

Aufbau und Diagenese der Conellen der Muschelkalkceratiten

SIEGFRIED REIN & TORSTEN KRAUSE, Erfurt

1. Einleitung

In der Diskussion über den Aufbau und die Diagenese der Conellen gibt es unterschiedliche Auffassungen. HÖLDER (in HÖLDER & MOSEBACH 1950, HÖLDER 1952) analysierte Conellen-Dünnschliffe jurassischer Ammoniten mit dem Lichtmikroskop und definiert Conellen als Relikte einer ursprünglich aragonitischen conellenbildenden Schalensubstanz, aus der als diagenetische Anlösungsstrukturen calcitische Conellen entstehen.

Nach ERBEN (1972) sind Conellen bereits prädiagenetisch in der normalen inneren Prismenschicht ausgebildet und primär kein diagenetisch bedingtes Produkt einer speziellen conellenbildenden Schalensubstanz. Der Nachweis ursprünglicher aragonitischer Conellen erfolgte mit dem Rasterelektronenmikroskop. Die angefertigten Ultrastrukturaufnahmen entstanden von diagenetisch wenig verändertem Schalenmaterial fossiler jurassischer Ammoniten und dem rezentem Nautilus. Bemerkenswert dabei ist, daß z.B. die aragonitischen Conellen in der rezenten Nautiluschale erst bei einer 1400-fachen Vergrößerung sichtbar werden.

Mit der Beschreibung von Kompaktconellen auf Ceratitensteinkernen aus Thüringen (REIN 1993b) ergeben sich neue Gesichtspunkte in der Diskussion. So war zu vermuten, daß Dünnschliffpräparate wenig korrodierter conellenbildender Substanz Aufschluß darüber geben können, ob Conellen in ihr bereits prädiagenetisch vorgeprägt sind oder erst diagenetisch durch exogene Prozesse entstehen.

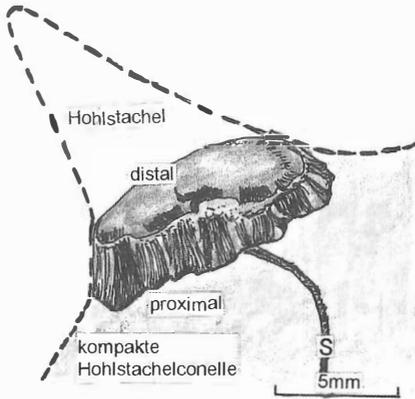
Dünnschliffe von sieben Kompaktconellen wurden mit einem Polarisationsmikroskop fotografiert und von weiteren zwei Belegen Rasterelektronenmikrographien angefertigt. Die Originale zu den beschriebenen Fallbeispielen werden im Naturkundemuseum Erfurt (NKME) unter den Nummern 94; 10a-i aufbewahrt.

Erklärungen zu den Abbildungen: **C** = Conchiolin; **Sp** = Sparit; **Kfl** = Kristallfläche/Korngrenze; **Ca** = Calcit; **Sty** = Stylolith; **BpE** = Bündel paralleler Einheiten; **S** = Septum; **ap** = Äußere Prismenschicht; **pm** = Perlmuttertschicht; **ip** = Innere Prismenschicht;

2. Der Aufbau kompakter Hohlstachelconellen

An stark skulpturierten Partien des Ceratitengehäuses wurde während des ontogenetischen Wachstums vom hintersten Mantelepithel ein aus mehreren Schichten bestehender Zwischenboden eingezogen (REIN 1993b). Dabei ist zu beachten, daß jeweils die distalen (äußeren) Lagen zuerst und die proximalen (inneren) Lagen zuletzt ausgeschieden wurden. Diese Konstruktion erleichterte die Anheftung der Septen an die Innenschale. Das Laminat des Zwischenbodens ist die Substanz aus der später die Conellen entstehen. Anfangs ist diese conellenbildende Substanz noch ein komplexes Aggregat (Kompaktconelle), das später durch physikalische und chemische Prozesse angegriffen und in kleinere Strukturen (Einzel-

Abb. 1: Hochstachelconelle (aus REIN 1993b)

