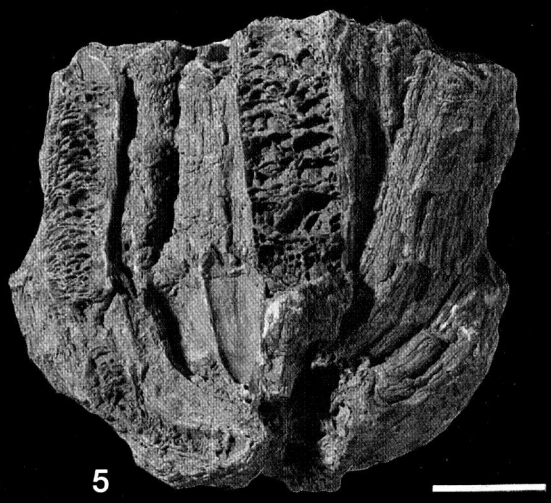
2



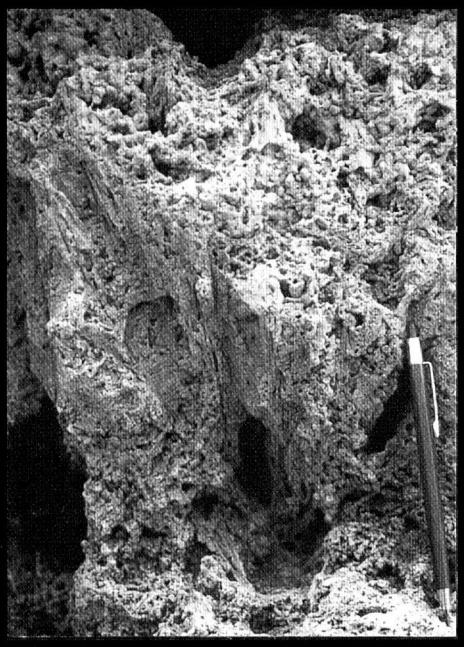
3



4



5



6



7

Tafel 2: Massiv-knollige und crustose Bioherme

Massiv-knollige Bioherme

Fig. 1: **Stromatoporoiden-Bioherm** (Ausschnitt), überwiegend aufgebaut von *Plectostroma scaniense* MORI; Ober-Silur (Ludlow, Sundre Beds), Holmhällar (Gotland, Schweden). Maßstab: 10 cm.

Fig. 2: **Stromatoporoiden-Korallen-Bioherm** (Ausschnitt einer anpolierten Platte), aufgebaut vorwiegend von der Stromatoporoiden-Gattung *Actinostroma* (S) und heliolitiden Korallen (K); bereichsweise crustose Biohermanteile; Mittel-Devon, W Niederehe (Eifel). Maßstab: 10 cm. BSP Nr. 1973 XI.

Crustose Bioherme

Fig. 3: Monospezifische **Rhodophyten-Bioherme,** aufgebaut von *Neogoniolithon notarisii* (DUFOUR; HAMEL & LEMOINE); Mikroatolle, eine Riffgirlande bildend; rezent, Slob el Gharbi (Lagune Bahiret el Bibane, SE-Tunesien). Durchmesser der einzelnen Kleinatolle zwischen 1 m u. 2,5 m.

Fig. 4: **Foraminiferen-Bioherm** (Ausschnitt), gebildet von *Acervulina ogormani* (DOUVILLÉ); Ober-Paleozän (Ilerd), NW Albas, Corbières (Frankreich). Maßstab: 1 cm.

Fig. 5: **Stromatoporoiden-Bioherm,** mit crustosen Lagen von *Parallelostroma typicum* (ROSE), insgesamt eine pinnacle-Struktur bildend; Ober-Silur (Ludlow, Hemse Beds), Fagelhammar (Gotland, Schweden). Maßstab: 20 cm.

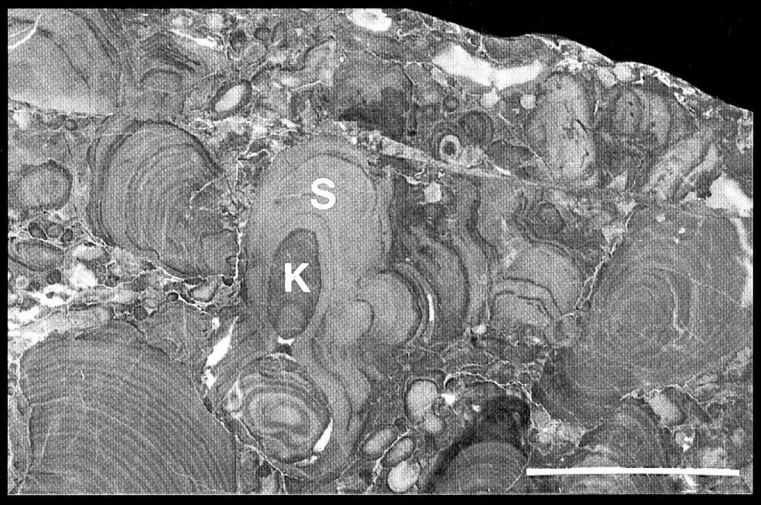
Fig. 6: **Bivalven-Kleinbioherme,** pfeilerartige Strukturen aus inkrustierenden Klappen von *Placunopsis ostracina* (v. SCHLOTHEIM). Mittel-Trias (Hauptmuschelkalk, Niveau der Hauptterebratelbank), Neufels (Hohenloher Land). Maßstab: 10 cm.

MASSIV-KNOLLIGE UND CRUSTOSE BIOHERME

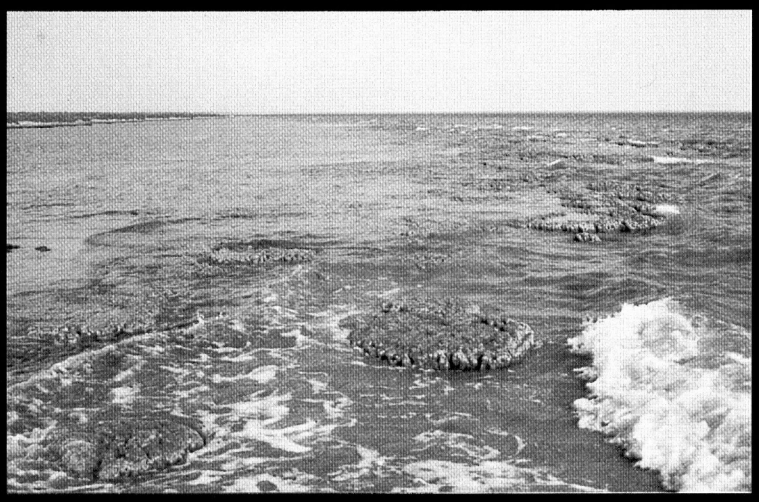
TAFEL 2



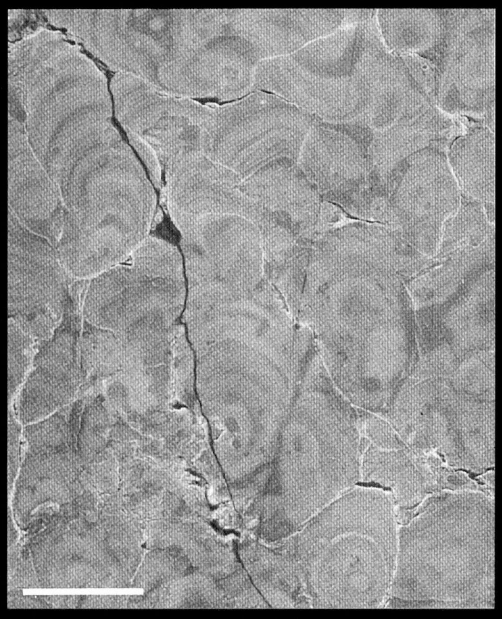
1



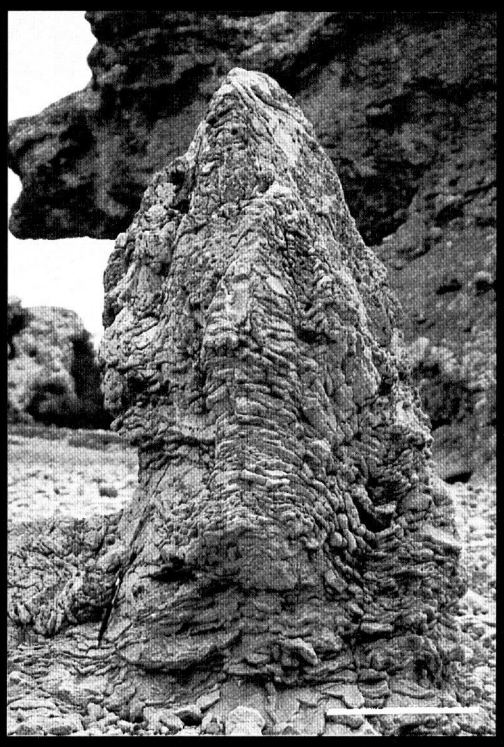
2



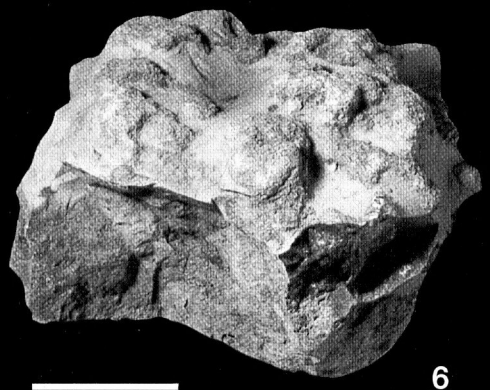
3



4



5



6

Tafel 3

Agglutinierte Bioherme

Fig. 1: **Sabellariiden-Bioherme,** präkambrischen charnockitischen Gneisblöcken aufsitzend, in einer kleinen spritzwasserbeeinflußten Bucht; rezent, Indischer Ozean, N Ahungalla, Sri Lanka (W-Küste).

Fig. 2: Desgleichen, Ausschnitt aus einem Sabellariiden-Bioherm; Innendurchmesser einer Wurmröhre 3,5 – 4 mm.

Stromatolith-Bioherme

Fig. 3: **LLH-S-Stromatolith,** vertikal angeschnittener Ausschnitt mit herausgewitterten Chertlagen; Präkambrium (Transvaalserie, Dolomite Formation), Umgebung von Kimberley, Kapprovinz (Südafrika).

Fig. 4: Diapirartiger **Großstromatolith (Typus SH-C),** vertikal angewittert; Wechsellagerung von dunklen Dolomit-und hellen Chertlagen; Präkambrium (Transvaalserie, Transvaal Dolomite), W Vaalhoek (Drakensberg-Gebiet, Transvaal, Südafrika). Maßstab in der Bildmitte 2 m (vgl. auch FÖRSTER & WACHENDORF 1977). Aufnahme: Dr. R. FÖRSTER (†).

Fig. 5: **LLH-C Kleinstromatolith,** angewitterte Oberfläche, lakustrin (nach FANNIN 1969 bzw. MYKURA 1976); Mittel-Devon (Middle Old Red Sandstone, Eifel, Lower Stromness Flags), Yesnaby (W-Teil der Hauptinsel der Orkneys).

Fig. 6: **LLH-C-Kleinstromatolith,** schräge Aufsicht auf zwei Bioherm-Körper; Holozän (Flandrian), Sebkha el Melah (SE-Tunesien).

Fig. 7: **Isolierte SH-V-Stromatolithe;** rezent, Hamelin Pool (Shark Bay, W-Australien).
(Aus JAMES 1983).

Abkürzungen (nach LOGAN et al. 1964):

LLH-S: *L*aterally *l*inked *h*emispheroids: *s*paced lateral linkage
LLH-C: *L*aterally *l*inked *h*emispheroids: *c*lose lateral linkage
SH-C: *S*tacked *h*emispheroids: *c*onstant basal radius
SH-V: *S*tacked *h*emispheroids: *v*ariable basal radius

AGGLUTINIERTE BIOHERME

TAFEL 3

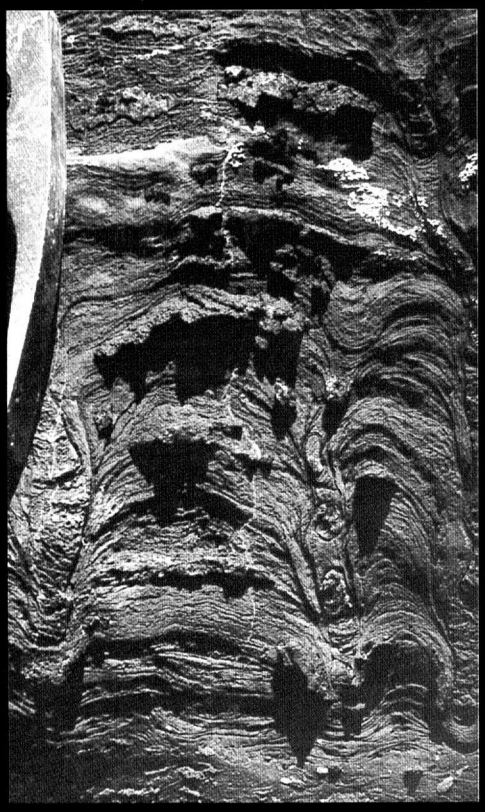


1



2

STROMATOLITH-BIOHERME



3



4



6



5



7

Tafel 4: Diverse Biostrom-Typen

Komplexe dendriforme Biostrome

Fig. 1: **Monospezifisches Korallen-Biostrom** mit *Acropora humilis* (DANA); rezent, Heron Island (Great Barrier Reef, Australien).

Komplexe massiv-knollige Biostrome

Fig. 2: **Paucispezifisches Korallen-Biostrom,** vorwiegend aus *Polystephanastraea, Columastraea* und *Actinacis*; Ober-Kreide (Santon, Gosau), St. Wolfgang am See (Österreich).

Crustose Biostrome

Fig. 3: **Komplexes monospezifisches Rhodophyten-Biostrom** aus rhodolithischen Körpern von *Mesophyllum commune* LEMOINE; Ober-Miozän (Torton, Upper Coralline Limestone Formation), Tal Mas (W-Malta).

Fig. 4: **Komplexes paucispezifisches Stromatoporoiden-Biostrom,** tabularer Morphotyp von *Plectostroma scaniense* MORI vorherrschend; Ober-Silur (Ludlow, Sundre Beds), Holmhällar (Gotland, Schweden).

Fig. 5: **Monospezifisches Austern-Biostrom,** gebildet von *Crassostrea* cf. *australis* LAMARCK; rezent (Intertidal), Cape Hillsborough National Park, Queensland (Australien).

Fig. 6: Desgleichen, Detail.

Fluviatiles (!) Substratsticker-Biostrom

Fig. 7: **Flußperlmuschel-Biostrom** aus *Margaritifera margaritifera* (LINNÉ); rezent, Bach in Mitteldeutschland (Besiedelungsdichte bis über 1000 Individuen/m^2). Aus BAUER (1989).

DIVERSE BIOSTROM-TYPEN

TAFEL 4



1



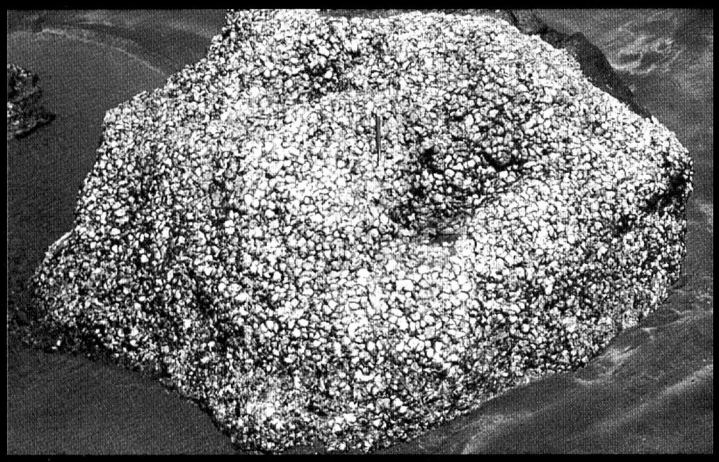
2



3



4



5



6 7



Tafel 5: Reef Mounds und Mud Mounds

Fig. 1: **Reef Mound vom „Hoburgen-Typus“,** vornehmlich aufgebaut von flachgewölbten Stromatoporoiden-Morphotypen, Kalkalgen, tabulaten und rugosen Korallen, sowie Crinoidenschutt; Mittel-Silur (Wenlock, Visby Beds), Korpklint (Gotland, Schweden).

Fig. 2: **Reef Mounds vom „Ballstone-Typus“** (vgl. SCOFFIN 1971), gebildet vorwiegend von tabulaten Korallen, daneben Stromatoporoiden, Bryozoen, Brachiopoden, Kalkalgen und Crinoidenschutt; Mittel-Silur (Wenlock Limestone), Coates Quarry, Wenlock Edge (Shropshire, Mittelengland).

Fig. 3–4: Beispiele charakteristischer Organismen, welche am Aufbau paläozoischer Reef Mounds maßgeblich beteiligt sind:
Fig. 3: Rugosa: *Entelophyllum articulatum* (WAHLENBERG), in inverser Lagerung; Mittel-Silur (Wenlock, Slite Beds), Lännaberget (Gotland, Schweden); Bildbreite: 28 cm.
Fig. 4: Crinoidenschutt aus einem Mittelsilur-Reef Mound (Wenlock, Slite Beds) bei Hide (Gotland, Schweden).

Fig. 5: **Reef Mound-Komplex** Steinplatte bei Waidring (Tirol) mit Kennzeichnung der Mound Reef-Fazies (M, Oberrhätkalk) sowie der mit dieser verzahnten Schichtfazies (S, Kössener Schichten), Blick nach SE; Ober-Trias (Rhät).

Fig. 6: Dendroider *Thecosmilia clathrata*-Stock, kennzeichnender Bestandteil der Mound-Fazies triadischer Reef-Mounds; Ober-Trias (Rhät), Steinplatte bei Waidring (Tirol).

Fig. 7: **Mud Mound-Komplex,** „Waulsortian“-Typus sensu LEES (1964, 1988); Unter-Karbon (Visé, Bee Low Limestones), Middleton Mine, Wirksworth (Derbyshire, Mittelengland).

Fig. 8: Kleine **Mud Mounds** (M) in geschichteter Karbonatfazies; Mittel-Kreide (Cenoman), Straßenprofil Bol-Gornji Humac (Insel Brač, Kroatien).

REEF MOUNDS UND MUDMOUNDS

TAFEL 5

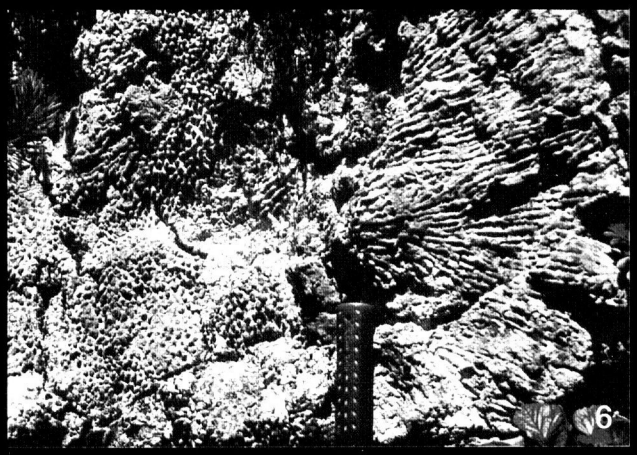
















Tafel 6: Non-rezifale Bildungen

Cluster

Fig. 1: *Pironaea milovanovici*-**Cluster,** nicht zementierte, in lockerem in situ-Verband stehende Individuen; Ober-Kreide (Campan), Barranc de la Casella (SE Alcira, Prov. Valencia, Ostspanien).

Fig. 2: *Mytilus edulis*-**Cluster** auf Sandwattfläche; rezent, The Wash (Ostengland).

Bänke

Fig. 3: *Mytilus edulis*-**Bänke** auf Mischwattfläche; rezent, Crildumersiel (N Wilhelmshaven).

Fig. 4: Ausgedehnte, massive *Mytilus edulis*-**Bänke** im norddeutschen Wattenmeer, Besiedelungsdichte bis über 2000 Individuen/m^2. Rezent. Aus REISE (1991).

Horizonte

Fig. 5: **Radiolitiden-Schillhorizont,** bereichsweise mit kaum abradierten Schalen, welche auf einen parautochthonen Schill im Sinne von CALLENDER & POWELL (1992) schließen lassen; Ober-Kreide (Maastricht, Formacija Sumartin), Postire (Insel Brač, Kroatien).

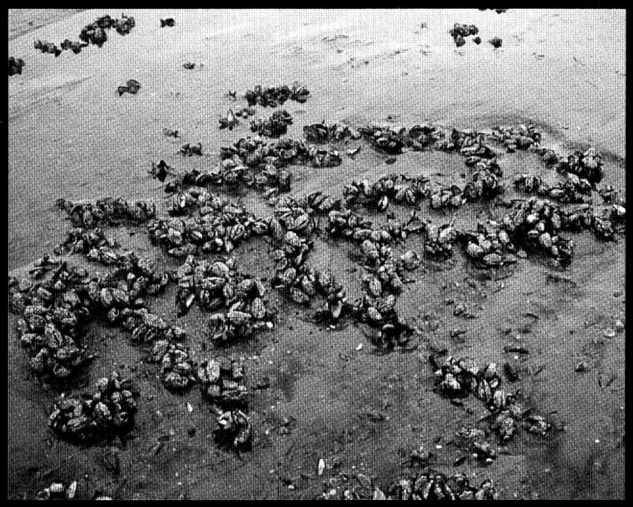
Fig. 6: Rudistenbreccie, Handstück eines allochthonen **Schillhorizontes;** Ober-Kreide (Ob.-Santon, Unt.-Campan), Piano della Corte (Matese-Gebirge, Prov. Molise, Mittelitalien). Maßstab: 2 cm.

CLUSTER

TAFEL 6



1



2

BÄNKE



3

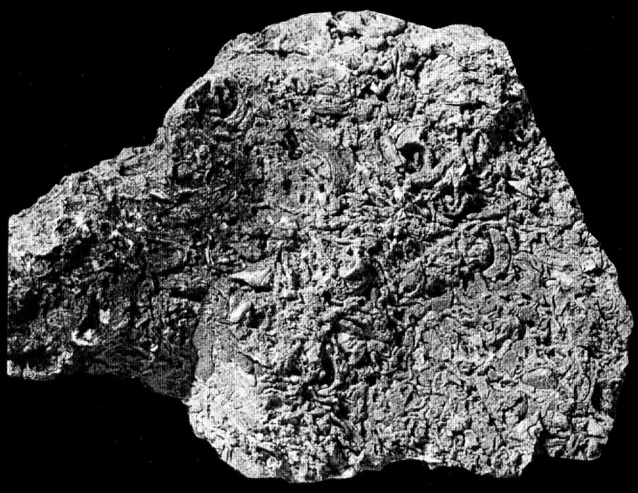


4

HORIZONTE



5



6

Tafel 7: Dendriforme *Hippurites*-Bioherme, Grünbach (SW Wien; Ober-Santon) – 1

Fig. 1: Blick auf steilstehende Felsrippe NNW des aufgelassenen Schachtes „Segen Gottes", N Grünbach: Schuttkalkfazies.
Fig. 2: Dendriformes *Hippurites gosaviensis*-Bioherm mit deutlich bouquetartigem Wachstum; Ausschnitt.
Fig. 3: *Hippurites*-Framestone (Ausschnitt). Zwei aneinandergewachsene Individuen, ein Exemplar mit reduzierter Schalendicke.
Fig. 4: Peloidreiches Internsediment eines Rudisten. Im oberen Bildteil mikrosparitische Schalenumkristallisation.
Fig. 5: Übergang vom rezifalen Framestone in einen Floatstone. Längliche *Hippurites*-Bioklasten, daneben quergeschnittener *Radiolites*-Rest.
Fig. 6: Hangendes der Bioherme bzw. Schuttkalkfazies: Grainstone aus Rindenkörnern und Algenlumps (dunkel).
Maßstab jeweils 1 mm.

