Beih. Ber. Naturh. Ges.	5	Keller-Festschrift	Hannover 1968

Schalensubstanz und Schalenstruktur der Gattung *Bolivina* ORB. (Foram.) aus dem Mittleren Lias Nordwestdeutschlands

Von WOLFGANG WITTHUHN*)

Mit 2 Abbildungen und 2 Tafeln

Zusammenfassung

An ca. 1200 Exemplaren aus 75 Proben von 8 Fundorten wurde die Modifikation des $CaCO_3$ der Schalen und die innere Schalenstruktur der Gattung *Bolivina* ORB. aus dem Mittleren Lias Nordwestdeutschlands untersucht. Die Untersuchungen ergaben, daß die Gehäuse teils in aragonitischer, teils auch in calcitischer Erhaltung vorliegen. Es wird nachgewiesen, daß die Formengruppe primär aragonitische Gehäuse besaß. Die systematische Bedeutung dieses Merkmals wird diskutiert. Zwar spricht die Aragonit-Schale gegen eine Zuordnung dieser Gruppe zur Gattung *Bolivina* ORB., doch wurde wegen der Übereinstimmung der übrigen morphologischen Merkmale von einer Änderung der systematischen Stellung abgesehen.

Summary

The modification of the $CaCO_3$ of the shells and the inner shell structure of the genus *Bolivina* ORB. in the Middle Lias of Northwestern Germany has been investigated on 1200 specimens of 75 samples from 8 locations. The investigations show the occurence of aragonitic as well as calcitic tests. It is proved that primary the shells of all forms were aragonitic. The value of this characteristic is being discussed. Though the aragonitic test makes the reference of these forms to the genus *Bolivina* ORB. doubtful, a change of their classification has not been made because of the conformity of the other morphological characteristics.

Inhalt

1. Bisherige Untersuchungen über Calcit- und Aragonitschalen bei Foraminiferen und deren systematischer Wert
2. Aufschlüsse, Material und Untersuchungsmethodik
3. Befunde der Schalensubstanz- und Schalenstrukturuntersuchung
4. Zur systematischen Stellung der Bolivinen des Mittleren Lias
5. Literatur

*) Dr. W. WITTHUHN, Braunschweig, Siegfriedstraße 16.

1. Bisherige Untersuchungen über Calcit- und Aragonitschalen bei Foraminiferen und deren systematischer Wert

Untersuchungen an rezenten und fossilen kalkschaligen Foraminiferen über den Aufbau der Schalenwände aus Calcit oder Aragonit und den systematischen Wert dieses Merkmals sind in den letzten Jahren von BANDY, TROELSEN, SWITZER & BOUCOT und TODD & BLACKMON unternommen worden.

Von BANDY (1954) wurden schätzungsweise 1700—2000 rezente und fossile Arten überprüft. Eine Aragonitschale konnte er nur bei 8 Arten, die 6 verschiedenen Gattungen angehören, nachweisen. Eine bestimmte systematische Bedeutung ordnet BANDY diesem Merkmal nicht zu. Er weist lediglich darauf hin, daß zwischen diesen Gattungen keine sehr enge Verwandschaft besteht.

Demgegenüber kommt TROELSEN (1955) nach Untersuchungen an den Rotaliidea zu dem Schluß, daß aragonitische Schalensubstanz als Familienmerkmal zu werten ist. Auch SWITZER & BOUCOT (1955), die verschiedene Arten aus insgesamt 15 Familien untersuchten, halten einen höheren systematischen Wert dieses Merkmals für möglich.

Sehr eingehend befassen sich die Arbeiten von TODD & BLACKMON (1956, 1959) mit der Frage nach der systematischen Bedeutung dieses Merkmals. Sie untersuchten insgesamt 131 rezente Gattungen aus 29 Familien, die 75—90% der bisher bekannten rezenten Formen umfassen sollen. Besondere Aufmerksamkeit widmeten diese Autoren dem möglichen Einfluß der Umweltbedingungen für die Bildung aragonitischer oder calcitischer Schalensubstanz. Sie konnten nachweisen, daß die Ausscheidung von Calcit oder Aragonit bei Foraminiferen nicht durch ökologische Verhältnisse bestimmt wird und schließen daraus, daß es sich hier um ein genetisches Merkmal handelt. Auch sie sind der Meinung, daß die aragonitische Zusammensetzung von Foraminiferen-Gehäusen ein Familienmerkmal ist, da der größere Teil der wenigen aragonitischen Gattungen zu den Robertinidae und Ceratobuliminidae gehört. Innerhalb dieser Familien wurden keine Gattungen mit Calcitschale festgestellt.

