

BIOEROSION IN HOHEN BREITEN: DAS KOSTERFJORD EXPERIMENT

Max WISSHAK

Institut für Paläontologie, Loewenichstr. 28, D-91054 Erlangen; e-mail: max.wisshak@pal.uni-erlangen.de

Bioerosion ist entscheidend verantwortlich für die Degradation karbonatischen Skelettmaterials und Kalkgesteins in marinen Habitaten. Ein breites Spektrum chemisch und/oder mechanisch bohrender Organismen besiedelt kalkige Substrate, insbesondere Makrobohrer ($>100\ \mu\text{m}$; Bohrschwämme, Bryozoen, Bohrwürmer, Mollusken, etc.) und Mikrobohrer ($<100\ \mu\text{m}$; vorwiegend Bakterien, Pilze und Algen). Die Bohrspuren dieser Organismen lassen sich in fossilen Karbonaten bis zurück ins Präkambrium verfolgen und dienen als wertvolle Paläoumweltindikatoren, beispielsweise im Hinblick auf relative Paläobathymetrie und -temperaturen. Marine Bioerosionsprozesse wurden bislang überwiegend in den oligotrophen Meeren der Tropen und Subtropen studiert, während Untersuchungen aus den eutrophen Meeren nördlicher Breiten rar sind. Dieser Umstand trifft insbesondere auf experimentelle Studien zu, die bislang ausschließlich auf tropische Riffe beschränkt waren. Aus diesem Grund wurde ein zweijähriges Bioerosionsexperiment konzipiert und in enger Kooperation mit dem Tjärnö Marine Biological Laboratory (TMBL) im kalttemperierten Milieu des schwedischen Kosterfjords (NO – Skagerrak) durchgeführt. Dazu wurden mit Hilfe eines ROVs je drei Experimentaufbauten - bestückt mit verschiedenen Substraten zur Quantifizierung und Qualifizierung der Bioerosions- sowie Bioakkretionsleistung - entlang eines Transektes von der euphotischen bis hinab in die aphotische Zone ausgebracht und in drei „Ernten“ nach 6, 12 und 24 Monaten wieder eingeholt.

Ziel dieser experimentellen Studie ist zum einen die Ermittlung von Bioerosions- und Akkretionsraten, sowie deren Interpretation in einem bathymetrischen und latitudinalen Kontext als integraler Bestandteil des globalen Karbonat- und Kohlenstoffkreislaufs. Das zweite Hauptaugenmerk liegt auf der Erfassung des Bohrspuren- und entsprechenden Endolitheninventars im Vergleich zu den wesentlich genauer bekannten Vorkommen warmtemperierter und tropischer Gewässer.

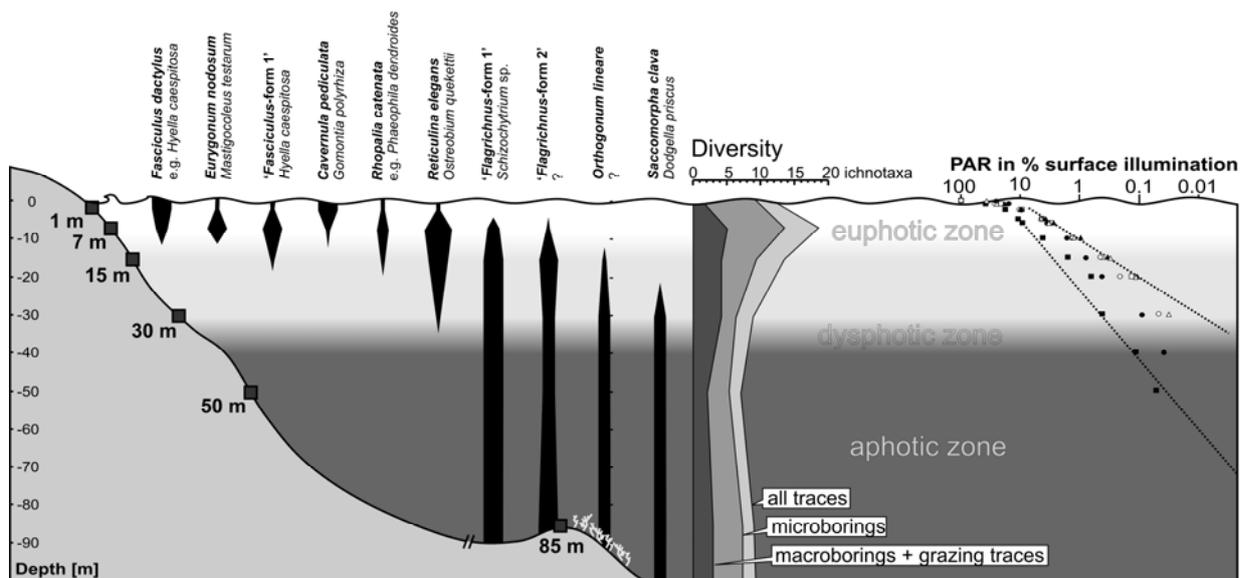
Als unabdingbare Voraussetzung für die sinnvolle Interpretation der gewonnenen Bioerosionsdaten wurden zunächst die hydrologischen Rahmenparameter ermittelt. Die Auswertung eines über die vergangenen 40 Jahre hinweg erhobenen Datensatzes der schwedischen Fischereibehörde ergab für das Untersuchungsgebiet starke Schwankungen hinsichtlich Temperatur ($0 - 20\ ^\circ\text{C}$) und Salinität ($8 - 32\text{‰}$) im oberflächennahen Ausstromwasser der Ostsee. Dagegen sind unterhalb einer deutlich ausgebildeten Thermo- bzw. Halokline im entgegengesetzt einströmenden atlantischen Tiefenwasser stabile marine Verhältnisse anzutreffen ($4 - 10\ ^\circ\text{C}$; $33,6 - 35,0\text{‰}$). Zusätzlich gab der Einsatz eines Landers Aufschluss über die kurzfristige Schwankungsbreite hydrologischer Parameter in 85 m Wassertiefe.

