

Auf einer Forschungsreise in die Südsee sammelte Helmut Keupp vielerlei Proben rezenter Karbonat-Sedimente. Die Auswertung mit dem REM erbrachte interessante Aspekte jüngster Gesteinsbildung.

Helmut Keupp

Biogen beeinflusste Beachrock-Zementation auf Rarotonga / Cook Inseln

Zusammenfassung

Aus einem karbonatischen Strandsediment von Rarotonga (Cook Inseln) wird ein rezenter Beachrock vorgestellt, dessen Zementation auf das Zusammenspiel von Salzwasser-Verdunstung und Bioaktivität von Diatomeen zurückgeführt wird.

Einführung

Rarotonga ist mit seinen rund 65 km² die größte der insgesamt 15 Cook-Inseln und Sitz der dem Commonwealth angehörenden, eigenständigen Regierung. Wie die meisten der Südseeinseln ist auch Rarotonga vulkanischen Ursprungs. Die relative Regenarmut (ca. 200 cm jährlichen Niederschlag) prädestiniert die Insel für den allmählich zunehmenden Tourismus. Die Küste wird ringsum von einem Korallenriff gesäumt, das nur durch wenige, schmale Kanäle den Zugang zum offenen Meer ermöglicht. Die zwischen dem Riff und der Küste gelegene 130-750 m breite Lagune ist vor allem im riffnahen Bereich durch einen dichten Halimeda-Bestand (Grünalgen, Codiaceae) charakterisiert. Entsprechend haben neben Schutt von Mollusken, Echinodermen und diversen Rifforganismen Bruchstücke dieser aragonitisch mineralisierten Schlauchalge einen wesentlichen Anteil am meist gut sortierten arenitischen bis ruditischen Karbonatsediment des Strandes. Einzelne große Bioklasten (dm-Bereich), die der sonst weitgehend gleichkörnigen Matrix zwischengeschaltet sind, spiegeln die periodische Hurrican-Aktivität während der Monate Dezember bis März wider (vergl. Abb. 3).

Abstract

A recent beachrock from the SW-coast of Rarotonga (Cook Islands) is shown. Due to SEM-investigations the basic agent of the lithification with High-Mg-Calcite seems to be the interfingering of the seawater evaporation and the diatomeous bioactivity.

Während der Strandsand generell unverfestigt ist, finden sich im Supratidalbereich vereinzelt wenige cm große, unregelmäßig begrenzte, gering zementierte Beachrock-Anteile, die isoliert im lockeren Strandsediment „schwimmen“.

Anlässlich einer Forschungsreise im Frühjahr 1978 konnte ich im SW-Abschnitt der Küste, im Bereich des zum Rarotongan-Hotel gehörenden Küstenstreifens, Proben dieses schwach verfestigten Beachrocks dem Lokersediment entnehmen. Der Einsatz eines Raster-Elektronenmikroskops (durch freundliche Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Programm FI 42/29: Submikroskopische Typisierung feinkörniger Karbonate, ermöglicht) soll helfen, folgende Fragestellungen zu klären:

1. Haben vadose Wässer des Supratidals (durch Regen gespeiste Grundwässer) Einfluß auf die Zementation bzw. auf die Ausbildung der Zementtypen?
2. Lassen sich Hinweise finden auf die auslösenden Faktoren dieser lokal sehr eng begrenzten, nur sporadisch auftretenden Zementation?



Abb. 1: Luftaufnahme der Lagune (Ostseite der Insel), die sich um die gesamte Insel Rarotonga herumzieht. Die weiße Schaumkrone markiert die Lage des Riffs.



Abb. 2: Küste von Rarotonga mit unverfestigtem Kalksand, in dem isolierte Beachrock-Fragmente „schwimmen“.