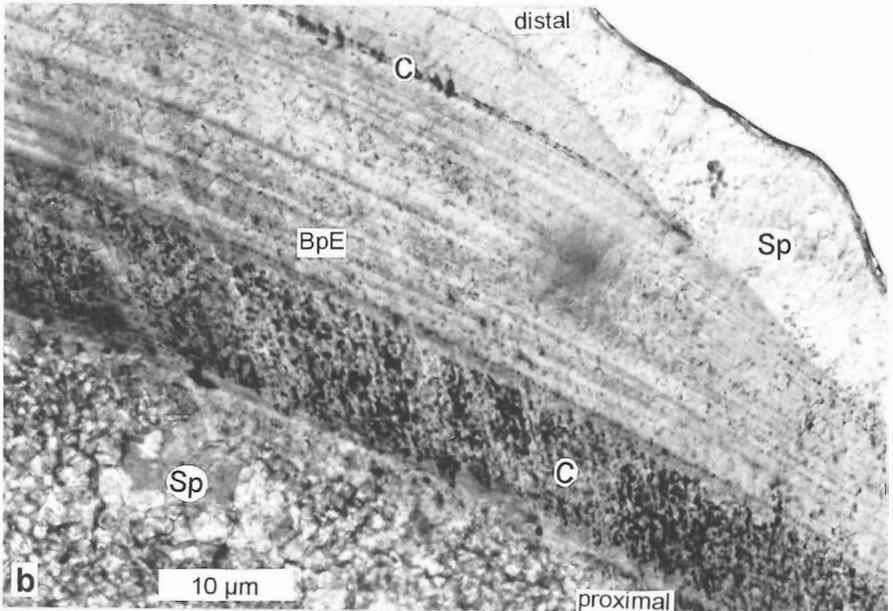
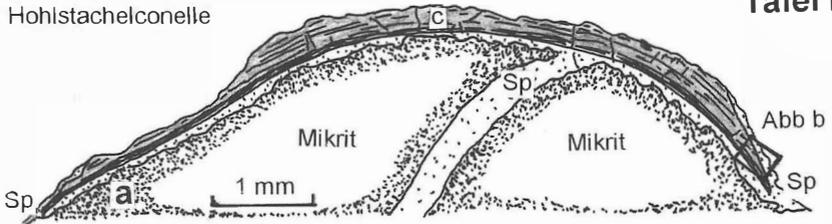


conellen) zerlegt oder völlig eliminiert wird. Aus diesem Grunde werden keine Einzelconellen, sondern diagenetisch weniger beanspruchte Kompaktconellen untersucht.

Tafel I

Kompakte Hohlstachelconelle auf dem Marginaldorn von *Ceratites (A.) spinosus*; *spinosus*-Zone Möbisburg, leg. S. Rein, Größe 7.1 mm; Dünnschliffpräparat, NKME Nr. 94; 10a. Im Schliffbild ist deutlich eine Wechselagerung erkennbar. Die hellen kristallisierten

Hohlstachelconelle



calcitischen Schichten sind offensichtlich diagenetisch aus den aragonitischen Teilen der inneren Schale hervorgegangen. Die bituminösen dunklen Lagen werden auf diagenetisch veränderte Reste des organischen Conchiolins zurückgeführt und nachfolgend stets als Conchiolin (**C**) bezeichnet.

Charakteristisch für dieses Beispiel ist die intakte Basislamine aus Conchiolin. Sie liegt auf einer durchgehenden Sparitschicht, die seitlich auch einen Teil der Conellenoberfläche überdeckt. An diesen Sparitlagen enden alle inneren Strukturen. Sowohl Basis- als auch Außensparit (**Sp**) sind unstrukturiert. Erkennbar ist das Entstehen von „Schichtstufen“ beim seitlichen Auskeilen der Conchiolinlamellen.

Neben der ungestört laminierten Wechsellagerung sind auch die von HÖLDER (in HÖLDER & MOSEBACH 1950;380) als „Bündel paralleler Einheiten“ (**BpE**) beschriebenen Strukturen klar zu erkennen. Die feinen Linien kreuzen senkrecht die leicht konvexen Wechsellagen und verändern zum Conellenrande hin ihren Einfallswinkel.