Die gravimetrisch ermittelten Bioerosionsleistungen belaufen sich im Flachwasser (1 m) auf ein Maximum von rund 220 Gramm pro Quadratmeter und Jahr nach einer Expositionszeit von 6 Monaten. In 7 und 15 m Wassertiefe wurden bereits nur noch ca. $50\ \text{g/m}^2/\text{a}$ erreicht mit einer weiteren Abnahme hin zu größeren Wassertiefen. Eine Reduktion der Bioerosionsraten zeigt sich neben dem bathymetrischen Trend auch für zunehmende Expositionszeiten, von durchschnittlich $54\ \text{g/m}^2/\text{a}$ nach 6 Monaten auf $34\ \text{g/m}^2/\text{a}$ nach 24 Monaten Expositionszeit. Während der bathymetrische Trend auf die abnehmende Lichtverfügbarkeit für phototrophe Endolithen und damit verbunden auch auf weniger Weidegänger zurückzuführen ist, wird die zeitliche Abnahme mit einer initial erhöhten

Mikrobioerosionsleistung in Verbindung gebracht. Die ermittelten Raten liegen deutlich unter denen von entsprechenden Tiefen tropischer Meere bekannter Werte.

Die Akkretion erreicht ihr Maximum ebenfalls im Flachwasser, wo Balaniden bis zu $350 \text{ g/m}^2/\text{a}$ an Karbonat aufbauen. Auf den tieferen Stufen zeichnen sich vor allem Serpuliden, Bryozoen und Foraminiferen für die Karbonatproduktion verantwortlich. Diese erreichen dort zwar mitunter ausgesprochen hohe Individuenzahlen (z.B. bis über 50000 Foraminiferen pro Quadratmeter), tragen aber dennoch meist nur weniger als $1 \text{ g/m}^2/\text{a}$ zum Karbonataufbau bei.

Die Auswertung des Bohrspureninventars erfolgte mit Hilfe einer Kunstharzausgussmethode, welche eine 3D-Visualisierung der Bohrspuren mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) ermöglicht. Insgesamt konnten 21 Mikrobohrspuren (Ichnotaxa) nachgewiesen werden, erzeugt durch Cyanobakterien (7 Arten), Grünalgen (4), Pilze (6) und unbekannte Erzeuger (4). Der Abgleich der Spuren mit deren Erzeugern (Biotaxa) erfolgte durch die lichtmikroskopische Auswertung fixierter Endolithen in Kalkspatkristallen und transparenten Bivalvenschalen. Neben den Mikrobohrspuren konnte die Aktivität einer Reihe von Makrobohrern (Polychaeten, Foraminiferen, Bohrschwämme) und Weidegängern (Echiniden, Gastropoden, Chitoniden) durch entsprechende Ichnotaxa nachgewiesen werden. Deren Einfluss auf die Bioerosionsleistung ist jedoch nur im Flachwasser von Bedeutung.