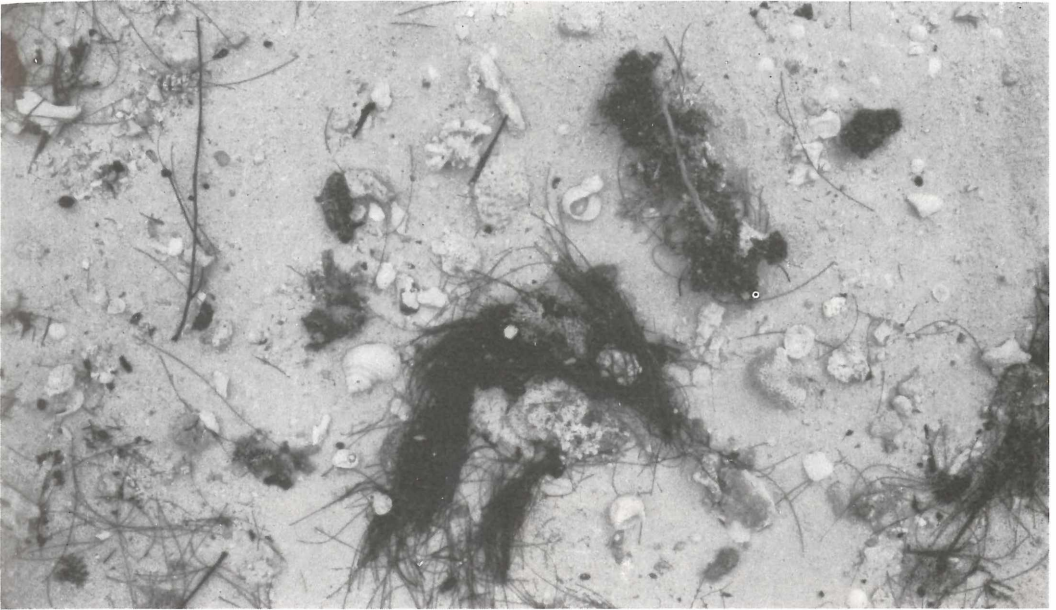


Abb. 3: Die großen Bruchstücke von Korallen und Mollusken im arenitischen bis ruditischen Strandsand zeugen von der Hurrican-Tätigkeit in den Monaten Dezember bis März.

Was ist ein Beachrock?

Unter einem Beachrock versteht man ein karbonatisch verfestigtes Sediment des Gezeitenbereichs. Überwiegend handelt es sich dabei um zementierte Kalksande, seltener um nicht karbonatische Klastika. Das Vorkommen ist im wesentlichen auf tropische und subtropische Klimazonen beschränkt. Beachrock-Bildungen finden sich meist in einem schmalen Streifen entlang der Küste. Falls eine Schichtung innerhalb des Beachrocks auftritt, ist sie parallel zur Küstenneigung. Seltener finden sich große, ungestörte Beachrock-Areale, sondern meistens sind sie durch sekundäre Lösungsvorgänge, mechanische und biomechanische Erosion zerstört und in mehr oder weniger einzelne Schollen zerlegt. Innerhalb der weltweit auftretenden, unterschiedlichen Beachrock-Vorkommen treten als verkittende Zemente verschiedene Karbonattypen auf, die sich je nach Bildungsbedingungen nicht nur in der Kristallitgröße und -form (von kryptokristallin bis blockig-grobkristallin), sondern auch in der Mineralphase (Kalzit, Mg-Kalzit, Aragonit) unterscheiden kön-

nen. Das Ausmaß der Lithifizierung kann von sehr locker zementiert (Zerreiben zwischen den Fingern möglich) bis zu einer sehr harten, dichten Kruste reichen.

Als Ursachen für die Bildung eines Beachrock finden sich in der Literatur (vergl. Zusammenstellung bei MILLIMAN, 1974) zwei grundsätzliche Möglichkeiten:

1. anorganisch
 - a. durch physikochemische Fällung aus kalkgesättigtem, vadosem Grundwasser,
 - b. durch Fällung aus dem Meerwasser infolge zunehmender Eindampfung bzw. Erwärmung;
2. organisch
 - a. durch bakteriellen Zerfall organischer Substanzen, wodurch Ammoniak freigesetzt wird, das eine Karbonatfällung initiiert,
 - b. Karbonatfällung durch die Stoffwechselforgänge von Mikroorganismen, besonders von Blaualgen.

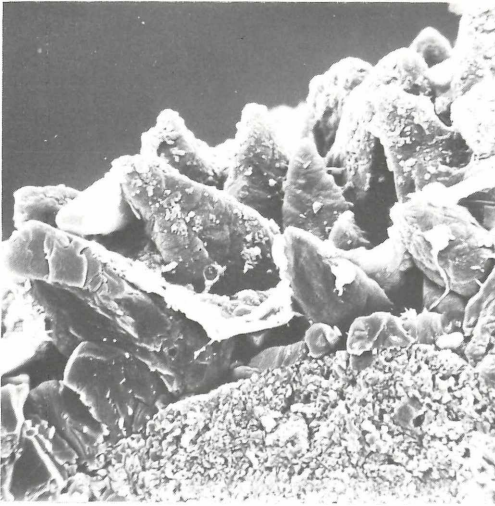


Abb. 5: Rim-Zement aus Hoch-Mg-Kalzit-Skalenoedern um ein Halimeda-Fragment. REM-Foto 2-4477; Probe Rarotonga 4; Vergrößerung 1500x.

