

ZUR ZUSAMMENSETZUNG DER MG-CALCITISCHEN HARTTEILE REZENTER SEE- UND SCHLANGENSTERNE

K. Müller & D. K. Richter, Bochum

42 Individuen von Ophiuroideen (Schlangensterne) und 48 Individuen von Asteroideen (Seesterne) rezenter Meeresbereiche wurden hinsichtlich ihrer Skelettzusammensetzung vor allem röntgendiffraktometrisch untersucht (Methodik s. RICHTER, 1984). Neben drei Lokalitäten der Ägäis (Lesbos, Palea Epidavros und Ag. Theodori; mittlere jährliche Temperatur des Oberflächenwassers: 19°C) konnten Exemplare aus dem Übergangsbereich Ärmelkanal/Atlantik (Roscoff/Bretagne; 12,5°C) und aus der Nordsee (Helgoland; 11°C) berücksichtigt werden. Bei den aus 1-3 m Wassertiefe im Sommer beprobten Stellen wich die zeitgleich gemessene Wassertemperatur natürlich vom Jahresmittel ab, während bei den Lokalitäten in 10-30 m Wassertiefe die im Sommer (Ägäis) bzw. im Winter (Roscoff) gemessenen Daten mit den Jahresmitteln übereingestimmt haben.

Der mögliche Einfluß der Wachstumszeit bzw. -geschwindigkeit (vgl. WEBER, 1973) auf die Zusammensetzung der Skelette wird nachfolgend nicht diskutiert. Generell erfolgt der Skelettaufbau im gesamten Jahr, wobei jedoch die Wachstumsraten im Sommer gegenüber dem Winter meist höher sind (SWAN, 1966).

Folgende Ergebnisse konnten erzielt werden (1-4):

(1) Der Mg-Einbau in die Skelette der Stellerioidea ist wie bei den Echinoidea art- bzw. gattungsspezifisch, was mit den Untersuchungen von CLARKE & WHEELER (1922), CHAVE (1954) und WEBER (1969, 1973) im Einklang steht. Unter den Ophiuroideen von Roscoff (Bretagne) baut *Ophioeomina nigra* mit 10.6-11.8-12.7 Mol-% MgCO₃ (Minimum-Mittelwert-Maximum) deutlich mehr Mg ins Skelett ein als eine nicht näher bestimmte Art von Ophiura mit 4.2-4.7-5.7 Mol-% MgCO₃. Bei den Asteroideen derselben Lokation unterscheidet sich *Echinaster sepositus* mit 11.7-12.0-12.3 Mol-% MgCO₃ von *Asterias rubens* mit 8.3-9.1-10.8 Mol-% MgCO₃.

(2) Die vorwiegend aus Einkristallen zusammengesetzten Skelettelemente (BECHER, 1914) von Einzelindividuen der Stellerioidea (Schlangen- und Seesterne) unterscheiden

sich im Gegensatz zur Verteilung bei Einzelindividuen der Echinoidea (neueste Übersicht RICHTER, 1984) hinsichtlich des Mg-Gehaltes nicht (vgl. WEBER, 1969: 545). Bei den Schlangensternen wurden Scheibenplatten, Mundplatten, Ambulacralwirbel, Armplatten und Stacheln berücksichtigt, während bei den Seesternen Werte von Ambulacralplatten, Adambulacralplatten, Marginalplatten, Stacheln, Mundplatten, Terminalplatten und Paxillen miteinander verglichen wurden. Beispielhaft folgt eine Auflistung der Zusammensetzung von Skelettelementen zweier Individuen (A, B) von *Astropecten aranciacus* aus der Ägäis bei Lesbos):

Skelettelement	Mol-% MgCO ₃		
	Min.	\bar{x}	Max.
Marginalplatten (Armspitzen - AS)	A: 12.4	- 12.7	- 13.0
	B: 12.6	- 13.1	- 13.6
Marginalplatten (Armansatz - AA)	A: 13.0	- 13.5	- 14.0
	B: 12.6	- 13.3	- 14.0
Ambulacralplatten (AS)	A: 13.0	- 13.2	- 13.6
	B: 13.3	- 13.6	- 14.0
Ambulacralplatten (AA)	A: 13.0	- 13.1	- 13.3
	B: 12.6	- 13.6	- 14.5
Stacheln	A: 13.0	- 13.5	- 14.4
	B: 13.3	- 13.9	- 14.5
Mundplatten	A: 13.0	- 13.2	- 13.3
	B: nicht gemessen		
Paxillen	A: 12.6	- 13.4	- 14.4
	B: 12.6	- 13.5	- 14.4
Stachelspitzen	A: 13.3	- 13.7	- 14.4
	B: 13.6	- 13.9	- 14.0
Stachelenden	A: 12.4	- 12.9	- 13.3
	B: 12.6	- 13.1	- 13.6