Schematische Darstellung des bathymetrischen Transektes im nördlichen Kosterfjord mit den untersuchten Tiefenstufen, der Reichweite wichtiger obligat photoautotropher sowie (chemo)heterotropher Mikroendolithen, der Diversitätsverteilung sowie der gemessenen Lichtverfügbarkeit und der daraus ermittelten photischen Zonierung (verändert nach WISSHAK et al. in press).

Mit dem experimentellen Ansatz liessen sich ontogenetische Stadien diverser Mikrobohrorganismen verfolgen – darunter einige bislang unbekannte Formen. Darüber hinaus konnte die Abfolge und Geschwindigkeit des Mikrobohrerbefalls insbesondere in Abhängigkeit der Tiefe und entsprechenden Lichtverfügbarkeit untersucht werden, die sich in der Ausbildung typischer Ichnozöosen widerspiegelt. Im Untersuchungsgebiet ist, verglichen mit tropischen und warmtemperierten Meeren eine stark kondensierte photische Zonierung anzutreffen, die sich in der bathymetrischen Reichweite obligat photoautotropher Endolithen widerspiegelt und durch direkte Messungen der photosynthetisch aktiven Radiation bestätigt werden konnte. In einem Meter Wassertiefe ist schon nach 12 Monaten Expositionszeit eine reife flach-euphotische Ichnozönose ausgebildet, die durch endolithische

Cyanobakterien dominiert wird. Die Chlorophyten-dominierte Bohrervergesellschaftung in 7 m Tiefe ist bereits der tief-euphotischen Zone zuzurechnen. In dieser Tiefe ist ein ausgeprägtes Diversitätsmaximum im Endolithenspektrum anzutreffen. Die abnehmende Lichtverfügbarkeit auf der 15 m Stufe (bereits im Übergangsbereich zur dysphotischen Zone) und darunter führt zu einer deutlich verlangsamten Ausbildung der Ichnozöosen und unterhalb 30 m sind nur initiale, aphotische Bohrervergesellschaftungen anzutreffen, die durch heterotrophe Bohrpilze dominiert werden.

**PALAEOCOMMUNITY DYNAMICS
IN ITS STRATIGRAPHIC CONTEXT:
A CASE STUDY FROM A MIDDLE MIOCENE, MARINE,
SILICICLASTIC, SHALLOW-WATER ENVIRONMENT AT THE
LOCALITY GAINFARN (VIENNA BASIN, AUSTRIA)**

Martin ZUSCHIN ¹, Mathias HARZHAUSER ² & Oleg MANDIC ²

¹ Institut für Paläontologie, Universität Wien, Althanstrasse 14, A-1090 Vienna;
e-mail: martin.zuschin@univie.ac.at

² Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 7, A-1014 Vienna

Facies contacts within depositional sequences are gradational but rapid faunal replacements may occur at the major flooding surfaces, which separate parasequences. We studied such fine-scale paleocommunity dynamics in a 16m long transect in the Middle Miocene (Badenian stage) of the Central Paratethys, which consists of siliciclastic, pelitic and sandy to gravely shallow-water deposits, and can be separated into 2 basal progradational (coarsening- and shallowing upward) parasequences and a retrogradational (deepening upward) parasequence at the top. The fossils of this section are generally indicative of a fully marine, warm water inner shelf setting, but the range of sediments present and the different life habits of the fauna suggest very heterogeneous habitats and depositional environments. Benthic faunas in this succession are primarily autochthonous and storm-influenced level bottom assemblages, but a distinct oyster-vermetid boundstone occurs at the base of the uppermost parasequence.

Ordination of species using detrended correspondence analysis suggests that two basic benthic assemblages can be distinguished, indicative of disjunct and gradational replacement. The faunal assemblage in an oyster-vermetid boundstone shows only minor overlaps with the level bottom assemblages; the latter, however, display a distinct gradient from pelitic (deeper and quiet water) to sandy (shallower and more agitated) habitats. Therefore it is interpreted that the level bottom assemblages in the three parasequences belong to the same basic metacommunity, which was not seriously affected by the strong facies changes at the transgressive surfaces. The assemblage of the oyster-vermetid boundstone, however, is tied to a very unique set of environmental conditions. It therefore occurs only once in the studied section and indicates an abrupt environmental change at the base of the uppermost parasequence.

The most important structuring environmental parameters of the benthic assemblages are interpreted to be bathymetry and hydrodynamic energy. Level bottom assemblages are arranged along a curved substrata gradient, from offshore pelitic to foreshore sandy habitats. The distinct assemblage from the oyster-vermetid biostrome occurs in a very shallow, but quiet-water environment with high sedimentation rates.

Gradual replacements are clearly bound to small-scale sea-level changes, because level-bottom assemblages are developed along a dominant gradient that crosses the parasequence