

spricht dem Chemismus der in den Quarzkristallen eingeschlossenen Fluids. Variable Methangehalte in den Einschlüssen werden durch lokale Variationen in der thermischen Überprägung erklärt. Daher wird für beide Fluidpopulationen eine gemeinsame Herkunft angenommen. Die ermittelten Bildungstemperaturen sind höher als die durch ein thermisches Beckenmodell abgeschätzten maximalen Formationstemperaturen.

Aus diesen Daten ergibt sich ein erstes Modell der mesozoischen Paläogeothermie im Drauzug. In diesem Modell kann hinsichtlich der thermischen Überprägung eine Anbindung der Nord-Karawanken an das Ostende der Gailtaler Alpen erkannt werden. Die heute nördlich davon befindliche mesozoische Bedeckung der Gurktaler Decke lässt sich in diese Zonierung einbinden. Die als thermische Anomalien erkannten Bereiche des Drauzuges werden durch ein mittelkretazisches bis tertiäres hyperthermisches Fluidereignis erklärt.

### FAZIESANALYSE EINES GEMISCHT SILIZIKLASTISCH-KARBONATISCHEN SCHELFS IM EXTERNEN BEREICH EINES OROGENS (SANTON, SÜDPYRENÄEN, SPANIEN)

Diethard SANDERS<sup>1</sup> & Josep Maria PONS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, A-6020 Innsbruck, Austria. <sup>2</sup> Departamenta de Geologia, Unitat de Paleontologia, E-08193 Bellaterra (Barcelona), Espagna

In der Basturs Formation (Santon p.p., Südpirenäen, Spanien) zeigt ein Aufschluss subparallel zum ursprünglichen Schichtstreichen zwei gegenläufige proximal-distal Schelfgradienten zu einer Vertiefung auf dem Schelf. Der östliche Aufschlussteil besteht aus einer Wechsellagerung von Schelfmergeln mit Flachwasserkalken, der westliche Aufschlussteil zeigt eine Wechsellagerung von Schelfmergeln, Flachwasserkalken und hybriden Areniten. Der zwischen dem östlichen und dem westlichen Abschnitt gelegene, zentrale Abschnitt besteht grösstenteils aus Schelfmergeln, die örtlich in Rutschmassen und Rutschfalten verformt sind. Während der Späten Kreide bildeten sich im Vorland und am Rücken von Überschiebungs-Antiklinalen im externen Bereich des Pyrenäen-Orogens Karbonatplattformen und siliziklastisch-karbonatische Schelfe, die von Tiefwasserbereichen mit Turbiditen und Mergeln umgeben waren. Die Basturs Formation überlagert eine Karbonatrampenfolge (Montagut Formation; Turon-Coniac), und wird ihrerseits von tieferitischen Mergeln (Podoga Subformation; Santon-Campan) und, entlang einer tief eingeschnittenen Winkeldiskordanz, von flachmarinen Areniten der Aren Formation (Maastricht) überlagert.

Die Basturs Formation besteht aus einer Wechsellagerung von Schelfmergeln mit vier, einigen Zehnermeter dicken Intervallen von Flachwasserkalken. Die Schelfmergel sind knollig, im Bruch bläulich, und enthalten meist Lacazina, Einzelkorallen, einzelne Stockkorallen, Seeigel, einzelne Rudisten und andere Muscheln, Armfüssler und Schnecken. Örtlich sind wellige Bänke aus bioklastischen Kalken eingeschaltet, die an ihrer Basis Kolkmarken zeigen. Jedes der Intervalle der Flachwasserkalke besteht aus einem Stapel von oben-flach Zyklen die von unten nach oben aus einer Korallen-Rudisten Konstruktion, einem Rudistenbiostrom und, am Top, einem Bankstoss von bioklastischen Kalkareniten bestehen. Innerhalb eines Zyklus ändern sich die Dicke und spezifische Ausprägung der Fazies von proximal (Ost) zu distal (West). Die beschriebenen Zyklen werden örtlich von bis über 10 Meter dicken oben-grob Bankstössen von bioklastischen Kalkareniten vertreten. Jedes der Intervalle von Flachwasserkarbonaten besteht aus einem unteren Teil A, in dem die Zyklen nach oben dünner werden und eine allgemeine Verringerung der Ablagerungstiefe anzeigen, und einem oberen Teil B in welchem die Zyklen dicker werden und

eine Vertiefung anzeigen.

