

Mittel- bis Ober-Oxfordium eingestuft werden. Diese Radiolarite bilden die Matrix der Hallstätter Gesteine bzw. der Hallstätter Gleitmassen im Bereich westlich von Hallstatt. Es konnten folgende Radiolarien bestimmt werden: *Hsuum maxwelli* PESSAGNO 1977 (U.A.-Zone 3-10), *Hsuum brevicostatum* (OZVOLDOVA 1975) (U.A.-Zone 3-11), *Paronaella pygmaea* BAUMGARTNER 1980 (U.A.-Zone 7-9), *Archaeodictyomitra rigida* PESSAGNO 1977, *Triirabs* sp., *Stichocapsa robusta* MATSUOKA 1984 (U.A.-Zone 5-7), *Parvicingula dhimenaensis* BAUMGARTNER 1984 (U.A.-Zone 3-11), *Cinguloturris* sp., *Archaeodictyomitra* sp., *Archaeodictyomitra minoensis* (MIZUTANI 1981) (U.A.-Zone 9-12), *Archaeospongoprimum imlayi* PESSAGNO 1977, *Pseudodictyomitra primitiva* MATSUOKA & YAO 1985 (U.A.-Zone 7-12). Aus dieser Radiolarienfauna ergibt sich als Alter die U.A.-Zone 9 (= Mittel- bis Ober-Oxfordium).

Die Sedimentation des Radiolarites in den Nördlichen Kalkalpen beginnt auf der Basis dieser biostratigraphischen Einstufung bereits im höheren Mittel-Jura und nicht im Oxford, wie bisher meist angenommen wurde. Höherer Dogger war bisher nur in den Strubbergsschichten (GAWLICK & SUZUKI 1999) belegt, die aber in diesem stratigraphischen Abschnitt keinen echten Radiolarit aufweisen.

BAUMGARTNER, P.O., BARTOLINI, A., CARTER, E.S., CONTI, M., CORTESE, G., DANIELIAN, T., DE WEVER, P., DUMITRICA, P., DUMITRICA-JUD, R., GÖRICAN, S., GÜEX, J., HULL, D.M., KIT, N., MARCUCCI, M., MATSUOKA, A., MURCHEY, B., O'DOHERTY, L., SAVARY, J., VISHNEVSKAYA, V., WIDZ, D. & YAO, A. (1995): Middle Jurassic to Early Cretaceous radiolarien biochronology of Tethys based on Unitary Associations. - *Mem. de Geol.*, **23**: 1013-1048, Lausanne.

GAWLICK, H.-J. & SUZUKI, H. (1999): Zur stratigraphischen Stellung der Strubbergsschichten in den Nördlichen Kalkalpen (Callovium - Oxfordium). - *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **211**: 233-262, Stuttgart.

MANDL, G.W. (1998): Geologische Karte der Dachsteinregion, 1:50.000. - Geol. B.-A., Wien.

SCHAFFER, G. (1982): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 ÖK 96 Bad Ischl. - Geol. B.-A., Wien.

Hartgründe und Lösungshohlräume im obertriadischen Adnet-Riff (Österreich): Hinweise auf die Amplitude relativer Meeresspiegelschwankungen

WEIDLICH, O.* & BERNECKER, M.** & FLÜGEL, E.**

*Institut für Angewandte Geowissenschaften II, Sekr. EB 10, TU Berlin, Ernst-Reuter-Platz 1, D-10587 Berlin, **Institut für Paläontologie, Loewenichstrasse 28, D-91054 Erlangen

Die Obertrias stellt eine "greenhouse"-Zeit der Erdgeschichte dar, sie ist global durch warmes Klima ohne vereiste Polkappen charakterisiert. In dieser Phase sind als Folge fehlender Eiskappen

