



## Doctoral Thesis

# **Rudists and carbonate platform evolution the Late Cretaceous Maiella carbonate platform margin, Abruzzi, Italy**

**Author(s):**

Stössel-Sittig, Iwan

**Publication Date:**

1998

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001931614> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH No. 12494

**Rudists and Carbonate Platform Evolution: the Late Cretaceous  
Maiella Carbonate Platform Margin, Abruzzi, Italy**

A dissertation submitted to the

SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZÜRICH

for the degree of

Doctor of Natural Sciences

presented by

Iwan Peter Stössel  
dipl. natw. ETH Zürich

born December 22<sup>nd</sup>, 1968,

citizien of Bäretswil, Zürich

Accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Daniel Bernoulli  
Prof. Dr. Maria Mutti  
Dr. Eulàlia Gili

examiner

1. co-examiner

2. co-examiner

1998

---

## Abstract

Benthic communities exert a major control on the development of tropical carbonate platforms. Their ecology determines to a significant extent where, when and how much carbonate sediment is produced, and how it is redistributed. In combination with other (mainly physico-chemical) factors, the benthic community thus determines how environmental changes like variations in relative sea level or climatic fluctuations are recorded in the sediments. In contrast to modern tropical carbonate platforms, which are typically dominated by coral-algal communities, coral-rudist and rudist communities characterise many Cretaceous carbonate platforms. It is the aim of this study to investigate the impact of these communities on the evolution of carbonate platforms in terms of a case study.

In the Montagna della Maiella in central Italy, a segment of the northern margin of the much larger, Mesozoic to Cenozoic Apulian carbonate platform is outstandingly well exposed. Km-scale outcrops reveal the three-dimensional organisation of an approximately 250 to 300 m thick succession of cyclic Cenomanian to mid-Campanian shallow-water limestones. The platform was part of a pure carbonate system characterised by a shallow shelf, continuously eroded along a submarine escarpment which was onlapped and subsequently buried by an approximately 1000 m thick succession of lithic breccias, calcareous turbidites and deep-water lime mudstones.

The meter-scale cycles of the outer platform are mainly composed of coarse, cross-bedded bioclastic lime rud- and grainstones with intercalated rudist lithosomes, and show a shallowing-upwards trend. Peritidal lime mud- to packstones are subordinate. Cycles are often capped by emersion surfaces, associated with meteoric and vadose diagenesis. Large-scale cross-bedding and coarse grain-size document deposition under high-energy conditions with high rates of sediment reworking and redistribution. Sedimentary structures indicate transport directions both towards the basin and towards more internal areas of the platform. Pervasive early marine cementation is ubiquitous on this outer platform margin.

The equivalent succession of the inner platform is characterised by a gradual change from lime mudstone-dominated peritidal cycles at the base to subtidal lagoonal cycles which are composed of fine-grained bioclastic lime grain- to packstone in the upper part. Rudist lithosomes are restricted to the lagoonal cycles which are only rarely capped by emersion surfaces. Early marine cements were hardly observed. The facies transition from the outer to the inner platform appears to be gradual, but outcrops are not physically continuous.

Cycle stacking patterns reveal at least three orders of cyclicity, which are most clearly developed in the internal platform. From the inner to the outer platform, cycles increase in thickness and significantly decrease in number. Especially on the outer platform, rudist lithosomes are preferentially preserved in intervals with thick cycles representing times of increased creation of accommodation space.

Based on faunal composition, geometry and internal organisation, 10 lithosome types can be distinguished, but transitional forms are common. Their distribution and composition reflects a decrease in overall species diversity, in average lithosome thickness and in overall frequency from the outer to the inner shelf. However, even on the outermost part of the platform, cumulative thickness of lithosomes with rudists in growth position rarely exceeds 20% of the total stratigraphic thickness, despite the strong predominance of rudist fragments in the bioclastic sediments. Lithosomes of the outer platform show a complex interfingering with cross-bedded lime grain- and rudstones, and comprise hippuritids, radiolitids, caprinids and corals. Lithosomes of the inner platform reveal a sheet-like geometry and are dominated by paucispecific assemblages of radiolitids or hippuritids. The abundance of corals rapidly decreases towards the inner platform. Nowhere along the platform margin, lithosomes show a significant topography, a biogenic framework or faunal successions

which can be attributed to intrinsic processes.

