

## Die Latemar-Kontroverse: neue Daten zur Geometrie, zeitlichen Entwicklung und Interpretation lagunärer Zyklen

ZÜHLKE, R.\*, BECHSTÄDT, T.\*, BRACK, P.\*\*\*, MUNDIL, R.\*\*\* & RIEBER, H.\*\*\*\*

\*Geol.-Paläont. Institut Univ. Heidelberg, \*\*Depart. Erdwissenschaften ETH, \*\*\*Berkeley Geochron. Center, California, \*\*\*\*Paläont. Institut Univ. Zürich

Die mitteltriassische Plattform des Latemar (Südalpin, Italien) wird seit den Untersuchungen von GOLDHAMMER (1987, PhD Univ. Baltimore), GOLDHAMMER & HARRIS (1989, SEPM Spec Publ 44), HARDIE et al. (1991, Guidebook Dolomieu Conf St. Ullrich), HINNOV & GOLDHAMMER (1991, J Sed Petrol 61) und GOLDHAMMER et al. (1993, AAPG Mem 53) als Referenzbeispiel für die Entwicklung fossiler, isolierter Karbonatplattformen angesehen. Dies gilt insbesondere für die hierarchisch gegliederten shallowing upward-Zyklen in der Lagune, die als orbital gesteuerte Ablagerungen (Milankovitch-Zyklizität) interpretiert wurden. Neue Daten und Ergebnisse zur Geometrie, Anzahl, Altersstellung und Dauer der lagunären Zyklen zeigen jedoch, dass dieses weithin etablierte Modell für den Latemar nicht aufrecht erhalten werden kann. Im folgenden werden die wichtigsten Daten zur lagunären Entwicklung der Latemar-Plattform und ihrer Interpretation überprüft und aufgrund neuer Daten/Ergebnisse modifiziert.

### Zyklenanzahl

Alle bisher bestehenden Angaben zur Zyklenanzahl in der Lagune beruhen auf einem einzigen synthetischen Profil von 320 m, das in Goldhammer (1987: App. 2, 4) dokumentiert wurde. Dieses Profil, das jedoch nicht die gesamte erhaltene lagunäre Abfolge des Latemar erfasst, weist 488 Zyklen auf. In der stratigraphisch jüngeren, 120 m mächtigen Abfolge wurde kein Profil gemessen. GOLDHAMMER et al. (1993) extrapolierten die Zyklenanzahl in dieser Abfolge lediglich anhand der mittleren Zyklennächtigkeit in den basalen 320 m. Sie gaben die Zyklenanzahl in der gesamten lagunären Abfolge mit over 500 ... cycles (1993:362) bzw. 598 Zyklen (1993: 363ff) an. Diese Anzahl stellt jedoch allenfalls eine Vermutung dar.

*Neue Ergebnisse:* An fünf verschiedenen Lokalitäten der Lagune wurden hochauflösende zykostratigraphische und fazielle Profile gemessen. Das Profil SW-Latemartürme deckt die gesamte, erhaltene lagunäre Abfolge ab. Da die Definition von Zyklen nicht immer absolut eindeutig ist (SADLER et al. 1993: 362, J Sed Petr 63) wurden minimal-/maximal-Werte für die Zyklenanzahl ermittelt. Sie betragen 623 bzw. 707 untergeordnete Zyklen (136 bzw. 169 übergeordnete Zyklen). Werden laterale Daten aus anderen Lokalitäten berücksichtigt, ergibt sich eine maximale Zyklenanzahl bis 745.

### Zeitintervall der lagunären Abfolge und individueller Zyklen

Auf der Grundlage von 598 Zyklen und unter der Annahme, es handele sich um Präzessions-Zyklen mit einer Dauer von je 20 ka, postulierten GOLDHAMMER et al. (1993), das gesamte Zeitintervall der zyklischen Abfolge betrage 12 Ma (1993: Figs. 3, absolute Zeitskala, Stufen; Fig. 6). Sie verglichen diesen hypothetischen Wert, der weder durch biostratigraphische noch durch absolute Altersangaben abgesichert wurde, mit der Zeitskala von PALMER (1983:504, Geology 11). Diese gibt für die Basis des Ladin ein Alter von 235±5 Ma, für das Top 230±11 Ma an. Das angenommene Zeitintervall von 12 Ma (240-228 Ma) wurde durch teilweise Einbeziehung der Unsicherheitsintervalle erreicht. GOLDHAMMER et al. (1993) setzten einerseits voraus, die lagunäre Abfolge (LCF-UCF) umfasse das gesamte Ladin. Die stratigraphische Abfolge benachbarter Plattformen (Schlern, M. Agnello) zeigt jedoch an-

dererseits, dass frühladinische Plattformgenerationen von vulkanoklastischen Ablagerungen mit frühlangobardischem Alter überlagert werden. Die Modelle von GOLDHAMMER et al. (1993: 358, 361) gehen davon aus, dass diese spätertertiär bis quartär erodierten Vulkanoklastika auch am Latemar primär abgelagert wurden (1993: Figs. 6, 3, Lithostratigraphie). Als absolutes Zeitintervall wurde also das gesamte Ladin (Fassan, Langobard) vorausgesetzt, obwohl das stratigraphische Intervall lediglich Teile des Ladin (Fassan bis frühes Langobard) umfasste.