Andere Autoren stellten jedoch fest, daß einige nicht zu diesen Fossilien gezählte Gattungen aragonitische Gehäuse haben. Zu diesen Ausnahmen gehören die Gattungen *Colomia* und *Ungulatella* (CUSHMAN, 1950). Nach REICHEL (1956) besaß die Gattung *Trocholina* primär vermutlich ebenfalls Aragonitgehäuse. Allerdings konnte in diesem Fall die aragonitische Ausbildung der Schale nicht direkt nachgewiesen werden. Sie wird von REICHEL nur für sehr wahrscheinlich gehalten, da die Schalenwände rekristallisierter Trocholinen die gleiche Struktur zeigten, wie die aus den gleichen Proben stammenden, ursprünglich aragonitischen Schalen von Epistominen und Gastropoden.

Von NØRVANG (1957) wurde darauf hingewiesen, daß auch die Gehäuse der Bolivinen aus dem Mittleren Lias Jütlands aus Aragonit bestehen. Er ordnet sie aus diesem Grunde keiner bestimmten Familie zu und stellt die Beziehung

dieser Formen zur Gattung *Bolivina* in Frage. Im Gegensatz dazu berichtet BIZON (1960), der einige Exemplare aus der Sammlung TERQUEMs untersuchte, daß diese aus Calcitprismen, kleinkörnigem Calcit oder beiden Strukturtypen zusammengesetzt sind.

Um die Beobachtungen von NØRVANG und BIZON fortzuführen, wurde im Rahmen einer phylogenetischen Bearbeitung der Bolivinen des Mittleren Lias Nordwestdeutschlands (WITTHUHN 1965) die Schalensubstanz und Schalenstruktur dieser Formengruppe untersucht.

Für die Bestimmung von Ammoniten und stratigraphische Hinweise zur Einstufung der bearbeiteten Proben habe ich Herrn Dr. K. HOFFMANN und Herrn Dr. R. JORDAN vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung zu danken. Herrn Dr. BEUTELSPACHER und Frau Dipl.-Mineral. FIEDLER von der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig, gilt mein Dank für die Durchführung röntgenographischer Untersuchungen. Herrn Dr. G. F. LUTZE (Universität Kiel), dem Amt für Bodenforschung in Hannover, der Erzbergbau Salzgitter AG, der Gewerkschaft Brigitta, der Harz-Lahn-Erzbergbau AG und der Preußischen Bergwerks- und Hütten-AG danke ich für die freundliche Überlassung von Untersuchungsmaterial.

2. Aufschlüsse, Material und Untersuchungsmethodik

Das Material für die Untersuchungen stammt aus der Ziegeleigrube Bielefeld-Sudbrack, dem Tagebau Haverlahwiese, der Grube Friederike bei Bad Harzburg und aus Kernproben der Bohrungen Ölheim 7, Edesse N 7, Wirringen 102, 103 und Adorf 7. Die stratigraphische Reichweite der Profile und die stratigraphische Position des Untersuchungsmaterials ist aus Abb. 1 ersichtlich. Die hier benutzte Einteilung des Lias gamma gründet sich auf HOFFMANN (1960), die des Lias delta auf HOWARTH (1955, 1958, 1961) und JORDAN (1960).

Aus insgesamt 75 Proben dieser Profile wurden jeweils 10—20 Bolivinen zur Prüfung des Schalenaufbaus ausgewählt. Für vergleichende Untersuchungen wurden außerdem zwei rezente *Bolivina*-Populationen aus dem Clemente Valley, Süd-Kalifornien, ausgewertet.