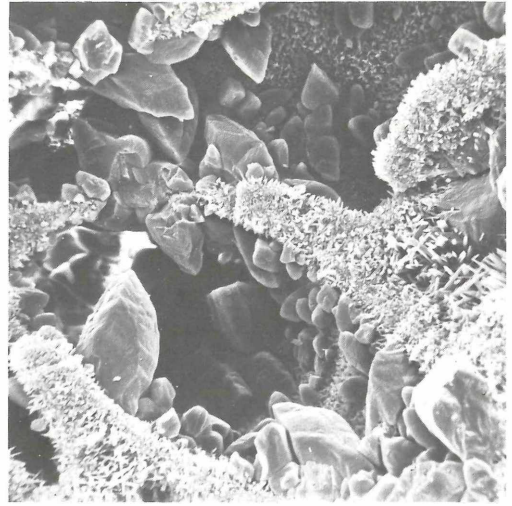
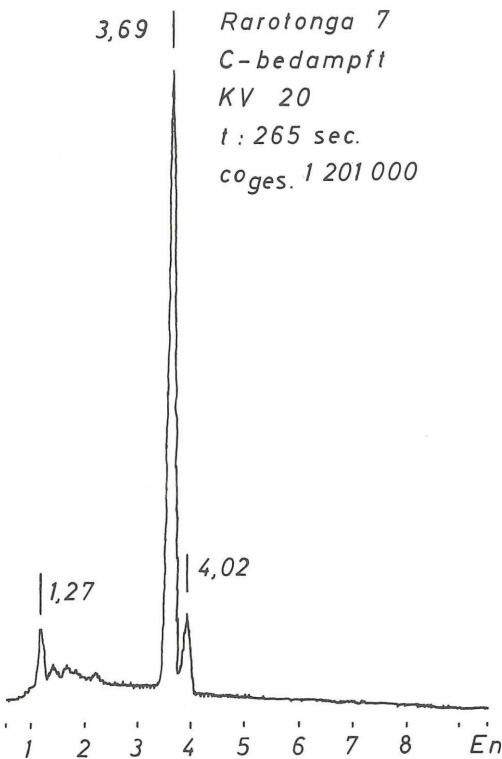


Abb. 6: Hoch-Mg-Kalzit-Skalenoedern als Zement in Halimeda-Hohlräumen. REM-Foto 2-4479; Probe Rarotonga 4; Vergrößerung 770x.



Der Beachrock von Rarotonga

Sehen wir uns nun die verfestigten Anteile des Kalkrudits von Rarotonga an, so zeigen die REM-Aufnahmen, daß die einzelnen Komponenten durch eine Kruste sie umgebender Kristallite miteinander verkittet sind. Diese gleichmäßige Zementkruste („rim cement“) wird aus 8 bis 20 Mikron großen Skalenoedern aufgebaut. Die Überprüfung der Kristallite mit einem röntgenenergie-dispersiven Mikroanalyse-Gerät (Firma ORTEC), das dem Raster-Elektronenmikroskop angeschlossen ist, ergibt, daß es sich um Magnesium-Kalzit handelt (vergl. Abb. 4). Auch in den komponenteninternen Hohlräumen, wie etwa innerhalb der Halimeda-

Abb. 4: Diagramm der Mikroanalyse skalenoedrischer Beachrock-Zemente von Rarotonga, das mit Hilfe eines röntgenenergie-dispersiven Systems (ORTEC) erstellt wurde. Zählzeit: 265 sec; Gesamtcounts: 1 201 000; Beschleunigungsspannung: 20 KV. Die Peaks bei folgenden Emissionsenergien (in keV) entsprechen:
1,27 : Mg ($K\alpha$), counts max. : 1965
3,69 : Ca ($K\alpha_1 + 2$), counts max. : 16 338
4,02 : Ca ($K\beta_1$), counts max. : 2413
Aus dem Peakverhältnis Ca : Mg läßt sich in grober Annäherung ein Molanteil von ca. 11-12% $MgCO_3$ ermitteln; ein Wert, der Hoch-Mg-Kalzit belegt.