Zur geringen Variation der Mg-Zusammensetzung bei den Skelettelementen eines Individuums passen die relativ schlanken Röntgenreflexe von Armen (erstes Armdrittel = Armspitze) der Stellerioideen. Während stöchiometrisch zusammengesetzte Karbonate Viertelwerts-

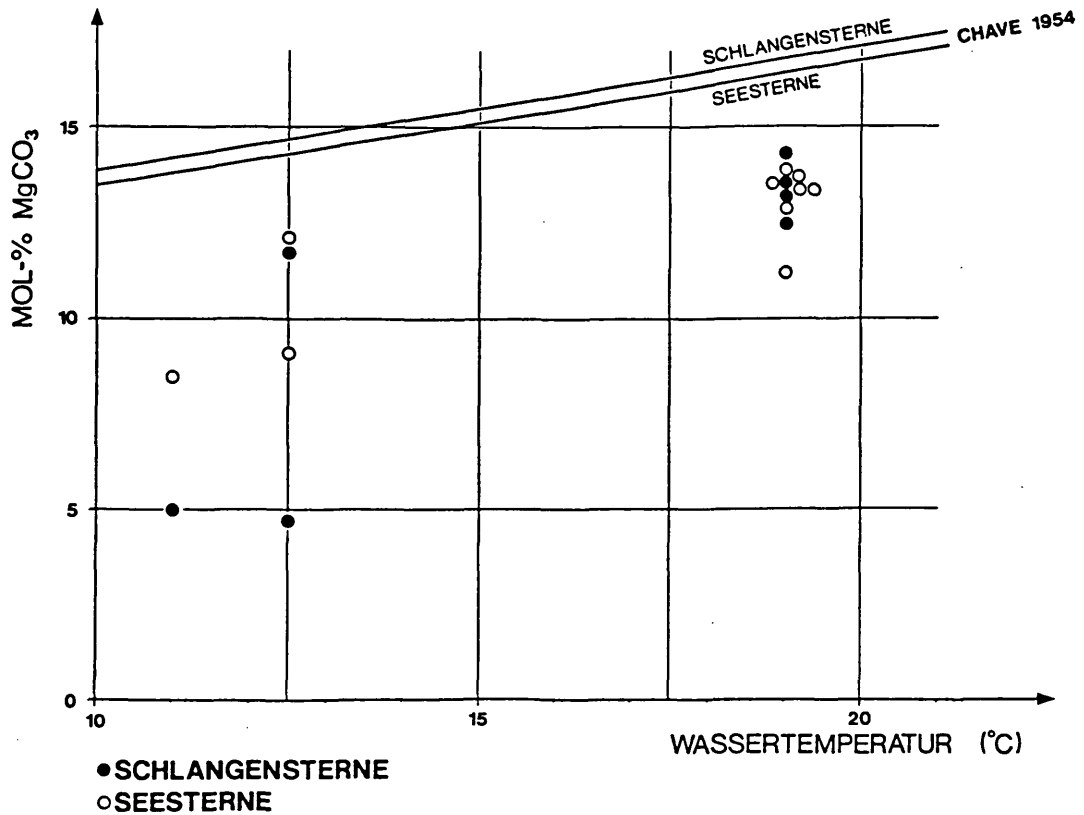


Abb. 1:

Beziehung zwischen röntgendiffraktometrisch bestimmtem Mg-Gehalt von Armspitzen der Stellerioidea (Mittelwerte) und der mittleren Jahrestemperatur des Oberflächenwassers der jeweiligen Probenlokalität (11°C - Helgoland, 12,5°C - Roscoff, 19°C - Ägäis bei Lesbos/Palea Epidavros/Ag. Theodori). Linien= Regressionsgeraden nach CHAVE, 1954.

breiten des Hauptreflexes (104) um 5 mm bei einer Halbwertsbreite des (100)-Quarzreflexes von 3,1 mm ergeben (RICHTER, 1984: 21), liegen die entsprechenden Werte der unter (1) und (3) berücksichtigten Arme vorwiegend zwischen 4,9 und 5,5 mm und nur ausnahmsweise bei maximal 6,0 mm.