Zur Unterscheidung von Calcit und Aragonit wurde die Färbemethode mit einer Lösung von Ferroammoniumsulfat (POKORNY 1958) angewandt, wobei sich Aragonitschalen grün bis dunkelgrün, Calcitschalen gelb bis rostgelb färben. Die Farbreaktion des Aragonits war nach ca. 15—30 Minuten, die des Calcits nach ca. 30—60 Minuten zu beobachten. Nach Versuchen mit dieser Methode und der MEIGENschen Reaktion wurde der ersteren der Vorzug gegeben, da sie gegenüber der MEIGENschen Reaktion gewisse Vorteile aufweist. So geht beim Abfiltern der Kobaltnitrat-Lösung häufig ein Teil der Exemplare verloren oder die kleinen Objekte sind auf dem Filterpapier nur schwer wiederzufinden, während bei der Prüfung mit Ferroammoniumsulfat-Lösung die Gehäuse direkt unter dem Binokular in die Lösung gelegt werden können. Weiterhin ist die Färbung des Aragonits durch die Kobaltnitrat-Lösung oft relativ schwach. Die unterschiedliche Farbreaktion der beiden Kalziumkarbonat-Modifikationen auf die Ferroammoniumsulfat-Lösung war demgegenüber deutlich zu beobachten, so daß sogar bei dem Vorkommen von Aragonit und Calcit an einem Exemplar beide Modifikationen gut unterschieden werden konnten.

Nach Ansicht POKORNYs (1958) kann auch nicht behauptet werden, daß die MEIGENsche Reaktion ein absolut zuverlässiges Kriterium für die Unterscheidung von Calcit und Aragonit in Foraminiferen-Gehäusen darstellt, da sie anscheinend beträchtlich von der Wandstruktur beeinflußt wird. Der Wert der Färbemethode mit Ferroammoniumsulfat-Lösung wurde im „Institut für Biochemie des Bodens", Braunschweig, an zwei *Bolivina*-Populationen mit Hilfe von röntgenographischen Untersuchungen nachgeprüft und bestätigt.

Zur Beobachtung der inneren Struktur der Schalenwände, die bei ca. 1000facher Vergrößerung unter dem Polarisationsmikroskop erfolgte, wurden die Gehäuse mit der Breitseite parallel

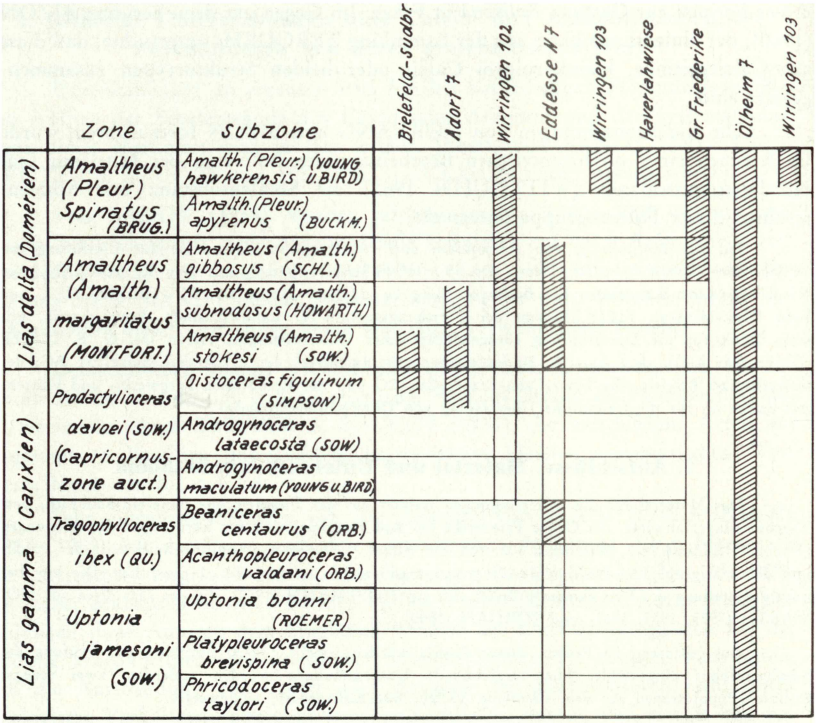


Abb. 1: Stratigraphische Reichweite der untersuchten Profile. (Schraffiert: *Bolivina*-führender Bereich; unschraffiert: *Bolivina*-freier Bereich.)

zum Objektträger in Kanadabalsam eingebettet. Ein Teil der Exemplare wurde bis zur Gehäusemitte angeschliffen, andere vollständig belassen. Bei Scharfeinstellung auf den Außenrand dieser Gehäuse konnte die Wandstruktur in gleicher Weise beobachtet werden, wie die der angeschliffenen Exemplare. Diese Methode hat den Vorteil, daß in einem Kanadabalsamtopfen mehrere Exemplare eingebettet werden können, so daß es möglich ist, in kurzer Zeit eine größere Anzahl zu untersuchen. Beim Anschleifen ist es dagegen wegen der geringen Größe der Objekte schwierig, günstige Schnitte zu bekommen.