Abb. 7: Bei der Zementation der internen Komponenten Hohlräume mit Hoch-Mg-Kalzit bleibt der nadelige Aragonit der Halimeda-Wandung unverändert. REM-Foto 2-4482; Probe Rarotonga 4; Vergrößerung 2100x.

Fragmente, wachsen einzelne Mg-Kalzit-Skalenoeder, die für die zunehmende Herabsetzung des Porenraumes sorgen. Die nadeligen Aragonit-Aggregate, welche die Halimeda-Wandung aufbauen, bleiben dabei unverändert (Abb. 7).

Echter Meniskus-Zement, wie er unter Einwirkung der Schwerkraft vor allem bei vadosen Nieder-Mg-Kalzit-Zement auftritt (vergl. RICHTER, 1976), scheint zu fehlen.

Bei genauerer Betrachtung der einzelnen Kristallite des Rim-Zements fällt auf, daß ein erheblicher Anteil jeweils ein Loch bzw. einen Kanal aufweist, dessen Durchmesser sich um 1 Mikron bewegt. Die Anlage dieser kanalartigen Hohlräume ist unabhängig von irgendeiner kristallographischen Orientierung. Die Erklärung dieses Phänomens ist in der relativ dichten Besiedlung des verfestigten Sediments durch benthonisch lebende Diatomeen zu finden. Die Kieselalgen verankern ihr zweiteiliges Gehäuse, das nach dem Schachtel-Deckel-Prinzip konstruiert ist, mit langen, organischen Fäden. Diese Haltefäden werden durch die sich rasch bildenden Mg-Kalzit-Skalenoeder umwachsen und hinterlassen nach Zersetzen der organischen Substanz die beobachtbaren Löcher.

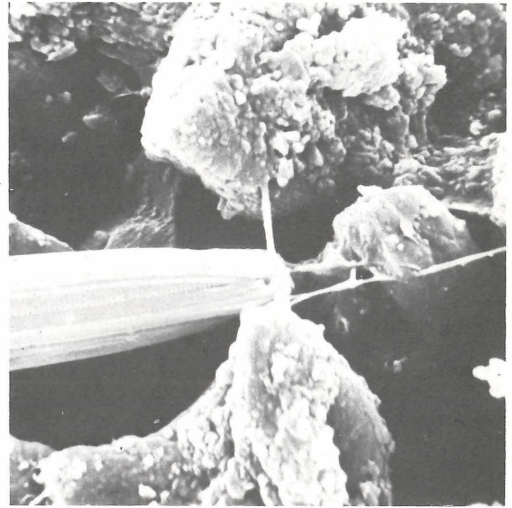


Abb. 8: Frustel einer benthonisch lebenden Kieselalge mit ihren organischen Haltefäden, die von Hoch-Mg-Kalzit umwachsen werden. REM-Foto 2-4640; Probe Rarotonga 6; Vergrößerung 4000x.

Analoge Erscheinungen beschreibt WALLNER (1935) aus Sinterkalken von Peiting in Südbayern. Infolge der Assimilation – in diesem Fall von Süßwasserdiatomeen – wird hier bevorzugt im Bereich der Haltefäden Kalzit ausgeschieden. Entsprechend sind die meisten Kristallite von dünnen, unregelmäßig verlaufenden Kanälen ähnlicher Dimension durchzogen. WALLNER kommt in seiner Studie zu dem Ergebnis, daß die Bildung der Quellsinter von Peiting, deren Mikrostruktur durch besondere Gleichförmigkeit der Kristallite auffällt, überwiegend auf die Bioaktivität der Diatomeen zurückzuführen ist.

Für unseren Beachrock lassen sich die Süßwasser-Beobachtungen WALLNERS jedoch nicht unmittelbar übertragen.

Fazit

Mineralogie und Habitus der Zementkristallite im Beachrock von Rarotonga (langgestreckte Mg-Kalzit-Skalenoeder) belegen nach FOLK (1974), daß ihre Bildung bei einem hohen Mg^{2+} -Gehalt des Wassers erfolgt sein muß. Magnesium-Konzentrationen dieser Höhe werden normalerweise nur durch Eindampfen von Meerwasser erreicht.



Abb. 9: Hoch-Mg-Kalzit des Rim-Zements mit Relikthohlraum des ehemaligen Diatomeen-Halbefadens. REM-Foto 2-4651; Probe Rarotonga 6; Vergrößerung 2500x.