eustatische Meeresspiegelschwankungen geringer Amplitude zu erwarten. Daten über Kontrollfaktoren und hierarchische Gliederung obertriadischer Meeresspiegelschwankungen stammen meist aus den Lofer-Zyklen der Dachsteinplattform (z. B. ENOS & SAMANKASSOU 1998) und kaum vom Plattformrand- oder Riffbereich, einem Faziesraum, der sehr gute Daten für eine Rekonstruktion der Amplitude von Meeresspiegelschwankungen liefern sollte. Das obertriadische Fleckenriff von Adnet bietet sowohl durch gesägte Aufschlußwände als auch durch rückschreitenden Abbau einen außergewöhnlich guten Einblick in dreidimensionalen Aufbau, Ablagerungsgeometrien und Zusammensetzung der Struktur. Während Riffaufbau und fazielle Aspekte untersucht wurden, existieren Daten über die Frühdiagenese nur ansatzweise. Meeresspiegelschwankungen wurden zwar schon seit langem als wichtiger Steuerungsfaktor angenommen, aber bisher nicht systematisch untersucht. Im Adnet-Riff lassen sich zwei markante intratriadische Diskontinuitätsflächen im Tropfbruch nachweisen (BERNECKER et al. 1999), eine dritte fällt in den Bereich oberste Trias/unterster Jura (Lienbacher Bruch). Die intratriadischen Diskontinuitäten bildeten Zäsuren in der Riff- und Plattformentwicklung, da mit ihnen deutliche fazielle Wechsel assoziiert sind.

Diskontinuitätsfläche A stellt den markanteren der beiden Horizonte dar, sie besitzt ein Relief von mindestens 4 m. Die Diskontinuität ist durch einen signifikanten lateralen Fazieswechsel gekennzeichnet. Während der obere Teil eine mit 45° einfallende oder sogar steilstehende Fläche bildet, geht die Basis in eine horizontale Fläche mit geringen Reliefunterschieden über. Der obere Teil ist durch deutliche Lösungsstrukturen im Gelände gut zu erkennen, eine Besiedlung des Hartsubstrats erfolgte durch Makrobohrer (z. B. Bivalven), inkrustierende Schwämme und mikrobielle Karbonatkrusten. Der basale Teil ist nur im Bereich von angelösten *Retiophyllia*-Stöcken deutlich und verliert sich zunehmend, bis er nicht mehr zu erkennen ist. Ein Horizont mit plattig wachsenden Schwämmen repräsentiert das laterale Äquivalent der Diskontinuitätsfläche. In kausalem Zusammenhang mit der Diskontinuität stehen zahlreiche, miteinander verbundene Lösungshohlräume, die das vorhandene Gefüge schneiden. Deren Verfüllung durch Zemente oder Sedimente weist laterale Unterschiede auf. Hohlräume in unmittelbarer Nähe zur Diskontinuitätsfläche sind Korallen-Floatstones; mit zunehmender Entfernung nimmt der Anteil an feinkörnigem Sediment zu (bioklastische wacke- oder grainstones), in manchen Höhlensedimenten findet man Bioturbation. Distale Hohlräume weisen einen hohen Prozentsatz an fibrösen und botryoidalen Zementen auf; Internsedimente spielen eine geringere Rolle bei der Verfüllung.

Diskontinuitätsfläche B ist zwar deutlich ausgebildet, das maximale Relief überschreitet aber 3 m nicht. Ein laterales Verschwinden der Fläche ist ebenfalls zu beobachten. Im Gegensatz zur Diskontinuität A konnte eine Besiedlung der Fläche bisher nicht festgestellt werden. Die deutlich kleineren Hohlräume weisen kein differenziertes Verfüllungsmuster auf.

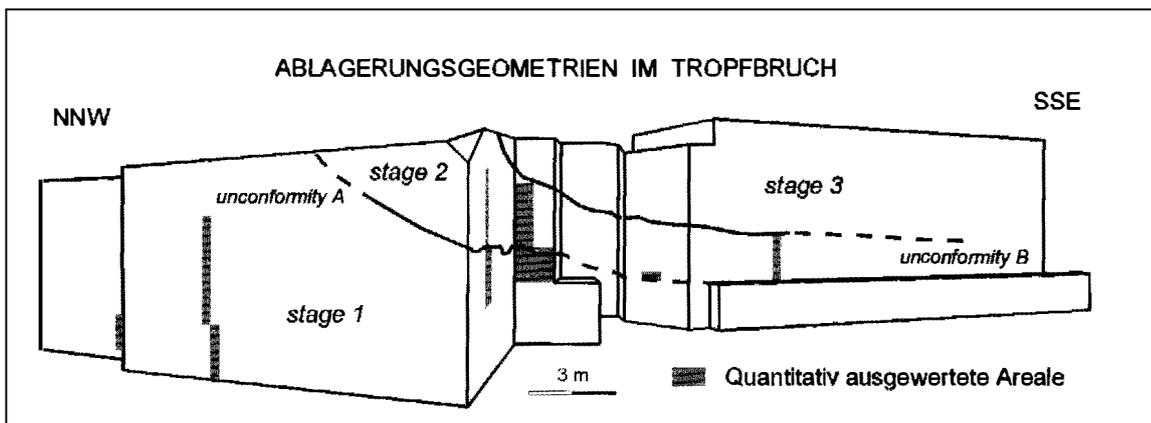


Abb.