(3) Der Mg-Einbau in die Skelette der Stellerioidea wird außer durch physiologische Faktoren (vgl. Punkt 1) besonders durch die Wassertemperatur gesteuert. Wie bei den Echinoidea ist der Mg-Gehalt in den Skeletten der Stellerioidea mit der Wassertemperatur der jeweiligen Lokalität positiv korreliert (Abb. 1; vgl. CHAVE, 1954 u. WEBER, 1973). Die Abweichung des Trends der Neuuntersuchung von den Ergebnissen von CHAVE (1954) ist besonders methodisch bedingt, da die Methodik von CHAVE (1952) zu hohen Mg-Werten gegenüber derjenigen von RICHTER (1984: 15f) führt.

(4) Die Bruchflächen der Stelleroidenskelette sind muschelig ausgebildet. Es ist ein ähnlich anomales Kristallgitter wie bei den Hartteilen der Echinoidea (RICHTER, 1984; KÜRMAN, 1986; KÜRMAN et al., 1986) gegeben. Das bezüglich der CO₃-Gruppen anomale enge Gitter rezenter Stellerioidea wird durch eine kurzzeitige Temperung (200°C über 2 Tage) aufgehoben, wie Beispiele von *Astropecten aranciacus* aus der Ägäis bei Ag. Theodori (Korinthas) zeigen:

$d_{(104)}$ in Å vor Temperung	$d_{(104)}$ in Å nach Temperung
2.995	3.000
2.995	2.999
2.994	2.999

Ein anomaler Kristallaufbau der Skelettelemente, der in der Natur während der frühen Diagenese aufgehoben wird (RICHTER, 1984: 17), scheint insgesamt für die Echinodermata charakteristisch zu sein. Dies ist für die Stellerioidea gegenüber den Echinoidea erstaunlich, da die Skelettelemente - beispielsweise im Gegensatz zu den Seeigelgehäusen - nur durch relativ weite "Brücken" organischer Substanz miteinander verbunden sind, wodurch keine Notwendigkeit für eine besondere Stabilisierung der Mg-calcitischen Skelette zu bestehen scheint.

Literatur

- BECHER, S. (1914): Über die Benutzung des Polarisationsmikroskops zur morphologischen Analyse des Echinodermenskeletts. - Zool. Jb. Jena (Anat.) **38**, 211–252, Jena.
- CHAVE, K. E. (1952): A solid solution between calcite and dolomite. - J. Geol. **60**, 190–192, Chicago.
- CHAVE, K. E. (1954): Aspects of the biogeochemistry of magnesium. - 1. Calcareous marine organisms. - Jb. Geol. **62**, 266–283, Chicago.
- CLARKE, F. W. & WHEELER, W. C. (1922): The inorganic constituents of marine invertebrates. - U.S. Geol. Surv. Profess. Papers **124**, 62 S., Washington.
- KÜRMAN, H. (1986): Zum Bruch-, Härte- und Temperaturverhalten natürlicher Mg-Calcite: Stacheln, Coronarplatten und Zähne von Echiniden. - Bochumer geol. u. geotechn. Arb. **23**, 1–64, Bochum.
- KÜRMAN, H., RICHTER, D. K. & HOZMAN, P. (1986): Ursachen und Auswirkungen der erhöhten Bruchfestigkeit frischer Echiniden-Calcits. - 1. Treffen deutschsprachiger Sedimentologen 7./8.3.1986, Tagungsband, 66–69, Freiburg i. Br.
- RICHTER, D. K. (1974): Zur subaerischen Diagenese von Echinidenskeletten und das relative Alter pleistozäner Karbonatterassen bei Korinth (Griechenland). - N. Jb. Geol. Pal. Abh. **146**, 51–77, Stuttgart.
- RICHTER, D. K. (1984): Zur Zusammensetzung und Diagenese natürlicher Mg-Calcite. - Bochumer geol. u. geotechn. Arb. **15**, 1–310, Bochum.
- SWAN, E. F. (1966): Growth, autonomy and regeneration. - (In:) BOOLOOTIAN, R. A. (ed.): The physiology of echinodermata. - 397–434, New York.
- WEBER, J. N. (1969): The incorporation of magnesium into skeletal calcites of echinoderms. - Am. J. Sci. **267**, 537–566, New Haven.
- WEBER, J. N. (1973): Temperature dependence of magnesium in echinoid and asteroid skeletal calcite: a reinterpretation of its significance. - J. Geol. **81**, 543–566, Chicago.