3. Befunde der Schalensubstanz- und Schalenstrukturuntersuchung

Die Untersuchungen der Schalensubstanz ergaben, daß sowohl aragonitische als auch calcitische Gehäuse vorkommen. In vielen Fällen konnten beide Modifikationen an einem Exemplar festgestellt werden. Für die Profile ergibt sich folgende Aragonit/Calcit-Verteilung (die eingeklammerten Zahlen geben die Anzahl der ausgewerteten Proben an):

Ölheim 7	(14)	ausschließlich Calcitschalen
Eddesse N 7	(7)	ausschließlich Calcitschalen
Bielefeld-Sudbrack	(20)	ausschließlich Calcitschalen
Grube Friederike	(7)	überwiegend calcitische Gehäuse, nur in wenigen Proben vereinzelte aragonitische Gehäuse, oft beide Modifikationen an einem Exemplar
Adorf 7	(14)	Calcit- und Aragonitschalen in wechselndem Anteil nebeneinander, sehr oft beide Modifikationen an einem Exemplar
Wirringen 102	(9)	in den meisten Proben überwiegend Aragonitschalen, daneben z. T. Calcitgehäuse, sehr oft beide Modifikationen an einem Exemplar, in einer Probe ausschließlich Exemplare mit Calcitschalen
Wirringen 103	(2)	überwiegend Aragonitschalen, daneben vereinzelt Calcitschalen, z. T. beide Modifikationen an einem Exemplar
Haverlahwiese	(2)	wie Wirringen 103

Da sich Aragonit bekanntlich leicht in den stabileren Calcit umwandelt, ist anzunehmen, daß die hier beobachteten calcitischen Schalen nicht die ursprüngliche Schalensubstanz besitzen, sondern durch Umwandlung aragonitischer Gehäuse entstanden sind. Diese Annahme wurde durch die folgenden Beobachtungen bestätigt.

Wie erwähnt, wurden mittels der Ferroammoniumsulfat-Methode zahlreiche Gehäuse nachgewiesen, die teils die Farbreaktion des Aragonits, teils die des Calcits zeigten (Abb. 2). Der jeweilige Anteil war bei den einzelnen Gehäusen unterschiedlich. Auch eine gesetzmäßige Anordnung der calcitischen und aragonitischen Partien ließ sich im allgemeinen nicht erkennen. So waren bei manchen Exemplaren wechselnd große randliche Bereiche ganz oder teilweise calcitisch, während die mittleren Teile eine oder mehrere aragonitische „Inseln" verschiedener Größe zeigten (Abb. 2b). Bei anderen bestanden die Anfangsteile aus Aragonit, die jüngeren Gehäusebereiche aus Calcit (Abb. 2c) oder umgekehrt. Häufig wurde auch beobachtet, daß Calcit besonders im engeren oder weiteren Bereich der Suturen auftrat, so daß er ungefähr dem Verlauf der Kammerscheidewände folgte, während unterschiedlich große Partien der Kammeroberflächen aragonitisch blieben (Abb. 2a u. b).

Von LOWENSTAM (1954a, 1954b) wurde für bestimmte Polychaeten und einigen Mollusken-Gattungen nachgewiesen, daß bei tierischen Schalen Aragonit und Calcit primär nebeneinander auftreten können. Nach ihm soll die Temperatur ihres Biotops in gewissem Maße das Calcit/Aragonit-Verhältnis beeinflussen.

Für die kalkabscheidenden Foraminiferen konnten TODD & BLACKMON (1956) diese Möglichkeit jedoch ausschließen. Nach ihnen bestehen die Schalen nicht agglutinierender, kalkiger Foraminiferen entweder aus Calcit oder Aragonit, aber niemals aus einer Mischung beider. Auch wenn ihren Ergebnissen nur rezente Foraminiferen zugrundeliegen, lassen sie darauf schließen, daß bei den fossilen