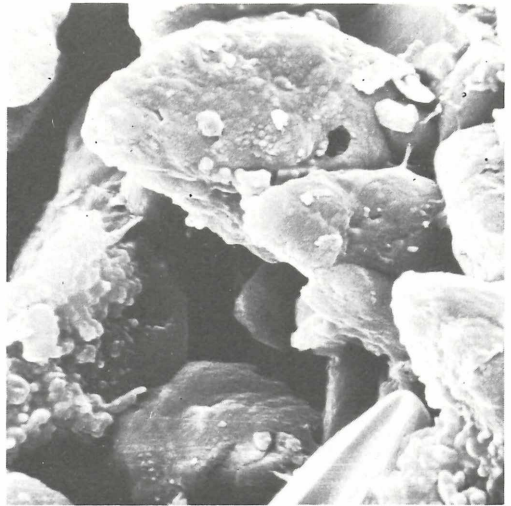


Abb. 10: Rim-Zement aus Hoch-Mg-Kalzit mit vertikalen und horizontalen Hohlräumen ehemals organischer Diatomeen-Halbefäden. Im oberen Bilddrittel zwei Diatomeen-Frusteln. REM-Foto 2-4665; Probe Rarotonga 6; Vergrößerung 1400x.

Die Mineralphase Mg-Kalzit und die spezifische Kristallform belegen also, daß die Zementation unter marinen Bedingungen, und nicht unter Einfluß vadoser Wässer erfolgte. In letzterem Fall wäre Nieder-Mg-Kalzit in Form eines Blockzements mit mehr oder weniger seitlich betontem Kristallwachstum zu erwarten (vergl. auch SCHRÖDER, 1973; 1974).

Da sowohl die Gegenwart der Diatomeen, als auch die offensichtliche Evaporation des Salzwassers im Gezeitenbereich eine Karbonatzementation des Sediments verursachen kann, ist es im vorliegenden Fall schwierig zu entscheiden, welcher Anteil an der Zementation der organischen, und welcher der anorganischen Komponente zuzuschreiben ist. Die Ausbildung des Zements als Mg-Kalzit und die Bildung von Skanoedern innerhalb der komponenteninternen Hohlräume (hier ohne die auf Diatomeen-Gegenwart weisenden Durchbohrungen der Kristallite) sprechen für eine weitgehend gesteuerte Zementbildung, während die Übereinstimmung der Bildung isolierter Beachrock-„Konkretionen“ mit der deutlichen Konzentration von Diatomeen-Frusteln und das häufige Auftreten von Relikthohl-

räumen der ehemaligen Diatomeen-Halbefäden in den Rim-Zement-Kristalliten auf eine biogene Steuerung schließen lassen. Ohne sich nun im einzelnen festzulegen, ist das Fazit der Untersuchung, daß die Beachrock-Zementation von Rarotonga offensichtlich auf das enge Zusammenwirken von Diatomeen-Aktivität und anorganisch gesteuerter Evaporation des Salzwassers zurückgeht.

Literatur

- FOLK, R.L.** (1974): The natural history of crystalline calcium carbonate: effect of Magnesium content and salinity. – *J.Sediment.Petrol.*, **44**, 1, 40-53, Tulsa
- MILLIMAN, J.D.** (1974): Recent Sedimentary Carbonates, Part 1: Marine Carbonates. – 375 S., Berlin-Heidelberg-New York (Springer)
- RICHTER, D.K.** (1976): Gravitativer Meniskuszement in einem holozänen Oolith bei Neapolis (Süd-Peloponnes, Griechenland). – *N.Jb.Geol.Paläont. Abh.*, **151**, 2, 192-223, Stuttgart
- SCHROEDER, J.H.** (1973): Submarine and vadose cements in Pleistocene Bermuda reef rock. – *Sed.Geol.*, **10**, 179-204, Amsterdam
- SCHROEDER, J.H.** (1974): Carbonate cements in recent reefs of the Bermudas and Bahamas keys to the past? – *Ann.Soc. Géol.Belgique*, **97**, 153-158, Bruxelles
- WALLNER, J.** (1935): Diatomeen als Kalkbildner. – *Hedwigia*, **75**, 3, 137-141, Dresden
- Anschrift des Verfassers:
Dr. Helmut Keupp
Institut für Paläontologie,
Loewenichstraße 28
D-8520 Erlangen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg e.V.](#)

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: [1978](#)

Autor(en)/Author(s): Keupp Helmut

Artikel/Article: [Biogen beeinflusste Beachrock-Zementation auf Rarotonga / Cook Inseln 35-40](#)