

6.2. Entstehung von Großforaminiferen-Akkumulationen, Biofabric-Entwicklung und Bioklastaggregaten im Alttertiär des Sonnberges

Von E. WILKENS

Mit 3 Abbildungen

Zusammenfassung

Aus der Großforaminiferenmergel-Formation des Sonnberges (Kärnten/Österreich) werden charakteristische Biofabric-Typen beschrieben. Ausgehend von Großforaminiferen-führenden Mergeln mündet eine zyklisch verlaufende sedimentologische Entwicklung in die Ausbildung durch Umlagerungsprozesse entstandener und stark zementierter, nahezu rein karbonatischer Großforaminiferen-Akkumulationen.

1. Einleitung

Die Biofabric-Analyse kann wichtige Aussagen zur Sedimentologie und Fazies gesteinsbildend durch Großforaminiferen aufgebauter Gesteine liefern. Dabei geht es im wesentlichen um die Frage inwieweit derartige Sedimente aus autochthon entstandenen und abgelagerten Biogenen bestehen (ARNI 1965), beziehungsweise welchen Einfluß sedimentär-physikalische Prozesse für deren Entstehung haben.

Erste Interpretationen innerhalb von Nummulitenkalken auftretender Biofabric-Typen durch AIGNER (1985) basieren vorwiegend auf einer charakteristischen Separation der im Lutet morphologisch extrem differenzierten mikro- und makrosphärischen Generation der Gattung *Nummulites*. Sie lassen eine bereits durch RONIEWICZ (1969) und BLONDEAU (1972) vermutete große Bedeutung von Umlagerungen, Aufarbeitungen und Auswaschungen (in-situ winnowing) bei der Entstehung von Großforaminiferen-Akkumulationen erkennen.

Die hier vorgestellte Sedimentabfolge aus dem Bereich der unteren Nummulitenmergel einschließlich der Bank 1 des Sonnberges in Kärnten (WILKENS 1989a) ist dem unteren Cuis zuzuordnen. Der Generationsdimorphismus auftretender Großforaminiferen resultiert zu diesem Zeitpunkt in nur geringen Größenunterschieden der A- und B-Formen. Dennoch erlauben unterschiedliche Sortierungen, selektive Auswaschungen und Anreicherungen der das Gestein aufbauenden Bestandteile sowie auftretende Anlagerungsgefüge, die Aufstellung charakteristischer Biofabric-Typen.

2. Petrographie und Lithostratigraphie

Die unteren Nummulitenmergel des Sonnberges bestehen überwiegend aus gering bis nicht verfestigten feinsandigen bis grobsiltigen, Glimmer-führenden Mergeln mit stark wechselnden, nahezu ausschließlich durch Großforaminiferen aufgebauten Biogen-Anteilen. Neben den dominanten nummulitiden Großforaminiferen treten Discocyclusen auf, Alveolinen fehlen.

Stärker zementierte Horizonte erhöhter Bioklastkonzentration bilden geringmächtige Einschaltungen innerhalb der lithostratigraphischen Abfolge. Im Liegenden der Bank 1 können insgesamt sieben derartige, teilweise weiter differenzierbare und unterschiedlich aufgebaute Akkumulationsniveaus ausgeschieden werden (Abb. 1).

Im Hangenden des Akkumulationsniveaus 7 kommt es unter kontinuierlicher weiterer Zunahme karbonatischer Komponenten biogenen Ursprungs, zur Entwicklung einer 5 m mächtigen, fast ausschließlich aus dichtest gepackten Großforaminiferen

aufgebauten Biogen-Akkumulation. Entsprechend des parallelen starken Rückganges von Komponenten terrigenen Ursprungs handelt es sich petrographisch um stark zementierte Nummulitenkalke. Ein unterschiedlicher Diageneseverlauf ist für den heute vorliegenden scharfen lithologischen Gegensatz zwischen dieser als Sonnberg-Bank 1 bezeichneten lithologischen Einheit, im Vergleich zur liegenden Sedimentabfolge, verantwortlich.