DENDRIFORME BIOHERME – KREIDE (1) TAFEL 7



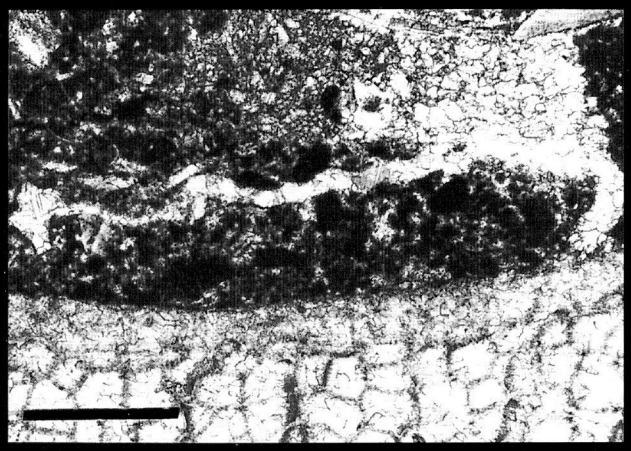
1



2

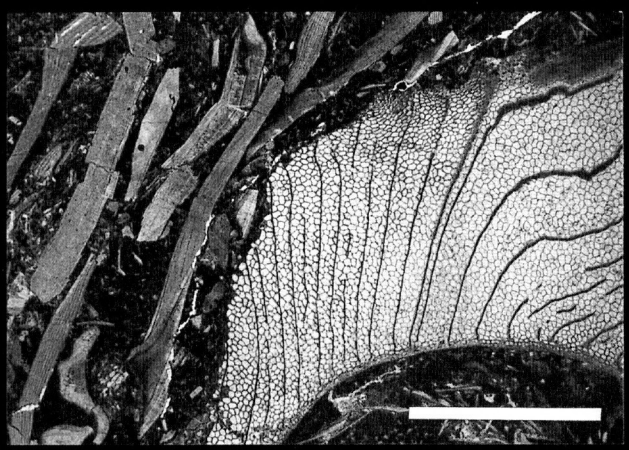


3



4

5



6



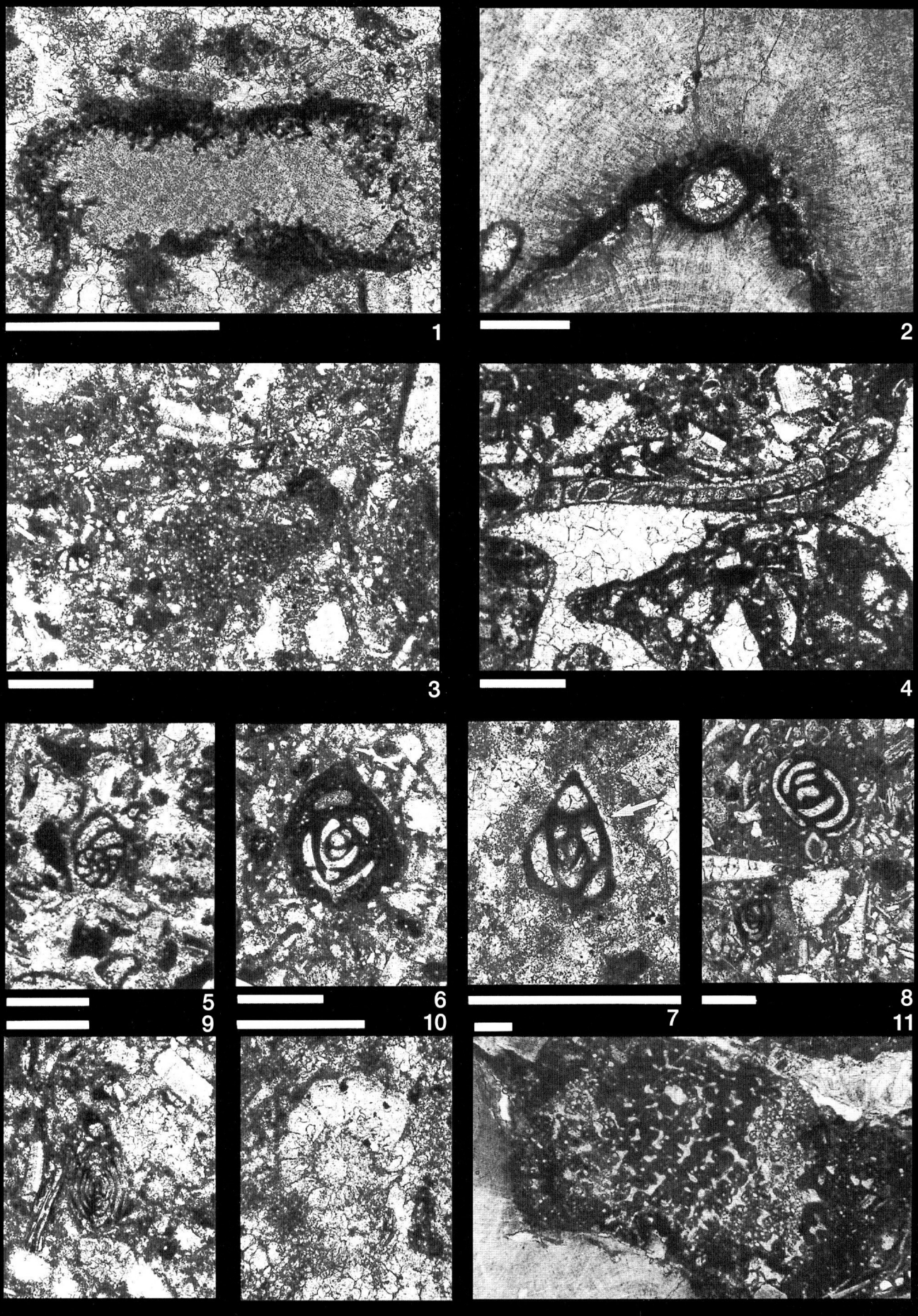
Tafel 8: Dendriforme *Hippurites*-Bioherme, Grünbach (SW Wien; Ober-Santon) – 2

Fig. 1-4: Binder
Fig. 1: Umkristallisierter Rudistenbioklast, endolithisch von Cyanobakterien angebohrt und umkrustet; in dessen Umgebung kleine Cyanobakterien-Lumps.
Fig. 2: Z. T. endolithische Cyanobakterienkrusten am nicht vollständig verwachsenen Kontakt zweier Hippuriten-Individuen.
Fig. 3: Cyanobakterien vom *Cayeuxia*-Typus als Sedimentbinder in unmittelbarer Riffnähe.
Fig. 4: *Planorbulina* aff. *cretae* (MARSSON) als Binder von Rudistenbioklasten, Rand des östlichen größeren Hippuriten-Bioherms.

Fig. 5–11: Bewohner
Fig. 5: Haplophragmiide Foraminifere in Packstone.
Fig. 6: *Quinqueloculina* sp., relativ dickschaliger Morphotyp, agglutinierte Form.
Fig. 7: *Triloculina* sp. in rekristallisiertem Mikrit (z. T. Mikrosparit), partiell umgeben von isopachem Zement (Pfeil).
Fig. 8: *Pyrgo* sp. in Packstone-Fazies, unmittelbar am Riffrand.
Fig. 9: *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMBERGER), Längsschnitt.
Fig. 10: Rotaliide Foraminifere in mikrosparitischer Matrix.
Fig. 11: Lychniskider Kieselschwamm auf Hippuriten des Riffbereichs.
Maßstab jeweils 0,5 mm.

DENDRIFORME BIOHERME – KREIDE (2)

TAFEL 8



Tafel 9: Dendriforme Bioherme, Kreide (verschiedene Beispiele)

Fig. 1: **Monopleuriden-Bioherm** (Ausschnitt des oberen Teils); deutlich zementierte Individuen; Alb (Glenrose Formation), Blanco River Gorge (Hays County, Texas).

Fig. 2: Desgleichen; Detail im Querschnitt. Beachte auch hier die häufig auftretende Reduzierung der individuellen Schalendicke infolge gemeinsamen Wachstums.

Fig. 3: ***Hippurites incisus*-Bioherm,** vereinzelt mit *Hippuritella praetoucasi* TOUCAS (Ausschnitt); sehr dichtes, zementiertes Wachstum; Coniac/Santon, Clot d'Olsi (W Montsec, Süd-Pyrenäen).

Fig. 4: Monospezifisches ***Hippurites*-Bioherm,** barriereriff-artig schräg nach oben stehende dichtzementierte Individuen (vergleichbar dem *Hippurites*-**Bioherm** am Lattenberg/Bayern; siehe HÖFLING 1985); Santon, Moulin de la Cadière (Provence).

Fig. 5: Monospezifisches ***Hippurites*-Bioherm** im Querschnitt (Detail) mit deutlicher gemeinsamer Schalendicken-Reduktion; „Ober-Senon", Jebel Merfeg (Rous el Kebar, Zentral-Tunesien).

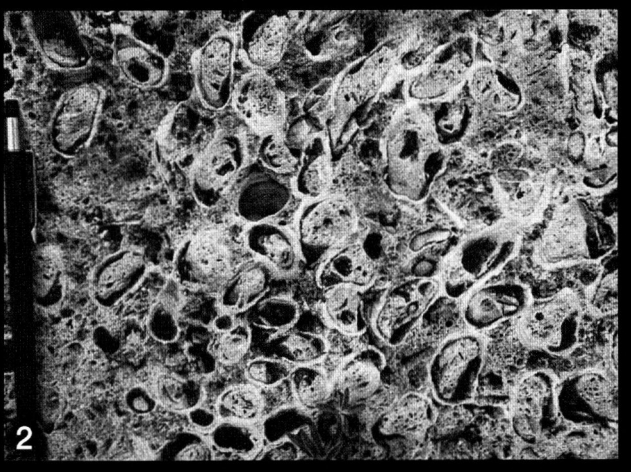
Fig. 6: Desgleichen, angewitterte Oberfläche. Hippuriten-Tabulae deutlich sichtbar.

Fig. 7: Paucispezifisches Bioherm, aufgebaut von *Hippurites gosaviensis* DOUVILLÉ, *Hippurites exaratus* ZITTEL sowie *Radiolites* sp.; Patchreef-Charakter; Ober-Coniac, Oberstöckl unterhalb Traunwandalm, 2 km NNE Rußbach (Gosaubecken von Gosau-Abtenau; Österreich).

DENDRIFORME BIOHERME – KREIDE (3)

TAFEL 9


1


2


3


4


5


6


7

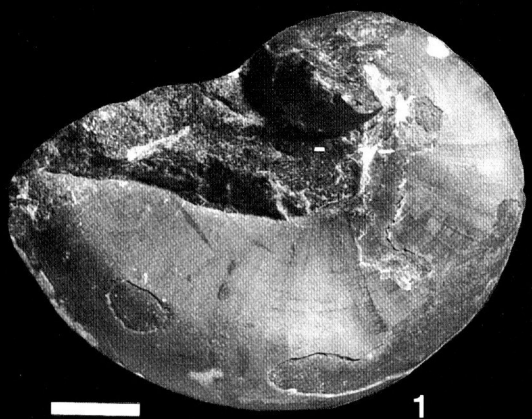
Tafel 10: Massiv-knollige Korallen-Stromatoporoiden-Bioherme, ob. Schrattenkalk, Allgäu (Apt) – 1

Fig. 1–4: Faziesa der Requienien-Bank (Bioherm-Basis)
Fig. 1: *Requienia* aff. *renevieri* PAQUIER, Hauptgesteinsbildner der Requienien-Bank. H-KU 901.
Fig. 2: *Matheronia virginiae* (GRAS), Ausschnitte, mit dem nerineiden Gastropoden *Iteria utriculus* GEMMELARO (Pfeil). Lochbachalpe. H-KU 916.
Fig. 3: Umkristallisierte z. T. verkieselte Ostreen-Schale, von clinoiden Schwämmen stark angebohrt. Untere Gundalpe.
Fig. 4: Wackestone mit crustos gewachsener *Diparistromaria urgonic*a TURNŠEK & MASSE, welche ihrerseits von dunklen Cyanobakterienlagen überkrustet ist. Untere Gundalpe.

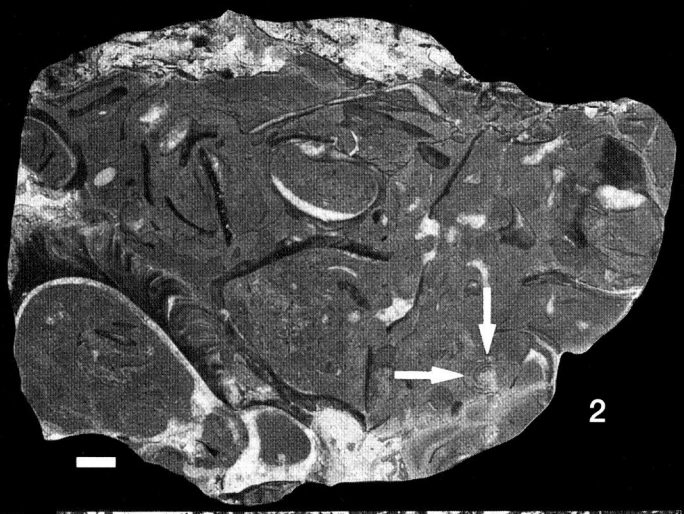
Fig. 5–6: Fazies der Bioherm-äquivalenten Schuttkalke (Untere Gundalpe)
Fig. 5: Mikritreicher Floatstone mit umkristallisierter Koralle (K), *Dictyoconus* sp. (D) und Bryozoenstöckchen (B).
Fig. 6: *Palorbitolina*-Floatstone, stark ausgewaschen, horizontartig angereichert.

Fig. 7–8: Typische Riffbildner
Fig. 7: *Solenopora urgonica* PFENDER. Schwarzenberg. H-KU 2361.
Fig. 8: *Actinostromaria turonica* TURNŠEK. Schwarzenberg. H-KU 706.
Maßstäbe: 1 cm.

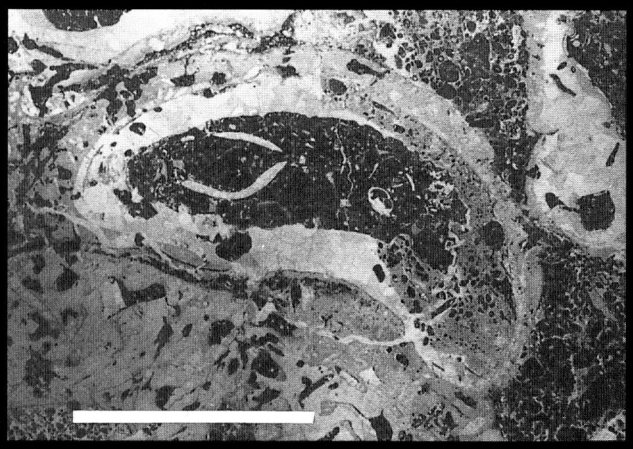
MASSIV-KNOLLIGE BIOHERME – KREIDE (1) TAFEL 10

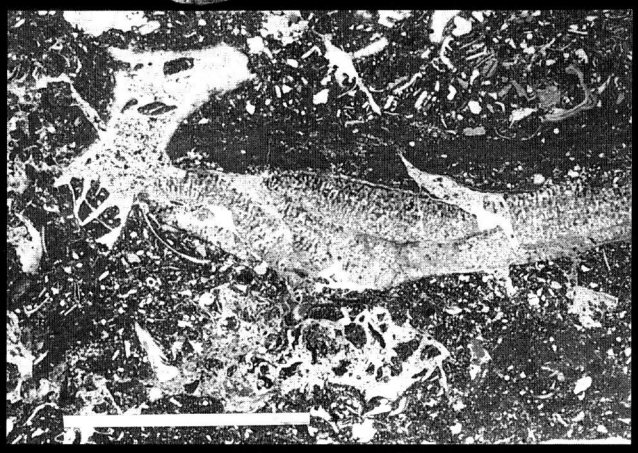


1

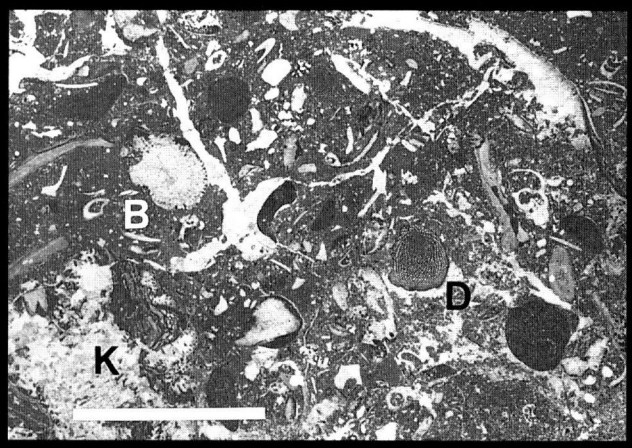


2





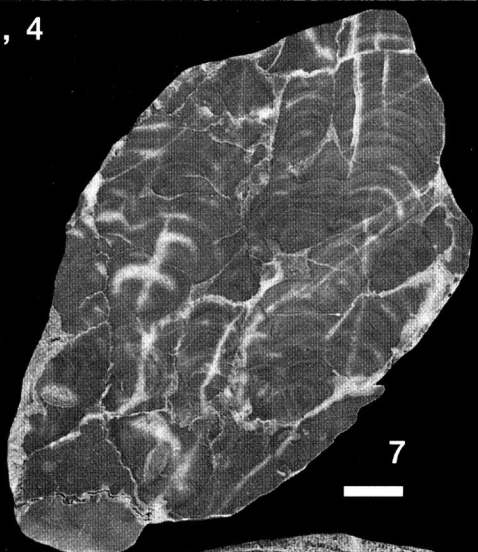
3, 4



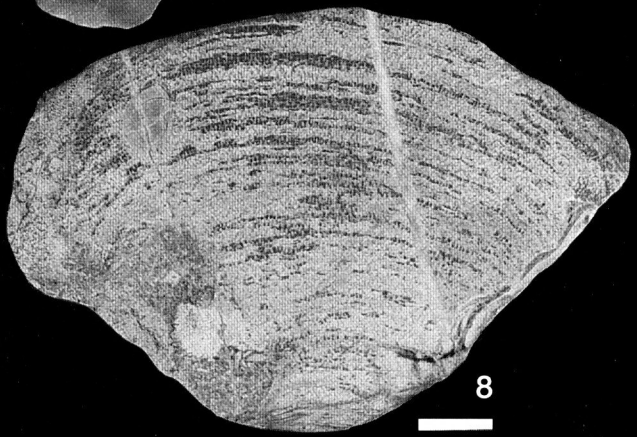
5



6



7



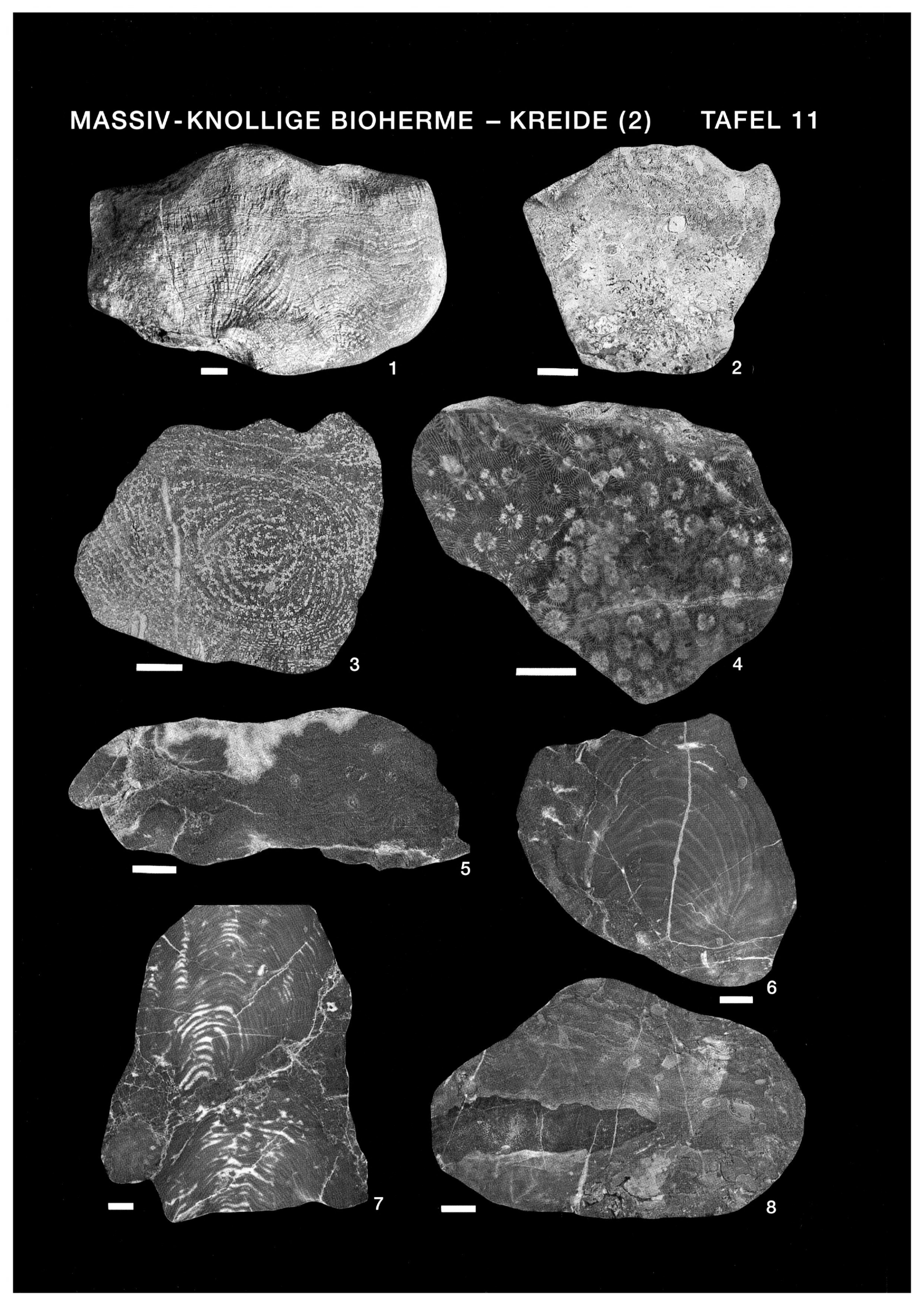
8

Tafel 11: Massiv-knollige Korallen-Stromatoporoiden-Bioherme, ob. Schrattenkalk, Allgäu (Apt) – 2

Häufige Riffbildner: Fig. 1-4: Korallen; Fig. 5-8: Poriferen

Fig. 1: *Eugyra cotteaui* De Fromentel. Untere Gundalpe. H-KU 739.
Fig. 2: *Thamnasteria* sp., Längsschnitt. Falkenberg. H-KU 759.
Fig. 3: *Hydnophora* cf.*styriaca* (Michelin), Querschnitt. Schwarzenberg. H-KU 738.
Fig. 4: *Isastrea explanata* (Münster), Querschnitt. Falkenberg. H-KU 784.
Fig. 5: *Spongiomorpha asiatica* Yabe & Sugiyama, Längsschnitt, ein spongiomorphider Stromatoporoide. Lochbachstraße. H-KU 708.
Fig. 6: *Chaetetopsis favrei* (Deninger), Längsschnitt, ein Chaetetide, von Reitner (1991) als hadromerider Demospongier klassifiziert. Tiefenbach. H-KU 715.
Fig. 7: *Diparistromaria urgonica* Turnšek & Masse, Längsschnitt, ein actinostromariider Stromatoporoide. Tiefenbach. H-KU 805.
Fig. 8: *Murania lefeldi* Kazmierczak, Längsschnitt, ein axinellider Sclerospongier (sensu Reitner 1992). Untere Gundalpe. H-KU 675.
Maßstäbe: 1 cm.