Im westlichen Aufschlussabschnitt ist der Teil B der Flachwasserkalk-Intervalle nicht vorhanden. Im westlichen Abschnitt besteht die Basturs Formation aus Mergeln und Flachwasserkalken wie beschrieben, und aus glaukonitführenden, siliziklastisch-bioklastischen Areniten die wellige Bankung und hügelige Kreuzlamination zeigen. Bankstösse dieser hybriden Arenite überlagern den Teil A der Intervalle der Flachwasserkalke an scharfer Grenze, und gehen nach oben insgesamt graduell in die Schelfmergel über, die wiederum an einem raschen vertikalen Übergang von Flachwasserkarbonaten überlagert werden. Die Arenit-Bankstösse werden nach Westen dicker und keilen gegen Osten aus, indem die jeweils unterste Bank am weitesten gegen Osten ausgreift, die höheren Bänke aber zunehmend weiter westlich durch Ausdünnen, Vermergeln und eine Abnahme des mittleren Korndurchmessers in die seitlich benachbarten, zeitgleichen Schelfmergel übergehen. Der zentrale Aufschlussteil besteht grösstenteils aus Schelfmergeln, die örtlich in Rutschmassen und Rutschfalten verformt sind.

Die Vergenzen der Rutschfalten zeigen zwei Hanggradienten an, einen westlich einfallenden und einen östlich einfallenden. Die beschriebenen Beziehungen zeigen, dass im Aufschluss zwei proximal-distal Gradienten vorliegen, (1) ein Ost-West proximal-distal Gradient im östlichen Aufschlussbereich, und (2) ein West-Ost proximal-distal Gradient im westlichen Abschnitt. Dazwischen lag eine relative Vertiefung, in welcher Schelfmergel abgelagert wurden, die je nach lokaler Hangneigung in Rutschfalten mit westlicher bzw. östlicher Vergenz verformt wurden. Die Faziesarchitektur der Basturs Formation wird als Ergebnis von Meeresspiegelschwankungen gedeutet. Die Karbonatschelfe progradierten während eines Meeresspiegelhochstandes bis -falles. Die Sequenzgrenzen sind als Typ II Sequenzgrenzen ausgebildet. Während des Meeresspiegelanstiegs kam es zum Rückschreiten der Karbonatschelfe bei gleichzeitigem Vorrücken der Schelfmergel, bzw. im Westen zur Ablagerung der hybriden Arenite und deren Rückschreiten. Während des Meeresspiegelhochstandes wurden grossenteils Schelfmergel abgelagert.

### EIN KARBONAT-"MIKROSCHELF" AM TOP EINER SUBMARINEN RUTSCHMASSE (SANTON, COLLADES DES BASTURS, SÜDPYRENÄEN)

Diethard SANDERS<sup>1</sup> & Josep Maria PONS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, A-6020 Innsbruck, Austria. <sup>2</sup> Departamenta de Geologia, Unitat de Paleontologia, E-08193 Bellaterra (Barcelona), Espagna

Während der Ablagerung der Basturs Formation (Santon p.p., Collades des Basturs, Südpirenäen) kam es am Dach einer submarinen Rutschmasse zur Ausbildung eines einige Hundert Meter breiten Karbonat-"Mikroschelfes" dessen Abfolge aus mehreren oben-flach Zyklen besteht, welche entlang einer Seite des Karbonat-Mikroschelfes eine Umkehr des regionalen proximal-distal Gradienten anzeigen.

Die Basturs Formation ist eine bis einige Hundert Meter dicke Abfolge die im wesentlichen aus einer Wechsellagerung von Schelfmergeln mit vier, mehrere Zehnermeter dicken Abfolgen von Flachwasserkalken besteht. In den Intervallen der Flachwasserkalke lässt sich ein deutlicher proximal-distal Gradient feststellen. Für den östlichen und den zentralen Aufschlussbereich der Collades des Basturs ist Ost "regional proximal" und West "regional distal". Eines der Intervalle der Flachwasserkalke zeigt nahe seinem distalen Ende die konkave Ausbruchsnische einer Rotationsrutschung; die Rutschmasse selbst kam einige Zehnermeter unterhalb des Abrisspunktes zum Stehen. Die Ausbruchsnische ist mit Schelfmergeln verfüllt. Am Dach der Rutschmasse findet sich ein im Aufschluss grob keilförmig umrissener Körper

von Flachwasserkalken, der nach Osten und nach Westen mit Schelfmergeln verzahnt. Die dickere Seite des Keils von Flachwasserkalken ist gegen Osten (regional proximal) hin, das ausdünnende Ende nach Westen (regional distal) hin orientiert. Im paläomorphologisch wahrscheinlich höchsten Bereich der Rutschmasse liegt der Körper aus Flachwasserkalken knapp über den Kalken, die der unterliegenden Rutschmasse angehören; gegen Westen und gegen Osten hin, also zu den paläomorphologisch tieferen Bereichen der Rutschmasse und ihrer Umgebung, liegt unterhalb der Basis des Flachwasserkalk-Keils ein zunehmend dickeres Intervall von Schelfmergeln.