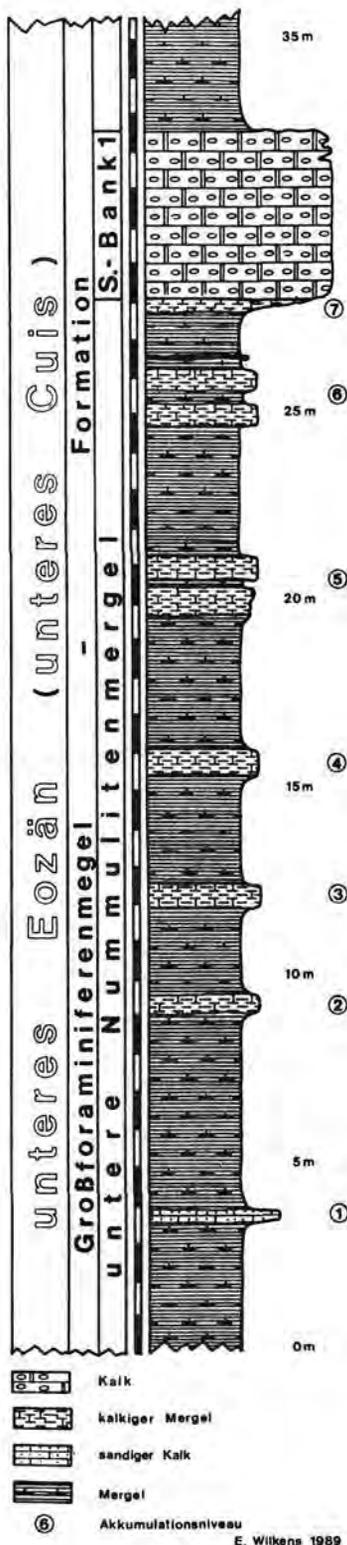


Abb. 1.
Lithostratigraphisches Teilprofil der Großforaminiferenmergel-Formation des Sonnberges.
Höhere Anteile der unteren Nummulitenmergel sowie Sonnberg-Bank I.

3. Großforaminiferen-Aggregate

Auffällige Bestandteile der unteren Nummulitenmergel sind in stark wechselnder Häufigkeit auftretende Großforaminiferen-Aggregate (Abb. 2). Es handelt sich um langgestreckte, im Querschnitt elliptische, nahezu ausschließlich aus Großforaminiferen aufgebaute und selektiv diagenetisch verfestigte Bioklastaggregate mit charakteristischen Interngefügen. Aufgrund ihrer stärkeren Verwitterungsresistenz wittern sie aus dem umgebenden Sediment heraus und finden sich teilweise massenhaft in dessen Verwitterungsschutt.

Die Dimensionen der diagenetisch stark verfestigten Anteile dieser Bioklastaggregate überschreiten selten 7,5 cm Länge und 4,0 cm Breite. Das Größenspektrum umfaßt auch in Abhängigkeit zu den innerhalb der Anreicherungen vorherrschenden durchschnittlichen Bioklastgrößen, ausgehend von nur 1 cm langen Akkumulationen, alle Übergänge bis zu den oben genannten Werten. Durch Kondensation mehrerer Einzelaggregate können größere diagenetisch verfestigte Einheiten entstehen.

Die Bioklast-Aggregate zeigen im Handstück einen charakteristisch heterogenen Aufbau des insgesamt durch gleichartig orientierte Dachziegellagerung (Imbrication) gekennzeichneten Anlagerungsgefüge der Komponenten. Während an der Unterseite selektiv kleine, überwiegend dick-linsenförmige Großforaminiferen (Nummuliten) auftreten, besteht die Oberseite nahezu ausschließlich aus adulten, beziehungsweise großen, flach scheibenförmigen Biogenen. Insbesondere mikrosphärische Discocyclinen können in diesem Teil stark angereichert sein. Je nach dem Sortierungsgrad und damit dem Korngrößenintervall der zur Verfügung stehenden Komponenten, kann diese Differenzierung unterschiedlich deutlich ausgebildet sein.