*Neue Ergebnisse:* Seit 1993 wurden hochauflösende biostratigraphische und chronostratigraphische Daten ermittelt, die entweder über die geometrische/stratigraphische Korrelation aus Becken/Slope-Abfolgen in die Lagune oder direkt aus der Lagune stammen (BRACK & RIEBER 1993, Ecl Geol Helvet 86; BRACK et al. 1996, Geology 24; MUNDIL et al. 1996, Earth Plan Sci Lett 141; MUNDIL et al. 1999, GSA Ann Meet Abstr Vol). Biostratigraphische Daten zeigen u.a., dass die Basis der zyklischen Abfolge in der oberen *Reitzi-/Kellnerites-* bis basalen *Nevadites-*Zone liegt. Ein neuer Fossilfundpunkt wenige Meter unterhalb des Top der lagunären Abfolge enthält eine Faunenassoziation mit u.a. *Chieseceras chiesense* und zeigt ein Alter im Grenzbereich *Nevadites-/Curionii-*Zone bis maximal frühe *Curionii-*Zone an. Die zyklische Abfolge des Latemar fällt also überwiegend ins späte Anis; sie erreicht lediglich am Top das basale Ladin (frühes Fassan). Absolute Altersangaben (U/Pb) von Zirkonen in mm- bis cm-dicken Tuffitlagen innerhalb der Lagune ergeben nach BRACK et al. (1996) und MUNDIL et al. (1996, 1999) ein absolutes Zeitintervall, das bei Berücksichtigung maximaler Fehlergrenzen 2 Ma, bei Betrachtung der Mittelwerte ca. 1.2 Ma, umfasst. Die aufgeführten biostratigraphischen Daten sind mit diesen absoluten Altersangaben kompatibel.

### Kontrollierende Mechanismen der Zyklizität

GOLDHAMMER & HARRIS (1989), HARDIE et al. (1991), HINNOV & GOLDHAMMER (1991) und GOLDHAMMER et al. (1993) interpretierten die lagunären Zyklen des Latemar als Präzessions- (19-23 ka, Trias ca. 18-21 ka, BERGER et al. 1989, Palaeocean 4) bzw. Exzentrizitäts-Zyklen (ca. 99-123 ka; 100 ka). Argumente umfassten (1) die z.T. ausgeprägte 5:1 Bündelung unter- zu übergeordneter Zyklen; (2) die Anzahl der Zyklen (>500); (3) das zur Verfügung stehende Zeitintervall (12 Ma).

*Neue Ergebnisse:* Die beiden letztgenannten Argumente können nicht mehr aufrecht erhalten werden. Minimal/maximal 623-747 Präzessionszyklen mit je 18 ka würden für die gesamte lagunäre Abfolge ein Zeitintervall von min. 11.2-13.4 Ma erfordern. Kombinierte chrono-/biostratigraphische Daten (siehe oben) zeigen eine Zyklendauer von min./max. 1.6/3.2 ka für untergeordnete und min./max. 8.1/16.1 ka für übergeordnete Zyklen an. Diese Zyklenintervalle/-stapelungsmuster können nicht mit orbitalen Änderungen entsprechend des Milankovitch-Modells erklärt werden.

### Geometrie, Plattformentwicklung

Mehr als 90 % aller 623-745 shallowing upward-Zyklen lassen sich mit moderaten lateralen Mächtigkeits- und Fazieswechsell über die gesamte Plattform verfolgen (tracing) und korrelieren. Dies zeigt die allozyklische Kontrolle der lagunären Plattformentwicklung. Während der frühen Plattformentwicklung (LCF) erfolgt eine geringe Verkippung der Plattform, die zu kurzfristigem Onlap der westlichen Plattformteile nach Osten führte. Die Existenz von Tepee-Zonen erlaubt keine direkte Schlussfolgerung auf Akkommodationsänderungen. 2D reverse basin modeling zeigt, dass die Latemarplattform im späten Anis bis frühen Anis keinen kontinuierlichen Subsidenzraten unterlag. Fischer plots über einem einheitlichen Subsidenzvektor lassen daher keine Analysen eustatischer Meeresspiegeländerungen oder Abschätzungen von Amplituden zu.