Interpretation: Aus dem Geländebefund der Diskontinuitätsflächen A und B leiten wir folgende Interpretationen ab: (1) Ein Meeresspiegelfall um mindestens 4 m erfolgte während A, ein geringerer bei B. In der Folgetauchten höhere Rifffbereiche auf, in tieferen Teilen dominierten weiter submarine Bedingungen. Dies führte zu reduziertem Korallenwachstum, während plattige Schwämme vermehrt siedelten. (2) Bedingt durch eine subaerische Exposition kam es zu einer intensiven Verkarstung. Meteorische Wässer lösten das Rifffgestein bis in eine Tiefe von etwa 9 m unter dem Meeresboden. Zahl und Größe der Lösungshohlräume nehmen mit der Tiefe ab. (3) Im Zuge eines erneuten Meeresspiegelanstiegs produzierten nach einer "lag-time" Riffffaunen erneut Sediment und verfüllten die Basis der Diskontinuitätsfläche. Die höheren Bereiche wurden als Hartgrund angebohrt und besiedelt. Das Fehlen jeglicher Inkrustationen und die Anbohrung der Basis deuten auf eine subaerische Exposition und auf eine rasche nachfolgende Sedimentation im marinen Milieu hin. (4) Mit der Transgression erfolgt eine Plombierung der Hohlräume nach dem oben beschriebenen Prinzip.

Unsere Daten deuten auf eine mehrphasige, subaerische Exposition des Rifffes hin. Die errechnete Amplitude der Meeresspiegelschwankungen erscheint für eine "greenhouse"-Zeit hoch. Synsedimentäre Spalten deuten aber das Zerbrechen der Karbonatplattform an. Es ist anzunehmen, daß tektonische Bewegungen das eustatische Signal überlagert haben und lokal zu höheren Werten führten, als durch vergleichbare Plattformsedimente überliefern sind.

BERNECKER, M., WEIDLICH, O. & FLÜGEL, E. (1999): Response of Triassic reef coral communities to sea-level fluctuations, storms and sedimentation: Evidence from a spectacular outcrop (Adnet, Austria). - *Facies*, **40**: 229-280, Erlangen.

ENOS, P. & SAMANKASSOU, F. (1998): Lofer cyclotherms revisited (Late Triassic, Northern Alps, Austria). - *Facies*, **38**: 207-228, Erlangen.

Die unterkarbonischen Mud Mounds des östlichen Anti-Atlas (Marokko)

WENDT, J. & KAUFMANN, B.

Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität, Sigwartstrasse 10, D-72076 Tübingen

Etwa 100 karbonatische Mud Mounds, die ein Areal von ca. 440 km² im Tafalant-Becken des östlichen Anti-Atlas Marokkos bedecken, stellen die größte und komplexeste Agglomeration von Mud Mounds dar, die bisher aus dem Unterkarbon bekannt geworden ist. Sie kommen in einer etwa 4000 m mächtigen Becken-Abfolge aus Tonen mit einigen eingeschalteten Bankkalken, Sand- und Siltsteinen vor. Auf Grund von Conodonten- und Goniatiten-Datierungen begann die Mound-Bildung in der frühen texanus-Zone und endete in der bilineatus-Zone des Visé. Die einzelnen Mounds sind wenige bis 30 m hoch, haben Basis-Durchmesser bis zu 300 m und sind in mehreren parallelen WNW-ESE streichenden Gürteln angeordnet. Auf Grund ihrer Lithologie und Fazies-Beziehungen konnten 4 Typen von Mounds unterschieden werden: (1) Massive Crinoiden-Wacke- und Packstones ohne Stromatactis, (2) ähnlich (1) aber mit seltenen Stromatactis, (3) ähnlich (2) aber allochthon und (4) biogenitische Grainstone-Mounds. Während die Karbonat-Bildung in den Typen (1) bis (3) wahrscheinlich cyanobakteriell gesteuert wurde, ist Typ (4) das Ergebnis einer vorwiegend mechanischen Akkumulation von Organismenresten und auch Ooiden. Die Organismen-Vergesellschaftungen in den 4 Typen umfassen eine große Vielfalt von Invertebraten, unter denen Crinoiden, Demospongien und Bryozoen am häufigsten sind. Die Diagenese der Mound-Karbonate begann mit der Mikritisierung einzelner Organismenreste, wurde gefolgt von