In Analogie zu diesen äußerlichen Merkmalen tritt als internes Strukturelement ebenfalls eine konstant orientierte Dachziegellagerung der scheiben- bis linsen-

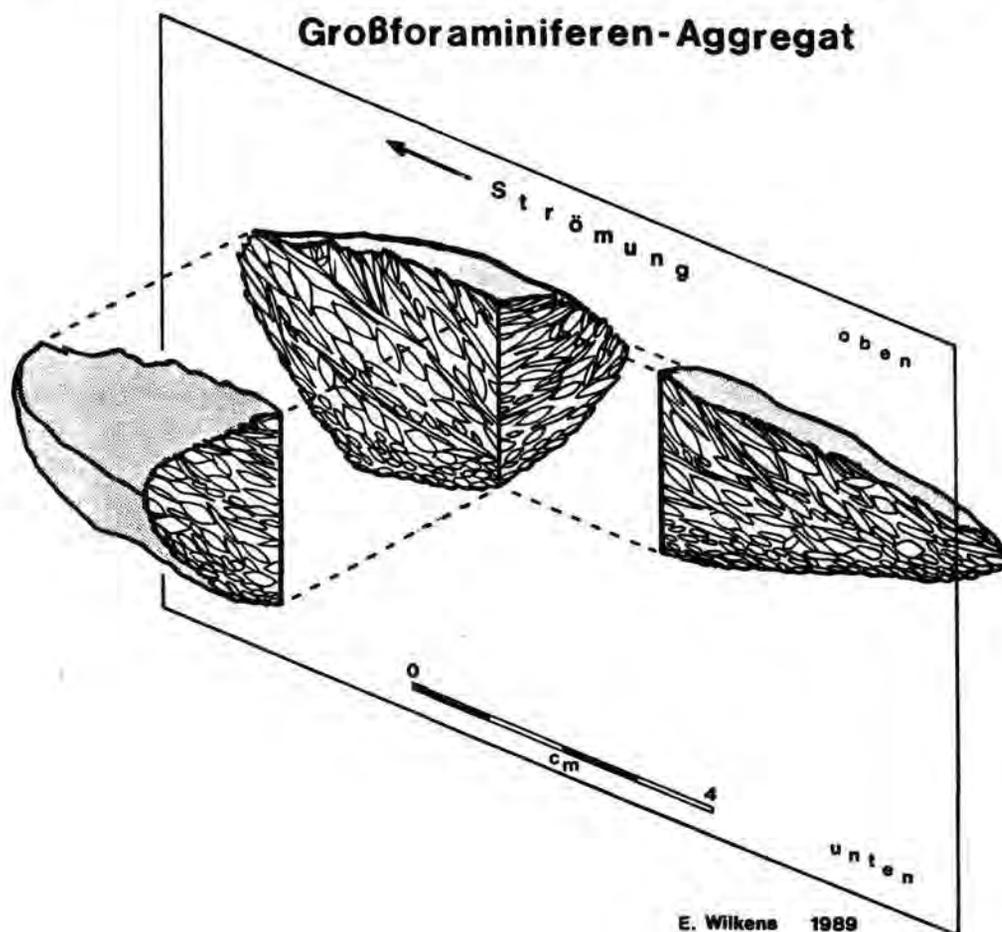


Abb. 2.
Interner Aufbau der Großforaminiferen-Aggregate der unteren Nummulitenmergel.
Kennzeichnend ist eine z.T. zyklisch wiederholte inverse Gradierung der Biogene mit einer Anreicherung flach scheibenförmiger Biogene am Top. Im Längsschnitt wird eine deutliche, durch Imbrication abgebildete Schrägschichtung erkennbar. Trogförmige Anlagerungsgefüge charakterisieren den Querschnitt.