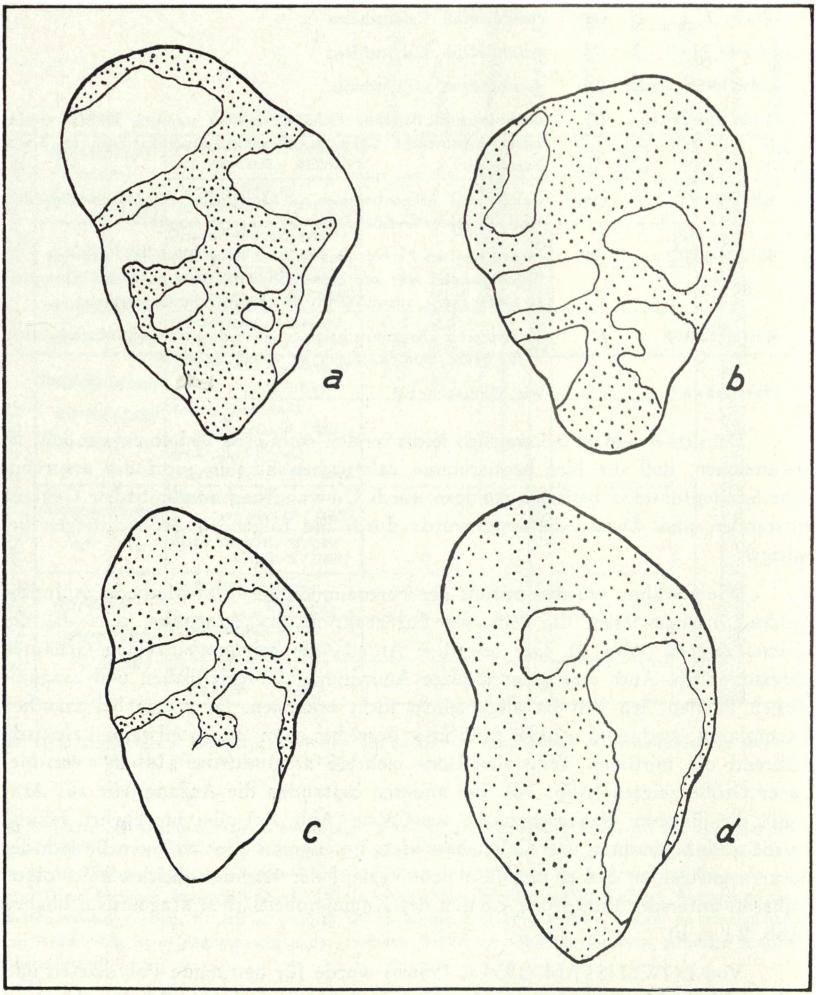


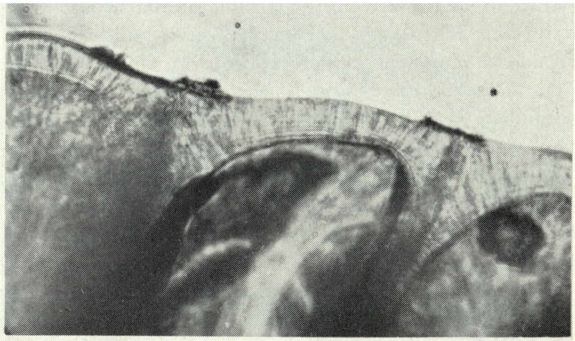
Abb. 2: Partielle Calcitisierung an *Bolivina*-Gehäusen. (Calcitisierte Schalenteile punktiert.)

Taf. 1

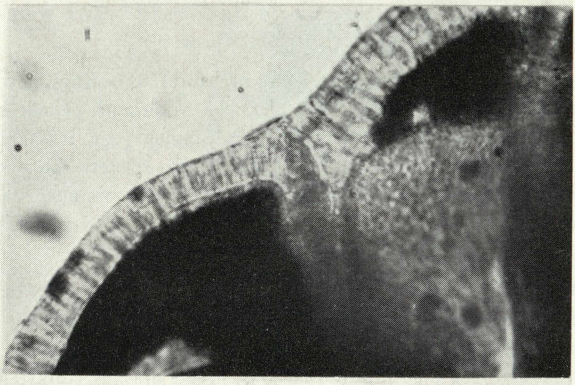
Schalenstrukturen bei *Bolivina* aus dem Mittleren Lias Nordwestdeutschlands
(Vergrößerung etwa 1200fach)

Fig. 1, 2: Deutliche Radialstruktur bei aragonitischen Exemplaren.