spärlicher frühmariner Zementation, Rekristallisation der mikritischen Matrix und abgeschlossen durch spätdiagenetische Versenkungs-Zementation und Dolomitisierung. Die Werte der stabilen O- und C-Isotope von Brachiopoden-Schalen, Crinoidenresten, mikritischer Matrix und frühmariner Zemente streuen sehr stark und erlauben keine eindeutigen Rückschlüsse auf die Zusammensetzung des umgebenden Meerwassers. Cyanobakterielle Aktivität und das Fehlen bzw. die extreme Seltenheit von Grünalgen, kolonialen Korallen und korallinen Schwämmen deuten auf eine Bildung der Mounds in mäßiger Wassertiefe nahe der Untergrenze der photischen Zone.

The Permian Mesosaurus-Seaway of Gondwana and some remarks on the hydrocarbon potential of its deposits in Namibia

WERNER, M. & STOLLHOFEN, H.

Bayrische Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Institut für Geologie: AG Sedimentologie und Tektonik, D-97070 Würzburg

Sedimentary deposits related to the Carboniferous-Permian Mesosaurus-Seaway are widespread in southern Africa and South America and constitute the lowermost part of the Karoo Supergroup. This part of the Karoo succession is characterized by several marine and marine-deltaic intervals, the most widespread of which is represented by TOC-rich, offshore-marine shales of the Sakamarian Whitehill Formation (well known for its well preserved remnants of the aquatic reptile Mesosaurus). The extent and age of Whitehill-equivalent marine deposits in southern Africa and South America is important as (1) they form hydrocarbon source rocks for gas reservoirs explored offshore Namibia, and (2) they trace the future line of breakup between Africa and South America as early as during the Permian. It is our aim to provide a brief characterization of the Whitehill Fm. and to place it in a geodynamic context. The basinal facies of the Whitehill Fm. is represented by an up to 80 m thick succession of white-weathering, laminated, black carbonaceous shales. Intercalated are lenses and layers of dolomite and, in places, thin interbeds of fallout tuffs. Chert layers of a mixed detrital-biogenic origin occur in the uppermost part of the section. Fossils include mesosaurid reptiles, palaeoniscoid fishes, crustaceans (*Notocaris tapscottii*), fossil wood and leaves (*Glossopteris*), as well as tracefossils. A marine influence during deposition can be deduced from the occurrence of the bivalve *Eurydesma mytiloides* and the micro- and ichnofossil assemblage. However, restricted circulation and connection to the world oceans resulted in a stratified water body with a well oxygenated upper layer supporting free-swimming fauna and an euxinic bottom layer where organic-rich muds were deposited. In this respect the Whitehill Sea resembles the present-day Black Sea but was shallower (<150 m) and larger. The Whitehill-equivalent basin margin facies is represented in Namibia by the calcareous Huab Fm. and in South Africa by the siliciclastic Vryheid Fm., the latter containing coal seams overlain by glauconitic sand layers. During the Early Permian, the Mesosaurus-Seaway formed an elongated epicontinental sea spanning almost the entire Gondwana supercontinent. This depositary is interpreted to represent the early stages of an intracontinental rift valley depression (STOLLHOFEN 1999). Large-scale fracturing of the Gondwana lithosphere and orientation of fault systems is compatible with impact tectonics induced by plate convergence along the southern margin of Gondwana (TROUW & DE WIT 1999). With a major transgression during Whitehill times, the inland sea reached its maximum extent and the black shale deposits can be traced from the Falkland Islands through the Karoo- and Paraná Basins as far as northern Brazil. In southern Africa, the Whitehill shales reach TOC-values up to 15 % (COLE & McLACHLAN 1991). In Brazil