förmigen Komponenten auf, welche eine in nahezu allen Bioklast-Aggregaten zu beobachtende interne Schrägschichtung entlang der Längsachse des Körpers erzeugen. Charakteristisch ist eine geringfügige Mächtigkeitszunahme der Aggregate in Richtung der rekonstruierbaren Strömung. Quer zur Längsrichtung ist nahezu immer eine trogartige Schichtung ausgebildet. Damit entsteht eine Internstruktur mit einem annähernd bilateral symmetrischen Aufbau, deren Symmetrieebene senkrecht zur Äquatorialebene der eingeregelter Großforaminiferen und parallel zur Längserstreckung des Gesamtkörpers verläuft (Abb. 2). Neben diesem Idealfall tritt eine Vielzahl sich windend beziehungsweise mehr oder weniger gebogener Aggregate bei prinzipiell gleichbleibendem Interngefüge auf.

Die äußerlich beobachtete inverse Gradierung der Bioklasten setzt sich im Inneren der Aggregate fort. Auf eine meist geringmächtige Lage kleiner Formen an der Basis folgt ein meist mächtiger Bereich größerer, scheiben- wie auch linsenförmiger Nummuliten und Assilinen. Den Abschluß bildet eine geringmächtige Lage flach-scheibenförmiger Biogene. Ein einzelnes Bioklast-Aggregat kann dabei sowohl aus einem, wie auch aus mehreren invers gradierten Mikrozyklen aufgebaut sein, die nicht immer vollständig erhalten sein müssen.

Die Längsachsen der Großforaminiferen-Aggregate weisen im gesamten Bereich des Sonnberges gleichartige Orientierungen auf. Sie dokumentieren ein System zweier senkrecht aufeinanderstehender NW-SE beziehungsweise NE-SW verlaufender Haupttrichtungen.

Die Großforaminiferen-Aggregate des Sonnberges stellen ein charakteristisches Stadium der im folgenden geschilderten, wiederholt auftretenden Biofabric-Entwicklung Großforaminiferen-führender Sedimente des Sonnberg dar.

4. Biofabric-Typen

Voraussetzung für eine Analyse von Komponentengefügen ist die Untersuchung auftretender Korngrößenverteilungen. Als charakteristisches Kennzeichen aller beschriebener Sedimente ist eine deutlich bimodale Komponentenverteilung festzustellen. Eine **feinklastische Matrix-Fraktion** besteht aus siliziklastischen Einschüttungen, sowie aus zumeist geringen Anteilen von Kleinforaminiferen und stark fragmentierten Bioklastfragmenten. Die überwiegend deutlich schlechter sortierte **grobe Fraktion** setzt sich demgegenüber fast ausschließlich aus gering- bis unfragmentierten Großforaminiferen zusammen. Alle Komponenten liegen in einer tonig-mikritischen **Grundmasse**.

Folgende Fabric-Typen charakterisieren die durch die Biogen-Akkumulationsniveau einschließlich der Bank I dokumentierten wiederholten sedimentologischen Entwicklung zu Bioklastanreicherungen (Abb. 3):

Biofabric-Typ I: Den Ausgangspunkt der Entwicklung bilden Matrix-dominante Mergel innerhalb derer wenige unsortierte, schwach eingeregelter Großforaminiferen schwimmen. Kleinwüchsige und juvenile Formen stellen einen großen Anteil der Biogen-Assoziation. Vereinzelt konnten geringmächtige planar-lagige Großforaminiferen-Anreicherungen beobachtet werden.

Dieser Fabric-Typ kennzeichnet große Teile der unteren Nummulitenmergel außerhalb der Akkumulationsniveaus.

Biofabric-Typ II: Ein gegenüber dem Typ I deutlich geringerer Anteil feinklastischer Matrixkomponenten bei gleichzeitiger stärkerer Zunahme der eingeregelter größeren Biogen-/Bioklastfraktion kennzeichnet diesen Faziestyp. Lokal bilden die Biogene abgestützte Gefüge mit suturierten Kornkontakten. Die Matrixfraktion ist vergleichbar mit dem Typ I, weitgehend einheitlich aufgebaut. Der Biofabric-Typ II stellt das charakteristische Anlagerungsgefüge insbesondere der tieferen Akkumulationsniveaus dar. Kontinuierliche Übergänge vermitteln zu Typ I.