Der Keil aus Flachwasserkalken ist einige Hundert Meter lang, einige Zehnermeter dick, und besteht aus Korallen-Rudisten Kalken, Rudistenkalken und bioklastischen Kalkareniten. Diese Lithologien sind vertikal in oben-flach Zyklen angeordnet. Von unten nach oben besteht ein Zyklus aus einem hügelartigen Intervall von Korallen-Rudisten Kalken, einem vergleichsweise dünnen, seitlich weit anhaltenden Intervall von Rudistenkalken und einem bis mehrere Meter dicken Intervall aus bioklastischen Kalkareniten, deren Komponenten zum Top hin besser sortiert und besser gerundet werden. Die Korallen-Rudisten Hügel sowie die sie überlagernden Rudistenkalke keilen sowohl nach Osten (regional proximal) als auch nach Westen (regional distal) hin sichtbar aus, und verzahnen mit den Schelfmergeln. Die Intervalle der bioklastischen Kalkarenite greifen seitlich bis mehrere Zehnermeter weit über die Korallen-Rudisten Hügel und die Rudistenkalke aus, und bestehen aus einem Bankstoss von sigmoidalen bis schief-tangentialen Bänken, die an ihrem distalen Ende einen deutlichen downlap auf die unterlagernden Schelfmergel zeigen.

Der beschriebene Körper von Flachwasserkalken wird als ein Karbonat-„Mikroschelf“ interpretiert, der sich am Dach der Rotationsrutschung ausbildete. Die Ausbildung des Karbonat-„Mikroschelfs“ geht auf eine durch die submarine Rutschung hervorgerufene, lokale Erhebung des Meeresbodens zurück, wobei die vergleichsweise tiefer gelegene Umgebung der Rutschmasse (Bereich der Ausbruchsnische, und Bereich der unverformten Sedimente in regional distaler Richtung vor der Rutschung) dem morphologisch höheren Bereich der Rutschmasse gegenüberstand. Das Wasser über der Rutschmasse war seicht genug, um die Ansiedlung einer karbonatproduzierenden Lebensgemeinschaft und im weiteren die Ausbildung eines Karbonat-„Mikroschelfes“ zu ermöglichen. Die asymmetrische Morphologie der Rutschung spiegelt sich in der keilförmigen Asymmetrie des Karbonat-Mikroschelfes wider. Die infolge der Rutschung verursachte Vertiefung des Meeresbodens nahe der Ausbruchsnische führte zu einer örtlichen „proximal-distal Umkehr“ innerhalb des regionalen Gradienten. Diese proximal-distal Umkehr zeichnet sich in der äusseren, asymmetrischen Form sowie in den Ablagerungsgeometrien des Karbonat-Mikroschelfes ab.

#### **SEDIMENTOLOGISCHE UND MIKROFAZIELLE UNTERSUCHUNGEN EINER OBERTRIADISCHEN KARBONATPLATTFORM IN DEN JULISCHEN ALPEN/SLOWENIEN**

Ute SATTLER

Institut für Geologie, Universität Wien, Althanstr. 14, A-1090  
Wien, E-mail: a9100789@unet.univie.ac.at

SCHLAGER (1981) definierte das Ertrinken von Riffen und Karbonatplattformen (= Drowning) als Event bei dem der Anstieg des relativen Meeresspiegels größer ist als die Akkumulationsrate der Flachwasserkarbonate. Die Riffe und Karbonatplattformen geraten dadurch unter die photische Zone, wodurch die Karbonatproduktion eingestellt wird. Zahlreiche Drowning-Events wurden quer durch die Erdgeschichte beschrieben. In Anbetracht der enormen Produk-

tionsraten von Riffen und Karbonatplattformen, erscheinen langanhaltende, langsame geologische Prozesse, wie durchschnittliche Beckensubsidenz, als mögliche Drowning-Ursache unwahrscheinlich. Mögliche Gründe für das Ertrinken von Riffen und Karbonatplattformen sind nach SCHLAGER:

- 1) Rapider Anstieg des relativen Meeresspiegels ausgelöst durch regionale Tektonik (relativer Meeresspiegelanstieg ist größer als die Akkumulationsrate der Riffe und Plattformen).
- 2) Eingeschränktes Wachstum des Benthos, durch Veränderung der Umweltbedingungen.