MASSIV-KNOLLIGE BIOHERME – KREIDE (2) TAFEL 11



Tafel 12: Massiv-knollige Korallen-Stromatoporoiden-Bioherme, ob. Schrattenkalk, Allgäu (Apt) – 3

Fig. 1–6: Riff-Fazies (Fig. 1–5: Maßstab: 0,5 cm; Fig. 6: Maßstab: 0,5 mm)
Alle Beispiele: Untere Gundalpe.

Fig. 1: *Diparistromaria urgonica* TURNŠEK & MASSE, durch lithophagide Bivalven angebohrt; umgebendes Sediment: Wackestone.

Fig. 2: Typische Stromatoporoiden-Korallen-Krusten-Vergesellschaftung („encrustation microsuccession" nach MOUSSAVIAN 1992) aus *Diparistromaria urgonica* TURNŠEK & MASSE (D), crustos gewachsener *Eugyra* sp. (E), Bryozoenstock (B) und Serpuliden (S).

Fig. 3: *Spongiomorpha asiatica* YABE & SUGIYAMA, stark angebohrt durch clinoide Poriferen bzw. lithophage Muschel (rechts) mit Krustenassoziation. Umgebung: Wackestone.

Fig. 4: Chaetetider Schwamm mit Cyanobakterienkruste.

Fig. 5: *Eugyra* sp. in zwei Schnittlagen, von Cyanobakterien und sessilen agglutinierenden Foraminiferen überkrustet. Unten vollständig umkristallisierte doppelklappige Bivalve in dunkler Matrix.

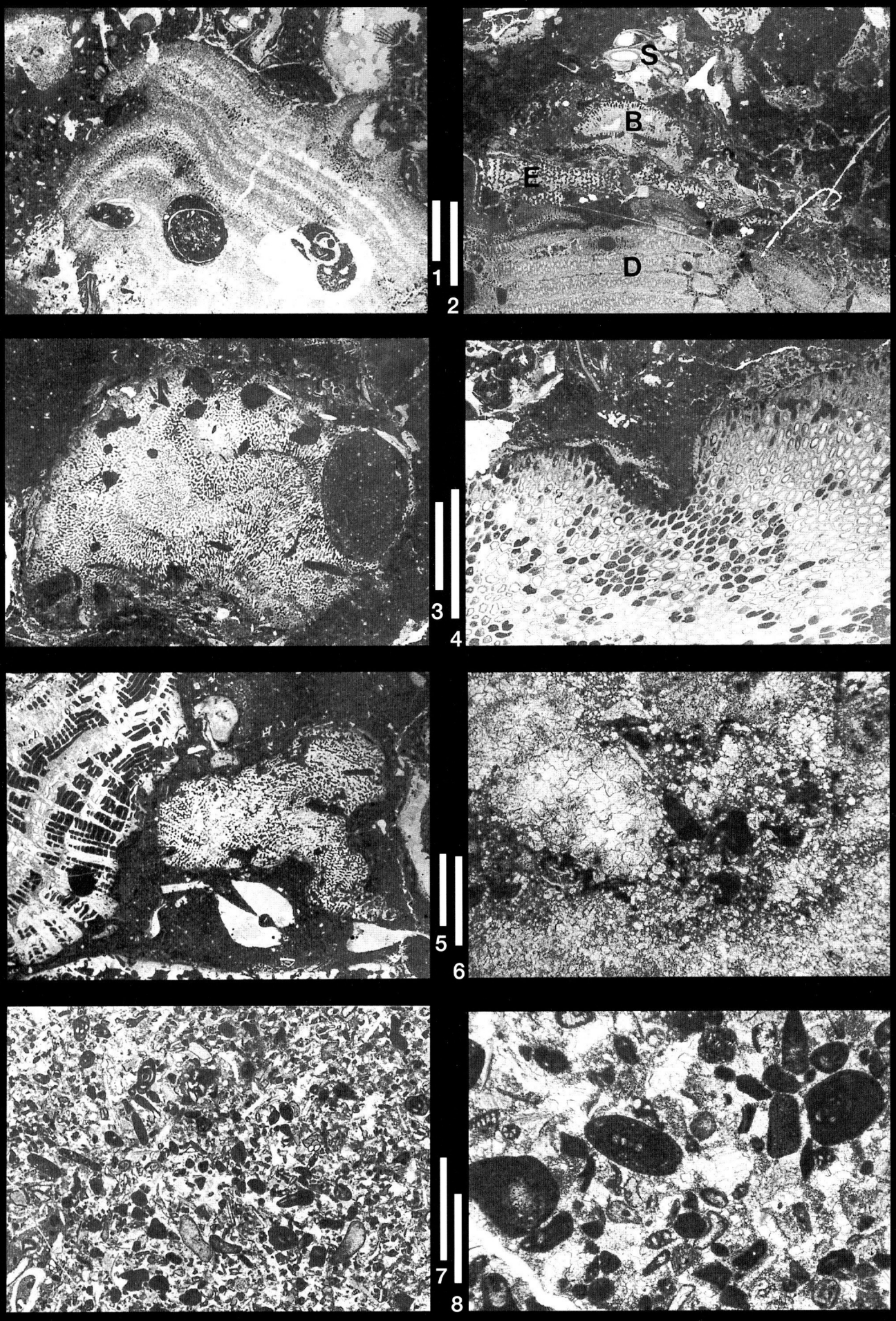
Fig. 6: Vadose Diagenese: Mikrosparit in umkristallisierter Koralle, umgeben von Mikritresten.

Fig. 7–8: Überdeckung der Bioherme: Grainstone-Fazies

Fig. 7: Milioliden-reicher Grainstone mit Rindenkörnern (Übersicht). Maßstab: 0,25 cm.

Fig. 8: Desgleichen, Ausschnitt. *Quinqueloculina* sp. (rechts) und *Charentia cuvillieri* NEUMANN (mitte) mit dünnem cyanobakteriellen Mikritsaum. Maßstab: 0,5 mm.

MASSIV-KNOLLIGE BIOHERME – KREIDE (3) TAFEL 12

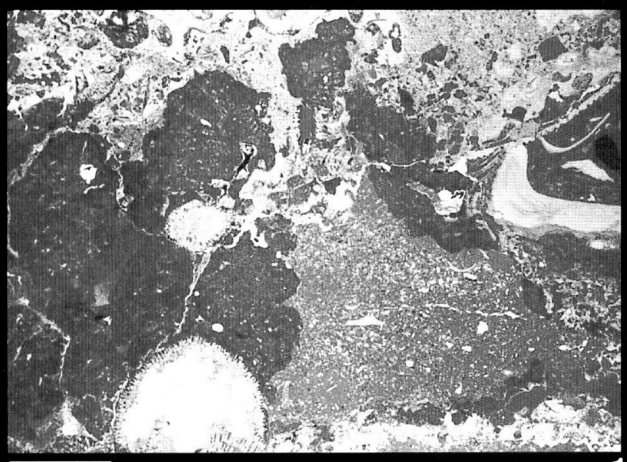


Tafel 13: Massiv-knollige Korallen-Stromatoporoiden-Bioherme, ob. Schrattenkalk, Allgäu (Apt) – 4

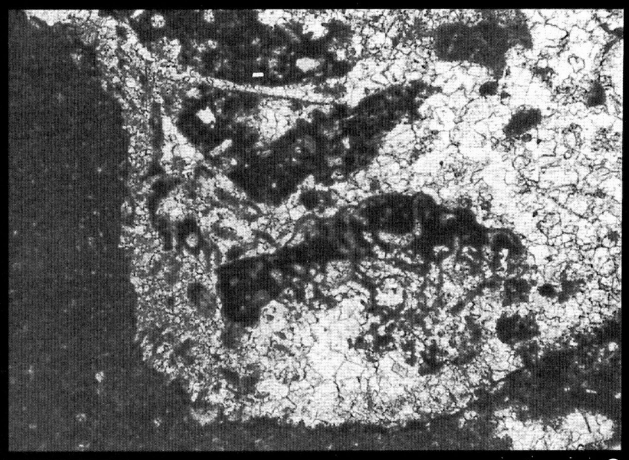
Riff-Binder (Untere Gundalpe)

Fig. 1: Dunkle, wolkige Cyanobakterien-Massen überkrusten Chaetetiden aber auch Bioklasten. Maßstab: 5 mm.
Fig. 2: *Lithocodium aggregatum* ELLIOT (*Bacinella*-Typ) auf umkristallisierter Koralle. Maßstab: 0,5 mm.
Fig. 3: *Kymalithon belgicum* (FOSLIE) LEMOINE & EMBERGER auf umkristallisierter *Barroisia* sp.. Maßstab: 0,5 mm.
Fig. 4: Inkrustationsabfolge mit Cyanobakterien (C), fraglicher Kalkalge *Koskinobullina socialis* CHERCHI & SCHROEDER (K) und *Pseudolithothamnium album* PFENDER (P). Maßstab: 0,5 mm.
Fig. 5: *Coscinophragma cribrosum* (REUSS), größere Inkrustationseinheit auf umkristallisierter Koralle. Maßstab: 1 mm.
Fig. 6: *Nubecularia* sp. (Pfeil). Maßstab: 0,5 mm.
Fig. 7: Helioporide Octokoralle (?*Epiphaxum* sp.) auf umkristallisierten Bioklasten. Darüber z. T. inkrustierende cheilostome Bryozoe (B), von SCHOLZ (1979:35) zu den Foraminiferen (?*Miniacina* sp.) gestellt. Maßstab: 0,5 mm.
Fig. 8: Inkrustierende Serpuliden (*Sarcinella* sp.) über cheilostomer Bryozoe (B) auf umkristallisiertem, stark angebohrtem Korallenrest. Maßstab: 1 mm.

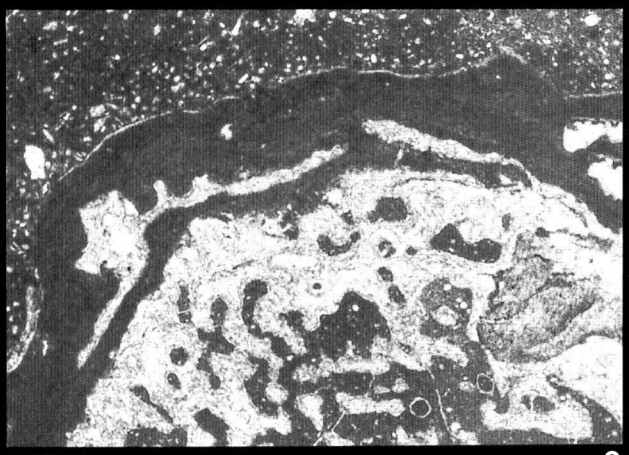
MASSIV-KNOLLIGE BIOHERME – KREIDE (4) TAFEL 13



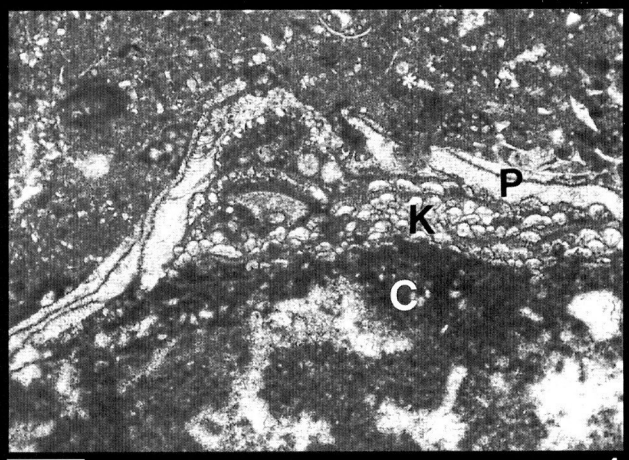
1



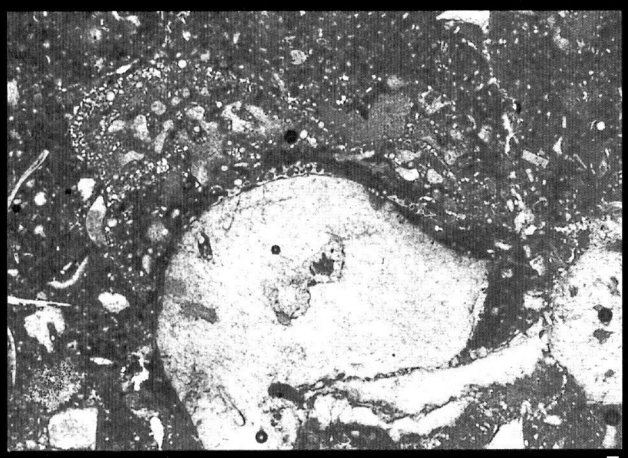
2



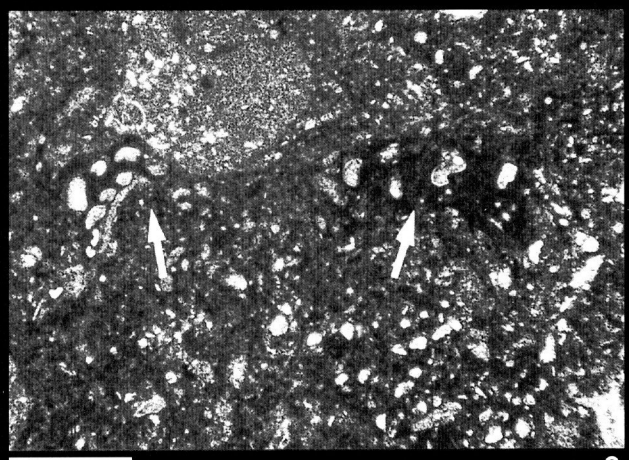
3



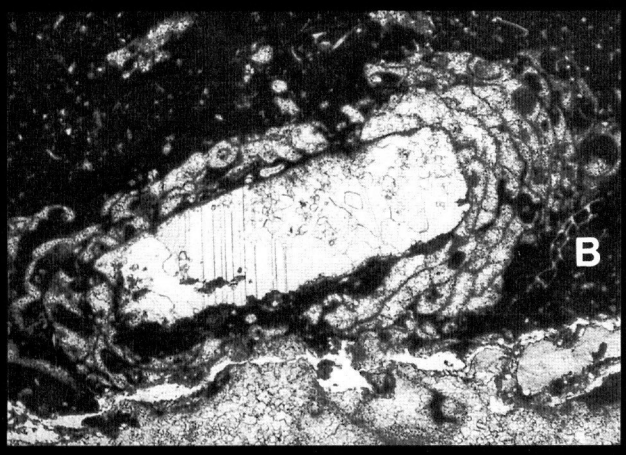
4



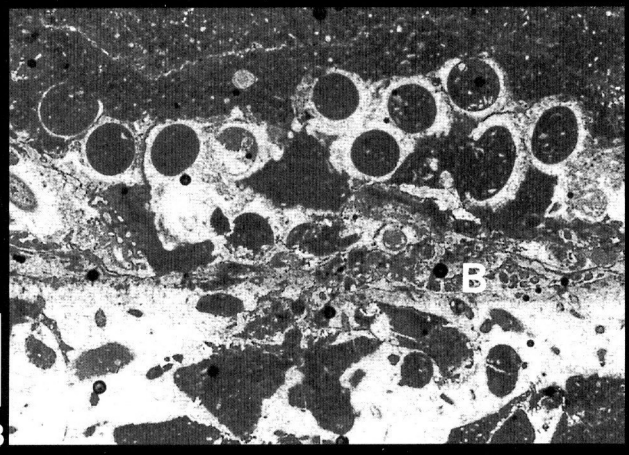
5



6



7



8

Tafel 14: Massiv-knollige Korallen-Stromatoporoiden-Bioherme, ob. Schrattenkalk, Allgäu (Apt) – 5 Riff-Bewohner (Untere Gundalpe). Maßstäbe: Fig. 1-7, 9-10: 0,5 mm, Fig. 8: 2 mm.

Fig. 1–2: Kalkalgen
Fig. 1: *Neomeris* sp., häufigste Dasycladacee. Schrägschnitt.
Fig. 2: *Boueina* cf. *hochstetteri* TOULA. Längsschnitt.

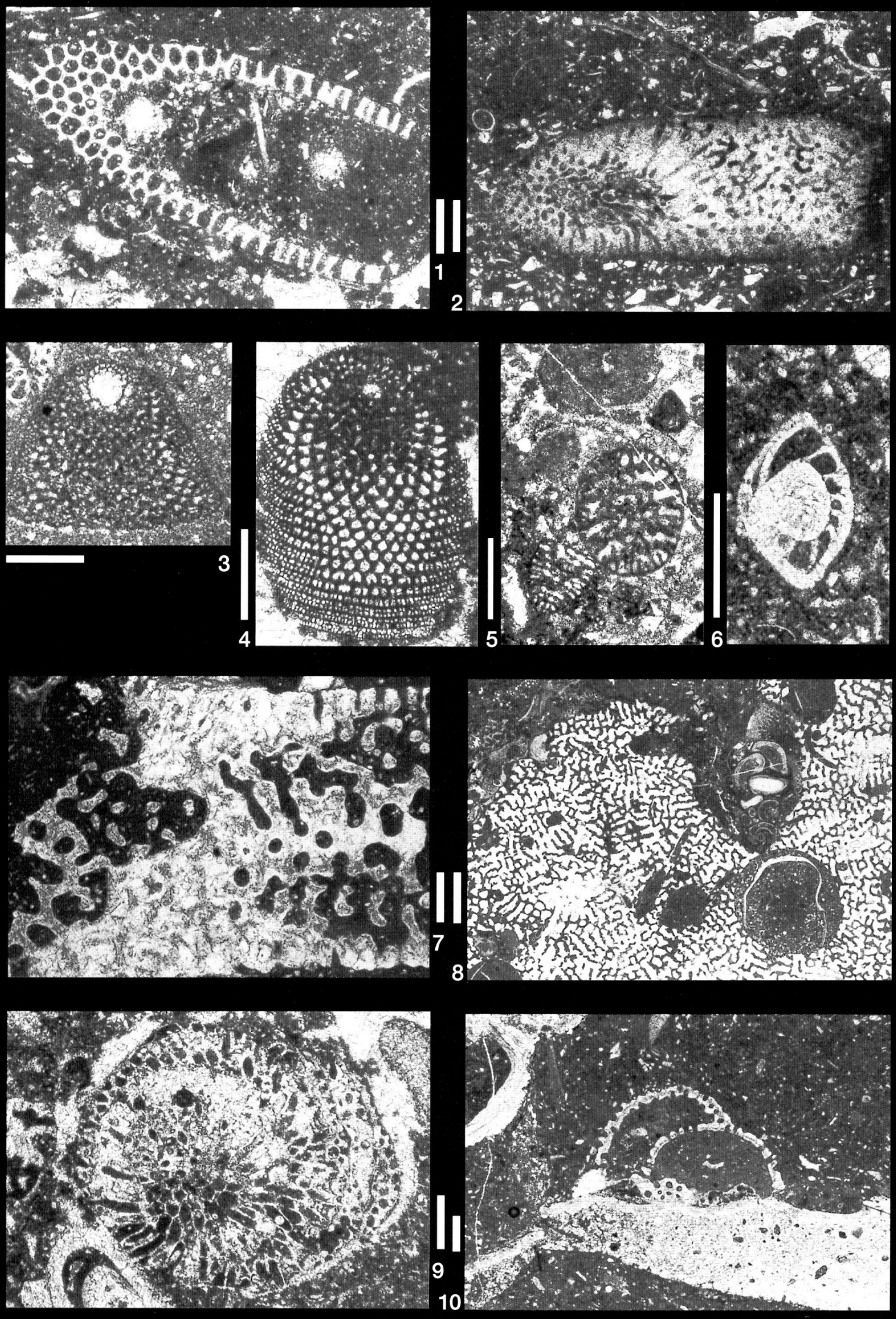
Fig. 3–6: Foraminiferen
Fig. 3: *Palorbitolina lenticularis* (BLUMENBACH). Achsialschnitt durch adultes, megalosphärisches Exemplar.
Fig. 4: *Orbitolina* (*Mesorbitolina*) aff. *texana* (ROEMER). Tangentialschnitt durch den Embryonalapparat.
Fig. 5: *Simplorbitolina* cf. *manasi* CYRI & RAT. Tangential-und Querschnitt.
Fig. 6: *Lenticulina* sp.

Fig. 7: Pharetronide Kalkschwämme
Fig. 7: *Barroisia* cf. *helvetica* (DE LORIOL). Tangentialschnitt (Detail).

Fig. 8: Serpuliden
Fig. 8: *Spiraserpula* sp.. Schnitt parallel zur Spiralebene.

Fig. 9–10: Bryozoen
Fig. 9: Bryozoenstock, nahezu Querschnitt durch die Zooecien.
Fig. 10: Inkrustierende cheilostome Bryozoe auf umkristallisiertem Stromatoporoiden.

MASSIV-KNOLLIGE BIOHERME – KREIDE (5) TAFEL 14



Tafel 15: Sondertypen massiv-knolliger Bioherme

Fig. 1–5: **Peudodendriformes, massiv-knolliges Bioherm,** Paul Spur W Douglas (S-Arizona): Upper Mural Limestone (U-Alb).

Fig. 1: Geländesituation, den Patchreefcharakter zeigend. S = Schuttkalke an der Riff-Basis; M-C = *Microsolena*-Cyanobakterien-Biokonstruktion, K = dendriformes Scleractinia-(*Calamophyllia*-)Kleinbioherm, P = Paläo-Slope.

Fig. 2: *Microsolena*-Cyanobakterien-Biokonstruktion (Ausschnitt) mit buschartigem (pseudo-dendriformem) Wachstum folioser Morphotypen von *Microsolena texana* WELLS (dunkel), jeweils überkrustet von relativ mächtigen Cyanobakterienlagen (hell); Zwischenräume: Packstones.

Fig. 3: Desgleichen, Detail. M = *Microsolena texana* WELLS; C = Cyanobakterienlagen; P = Packstone-gefüllte Zwischenräume.

Fig. 4: Dünnschliffbild der stratiformen Cyanobakterienlagen auf *Microsolena*. Maßstab: 1 mm.