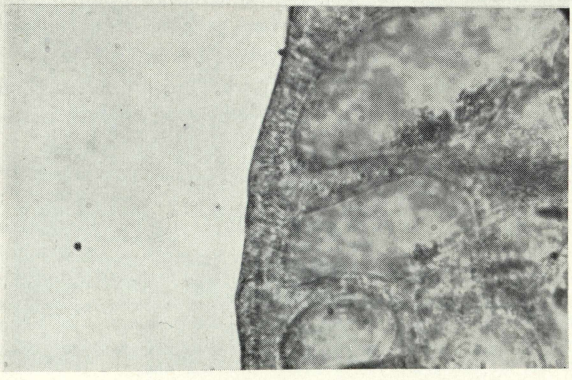
Fig. 3: Undeutliche Radialstruktur bei einem calcitischen Exemplar.



1



2



3

Bolivinen Aragonit und Calcit ebenfalls nicht primär nebeneinander vorkommen, sondern daß die Gehäuse sekundär calcitisiert wurden. Die regellose Verteilung beider Modifikationen unterstützt diese Annahme. Dafür spricht weiterhin, daß sämtliche aragonitischen Schalen meines Untersuchungsmaterials eine deutlich erkennbare radikale Struktur zeigten (Taf. 1, Fig. 1, 2). Die Mehrzahl der calcitischen Gehäuse besaß demgegenüber eine unregelmäßig körnige Struktur (Taf. 2, Fig. 2, 3) und nur bei wenigen waren die Schalenwände radial strukturiert (Taf. 1, Fig. 3; Taf. 2, Fig. 1). Bei den letzteren war die Radialstruktur aber zumeist weitaus undeutlicher als bei den Aragonitschalen und oft nicht mehr am gesamten Gehäuse vorhanden. Zum Teil besaßen die Schalen mit überwiegend körniger Struktur auch noch undeutliche Relikte der ehemaligen Radialstruktur. Das ist z. B. am Proloculus des Exemplares der Taf. 2, Fig. 3 und teilweise an der Kammerscheidewand des Exemplars der Taf. 2, Fig. 2 zu sehen.

Die Reste einer Radialstruktur in körnigen Schalenwänden lassen darauf schließen, daß diese bei allen Exemplaren die Primärstruktur war, die durch Umkristallisation ganz oder teilweise zerstört wurde.

Diese Strukturveränderungen brauchen nicht unbedingt mit Modifikationsänderungen von Aragonit in Calcit einherzugehen, da auch primär calcitische Schalen strukturellen Umwandlungen unterliegen können (vgl. REICHEL 1955). Die Tatsache, daß die hier untersuchten Aragonitgehäuse stets die deutliche Primärstruktur zeigten, während die Calcitschalen mehr oder weniger stark umkristallisiert erschienen, macht es jedoch wahrscheinlich, daß in diesem Falle die Strukturänderung mit der Modifikationsänderung parallel läuft.

JORDAN (1960) kommt nach Untersuchungen an Amaltheen aus dem Lias delta Nordwestdeutschlands zu dem Ergebnis, daß die Erhaltung von Aragonitschalen vom Nebengestein abhängt. Nach ihm ist das Vorkommen von Aragonitschalen auf tonige Sedimente beschränkt, während die aus Kalkstein oder Geoden stammenden Gehäuse die sekundäre calcitische Schalensubstanz besitzen. Darüber hinaus stellte er eine regionale Bindung der Aragonit-Erhaltung an das östliche Niedersachsen fest. In den Tonen des Lias delta im westlichen Niedersachsen konnte er dagegen nur Calcit als Schalensubstanz beobachten.

Weitere Untersuchungen JORDANs an Jura- und Unterkreide-Ammoniten bestätigten diese Gebiete unterschiedlicher Schalenerhaltung. Fazielle Gründe schei-

---

Taf. 2

Schalenstrukturen bei *Bolivina* aus dem Mittleren Lias Nordwestdeutschlands
(Vergrößerung etwa 1200fach)

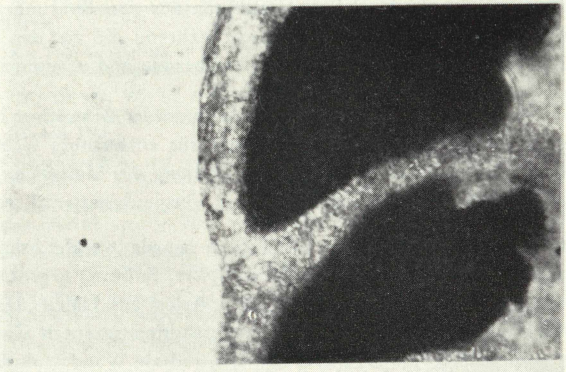
Fig. 1: Undeutliche Radialstruktur bei einem calcitischen Exemplar.