The abundance of rudist lithosomes in relation to the platform margin and the directions of sediment transport suggest that main sediment production occurred on the outermost part of the platform. However, in this area, extensive destruction and redistribution of sediment, which is evidenced by sedimentary structures and facies, document a low preservation potential of rudist lithosomes, especially during times of reduced accommodation space. Therefore, no pronounced hydrodynamic barrier along the platform margin could develop, and large amounts of bioclastic sediment were exported to the proximal basin and to the inner platform area. Lowstands in relative sea level, which resulted in the emersion of the outer platform margin, must temporarily have reduced net sediment production rates. Yet, lowstands in relative sea level caused meteoric diagenesis, which, in combination with the extensive early marine cementation, allowed for the stabilisation of the steep escarpment despite the lack of an organogenic framework.

## Zusammenfassung

Benthische Lebensgemeinschaften üben eine deutliche Kontrolle auf die Entwicklung tropischer Karbonatplattformen aus. Ihre Ökologie bestimmt massgeblich, wo, wann und wieviel Sediment produziert, und wie es umgelagert wird. Zusammen mit anderen, hauptsächlich physiko-chemischen, Faktoren bestimmen daher diese Lebensgemeinschaften, wie sich Veränderungen in der Umwelt, wie zum Beispiel Schwankungen im relativen Meeresspiegel oder klimatische Fluktuationen im Sediment niederschlagen. Im Gegensatz zu modernen tropischen Karbonatplattformen, die typischerweise von Korallen-Algen-Gemeinschaften dominiert werden, werden viele kretazische Karbonatplattformen durch Korallen-Rudisten- und Rudisten-Gemeinschaften charakterisiert.

In der Montagna della Maiella in Zentralitalien ist ein Segment des Nordrandes der viel grösseren, mesozoisch- bis känozoischen Apulischen Karbonatplattform hervorragend aufgeschlossen. Aufschlüsse von km-Ausdehnung geben Einblick in die dreidimensionale Organisation einer etwa 250 bis 300 m mächtigen Abfolge von zyklischen Flachwasserablagerungen des Cenomans bis Mittleren Campans. Die Plattform ist Teil eines isolierten Karbonatsystems, das durch einen flachen Schelf charakterisiert wird. Der Schelf wurde entlang einer submarinen Plattformwand kontinuierlich erodiert. Eine etwa 1000 m mächtige Abfolge von lithischen Brekzien, Kalkturbiditen und pelagischen Kalken bildete Onlaps an diese Plattformwand, was schliesslich zu deren Zuschüttung führte.

Die ein- bis einige Meter mächtigen Zyklen der äusseren Plattform bestehen hauptsächlich aus grobkörnigen, kreuzgeschichteten bioklastischen kalkigen Rud- und Grainstones mit zwischengelagerten Rudisten-Lithosomen. Sie repräsentieren Verflachungs-Ereignisse. Peritidale kalkige Mud- und Packstones sind untergeordnet vorhanden. Die Zyklen werden oft von Emersionsflächen abgeschlossen, verbunden mit meteorischer und vadoser Diagenese. Grossräumige Kreuzschichtung und eine grobe Korngrösse dokumentieren Ablagerung unter hoch-energetischen Bedingungen mit hohen Raten von Sedimentaufarbeitung und -umlagerung. Sedimentstrukturen zeigen sowohl gegen das Becken als auch gegen die interne Plattform gerichteten Sedimenttransport an. Pervasive früh-marine Diagenese ist entlang des äusseren Plattformrandes weit verbreitet.

Die entsprechende Abfolge der inneren Plattform zeigt von unten nach oben einen graduellen Wechsel von peritidalen Zyklen, die durch Mudstones dominiert werden, zu lagunären fein-bioklastischen Zyklen. Rudisten-Lithosome sind auf die lagunären Zyklen beschränkt, die zudem nur sehr selten von Emersionsflächen abgeschlossen werden. Früh-marine Zemente wurden kaum beobachtet. Der fazielle Übergang von der externen zur internen Plattform scheint graduell zu sein; die Aufschlüsse sind allerdings physisch nicht kontinuierlich.

Vertikale Mächtigkeitsschwankungen der Zyklen („stacking pattern“) zeigen mindestens drei Ordnungen von Zyklizitäten, die in der internen Plattform am deutlichsten ausgebildet sind. Von der internen zur externen Plattform nehmen die Zyklen bei abnehmender Gesamtzahl an Mächtigkeit zu. Vor allem auf der äusseren Plattform blieben Rudisten-Lithosome vorwiegend in Intervallen mit mächtigen Zyklen, die Zeiten verstärkten Wachstums des Akkommodationsraums entsprechen, erhalten.