Fig. 5: Relativ großwüchsige Nubeculariiden-Kolonie in einer inkrustierenden Cyanobakterienlage. Maßstab: 1mm.

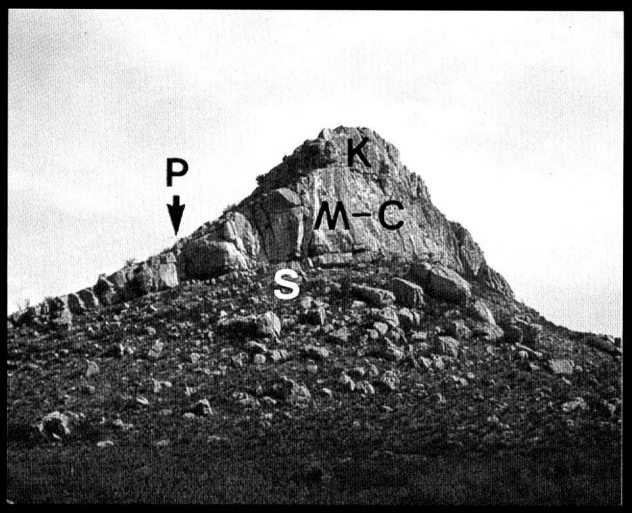
Fig. 6–7: **Gemischt dendriform/massiv-knolliges Bioherm,** Blanco River Gorge, Hays County (Texas); Glenrose Formation (Unter-Alb).

Fig. 6: Rudisten-Korallen-Bioherm mit *Monopleura* sp.und *Montastrea whitneyi* (WELLS).

Fig. 7: Desgleichen, Detail einer mikroatollartig gewachsenen *Montastrea whitneyi* (WELLS).

SONDERTYPUS: PSEUDODENDRIFORMES MASSIV-KNOLLIGES BIOHERM

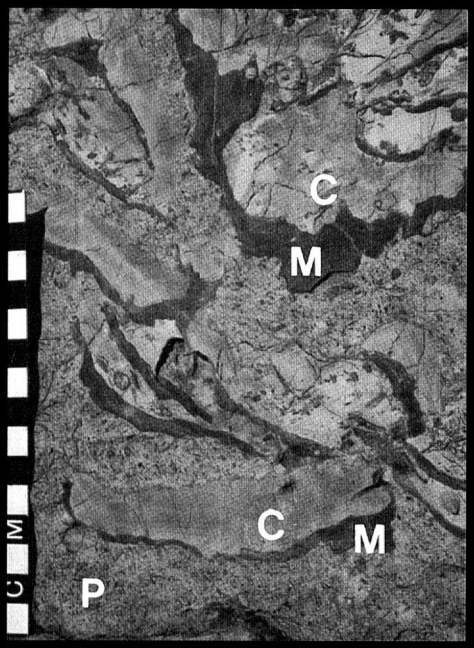
TAFEL 15



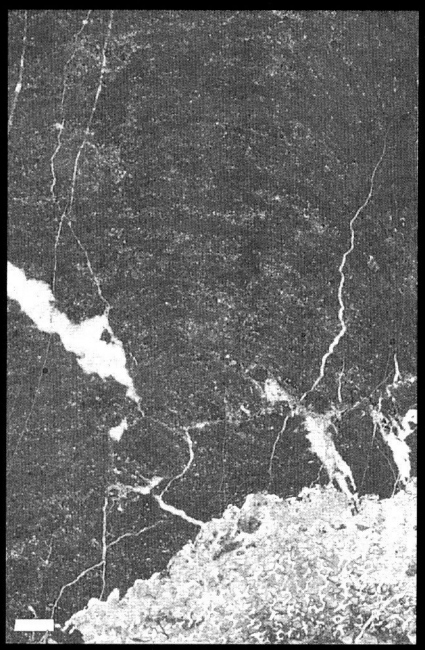
1



2



3



4



5

SONDERTYPUS: GEMISCHT DENDRIFORM/MASSIV-KNOLLIGES BIOHERM



6



7

Tafel 16: Einfache dendriforme Rudisten-Biostrome, Fenoliga, S-Istrien (Unter-Turon)

Gerüstbildner

Fig. 1: Angewitterte Oberfläche eines Radiolitiden (*Sauvagesia, Agriopleura*)-Biostroms.
Fig. 2: Angewitterter Längsschnitt durch dasselbe Biostrom, die Überlagerung der Rudisten-Schuttfazies zeigend.
Fig. 3: Detail einer quergeschnittenen Biostrom-Oberfläche mit *Sauvagesia sharpei* (BAYLE) zur Demonstration des überwiegend lockeren biostromalen Wachstumsgefüges. Maßstab:1 cm.
Fig. 4: Dünnschliff durch punktuell aneinandergewachsene Sauvagesien mit Packstone-Zwischensediment. Maßstab: 1 cm.

Binder

Fig. 5: Wolkige Cyanobakterienkruste (Begrenzung zum umgebenden Sediment durch Pfeile gekennzeichnet) mit kleinen spariterfüllten Hohlräumen. Einzig nachweisbarer Binder dieser Biokonstruktion. Maßstab: 1 mm.

Zwischensedimente

Fig. 6: Algenlump-Foraminiferen-Packstone mit Übergang zu ausgewaschenem Grainstone mit *Nezzazata gyra* (SMOUT). Maßstab: 1 mm.

Bewohner (Maßstab: jeweils 0,5 mm)

Fig. 7: *Nezzazata convexa* (SMOUT), Horizontalschnitt.
Fig. 8: *Nezzazata gyra* (SMOUT), Horizontalschnitt.
Fig. 9: *Nezzazata convexa* (SMOUT), Achsialschnitt.
Fig. 10: *Pyrgo* sp..

EINFACHE DENDRIFORME BIOSTROME – KREIDE (1)

TAFEL 16



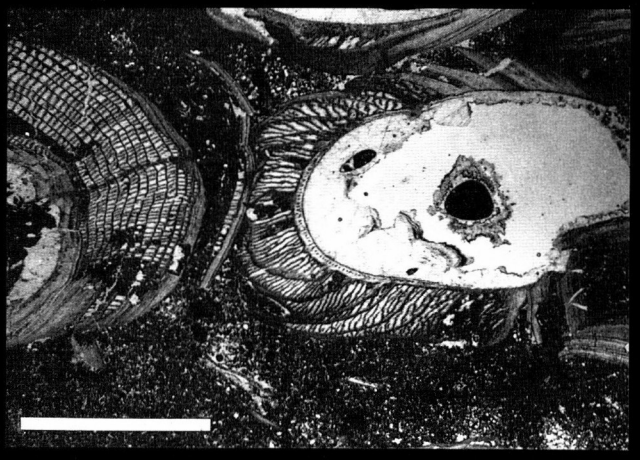
1



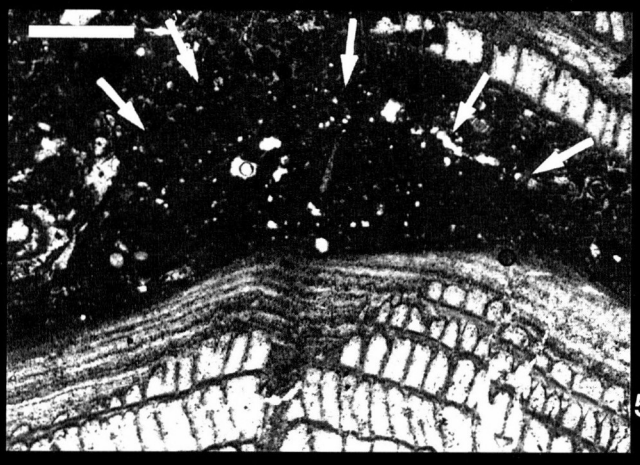
2



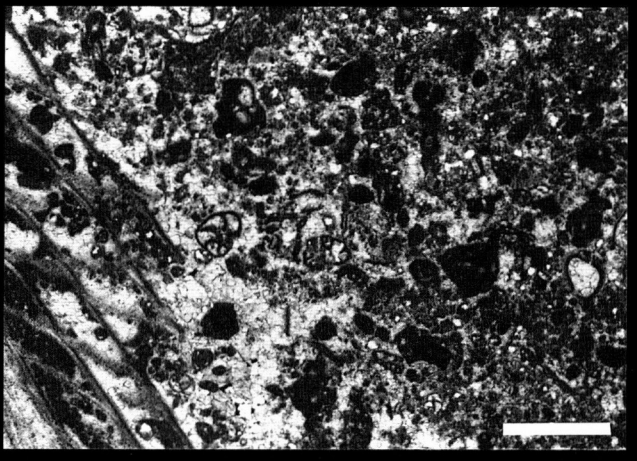
3



4



5



6



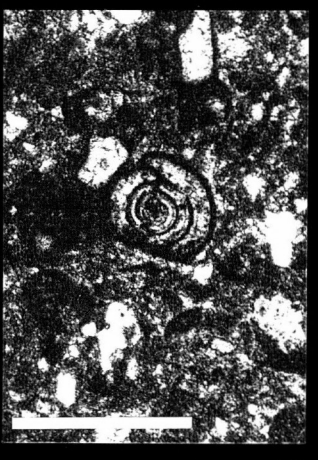
7



8



9



10

Tafel 17: Einfache dendriforme Biostrome, Kreide (verschiedene Beispiele)

Fig. 1: ***Vaccinites*-Biostrom** (Ausschnitt); Turon; La Vialasse, Navarro-Languedoc-Trog, Französische Pyrenäen. Maßstab: 1 cm.

Fig. 2: Desgleichen; Bündel von *Girvanella* sp. als häufigsten Binder dieser Biokonstruktion. Maßstab: 0,5 mm.

Fig. 3: ***Eoradiolites*-Biostrom** (Ausschnitt); Coniac-U.Campan-Serie (Calcare Altamura), S. Fara-Steinbruch, NW Ostuni, Apulien.

Fig. 4: **Hydrozoen-Biostrom** (Ausschnitt); Coniac-Campan-Serie („Rasotica"-Kalk), Sumartin, E-Teil der Insel Brač, Kroatien. Maßstab: 10 cm.

Fig. 5: ***Hippuritella lapeirousei*-Biostrom,** Individuen schräg nach oben geneigt; Mittel-Maastricht, Sierra de les Aguelles (oberh. Nicolasa-Steinbruch), Ostspanien.

Fig. 6: **Paucispezifisches Biostrom** aus *Hippuritella lapeirousei* (GOLDFUSS), kleine Individuen, und *Hippurites lamarcki* BAYLE; Mittel-Maastricht, Sierra de les Agulles (oberh. Nicolasa-Steinbruch), Ostspanien.

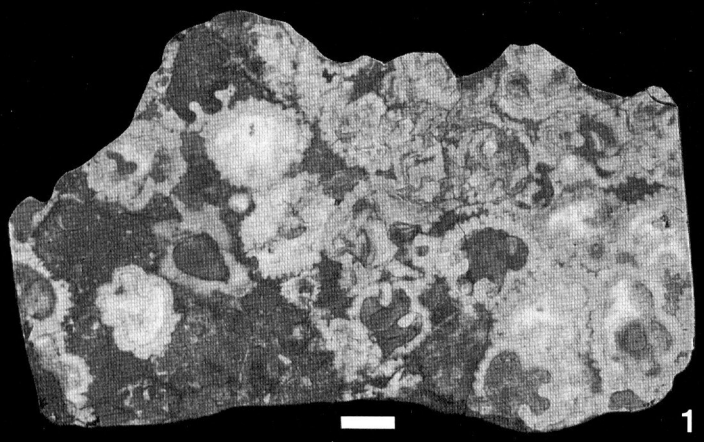
Fig. 7–8: ***Biradiolites*-Bioherm** (Ausschnitt); Mittel-Maastricht (Guinea Coru Formation, Central Inlier), Rio Minho, Jamaika. Maßstab: 1 cm.

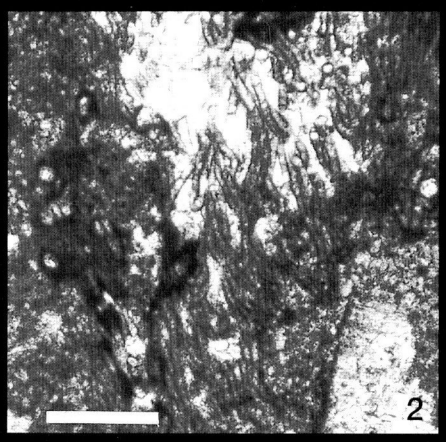
Fig. 7: Querschnitt.

Fig. 8: einige dicht miteinander verwachsene Individuen.

EINFACHE DENDRIFORME BIOSTROME – KREIDE (2)

TAFEL 17


1

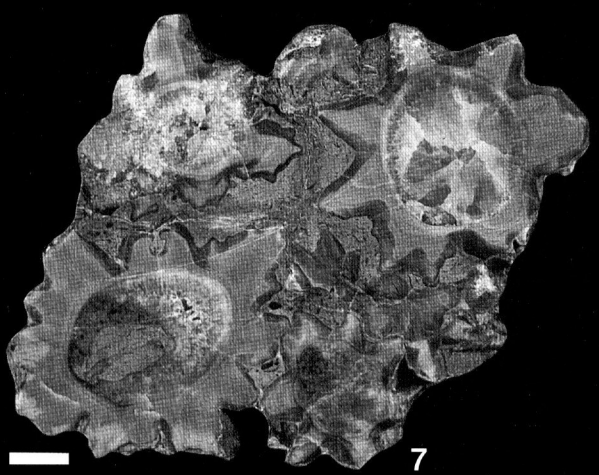

2

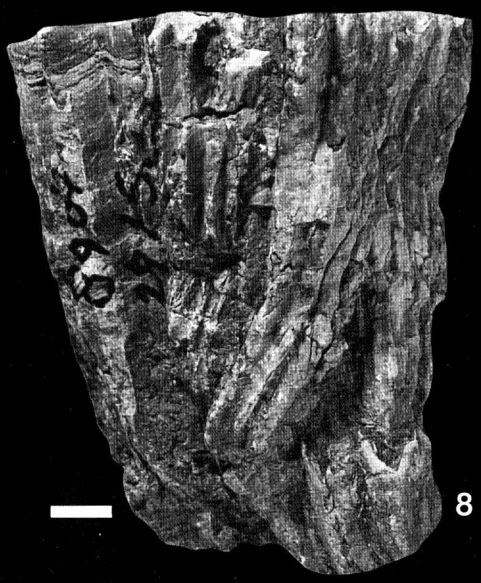

3


4


5


6


7


8

Tafel 18: Komplexe dendriforme Hippuritiden-und Hippuritiden-Korallen-Biostrome, Atzlgraben (Brandenberger Gosau/ Tirol; Coniac) – 1

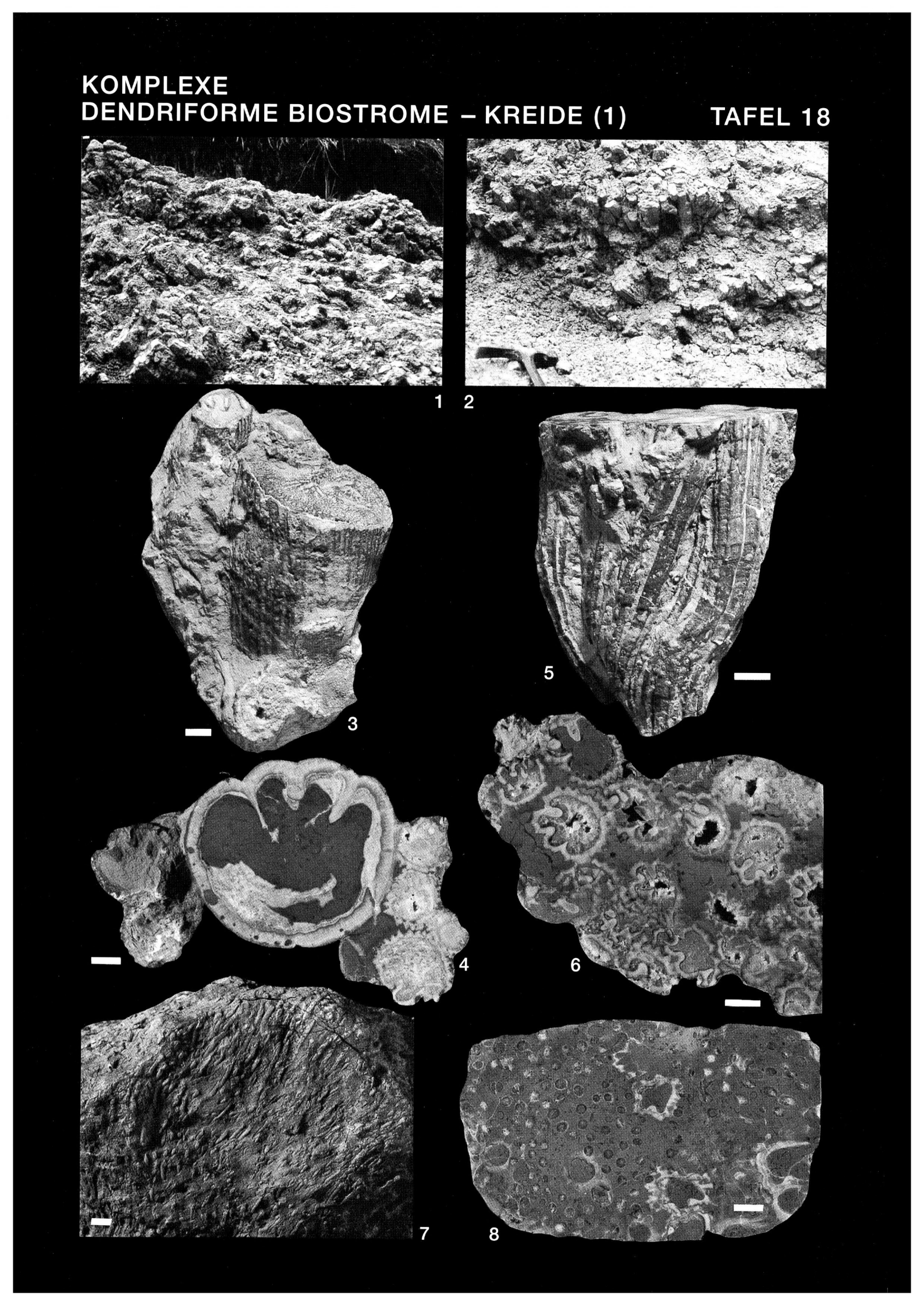
Fig. 1: *Hippurites sulcatus*-Coppice, Aufschlußbild.
Fig. 2: Desgleichen, Detail. Die dichtgedrängten Hippuriten-Bouquets, welche ihrerseits wiederum nahe aneinanderwuchsen, sind deutlich erkennbar.

Gerüstbildner (sämtliche Maßstäbe: 1 cm)

Fig. 3: *Hippurites galloprovincialis* MATHERON, verwachsen mit kleineren *Hippurites sulcatus* DEFRANCE; Basis des Biostromkomplexes.
Fig. 4: Desgleichen, Querschnitt.
Fig. 5: Bouquet von verdreht aneinandergewachsenen *Hippurites sulcatus*-Individuen. Zentralbereich des Coppice.
Fig. 6: Querschnitt durch ein *Hippurites sulcatus*-Coppice (Ausschnitt) aus dem Zentrum der Biokonstruktion.
Fig. 7: *Procladocora*-Stock, Längsansicht. Auffallend die langen an der Basis bouquetartig auseinanderstrebenden Korallite. Top des *H. sulcatus*-Coppice.
Fig. 8: Querschnitt durch ein *Procladocora-Hippurites sulcatus*-Biostrom am Top der komplexen Biokonstruktion.

KOMPLEXE DENDRIFORME BIOSTROME – KREIDE (1)

TAFEL 18



Tafel 19: Komplexe dendriforme Hippuritiden-und Hippuritiden-Korallen-Biostrome, Atzlgraben (Brandenberger Gosau/ Tirol; Coniac) – 2

Hippurites sulcatus-Coppice: Binder

Fig. 1: Dichte, wolkig erscheinende Cyanobakterienkruste. Maßstab: 1 mm.
Fig. 2: *Placopsilina* sp. in mehreren Generationen übereinander, z. T. knäuelig wachsend, lateral von einer dünnen *Sporolithon*-Kruste ersetzt. Maßstab: 1 mm.
Fig. 3: Cyanobakteriell gebundenes, peloidreiches Zwischensediment im zentralen Coppice-Bereich. Maßstab: 1 mm.
Fig. 4: Inkrustierender Chaetetide auf *Hippurites sulcatus* DEFRANCE (Pfeil). Maßstab: 5 mm.

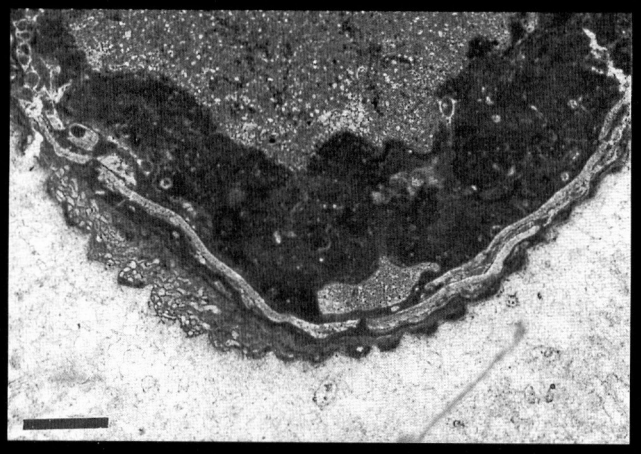
Hippurites sulcatus-Coppice: Bewohner

Fig. 6: *Radiolites* ex.gr. *subradiosus* TOUCAS, breit-konischer Morphotyp. Maßstab: 5 mm.
Fig. 7: *Plagioptychus aguilloni* D'ORBIGNY, mützenförmige Deckelklappe. Maßstab: 5 mm.

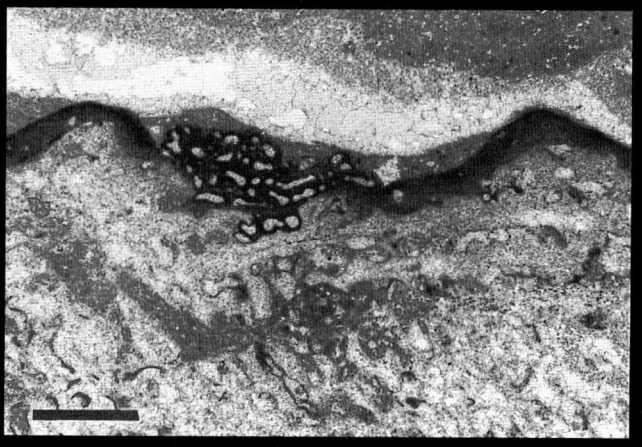
Procladocora-Hippurites sulcatus-Biostrom

Fig. 8: Querschnittbild, den Bafflestone-Charakter zeigend. Maßstab: 2 mm.
Fig. 9: Ausschnitt: cyanobakteriell umkrustete Koralle mit winzigen Radiolitiden, aber auch mit entsprechenden Artgenossen verwachsen. Maßstab: 1 mm.
Fig. 10: Bryozoenkruste auf *Procladocora*-Korallum. Maßstab: 1 mm.