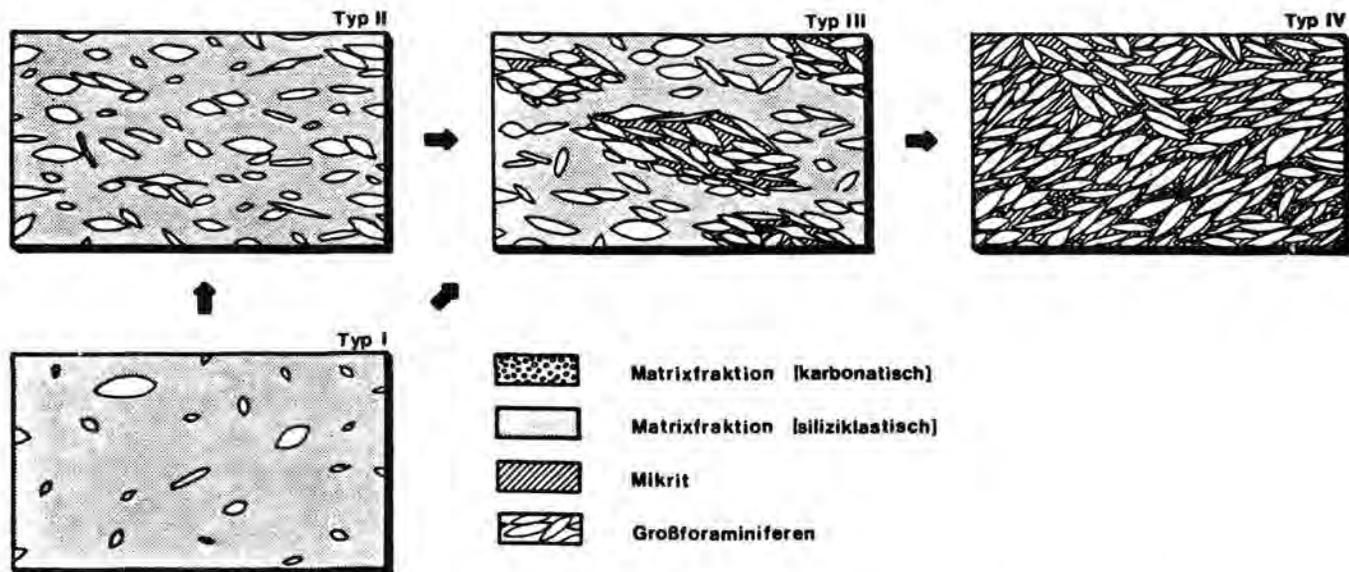


Abb. 3.

Biofabric-Entwicklung bei zunehmender Großforaminiferen-Anreicherung.

Ausgehend von in situ-Auswaschungen (winnowing) der Matrixfraktion sowie feinklastischer Anteile der Großforaminiferen-Assoziation kommt es im Verlauf zunehmender energetischer Beeinflussung als Folge von Umlagerungen und Sortierung zur Entstehung parautochthoner Großforaminiferen-Akkumulationen.

Weitere Erläuterungen im Text.

Biofabric-Typ III: Zumeist ausgehend von Sedimenten mit bereits relativ hohem Großforaminiferen-Anteil kommt es kleinräumig beschränkt zur Ausbildung von Großforaminiferen-Extremanreicherungen. In deren zentralen Anteilen fehlen Bestandteile der Matrixfraktion nahezu vollständig. Die zwischen den ein abgestütztes Gefüge aufbauenden Großforaminiferen verbleibenden Hohlräume, sind mit Mikrit erfüllt. Dessen diagenetische Zementation sowie eine geringfügige stylolithische Verzahnung der Biogene führen zur Entstehung der oben beschriebenen Bioklastaggregate mit der charakteristischen Schrägschichtung und Dachziegellagerung der Komponenten. Bezeichnend ist das noch relativ breite Korngrößenspektrum grobklastischer Biogene, abgebildet durch die für die Großforaminiferen-Aggregate typischen Sortierungsphänomene entsprechend der primär auftretenden Biogenformen und -Größen (vgl. 3.). Stark korrodierte Biogenfragmente bilden nur akzessorische Gesteinsbestandteile.