Ein vorangehendes Auftauchen der Seichtwasserentwicklung ist ein häufig beschriebenes Phänomen, daß ein nachfolgendes Drowning ermöglichen kann.

In der tiefen Obertrias der Julischen Alpen ist ein abrupter Fazieswechsel von Seichtwasserkalken zu pelagischen Plattenkalken weit verbreitet (SCHLAF et al. 1997). Eine dieser Abfolgen (am Razor, 2601 m) soll in dieser Arbeit sedimentologisch und mikrofazial untersucht werden. Das Liegende dieser Schichtfolge wird von karnischen Riffkalken gebildet.

Darüber folgt eine bis zu 150 m mächtige, lagunäre Entwicklung. Bei den gut gebankten Karbonaten handelt es sich um Loferite und grapestonefazielle Onkoid-Bindstones, die peritidales Flachwasser anzeigen. Caliche-Pisoide und Krusten, Tepee-Strukturen, mit rotem Mergel-verfüllte Hohlräume, „vadose Silte“ sowie black pebbles weisen auf oftmaliges Auftauchen von Teilen der Lagune hin. Die Lagunenkalke werden mit einer Faziesdiskontinuität von Plattenkalken überlagert. Die sehr scharfe Grenzfläche zeigt kein Relief. Bei den Plattenkalken handelt es sich um allodapische Pack-Grainstones, mit reicher pelagischer Fauna (Ammoniten, Conodonten, Filamente), die intern sowohl Bioturbation, als auch Lamination und Gradierung erkennen lassen. Neben den pelagischen Elementen beinhalten die Plattenkalke auch Seichtwasserkomponenten, wie Rindenkörner und Riffklasten. Der liegendste Bereich ist außerordentlich reich an Makrofossilien, vor allem Brachiopoden und Ammoniten, die in zwei dünnen Horizonten gehäuft auftreten. Insgesamt zeigen die Plattenkalke einen deutlichen Faziesprung zu tieferem, pelagisch beeinflussten Environment. Conodonten belegen ein Einsetzen der Schichtfolge im mittleren Oberkarn. Aufgrund des Fehlens von Fossilien des tiefen Oberkarns muß mit einer zeitlichen Lücke von mindestens 1,5 Ma (= 1 Ammonitenzone) zwischen unterlagernder Karbonatplattform und pelagischer Auflage gerechnet werden. Die nur 10 m mächtigen Plattenkalke umfassen eine kalkulierte Zeitdauer von 3 Ma (= 2 Ammonitenzonen), und sind daher stark kondensiert. Zum Hangenden hin geht die Serie in Riffschuttkalke (8 m mächtig) über, die schließlich von einer weiteren 70 m mächtigen Riffentwicklung („Razor-Riffe“, RAMOVŠ 1986) überlagert werden. Im Gipfelbereich des Razor folgt eine weitere pelagische Einschaltung in Form von Spaltenfüllungen von roten Mikriten, die Halobien und Ammoniten des höchsten Oberkarn führen.

Der abrupte Fazieswechsel von lagunären Seichtwasserkalke zu tiefermarin abgelagerten Plattenkalken weist auf ein Ertrinken der Karbonatplattform hin. Die in der Einleitung erwähnten, beiden Drowning-Ursachen erscheinen für die Abfolge am Razor unwahrscheinlich:

- 1) Bei einem massiven Anstieg des relativen Meeresspiegels sind retrogradierende Riffe über der Lagune zu erwarten, welche fehlen.
- 2) In den hangenden Bänken der Lagunenkalke konnte anhand der Mikrofazies, keine Veränderung der Umweltbedingungen festgestellt werden, welche ein Ertrinken der Plattform bei kontinuierlicher Subsidenz ermöglicht hätte.

Nach lithofaziellen Vergleichen mit dem Wettersteinkalk der Nördlichen Kalkalpen erfolgte das Absterben der karnischen Karbonatplattform in den Julischen Alpen zeitgleich mit einem Regressionsereignis, das in den Nördlichen Kalkalpen zur völligen Unterbrechung der Flachwasserkarbonatproduktion führte (Reingrabener Wende, SCHLAGER & SCHÖLLNBERGER 1974). Allerdings läßt sich ein, durch Regression bedingtes Auftauchen der Plattform am Razor nicht belegen, da Verkarstungserscheinungen sowie mikro-