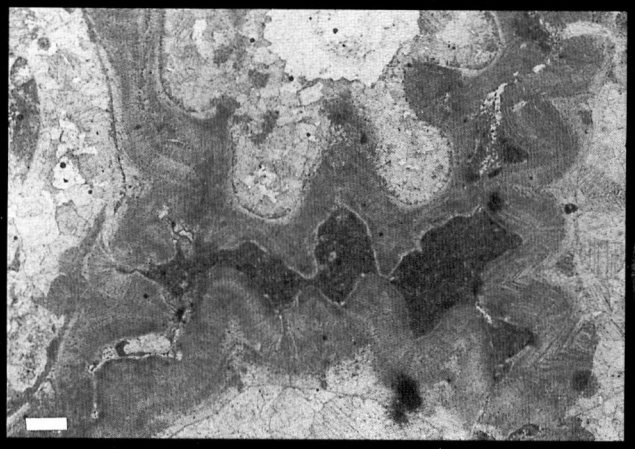
KOMPLEXE DENDRIFORME BIOSTROME – KREIDE (2) TAFEL 19



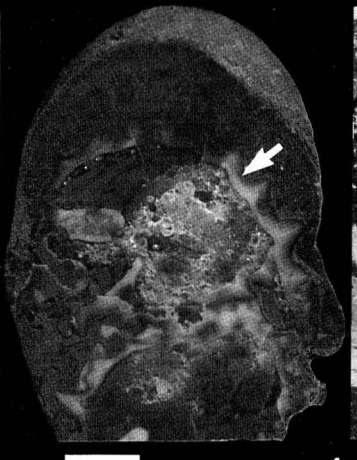
1



2



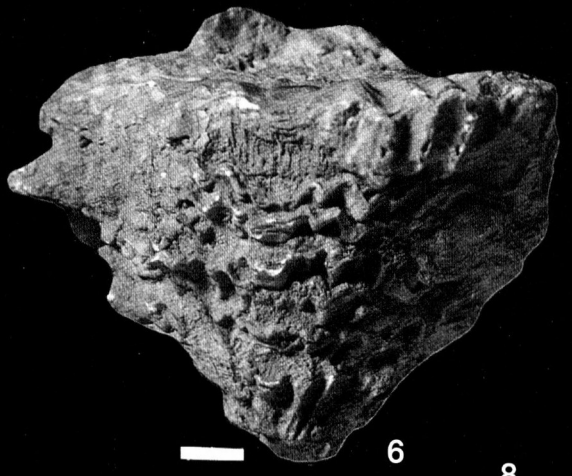
3



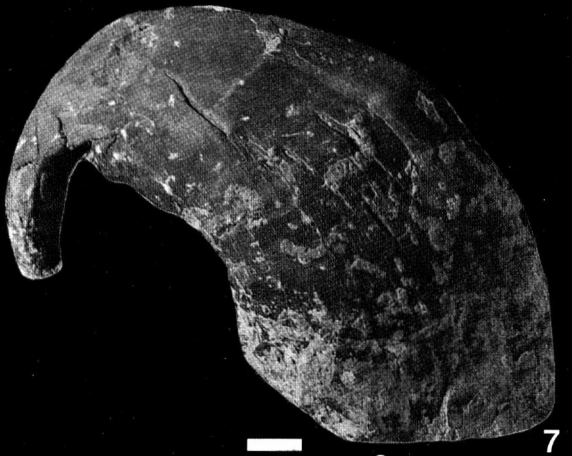
4



5

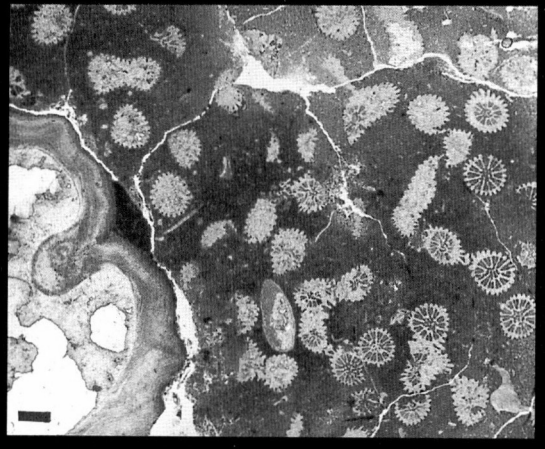


6

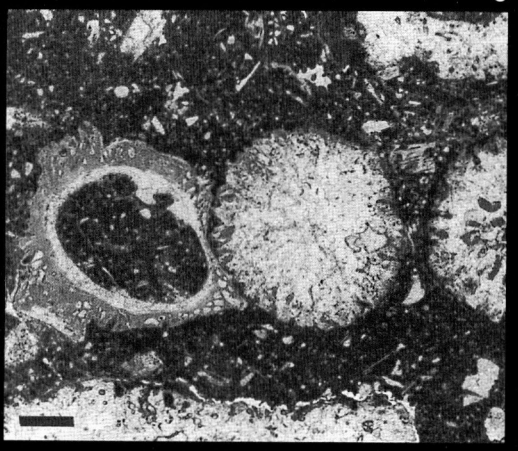


7

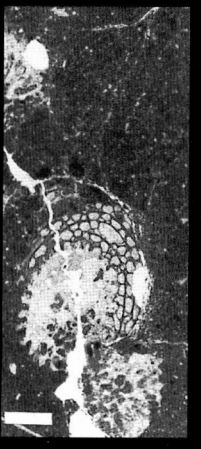
8



9



10



Tafel 20: Komplexe dendriforme Biostrome, Kreide (verschiedene Beispiele)

Fig. 1: **Radiolitiden*(Distefanella)*-Coppice** (Ausschnitt) mit eng zementierten Individuen und deutlichen Tabulae; Santon/Unter-Campan, Piano della Corte, Matese-Gebirge (Mittel-Italien).

Fig. 2: **Radiolitiden *(Sauvagesia tenuicostata)* Biostrom** (Ausschnitt);
Santon/Unter-Campan, Piano della Corte, Matese-Gebirge (Mittel-Italien).

Fig. 3: **Polyspezifische Radiolitiden*(Gorjanovicia, Biradiolites, Sauvagesia)-Hippurites*-Biostrome;** S = Schuttkalk, 1,2 = 2 Biostrom-Generationen. Campan/Maastricht, Mlatinje Brdo bei Pučišća, N-Teil der Insel Brač (Kroatien).

Fig. 4: ***Hippurites lamarcki*-Coppice,** überlagert von dünnen Kalkarenitbänken; B = Biostrom-Komplex, K = Kalkarenit. Maastricht, Nicolasa-Steinbruch, Sierra de les Agulles (Ostspanien).

Fig. 5: ***Vaccinites ultimus*-Biostrom,** angeschnittener Gesteinsblock; Schalendurchmesser ca. 2 cm; Maastricht, Nicolasa-Steinbruch, Sierra de les Agulles (Ostspanien).

Fig. 6: **Monospezifisches Radiolitiden*(Pseudopolyconites)*-Biostrom,** zusammen mit parautochthonen Individuen; Ober-Campan/Maastricht, Serra di Poggiardo, SW Otranto, Umgebung von Ostuni (Apulien, S-Italien).

KOMPLEXE DENDRIFORME BIOSTROME – KREIDE (3)

TAFEL 20



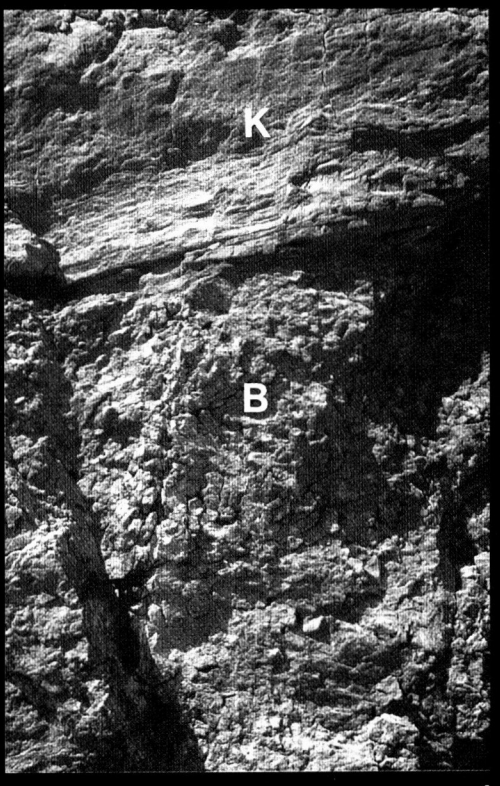
1



2



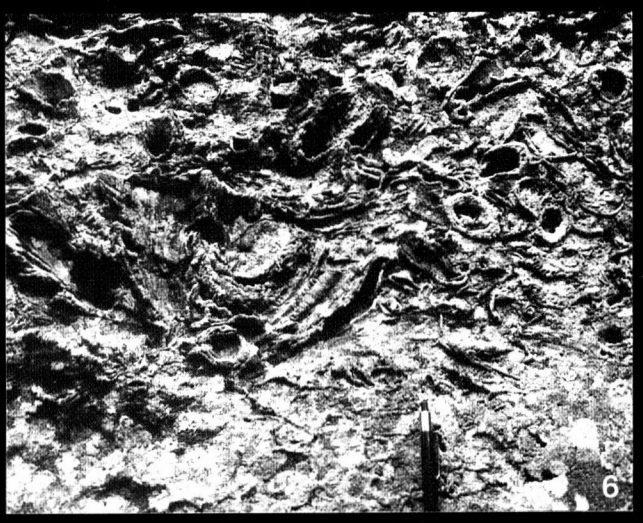
3



4



5



6

Tafel 21: Komplexe massiv-knollige Korallen-Algen-Biostrome, Atzlgraben (Brandenberger Gosau/Tirol, Coniac) – 1

Fig. 1: Komplexe Korallen-Biostrome, Aufschlußbild; knollige Biokonstruktionen zumeist mit Mergelzwischenlagen.

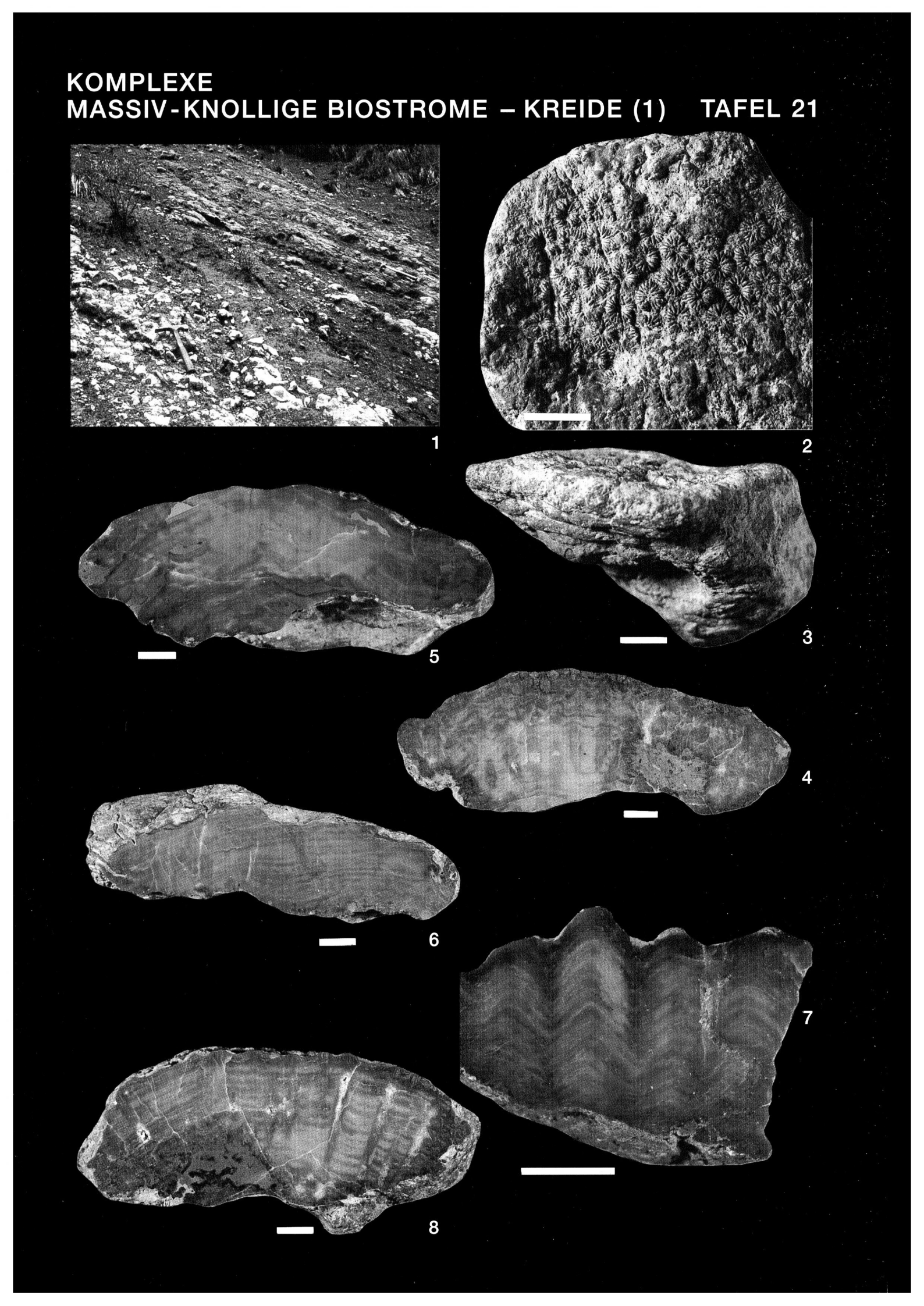
Gerüstbildner, basaler Biostrom-Abschnitt (sämtl. Maßstäbe: 1 cm)

Fig. 2–4: *Polystephanastraea salisburgensis* (MILNE-EDWARDS & HAIME)
- Fig. 2: Ausschnitt, Blick auf die (sub)plocoide Kelchanordnung.
- Fig. 3: Seitenansicht desselben Korallenstockes; flach kalottenartiges Wachstum („skullcap-shaped morphotype" sensu HÖFLING 1989).
- Fig. 4: Längsschnitt durch ein Exemplar mit discoidaler Wuchsform.

Fig. 5–7: *Microsolena* div.sp., sämtlich Längsschnitte. Erstnachweise für die ostalpine Oberkreide.
- Fig. 5: *Microsolena* sp.1, discoidaler Morphotyp.
- Fig. 6: *Microsolena* sp.2, discoidaler Morphotyp.
- Fig. 7: *Microsolena* sp.1, undulierend-discoidaler Morphotyp mit Bryozoenkruste.

Fig. 8: *Placocoenia major* (FELIX), Längsschnitt durch einen discoidalen Morphotyp.

KOMPLEXE
MASSIV-KNOLLIGE BIOSTROME – KREIDE (1) TAFEL 21

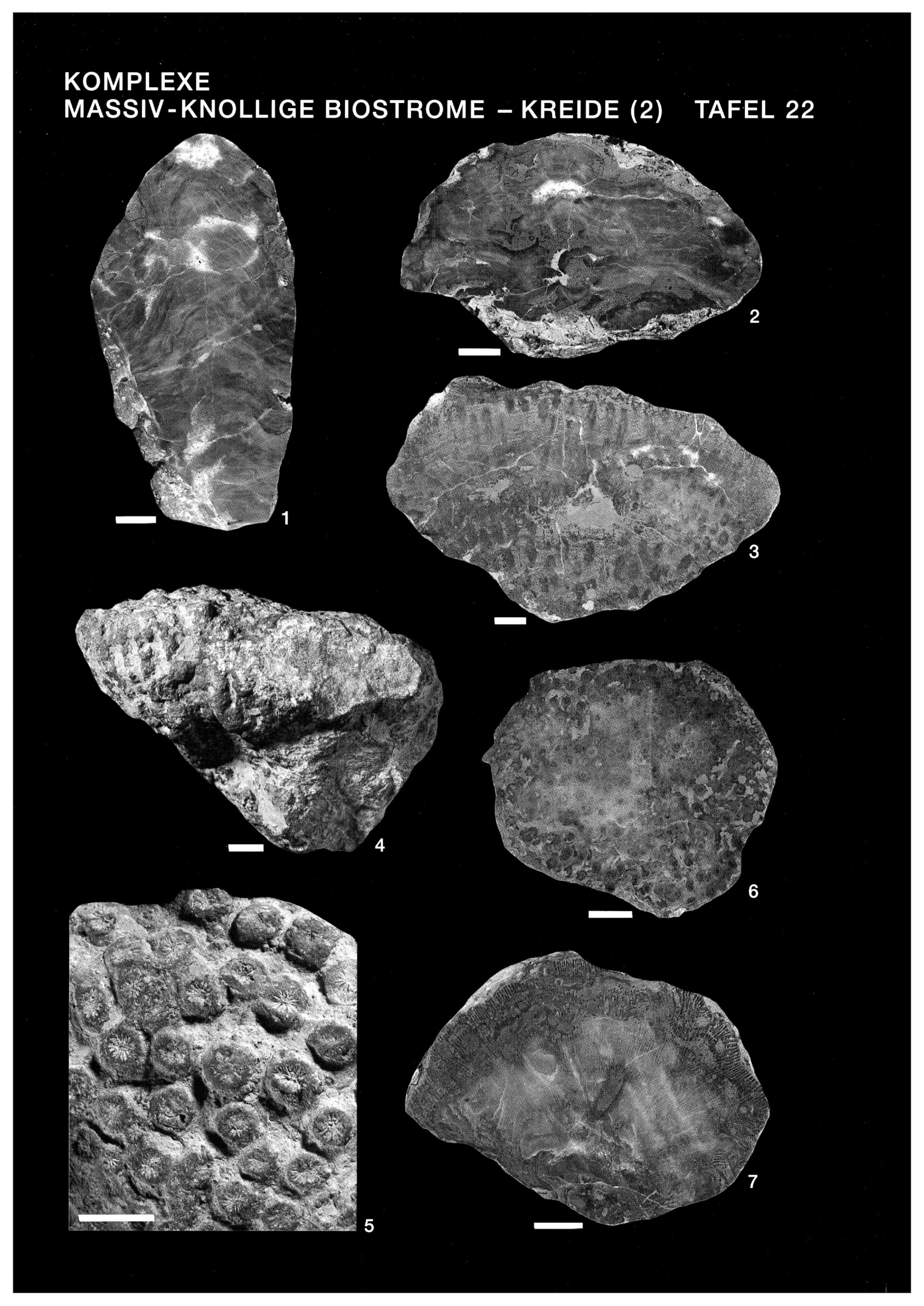


Tafel 22: Komplexe massiv-knollige Korallen-Algen-Biostrome, Atzlgraben (Brandenberger Gosau/Tirol, Coniac) – 2

Gerüstbildner, höherer Biostrom-Abschnitt (sämtl. Maßstäbe: 1 cm)

Fig. 1: *Microsolena* sp.1, säulige Wuchsform, Längsschnitt.
Fig. 2: *Microsolena* sp.2, knolliger Morphotyp („moundlike" sensu JACKSON 1979).
Fig. 3–5: *Placocoenia major* (FELIX)
Fig. 3: Längsschnitt durch einen knolligen Korallenstock.
Fig. 4: Flach kalottenartiger Morphotyp.
Fig. 5: Desgleichen, Detail der plocoiden Kelchanordnung.
Fig. 6: *Heterocoenia dendroides* REUSS, Querschnitt durch eine dichtstehende subplocoid-dendroide Kolonie.
Fig. 7: *Meandrastrea crassisepta* D'ORBIGNY, Längsschnitt durch einen knolligen Stock.

KOMPLEXE
MASSIV-KNOLLIGE BIOSTROME – KREIDE (2) TAFEL 22



Tafel 23: Komplexe massiv-knollige Korallen-Algen-Biostrome, Atzlgraben (Brandenberger Gosau/Tirol, Coniac) – 3

Gerüstbildner im Dünnschliff (Maßstab: 2 mm)

Fig. 1: *Microsolena* sp.1, von lithophagiden Bivalven angebohrt.

Fig. 2: *Microsolena* sp.2, weiterer Kelchabstand, im Mikrobild ein backsteinähnliches Muster hervorrufend. Auffallend ferner die mit Mudstone-Nebensediment gefüllten Wachstumsstillstände („ragged" sensu KERSHAW & WEST 1991).

Rhodolithische Binder (überwiegend Erstnachweise für die ostalpine Oberkreide)

Fig. 3–4: Corallinaceen-Rhodolith, aufgebaut von *Sporolithon gosaviense* (ROTHPLETZ). Maßstab: 1 cm.

Fig. 3: Außenansicht der rhodolithischen Knolle.

Fig. 4: Querschnitt, links einen vollständig umkrusteten *Hippurites sulcatus* DEFRANCE zeigend.

Fig. 5: *Sporolithon* sp., eine Koralle rhodolithisch umkrustend.

Fig. 6–8: Peyssonneliaceen-Rhodolithe

Fig. 6: *Pseudolithothamnium album* PFENDER überkrustet in zahlreichen Lagen eine *Solenopora*-Knolle. Maßstab: 2 mm.

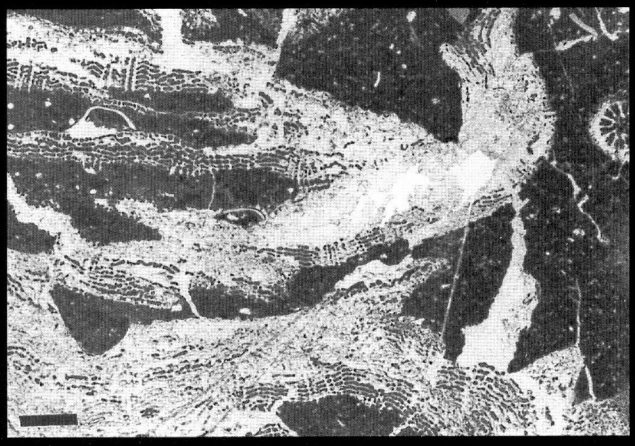
Fig. 7: Desgleichen, Ausschnitt. *Pseudolithothamnium*-Krusten z. T. durch Cyanobakterienlagen getrennt. Maßstab: 1 mm.

Fig. 8: Frühstadium eines Peyssonneliaceen-Rhodoliths: 2 Krustenlagen von *Pseudolithothamnium album* PFENDER überziehen einen Kelch von *Procladocora* sp. Maßstab: 1 mm.