Das Akkumulationsniveau 5 besteht teilweise, die Niveaus 6 und 7 zu großen Teilen aus derartigen Bioklastaggregaten.

Biofabric-Typ IV: Starke Sortierungsphänomene charakterisieren die Zusammensetzung der grobklastischen Biogenfraktion. Nahezu gleichgroße, fast ausschließlich nummulitide Großforaminiferen im Korngrößenintervall zwischen 2 und 10 mm bilden ein extrem dichtgepacktes abgestütztes Gefüge bei verbreiteter Ausbildung stark suturierter Kornkontakte. Die für die Fabric-Typen I - III kennzeichnende, zu großen Teilen aus siliziklastischen Komponenten bestehende feinklastische Matrixfraktion fehlt nahezu vollständig. Entsprechend den statt dessen auftretenden deutlich sortierten Bioklastfragmenten im Grobsilt- bis Feinsandbereich, bleibt der bimodale Charakter der das Gestein aufbauenden Komponenten verbreitet erhalten. Der Anteil einer mikritischen Grundmasse sinkt auf Werte bis < 10 %.

Kennzeichnendes Anlagerungsgefüge ist weiterhin die Dachziegellagerung, welche an Bioklastaggregate (s.o.) erinnernde Bereiche einheitlicher Großforaminiferenorientierung abbildet. Die gute Sortierung der groben Bioklastfraktion erschwert die Unterscheidung dieser, teilweise durch stylolithische Lösungsbahnen nachgezeichneten Schüttungskörper.

Geringfügig unterschiedliche Anteile der karbonatischen Matrix-Fraktion sowie der mikritischen Grundmasse erlauben die Abtrennung weiterer, eng verzahnt auftretender Anlagerungsgefüge.

Der Biofabric-Typ IV charakterisiert den überwiegenden Anteil der Sonnberg-Bank I und ist innerhalb der hier vorgestellten Sedimentabfolgen auf diese Einheit beschränkt.

5. Schlußfolgerungen

In Analogie zu den faziellen Bedingungen mitteleozäner Großforaminiferenkalke von Ägypten (AIGNER 1985) wird das weitgehende Fehlen von Auf- oder Umwachsungen der Großforaminiferengehäuse durch inkrustierende Organismen, als Anzeichen einer nur kurzzeitigen Exposition an der Sedimentoberfläche und anschließender rascher postmortaler Bedeckung dieser Biogene durch feinklastische Sedimentanteile interpretiert. Diese Vorstellung widerspricht bereits der Annahme einer rein autochthonen Entstehung der verbreitet dokumentierten alttertiären Großforaminiferen-Akkumulationen, überwiegend bis ausschließlich bestehend aus größeren Bioklasten beziehungsweise Biogenen. Die auftretenden Biofabric-Typen der unteren Nummulitenmergel können ebenfalls als Ausdruck von Anreicherungen grobklastischer Biogene infolge sedimentär-physikalischer Vorgänge, ausgehend von einem feinklastisch dominierten Sedimentationsraum mit primär nur relativ geringer Biogendichte angesehen werden.