Fig. 2: Unregelmäßig körnige Struktur eines calcitischen Exemplars, bei dem die Kammerscheidewand z. T. noch undeutlich radial strukturiert ist.

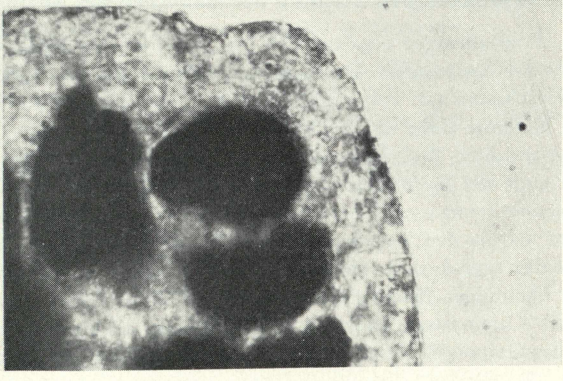
Fig. 3: Unregelmäßig körnige Struktur eines calcitischen Exemplars, bei dem am Proloculus noch Relikte der ehemaligen Radialstruktur erkennbar sind.



1



2



3

det er daher aus und kommt zu der Ansicht, daß „nach Ablagerung der Sedimente der verschiedenen Stufen eine auf diese Gesteine in gleicher Weise wirkende diagenetische Beeinflussung stattgefunden haben muß". Als Ursache hält JORDAN einen Einfluß der Bramscher Massivs für möglich, indem er vermutet, daß dessen Aufstieg einen Temperaturanstieg in den Gesteinen der weiteren Umgebung verursachte, der von entscheidender Bedeutung für die Umwandlung des Aragonits in Calcit gewesen ist.

Die von JORDAN beobachtete Abhängigkeit aragonitischer Schalenerhaltung vom Nebengestein gilt auch für die Bolivinen-Gehäuse. Aragonitische Schalen liegen nur aus tonigen Sedimenten vor. In Kalkgesteinen wurden sie bevorzugt umgewandelt. Eine regionale Bindung des Auftretens von Aragonit- oder Calcitschalen läßt sich nicht bestätigen, obwohl Amaltheen und Bolivinen zum Teil aus denselben Aufschlüssen stammen. So sind in den tonigen Sedimenten der Grube Friederike die Bolivinen vorwiegend calcitisch erhalten, während die Amaltheen aus Aragonit bestehen. Auch sind die Bolivinen aus den Bohrungen Eddesse N 7 und Ölheim 7 (Ost-Niedersachsen) calcitisch, während die aus den weiter westlich gelegenen Bohrungen Wirringen 102 und 103 überwiegend aragonitisch sind.

Die von JORDAN vermutete Einflußnahme des Bramscher Massivs auf die Modifikationsänderung ist demnach zumindest für entferntere Gebiete nicht festzustellen. Wie weit sie sich in der engeren Umgebung des Massivs ausgewirkt haben mag, ist nicht zu sagen, da kein ausreichendes Vergleichsmaterial von dort vorlag.

Neben den mittelliassischen Bolivinen wurde vergleichshalber auch die Schalensubstanz der rezenten Arten *Bolivina spissa, Bolivina argentea* und *Bolivina pseudobeyrichi* geprüft. Sie bestand bei allen Arten aus Calcit. Dasselbe gilt für den von TODD & BLACKMON (1959) untersuchten rezenten Genotyp *Bolivina plicata,* der nach WOOD (1949) außerdem eine radiale Wandstruktur aufweist.

4. Zur systematischen Stellung der Bolivinen des Mittleren Lias

Die Untersuchungen ergaben, daß die Bolivinen des Mittleren Lias primär aragonitische Schalen besaßen. Der Genotyp *Bolivina plicata* dagegen weist calcitische Schalensubstanz auf. Folgt man der Ansicht der eingangs genannten Autoren, die diesem Merkmal einen höheren systematischen Wert beimessen, so müßten die von uns untersuchten Bolivinen aus der Gattung *Bolivina* herausgelöst werden, obwohl sie sonst alle für *Bolivina* typischen Merkmale besitzen (Mündungscharakter, Kammeranordnung etc.). Überdies wäre es notwendig, sie von den Buliminidae abzutrennen und zu den Robertinidae oder Ceratobuliminidae zu stellen, für die Aragonitschalen typisch sind. Mit diesen Familien haben sie morphologisch jedoch sehr wenig Ähnlichkeit. Bis zu einer endgültigen Klärung des systematischen Wertes der Aragonit-/Calcit-Schale scheint es deshalb ratsam, die hier untersuchte Formengruppe in der Gattung Bolivina und bei der Buliminidae zu belassen.