Aufgrund der Zusammensetzung der Fauna, der Geometrie und der inneren Organisation können zehn Typen von Rudisten-Lithosomen unterschieden werden; Übergangsformen sind allerdings weit verbreitet. Die Verteilung und Zusammensetzung der Lithosome widerspiegelt eine Abnahme der Artendiversität, der mittleren Lithosom-Mächtigkeit und der Häufigkeit entlang des Querschnitts von der äusseren zur inneren Plattform. Allerdings übersteigt die kummulative Mächtigkeit der Lithosome auch auf der äussersten Plattform nur selten 20% des gesamten stratigraphischen Intervalls, obschon sämtliche bioklastische Sedimente stark von

---

Rudistenfragmenten dominiert werden. Lithosome der äusseren Plattform zeigen eine intensive Verzahnung mit kreuzgeschichteten Grain- und Rudstones. Sie beinhalten Hippuritiden, Radiolitiden, Capriniden und Korallen. Lithosome der inneren Plattform dagegen sind schicht-förmig und werden durch artenarme Vergesellschaftungen von Radiolitiden und Hippuritiden aufgebaut. Die Häufigkeit der Korallen nimmt gegen die innere Plattform drastisch ab. Nirgends entlang des Plattformrandes bilden Rudisten-Lithosome eine deutliche Topographie aus, zeigen ein biogenes Gerüst oder eine Faunen-Sukzession, die intrinsischen Prozessen zugeordnet werden könnte.

Die Häufigkeit von Rudisten-Lithosomen in Bezug auf den Plattformrand, sowie die Sediment-Transportrichtungen zeigen an, dass die Hauptproduktion von biogenem Sediment auf dem äussersten Teil des Plattformrandes erfolgte. Allerdings dokumentieren Sedimentstrukturen und Fazies häufige Zerstörung und Sediment-Umlagerung, und damit ein geringes Erhaltungspotential von Rudisten-Lithosomen, vor allem auch während Zeiten geringen Akkomodationsraumes. Daher konnte sich keine ausgeprägte hydrodynamische Barriere entlang des Plattformrandes bilden, und grosse Mengen von bioklastischem Sediment wurden sowohl ins nahe Becken als auch gegen die interne Plattform hin transportiert. Tiefstände des relativen Meeresspiegels, die in der Emersion des äusseren Plattformrandes resultierten, mussten daher zu gewissen Zeiten die Sediment-Produktion eingeschränkt haben. Tiefstände des relativen Meeresspiegels bewirkten aber auch meteorische Diagenese, die, in Kombination mit der weitverbreiteten früh-marinen Zementation, die Stabilisierung des steilen Plattformrandes trotz fehlendem organogenem Gerüst gewährleistete.

## Riassunto

Le comunità bentoniche esercitano un controllo fondamentale sullo sviluppo delle piattaforme carbonatiche tropicali. La loro ecologia determina in misura significativa dove, quando e quanto sedimento carbonatico viene prodotto e come esso viene ridistribuito. In combinazione con altri fattori (soprattutto fisico-chimici), la comunità bentonica determina quindi come cambiamenti ambientali, quali le variazioni del livello relativo del mare o le fluttuazioni climatiche, sono registrate nei sedimenti. In contrasto con le piattaforme carbonatiche tropicali moderne, che sono tipicamente dominate da comunità di coralli ed alghe, molte piattaforme cretache sono caratterizzate da comunità di coralli e rudiste o di sole rudiste. Lo scopo del presente studio è di investigare l'impatto di queste comunità sull'evoluzione delle piattaforme carbonatiche.

Nella Montagna della Maiella (Italia Centrale), è esposto in maniera straordinaria, un segmento del margine settentrionale della grande piattaforma carbonatica pugliese, di età mesozoico - cenozoica. Affioramenti a scala chilometrica rivelano l'organizzazione tridimensionale di una successione di circa 250-300 metri di spessore, composta da cicli di calcare di acque basse di età cenomaniana - campaniana media. La piattaforma faceva parte di un sistema deposizionale puramente carbonatico caratterizzato da una piattaforma poco profonda, continuamente erosa lungo una scarpata sottomarina che era stata *onlapped* e poi sepolta da una successione di circa 1000 metri di spessore, costituita da breccie litiche, torbiditi calcarei e calcilutiti di acqua profonda.