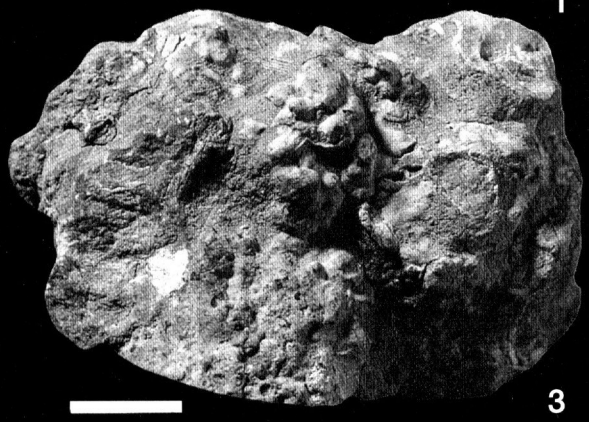
KOMPLEXE
MASSIV-KNOLLIGE BIOSTROME – KREIDE (3) TAFEL 23



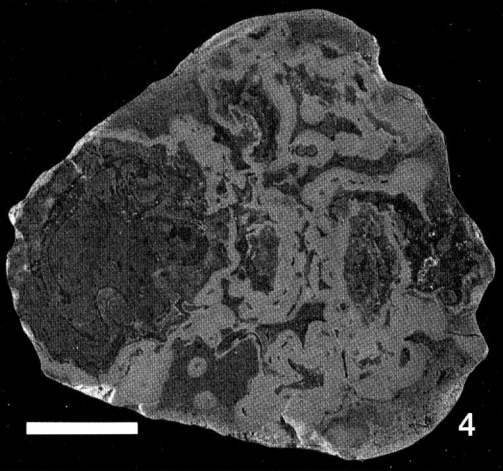
1



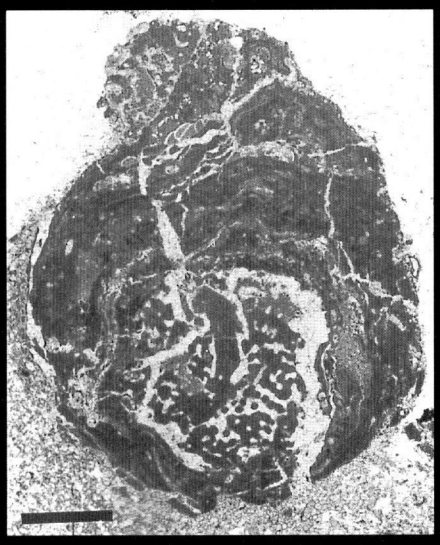
2



3

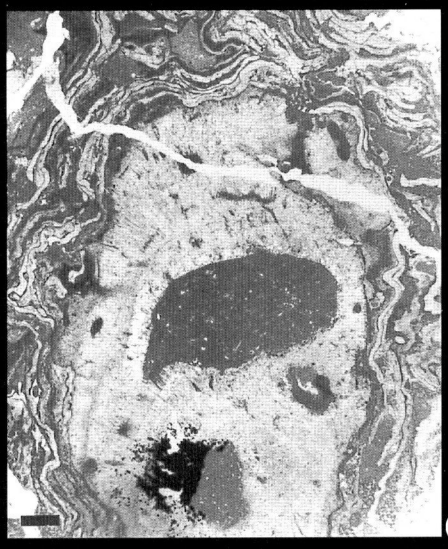


4



5

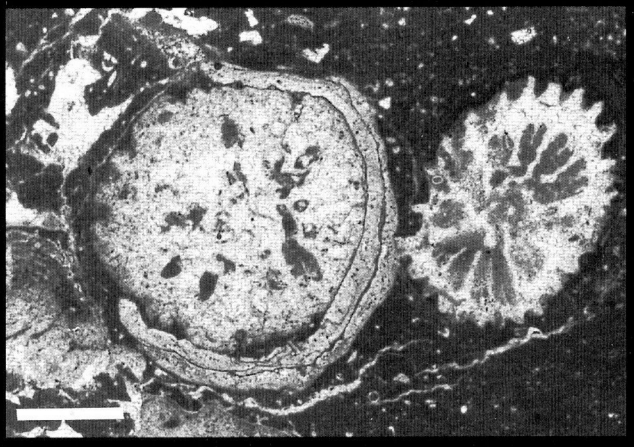
7



6

8



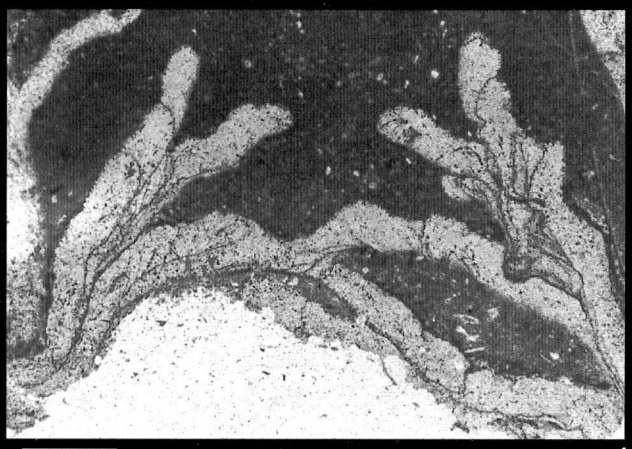


Tafel 24: Komplexe massiv-knollige Korallen-Algen-Biostrome, Atzlgraben (Brandenberger Gosau/Tirol, Coniac) – 4

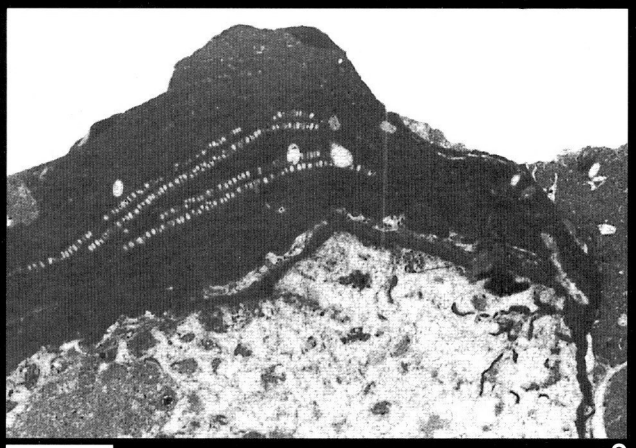
Binder (Maßstäbe: Fig. 1–3, 5–8: 1 mm; Fig. 4: 5 mm)

Fig. 1: *Pseudolithothamnium album* PFENDER, frei endende, flächige Krusten auf umkristallisierter Koralle.
Fig. 2: *Sporolithon gosaviense* (ROTHPLETZ), relativ dicke Kruste auf Korallenstock, mit charakteristischer Reihenanordnung der Sporangien im Perithallum.
Fig. 3: *Sporolithon* sp. auf *Microsolena* sp.1.
Fig. 4: *Microsolena* mit *Sporolithon*-Kruste, welche sich stellenweise knotig verdickt (Übergang zu rhodolithischer Umkrustung).
Fig. 5: *Lithocodium aggregatum* ELLIOTT, *Bacinella*-Typus auf *Microsolena* sp.2.
Fig. 6: Mächtiges, angebohrtes *Placopsilina*-Aggregat auf umkristallisierter Koralle.
Fig. 7: *Haddonia hagni* HÖFLING, zusammen mit *Sporolithon* sp. eine Kruste um eine Koralle bildend.
Fig. 8: Inkrustierende Octokoralle (?) auf *Microsolena* sp..

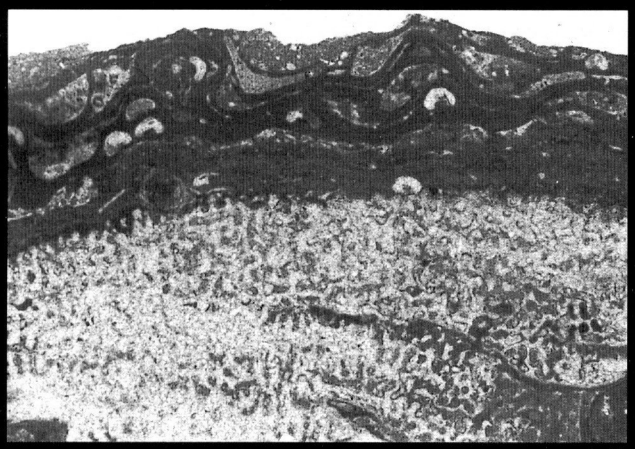
KOMPLEXE
MASSIV-KNOLLIGE BIOSTROME – KREIDE (4) TAFEL 24



1



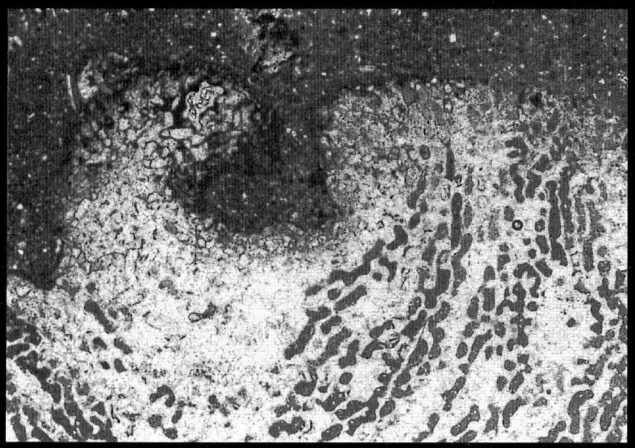
2



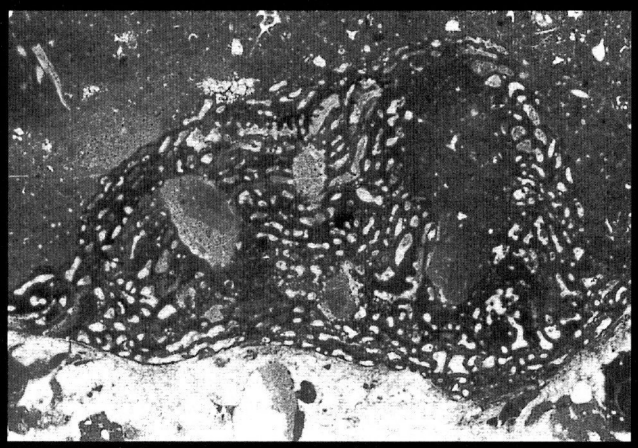
3



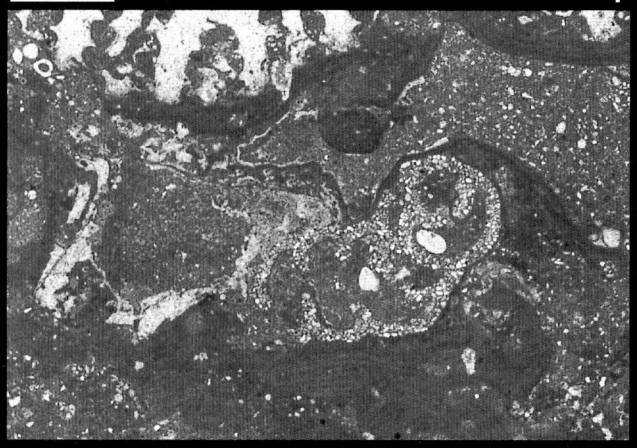
4

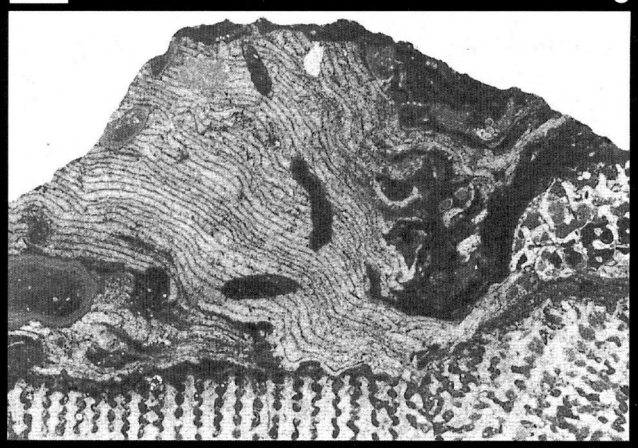


5 7



6 8





Tafel 25: Komplexe massiv-knollige Korallen-Algen-Biostrome, Atzlgraben (Brandenberger Gosau/Tirol, Coniac) – 5

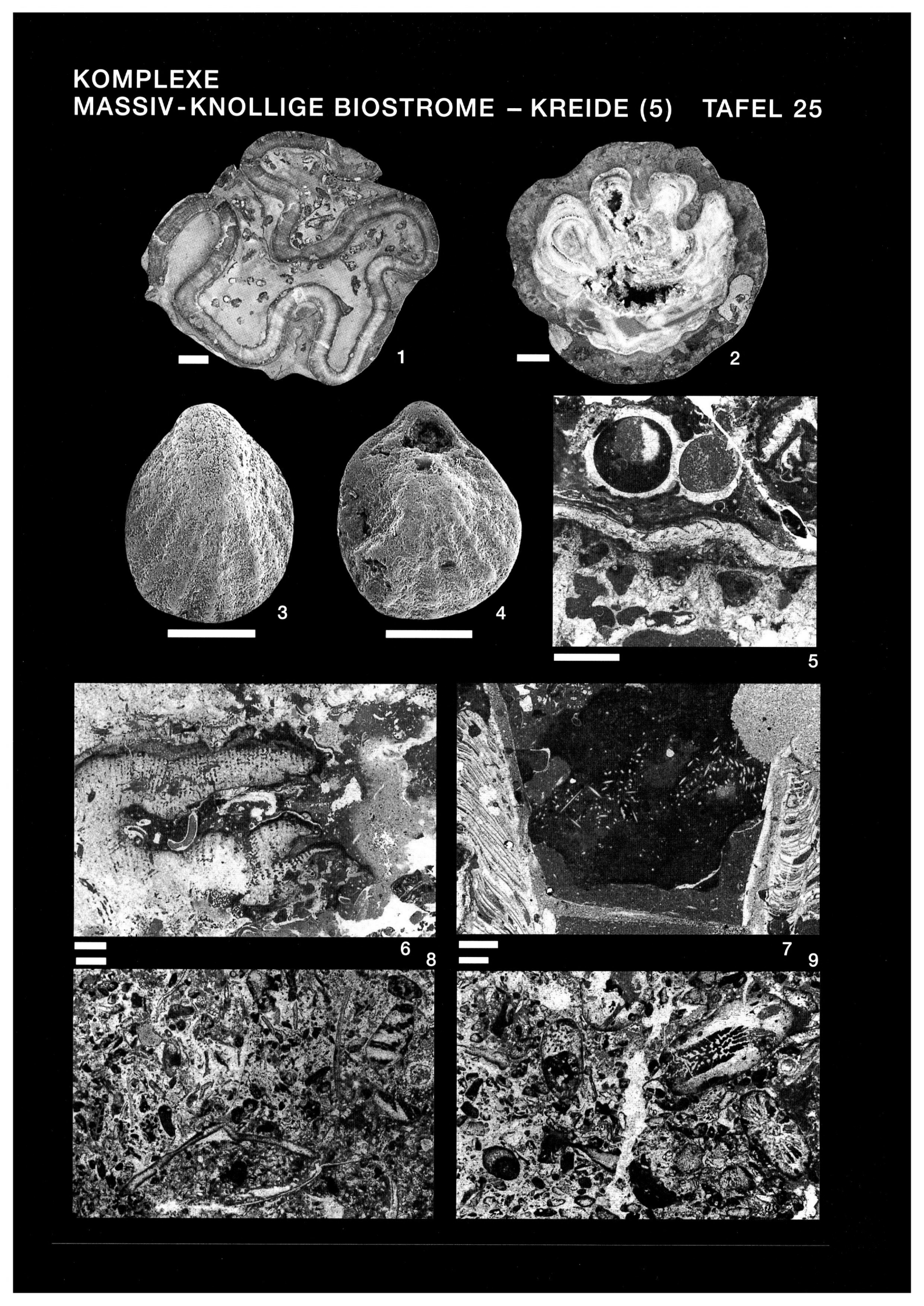
Bewohner

Fig. 1: *Strotogyra undulata* (REUSS), Internsediment mit *Procladocora* sp.. Maßstab: 1 cm.
Fig. 2: *Hippurites oppeli santoniensis* KÜHN. Maßstab: 1 cm.
Fig. 3–4: *Gisilina* sp., Neunachweis dieses mikromorphen terebratuliden Brachiopoden für die ostalpine Oberkreide. Maßstab: 0,5 mm.
Fig. 3: Stielklappe.
Fig. 4: Armklappe.
Fig. 5: Serpuliden auf *Pseudolithothamnium-Sporolithon*-Kruste. Maßstab: 1 mm.
Fig. 6: Serpuliden (*Spiraserpula*-Typus) auf *Microsolena* sp.1. Maßstab: 2 mm.
Fig. 7: Monaxone Schwammnadeln im Internsediment eines *Hippurites*. Maßstab: 1 mm.

Hangendabschnitt der Biokonstruktionen (Maßstab: 1 mm)

Fig. 8–9: Grainstones, bestehend vornehmlich aus Algen-und Korallenschutt, der meist rindenkornartig überkrustet ist.

KOMPLEXE
MASSIV-KNOLLIGE BIOSTROME – KREIDE (5) TAFEL 25



Tafel 26: Komplexe crustose Biostrome, Kreide (verschiedene Beispiele)

Fig. 1–6: **Crustose Korallen-Biostrome;** Ober-Campan, Sierra de les Agulles, Prov. Valencia (Ostspanien).
Fig. 1: Aufschlußbild mit Kennzeichnung der Biokonstruktionen (Pfeil). Foto: W. Eckstaller, München.
Fig. 2: Ausschnitt der Biostrome: drei crustose Korallenlagen wittern simsartig aus.
Fig. 3: Massiv-mäandrierender Korallenstock, vorherrschender Gerüstbildnertypus.
Fig. 4: Detail aus Fig. 2, mit in situ-zwischengeschalteten *Vaccinites ultimus* (MILOVANOVIĆ).
Fig. 5: *Sporolithon* sp., vorherrschender Binder. Maßstab: 0,5 mm.
Fig. 6: *Orbitoides* ex gr. *tissoti* SCHLUMBERGER, häufiger Bewohner dieser Biostrome. Maßstab: 0,5 mm.

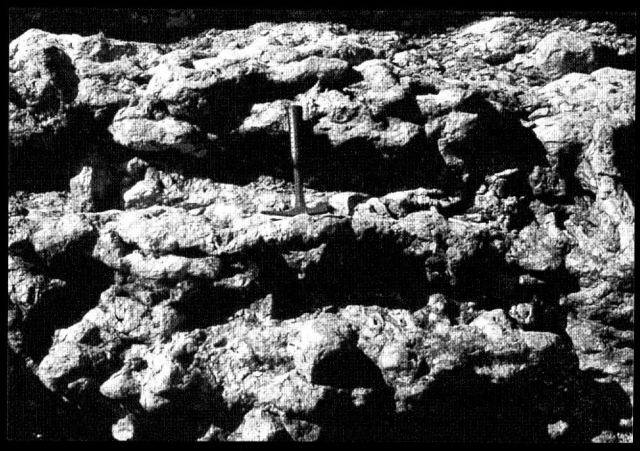
Fig. 7: **Crustoses Stromatoporoiden-Biostrom** (Ausschnitt); Barrême, Gebirgskette La Fare, NW Marseille (Provence).

Fig. 8: **Crustoses Korallen-Biostrom** mit vereinzelten Radiolitiden (*Thyrastylon*) und Hippuritiden (*Orbignya*); Mittel-Maastricht (Guinea Coru Formation, Central Inlier), Rio Minho, Jamaika.

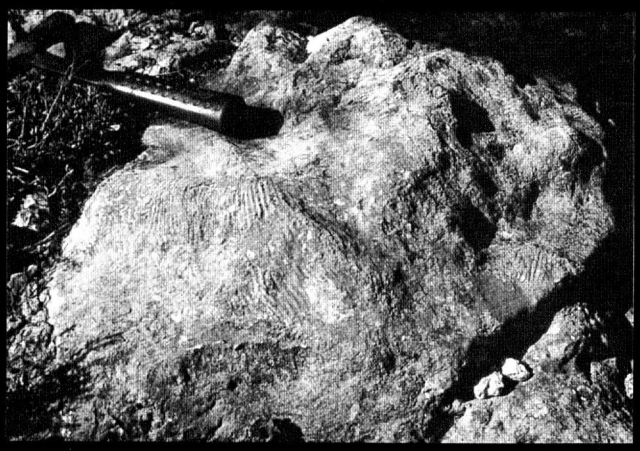
KOMPLEXE CRUSTOSE BIOSTROME – KREIDE TAFEL 26



1



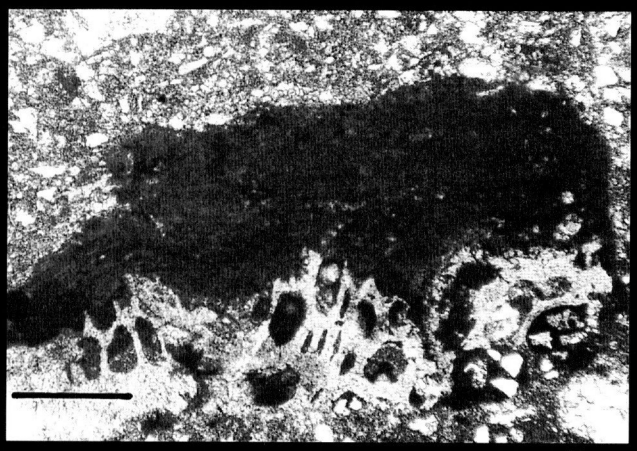
2



3



4



5



6



7



8

Tafel 27: Caprotiniden-Substratstickerbiostrome, Jubilee Limestone, Benbow Inlier, Guys Hill, NE-Jamaika (Apt)

Gerüstbildner

Fig. 1: *Pachytraga*-Biostrom, Handstück. Maßstab: 1 cm.
Fig. 2: Desgleichen, Geländeaufnahme. Die im Substrat steckenden Individuen berühren sich kaum.

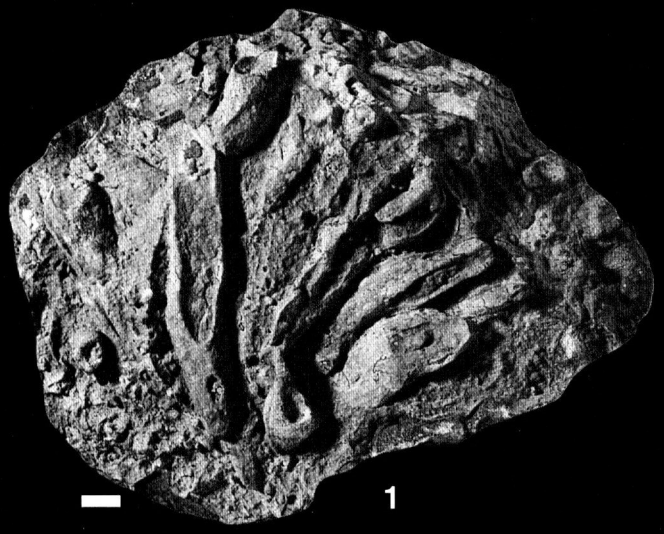
Binder (Maßstab Fig. 3–7: 0,5 mm)

Fig. 3: Cyanobakterien-Rindenkorn.
Fig. 4: *Solenopora* sp..
Fig. 5: *Lithocodium aggregatum* ELLIOTT.
Fig. 6: *Lithocodium* sp.. Typus mit relativ großblasigen Strukturen.
Fig. 7: *Sporolithon* sp..

Bewohner

Fig. 8: Dasycladacee, gen. indet. Maßstab: 0,5 mm.