Das für eine Großforaminiferen-Biozönose als typisch anzusehende breite Biogengrößenspektrum, hervorgerufen durch verschiedene ontogenetische Entwicklungsstadien, das parallele Auftreten klein- und großwüchsiger Gattungen sowie den Generationsdimorphismus, ist angenähert ausschließlich innerhalb des Biofabric-Typs I entwickelt. Spuren einer mechanisch hervorgerufenen Korrosion der Großforaminiferen fehlen hier. Die innerhalb der stratigraphischen Abfolge zunehmenden Sortierungsphänomene der grobklastischen Fraktion, insbesondere Gradierungen und die Verschiebung der Korngrößenverteilungsmaxima in Richtung größerer Biogene, kann ebenso wie das Auftreten rippelartiger Strukturen zu großen Teilen nur auf sedimentologische Vorgänge zurückgeführt werden. Diese erzeugen eine Differenzierung der primären Großforaminiferen-Assoziation basierend auf den unterschiedlichen hydraulischen Äquivalenten und Gehäuseformen vorkommender Gattungen und Arten, sowie den Größenunterschieden als Ausdruck ontogenetischer Wachstumsstadien. Der Generationsdimorphismus spielt demgegenüber nur eine untergeordnete Rolle. Gestützt wird diese Interpretation durch eine bei zunehmender energetischer Beeinflussung zu erwartende stärkere mechanische Korrosion und Fragmentierung der Großforaminiferen.

Parallel dokumentiert auch die Entwicklung der feinklastischen Matrixfraktion, gekennzeichnet durch zunehmende, partielle bis nahezu vollständige Auswaschung (winnowing), eine deutliche energetische Beeinflussung des Sedimentationsraumes.

Grundlage der Großforaminiferenanreicherung ist dementsprechend sowohl die wiederholte in-situ Akkumulation unter fortschreitender Auswaschung der Matrixfraktion und von feineren Teilen der größeren Bioklast-Fraktion, als auch die zunächst partielle, abschließend großflächigere parautochthone Umlagerung und Wiederaufarbeitung des gesamten Sediments unter zunehmend höherenergetischen Bedingungen. Die Bioklast-Aggregate werden als Scour-Füllungen interpretiert und markieren den Beginn der zunächst lokal einsetzenden verstärkten Biogenumlagerung. Die Gradierung der Bioklast-Aggregate verschwindet unter zunehmend höherenergetischen Einfluß weitgehend zugunsten einer besseren Sortierung der Biogene. Endglied dieser Entwicklungsreihe sind aus extrem dichtgepackten Großforaminiferen bestehende Sedimente, welche partiell, anhand gleichartiger Dachziegellagerungen der Großforaminiferen erkennbare Scourstrukturen beinhalten können.

Die unteren Nummulitenmergel des Sonnberges bilden dementsprechend einen Modellfall für die Entstehung reiner Großforaminiferenkalke aus einem stark siliziklastisch beeinflussten Sedimentationsraum mit nur geringer primärer Großforamini-

ferendichte. Diese hier zyklisch verlaufende Entwicklung bricht in tieferen Anteilen der lithostratigraphischen Abfolge bereits mit der Bildung von Akkumulationsniveaus durch in-situ Anreicherung (Biofabric-Typ II) und einer generellen Erhöhung der Biogenanteile im umgebenden Sediment ab. Lokal finden sich erste kleindimensionale Scour-Füllungen.

Höhere Akkumulationsniveaus bestehen demgegenüber nahezu ausschließlich aus Bioklast-Aggregaten. Die Kondensation der Bioklastaggregate im Hangenden des Akkumulationsniveaus 7 leitet kontinuierlich zur extremen nahezu rein karbonatischen Großforaminiferen-Akkumulation der Bank I über.

Literaturverzeichnis

AIGNER, Th.: Biofabrics as dynamic indicators in nummulite accumulations. - J. Sed. Petr., 55,1, 131 - 134, 5 Abb., Tulsa 1985.

ARNI, P.: L'évolution des Nummulitinae en tant que facteur de modification des dépôts littoraux. - Coll. intern. Micropal., Dakar, Mem. BRGM, No. 32(1963), 7 - 20, Paris 1965.

BLONDEAU, A.: Les Nummulites. - Vuibert (Hrsg.), 252 S., 38 Taf., Paris 1972.

RONIEWICZ, P.: Sedimentation of the Nummulite Eocene in the Tatra Mts. - Acta Geol. Polon., XIX, 503 - 608, 20 Abb., 26 Taf., Warschau 1969.

WILKENS, E.: Paläogene Sedimente des Krappfeldes und seiner Umgebung. - In diesem Band.

Raum für Notizen