I cicli a scala metrica della piattaforma esterna sono composti soprattutto da *rudstones* e *grainstones* calcarei bioclastici grossolani a stratificazione incrociata, con intercalazioni di litosomi a rudiste e mostrano un trend di abbassamento verso l'alto. *Mudstones* e *packstones* calcarei peritidali sono presenti in quantità minore. I cicli sono spesso ricoperti da superfici di emersione associate a diagenesi meteorica e vadosa. La stratificazione incrociata a larga scala e la granulometria grossolana testimoniano una deposizione in condizioni di alta energia con grandi tassi di redistribuzione e di rimaneggiamento del sedimento. Le strutture sedimentarie indicano direzioni di trasporto sia verso il bacino che verso le aree più interne della piattaforma. Su tutto questo margine della piattaforma esterna è comune una intensa cementazione marina precoce.

L'equivalente successione della piattaforma interna è caratterizzata da un graduale cambiamento da cicli peritidali dominati da *mudstones* calcarei nella parte basale fino a cicli lagunari subtidali composti da *grainstones* e *packstones* calcarei bioclastici a grana fine, nella parte alta. I litosomi a rudiste sono ristretti ai cicli lagunari che sono solo raramente ricoperti da superfici di erosione. Cementi marini precoci si osservano solo raramente. La transizione di facies dalla piattaforma esterna a quella interna sembra essere graduale, ma gli affioramenti non sono fisicamente continui.

I modelli di accumulo degli strati rivelano che nella piattaforma interna sono chiaramente sviluppati almeno tre ordini di ciclicità. Dalla piattaforma interna a quella esterna, i cicli aumentano di spessore e diminuiscono notevolmente in numero. Particolarmente nella piattaforma esterna, i litosomi a rudiste sono conservati di preferenza negli intervalli con cicli spessi, che rappresentano tempi di aumentata creazione dello spazio di accomodamento.

In base alla composizione della fauna, alla geometria e all'organizzazione interna, si possono distinguere 10 tipi di litosomi, ma le forme di transizione sono comuni. La loro distribuzione e composizione riflettono una diminuzione della generale diversità specifica, dello spessore medio dei litosomi e della generale frequenza, passando dalla piattaforma esterna a quella interna. Tuttavia, anche sulla parte più esterna della piattaforma, nonostante la grande predominanza di frammenti di rudiste nei sedimenti bioclastici, lo spessore cumulativo dei litosomi a rudiste in posizione di crescita raramente supera il 20% dello spessore stratigrafico totale. I

---

litosomi della piattaforma esterna mostrano una complessa interdigitazione con *grainstones* e *rudstones* a stratificazione incrociata e comprendono ippuritidi, radiolitidi, caprinidi e coralli. I litosomi della piattaforma interna rivelano una geometria stratificata e sono dominati da associazioni di radiolitidi e ippuritidi composte di poche specie. L'abbondanza dei coralli diminuisce rapidamente verso la piattaforma interna. In nessun luogo lungo il margine della piattaforma, i litosomi mostrano una topografia significativa, una struttura biogenica o una successione faunistica che potrebbero essere attribuite a processi intrinseci.

L'abbondanza di litosomi a rudiste in relazione al margine della piattaforma e le direzioni di trasporto dei sedimenti suggeriscono che la produzione principale di sedimento avveniva nella parte più esterna della piattaforma. Tuttavia, in quest'area la grande distruzione e redistribuzione di sedimento, che sono evidenziate dalle strutture e dalle facies sedimentarie, documentano un basso potenziale di conservazione dei litosomi a rudiste, specialmente durante i tempi di ridotto spazio di accomodamento. Quindi, nessuna barriera idrodinamica pronunciata poté svilupparsi lungo il margine della piattaforma, e grandi quantità di sedimenti bioclastici furono esportati nel bacino prossimale e nell'area della piattaforma interna. Il basso livello relativo del mare, che risultò nell'emersione del margine esterno della piattaforma, deve avere temporaneamente ridotto la velocità di produzione del sedimento. Tuttavia, il basso livello del mare causò una diagenesi meteorica, che in combinazione con la diffusa cementazione marina precoce, consentì la stabilizzazione della ripida scarpata, nonostante la mancanza di una struttura organogena.