Zukünftige Untersuchungen werden vermutlich ergeben, daß noch weitere Aragonitformen existiert haben. Ihr Nachweis mag die Systematik weiter verändern. Die Tatsache, daß sich Aragonit leicht in Calcit umwandelt, dürfte jedoch der Verwendbarkeit dieses Merkmals bei fossilen Kalkschalen gewisse Grenzen setzen.

5. Literatur

BANDY, O. L.: Aragonite tests among the Foraminifera. — Journ. Sediment. Petrology, **24,** S. 60—61; 1954.

BIZON, G.: Révision de quelques espèces-types de Foraminifères du Lias du Bassin parisien de la collection TERQUEM. — Revue de Micropaléontol., **1,** S. 3—18; Paris 1960.

BLACKMON, P. D., & TODD, R.: Mineralogy of some Foraminifera as related to their classification and ecology. — Jour. Palaeont., **33,** S. 1—15; Menasha 1959.

CUSHMAN, J. A.: Foraminifera. Their Classification and Economic Use. — Cambridge, Mass., 1950.

HOFFMANN, K.: Zur Geologie des Emslandes. — Beih. Geol. Jb., **37,** S. 419; Hannover 1960.

HOWARTH, M. K.: Domerian of the Yorkshire Coast. — Proc. Yorks. Geol. Soc., **30,** S. 147 bis 175; Hull 1955.

HOWARTH, M. K.: The Ammonites of the Liassic Family Amaltheidae in Britain. — Palaeontogr. Soc. (Monogr.), XXXVII; London 1958.

HOWARTH, M. K., DEAN, W. T., & DONOVAN, D. T.: The Liassic Ammonite Zones and Subzones of the North-West European Province. — Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), **4,** 10, S. 438—505; London 1961.

JORDAN, R.: Paläontologische und stratigraphische Untersuchungen im Lias delta (Domerium) Nordwestdeutschlands. — Diss. Tübingen 1960.

LOWENSTAM, H. A.: Environmental relations of modification compositions of certain carbonate-secreting marine invertebrates. — Natl. Acad. Sci. Proc., **40,** S. 39—48; 1954 (1954 a).

LOWENSTAM, H. A.: Factors affecting the aragonite: calcite ratics in carbonate-secreting marine organisms. — Jour. Geol., **62,** S. 284—321; 1954 (1954 b).

NØRVANG, A.: The Foraminifera of the Lias Series in Jutland, Denmark. — Medd. fra Dansk Geol. For., **13,** S. 279—413; Kopenhagen 1957.

POKORNY, V.: Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie. — **1,** Berlin 1958.

REICHEL, M.: Sur une Trocholine du Valanginien d'Arzier. — Eclog. Geol. Helv., **48,** 2, S. 396 bis 408; Basel 1955 (1956).

SWITZER, G., & BOUCOT, A. J.: The mineral composition of some microfossils. — Jour. Palaeont., **77,** S. 193—212; Menasha 1955.

TODD, R., & BLACKMON, P.: Calcite and aragonite in Foraminifera. — Jour. Palaeont., **30,** S. 217—219; Menasha 1956.

TROELSEN, J. C.: On the value of aragonite tests in the classification of the Rotaliidea. — Cushm. Found. Foram. Research Contr., **6,** S. 50—51; 1955.

WITTHUHN, W.: Zur Phylogenie von *Bolivina* (Foram.) aus dem Mittleren Lias Nordwestdeutschlands. — Diss. Braunschweig 1965.

WOOD, A.: The structure of the wall of the test in the Foraminifera; its value in classification. — Geol. Soc. London Quart. Jour., **104,** S. 229—255; London 1949.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1968

Band/Volume: BH_5

Autor(en)/Author(s): Witthuhn Wolfgang

Artikel/Article: Schalensubstanz und Schalenstruktur der Gattung Bolivina ORB. (Foram.) aus dem Mittleren Lias Nordwestdeutschlands 445-455