SUBSTRATSTICKER - BIOSTROME – KREIDE (1) TAFEL 27



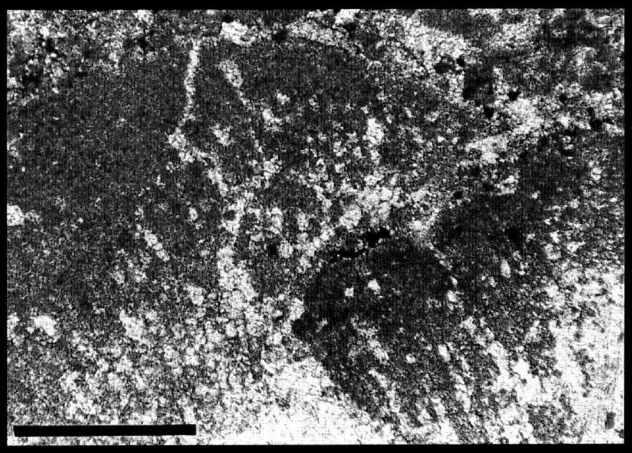
1



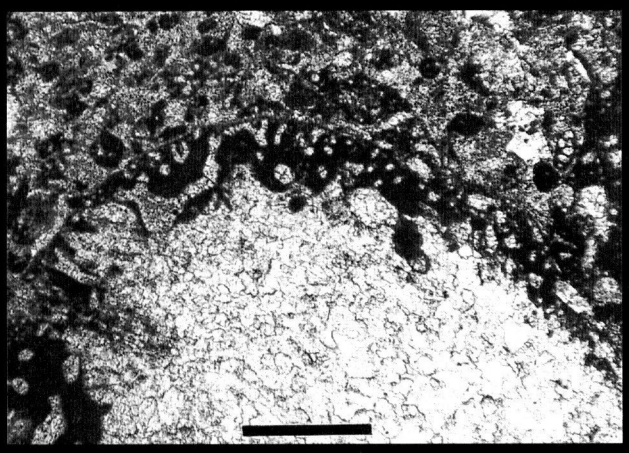
2



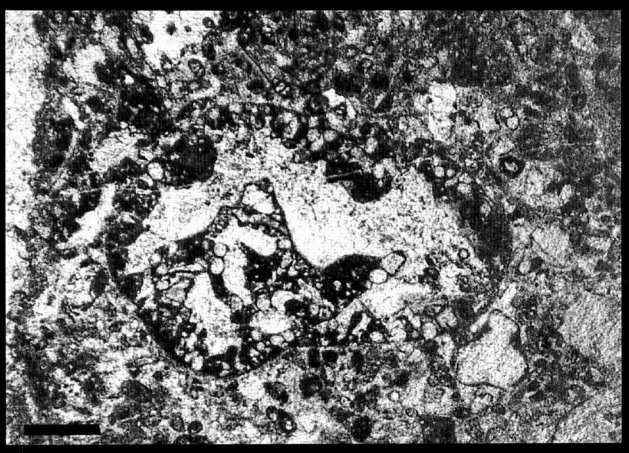
3



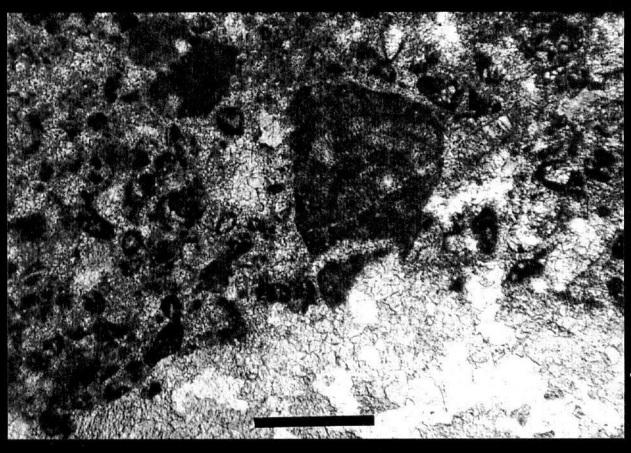
4



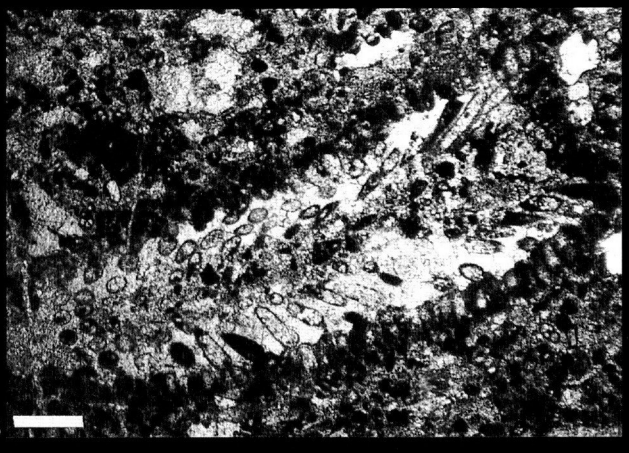
5



6



7



8

Tafel 28: Kretazische Substratstickerbiostrome

Caprotiniden-Biostrome, Jubilee Limestone, Benbow Inlier, Guys Hill, NE-Jamaika (Apt) – Fortsetzung

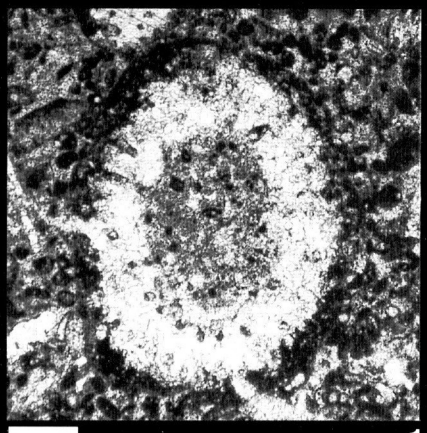
Bewohner

Fig. 1: Cyanobakteriell umkrustete Dasycladacee, Querschnitt. Maßstab: 0,5 mm.
Fig. 2: Gattungstypus *Textularia*. Maßstab: 0,25 mm.
Fig. 3: Steinkern eines doppelklappigen Bivalven im *Pachytraga*-Biostrom. Maßstab: 5 cm.

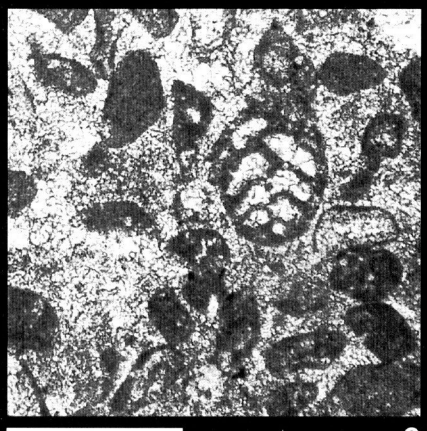
Substratstickerbiostrome, Kreide (verschiedene Beispiele)

Fig. 4: ***Chondrodonta*-Biostrom** (C), im Hangenden in ein ***Toucasia*-Biostrom** (T) übergehend; Unter-Alb, Upper Mural Limestone, SE Grassy Hill, S-Arizona.
Fig. 5: *Chondrodonta* sp., Gerüstbildner vieler Substratsticker-Biostrome; Alb, Texas 36 Quarry, Bell County (Texas). Maßstab: 1 cm.
Fig. 6: ***Chondrodonta*-Biostrom** Apt, Benbow Limestone, Benbow Inlier (NE-Jamaika).
Fig. 7: **Caprotiniden-Biostrom** (Querschnitt); Ober-Apt, Benbow Limestone, Benbow Inlier (NE-Jamaika).
Fig. 8: **Monopleuriden-Biostrom** (Querschnitt); Alb, Hondo Creek, Bandera County (Texas).

SUBSTRATSTICKER - BIOSTROME – KREIDE (2) TAFEL 28



1



2



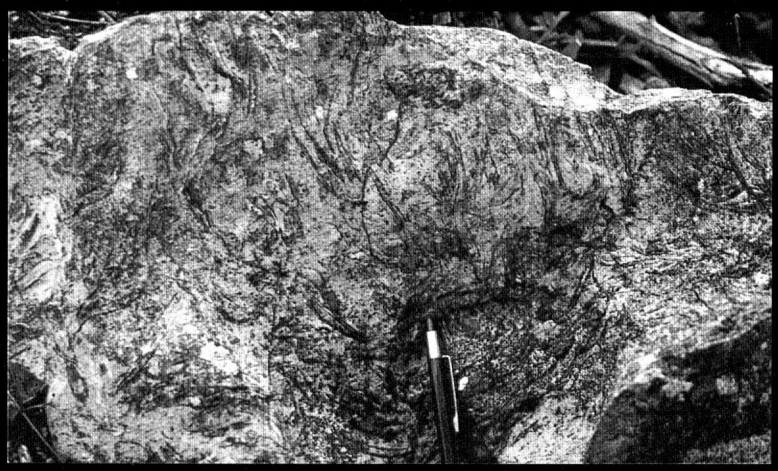
3



4

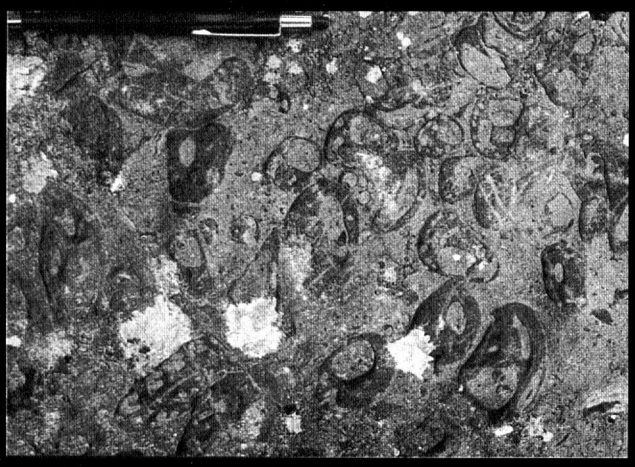


5



6

8



7

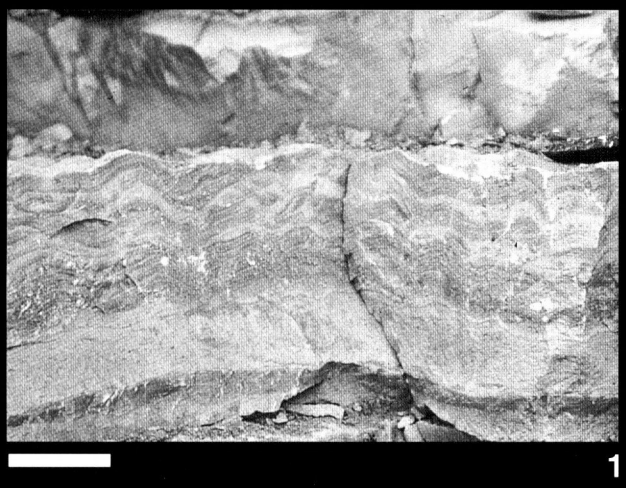


Tafel 29: Stromatolith-Bioherme von Šošići, Istrien (Valangin-Hauterive)

Fig. 1: LLH-Stromatolith-Lage, Längsschnitt; Maßstab: 10 cm.
Fig. 2: Desgleichen, schräge Aufsicht.
Fig. 3: Desgleichen, Längsschnitt (Detail), LF-Gefüge entlang der Laminae deutlich sichtbar. Maßstab: 1 cm.
Fig. 4–8: Kryptoalgengefüge. Maßstab: 0,5 mm.
Fig. 4: Längsschnitt im Dünnschliffbild: cyanobakterielle Lagen mit LF-Gefüge.
Fig. 5: Coccoide Cyanobakterienlagen.
Fig. 6: Desgleichen, Detail.
Fig. 7: Filamentöse Cyanobakterienbündel, lagig angeordnet.
Fig. 8: Desgleichen, Detail.

STROMATOLITH - BIOHERME – KREIDE

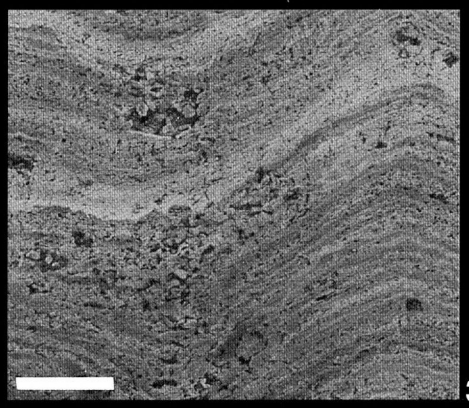
TAFEL 29



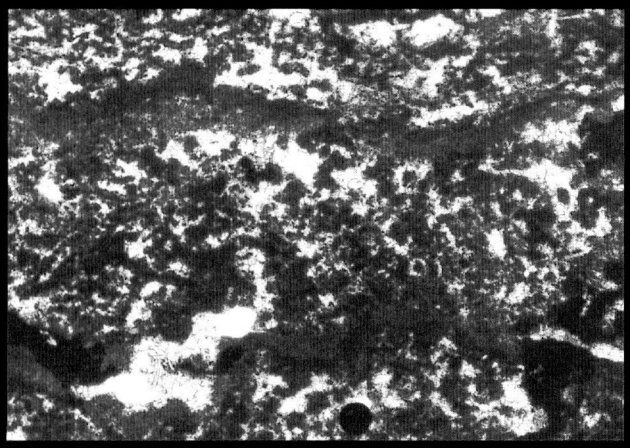
1



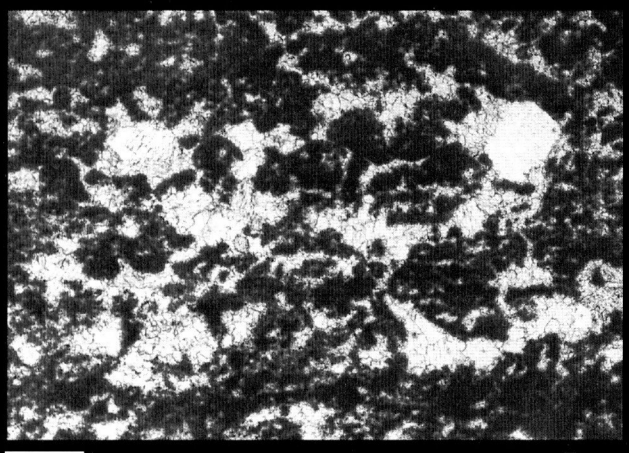
2



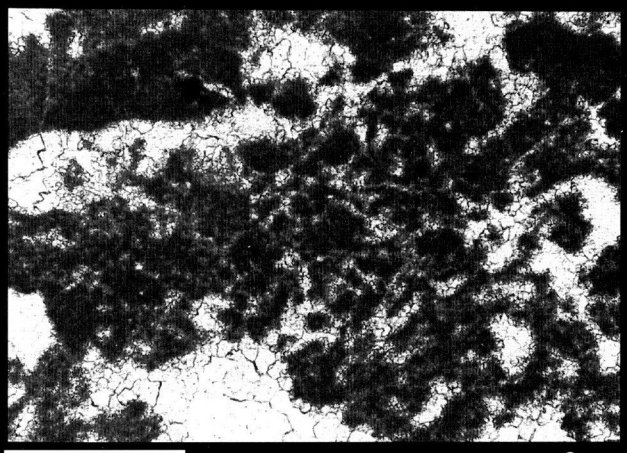
3



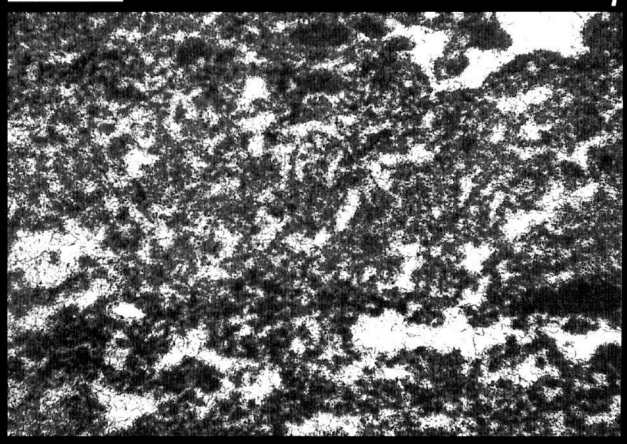
4

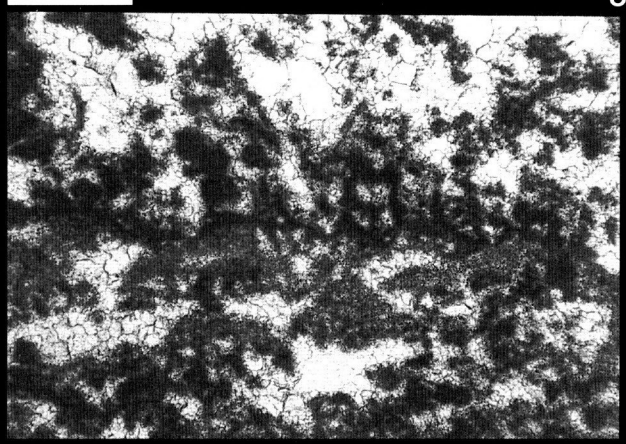


5 7



6 8





Tafel 30: Stromatolith-Biostrom vom Hondo-Creek, Bandera County, Texas (Alb)

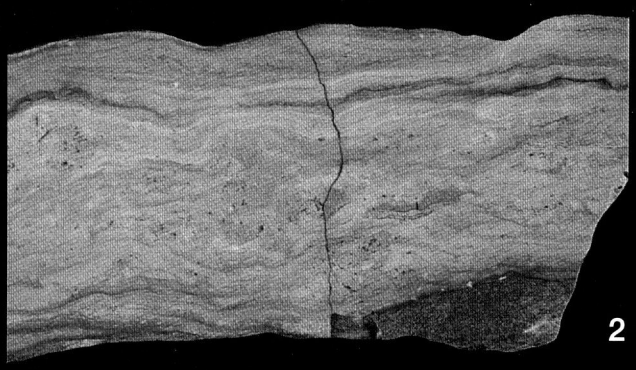
Fig. 1: Biostromaler Körper im Verband mit karbonatischen Wattsedimenten.
Fig. 2: Längsschnitt durch das Biostrom; unruhiger lagiger Aufbau. Maßstab: 1 cm.
Fig. 3–8: Kryptoalgengefüge im Längsschnitt. Maßstab: 0,5 mm.
Fig. 3–5: Dichte Cyanobakterienlagen alternierend mit LF-Gefüge-Partien, verschiedene Beispiele.
Fig. 6: Zwei filamentöse Lagen mit dichten, vertikal (in situ) stehenden Cyanobakterienbündeln.
Fig. 7–8: Coccoide Cyanobakterienlagen in LF-Umgebung.

STROMATOLITH-BIOSTROME – KREIDE

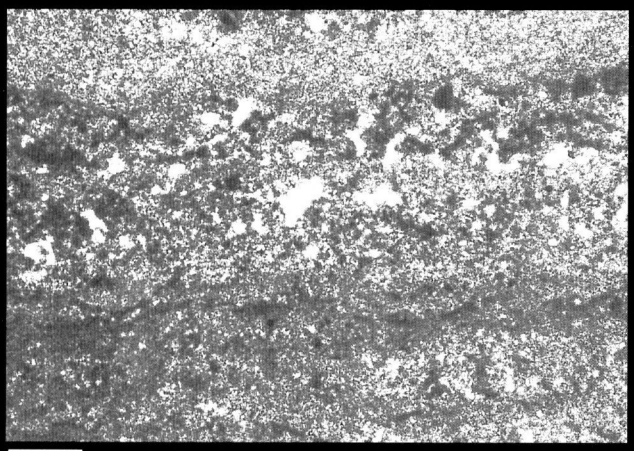
TAFEL 30



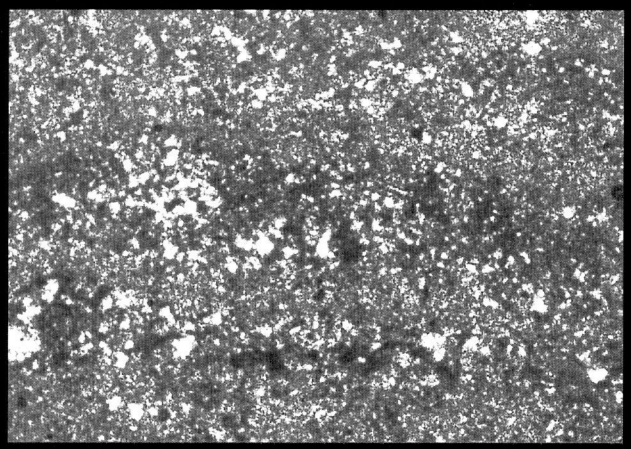
1



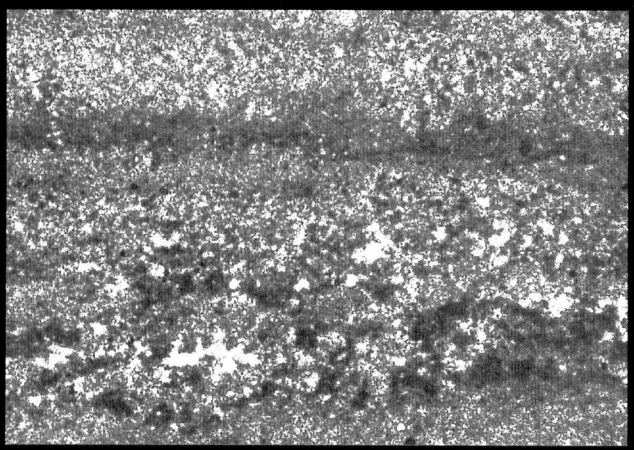
2



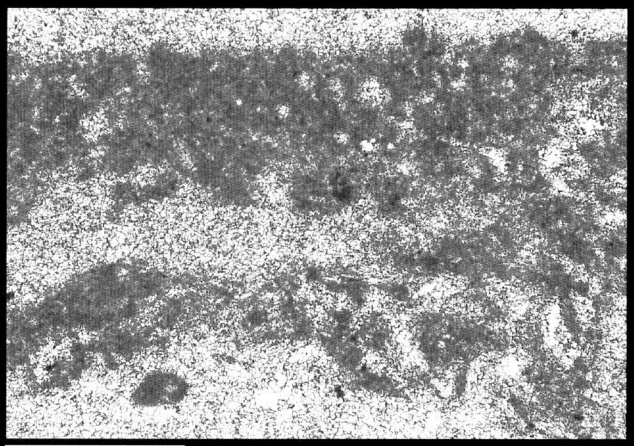
3



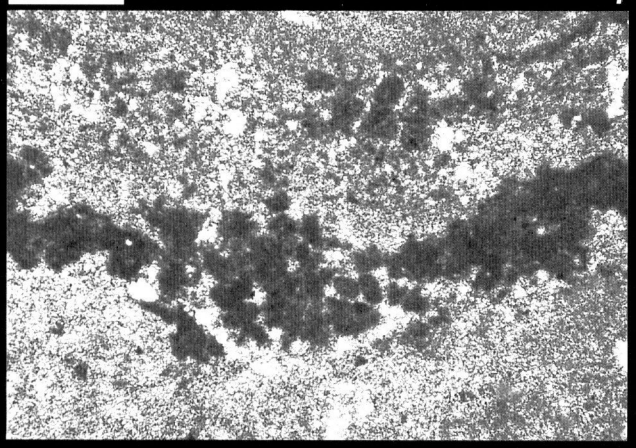
4



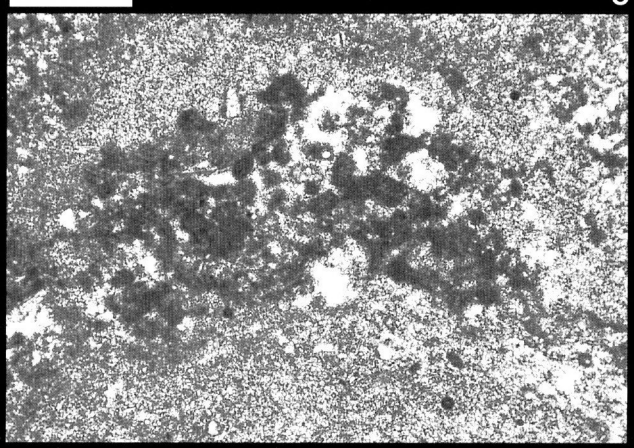
5



6



7



8

Tafel 31: Radiolitiden-dominanter Reef Mound W Piesting (SW Wien, Grünbacher Gosau, Ober-Campan)

Fig. 1: Aufschlußbild am Piestingufer, 1 km W H.St. Miesenbach: der kappenförmige Reef Mound (R) sitzt einem 60° nach NW einfallenden gelblich-rötlichen Malmkalk (M) auf.

Fig. 2: Anpoliertes Faziesstück (Floatstone) mit Radiolitiden-Querschnitten und dominierender mikritischer Matrix. Maßstab: 1 cm.

Fig. 3: Mikrofaziesbild: *Radiolites*-Bioklasten und -Biomorpha in dichter mikritischer Matrix. Maßstab: 2 mm.

Fig. 4–5: Cyanobakterienmatten und -filme, lagig bzw. schlierig, als vorherrschende Binder. Maßstab: 1 mm.

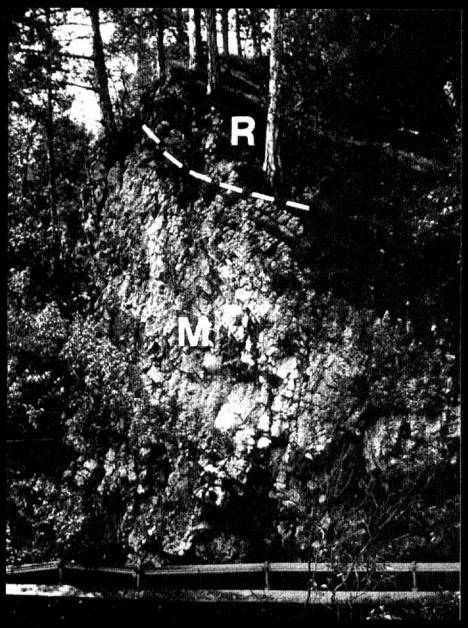
Fig. 6: Pelsparitische Bereiche, eingelagert in die mikritreichen Floatstones. Maßstab: 0,5 mm.

Fig. 7: *Lithocodium aggregatum* ELLIOTT, *Bacinella*-Typus, zweithäufigster Binder dieser Biokonstruktion. Maßstab: 0,25 mm.

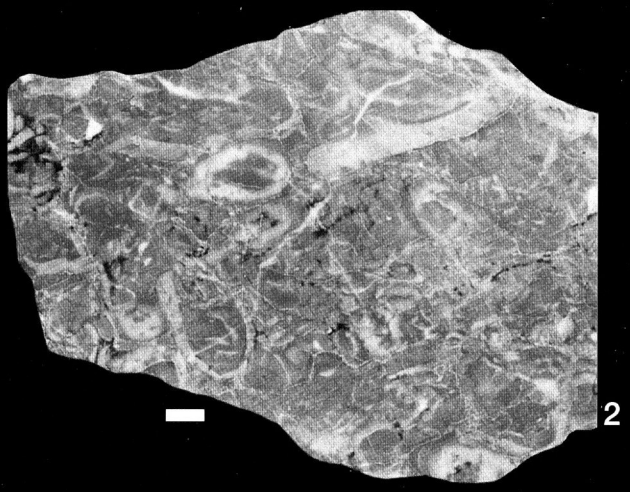
Fig. 8–9: Lituolide Foraminiferen (der Gattungsgruppe *Mayncina* vergleichbar) als einzig nachweisbare Reef Mound-Bewohner.
Fig. 8: Äquatorialschnitt. Maßstab: 0,25 mm.
Fig. 9: Achsialschnitt. Maßstab: 0,5 mm.

REEF MOUNDS – KREIDE (1)

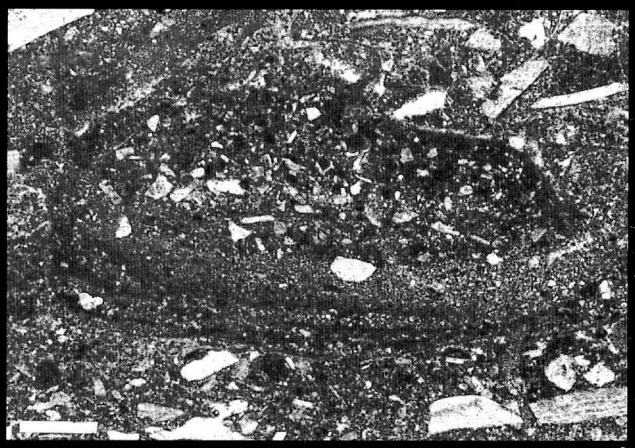
TAFEL 31

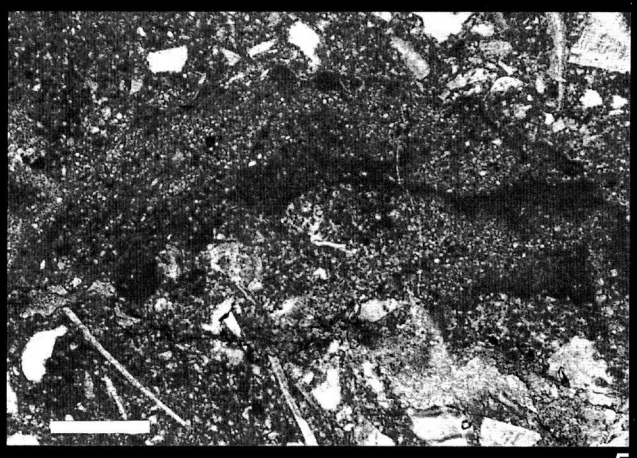


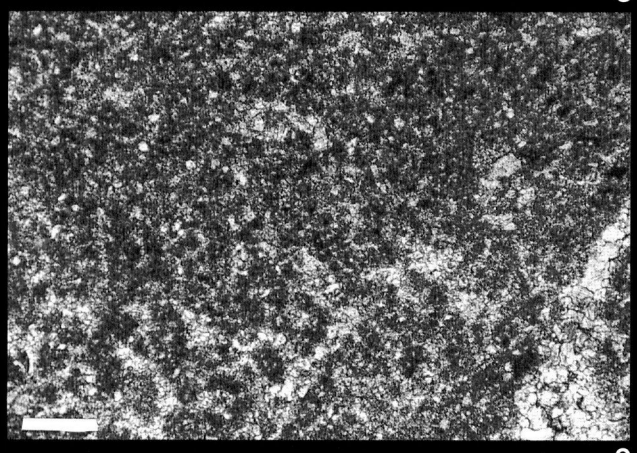
1

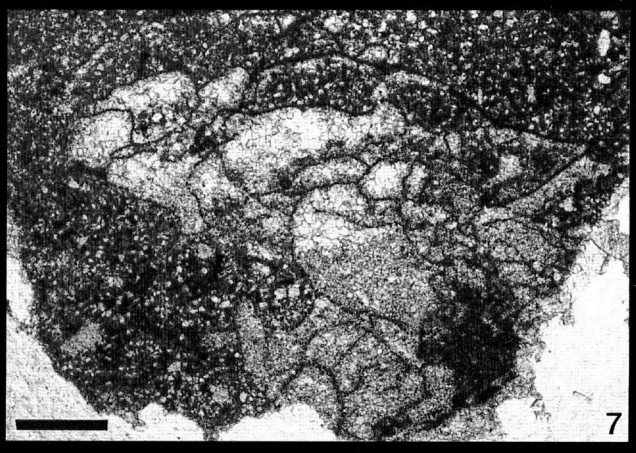

2

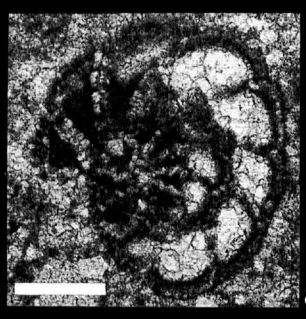

3

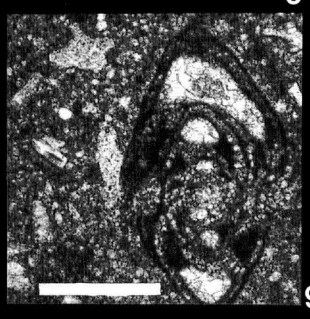

4


5


6


7


8


9

Tafel 32: Korallen-dominanter Reef Mound, Winterstube W Krumbachalm/Tirol (Brandenberger Gosau, Coniac)

Fig. 1–3: Anpolierte Faziesstücke (Floatstones) mit Korallen (K, vorwiegend *Microsolena*), untergeordnet Radiolitiden (R). Maßstab: 1 cm.

Fig. 4: Mikrofaziesbild mit solitärer und microsolenider Koralle, Floatstone. Maßstab: 2 mm.

Fig. 5: *Solenopora*-Stöckchen (S) mit inkrustierender microsolenider Koralle (K), welche wiederum cyanobakteriell überkrustet ist (Pfeil). Maßstab: 2 mm.

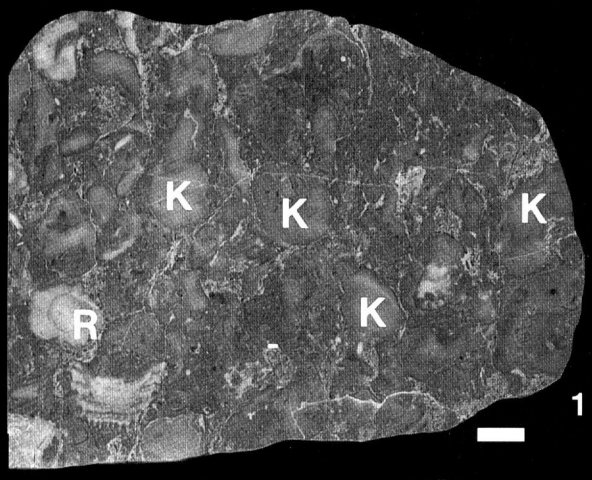
Fig. 6: Cyanobakterienmatten bzw. -filme als Binder der Bioklasten. Maßstab: 1 mm.

Fig. 7: *Sporolithon* sp. als Inkrustierer. Maßstab: 0,5 mm.

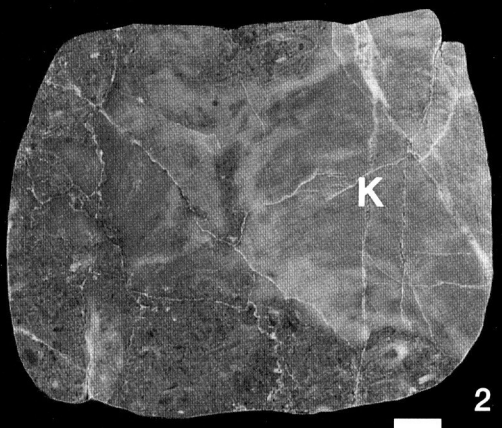
Fig. 8: *Sporolithon gosaviense* (ROTHPLETZ) als Reef Mound-Bewohner. Maßstab: 1 mm.

REEF MOUNDS – KREIDE (2)

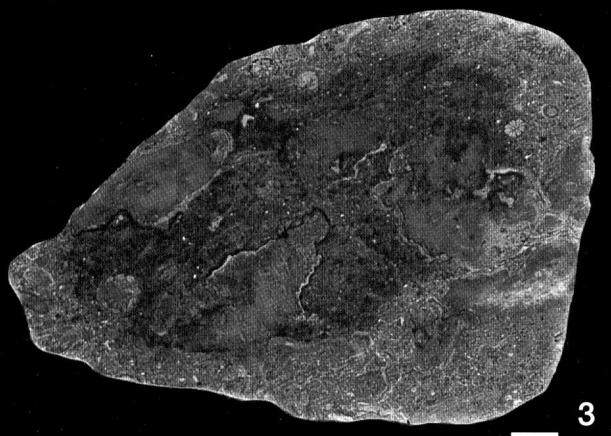
TAFEL 32



1



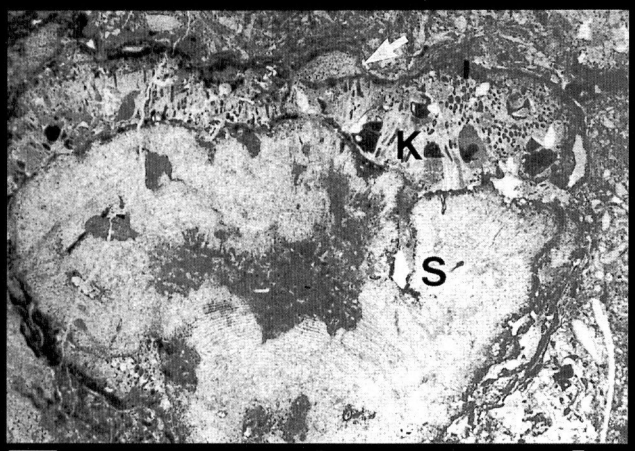
2



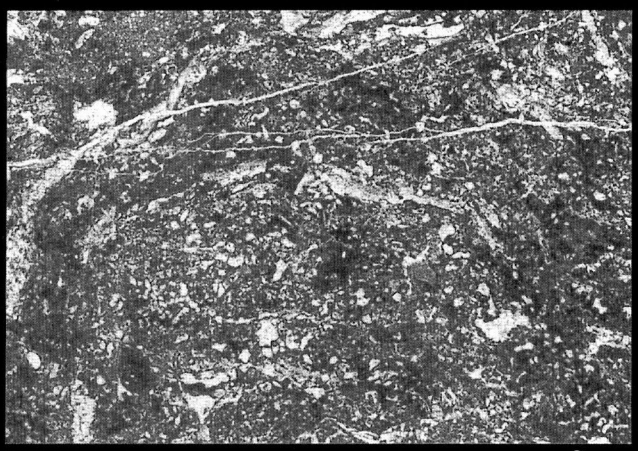
3



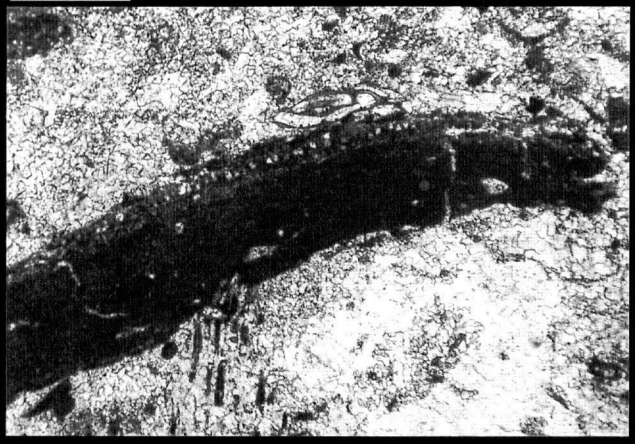
4

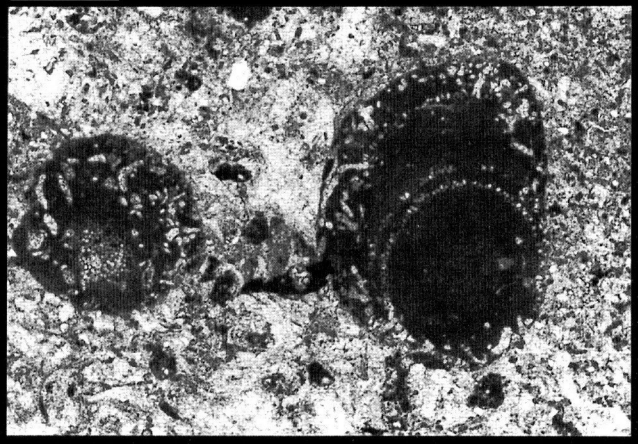


5 7



6 8





Tafel 33: Reef Mounds der Kreide (verschiedene Beispiele)

Fig. 1: **Radiolitiden-Reef Mound** am Lattenberg, SE Bad Reichenhall (Santon): Ausschnitt des Floatstones, Matrix mikritisch-bauxitisch. Maßstab: 1 cm.

Fig. 2: Desgleichen: *Pycnoporidium sinuosum* JOHNSON & KONISHI, häufiger Inkrustierer. Maßstab: 0,5 mm.

Fig. 3: **Capriniden-dominanter Reef Mound,** Djebel Serraguia, W-Tunesien (Campan): Übergangsbereich Reef Mound/onlapping bioklastenreicher Wackestones.

Fig. 4: Desgleichen: *Sabinia* sp. in inverser Lagerung, vorherrschender Gerüstbildner.

Fig. 5: ***Caprinuloidea-Eoradiolites*-dominante Reef Mounds** (R), Eisenbahneinschnitt Valley Mills, Mc Lennan County, Texas (Edwards Formation, Alb).

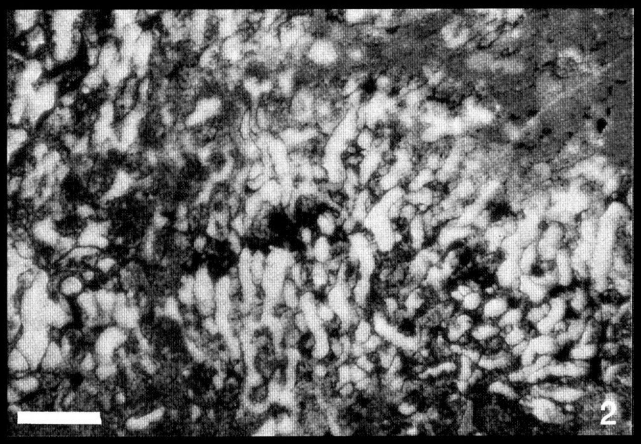
Fig. 6: **Korallen-Stromatoporoiden-dominanter Reef Mound,** Brandalpe, Allgäu (Schrattenkalk, Helvetikum, Apt).

Fig. 7: **Korallen-dominanter Reef Mound** mit Rudisten in situ (*Joufia* sp.), Basis Nicolasa-Steinbruch, Sierra de les Agulles, Prov. Valencia, Ostspanien (Ober-Campan). Maßstab: 10 cm.

REEF MOUNDS – KREIDE (3)

TAFEL 33


1


2

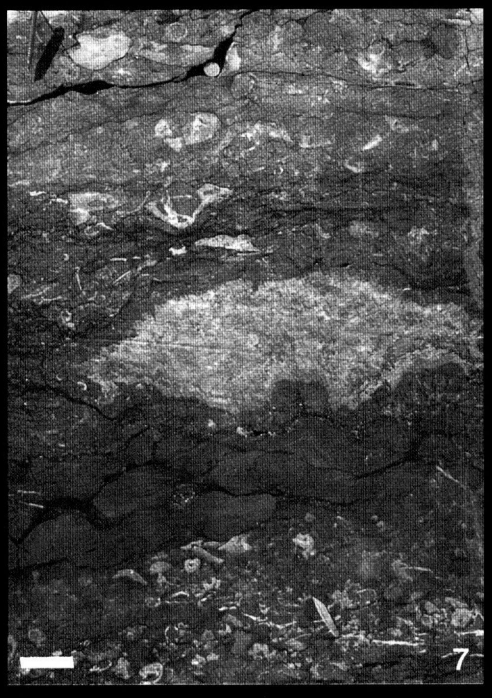

3


4



5


6


7

Tafel 34: Mud Mounds, Südküste der Insel Brač, Kroatien (Ober-Cenoman)

Fig. 1: Aufschlußbild eines Mud Mounds, eingebettet in feinlaminierte Mud-und Wackestones. Straße Bol-Gornji Humac.

Fig. 2–4: Bereiche stratiformer Cyanobakterienbänder in Wechsellagerung mit Schalenfilamenten (? Ostrakoden) und *Stromatactis*-Hohlräumen, sowie Foraminiferen als Bewohnern (Fig. 2: Typus *Spiroloculina;* Fig. 4: Vertreter der Ataxophragmiiden). Maßstab: 0,5 mm.

Fig. 5–6: Lumps aus coccoiden Cyanobakterien, z. T. mit Schalenfilamenten. Maßstab: 0,5 mm.

Fig. 7: Dichter Cyanobakterien-Lump in Wackestone-Umgebung mit dünnen Cyanobakterienfilmen (C). Maßstab: 0,5 mm.

Fig. 8: Aggregatkorn aus filamentösen und coccoiden Cyanobakterien, offenbar autochthon gewachsen. Maßstab: 0,5 mm.

MUDMOUNDS – KREIDE

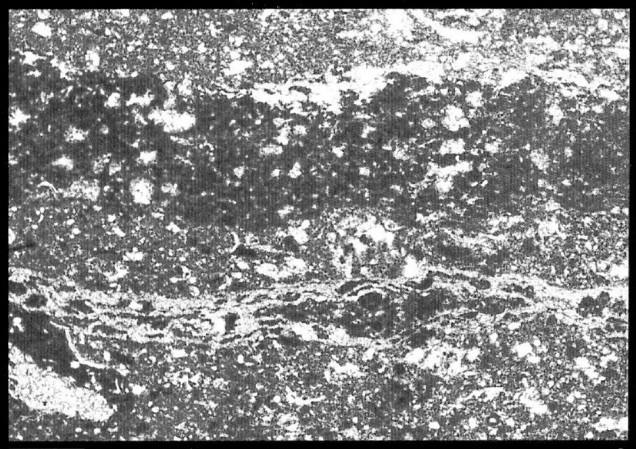
TAFEL 34



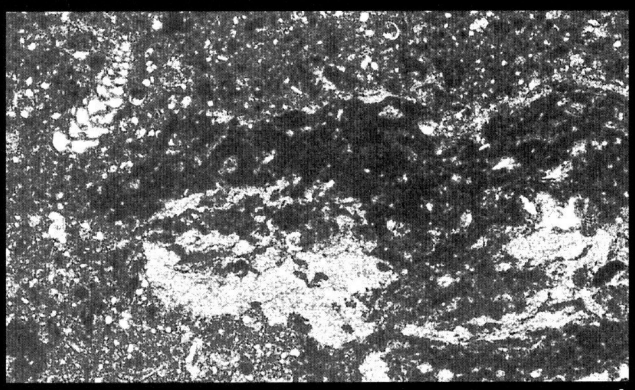
1



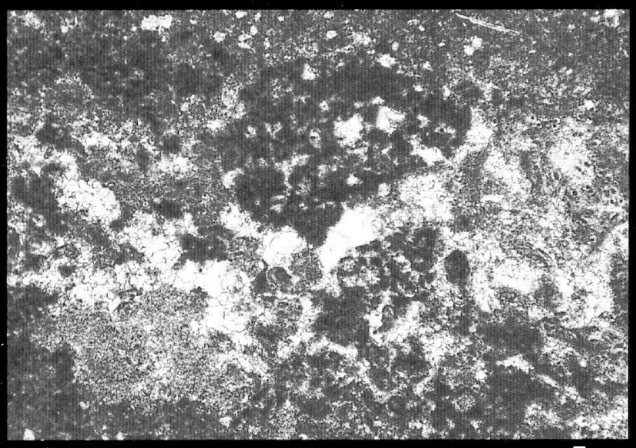
2



3



4



5 7



6 8