Tafel II

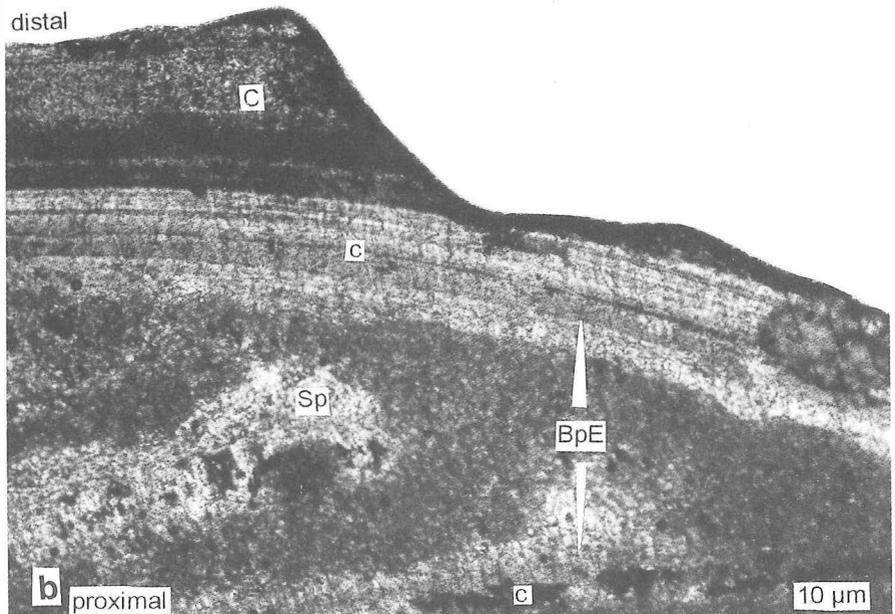
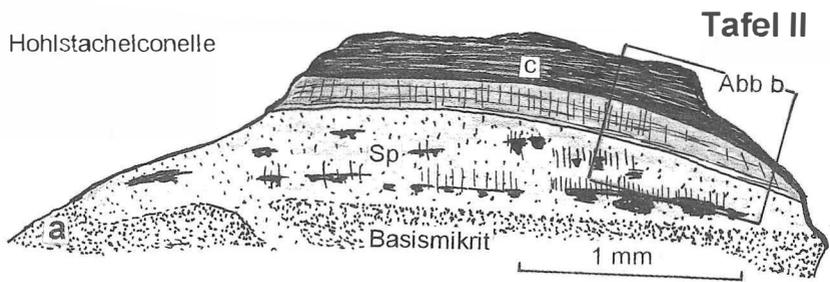
Kompakte Hohlstachelconelle auf dem Marginalknoten von *Ceratites (A.) evolutus*; *evolutus* -Zone Hayn, leg. T. Krause, Größe 3.2 mm; Dünnschliffpräparat, NKME Nr. 94; 10b.

Im Schnittbild sind erneut Wechsellagen und die annähernd senkrecht dazu stehenden BpE zu erkennen. Die Streifung ist nicht immer durchgängig und wird häufig an den Conchiolinlamellen unterbrochen. Charakteristisch ist die conchiolindominierte Decklage. Sie ist ungewöhnlich dimensioniert und z.T. von außen (wegen fehlender Sparitabdeckung?) weg gelöst, die dünnen organischen Membranen darunter jedoch ungestört erhalten. Die sparitisch dominierte Conellenbasis erlaubt keine eindeutige Interpretation. Die im Sparit noch schichtweise erhalten gebliebenen Conchiolinreste mit darüberliegenden BpE lassen vermuten, daß die Conelle ursprünglich kompakter war und von innen angelöst wurde.

Tafel III

Kompakte Hohlstachelconelle auf dem Marginaldorn von *Ceratites (A.) spinosus*; *spinosus* -Zone Schellrodaer Forst, leg. S. Rein, Größe 4.7 mm; Dünnschliffpräparat, NKME Nr. 94; 10c.

Auch in diesem Schnittbild wird die leicht konvex verlaufende Wechsellagerung durch markante „Leithorizonte“ charakterisiert. Auch die Entstehung der „Schichtstufen“ beim seitlichen Auslaufen der Conchiolinlamellen ist gut sichtbar. Die **BpE** sind nicht so auffällig wie vordem ausgebildet. In der Gesamtansicht (**a**) wird das Ausmaß der großflächigen Anlösung von innen her sichtbar. Von außen ist die Hohlstachelconelle fast vollständig von einer stark zerklüfteten Sparitlage (**Sp**) abgedeckt und kaum angelöst. Vor ihr enden wiederum alle inneren Conellen-Strukturen. Auffällig sind Lösungsbahnen in Stylolithen (**Sty**) und an Korngrenzen des Calcits (**Kfl**). Die Stylolithen durchziehen die gesamte Conelle bis in den unteren Mikrit. Auch die Spaltrhomboeder erstrecken sich bis in den Basisbereich aus Sparit. Hier werden die aus dem Laminat gelösten und abtransportierten Conchiolinreste (**C**) wieder angereichert. Entlang der Lösungsbahnen entstehen durch das Ausdünnen der organischen Substanz helle Zonen. Es sind die künftigen Schwachstellen, in denen das Gefüge der Kompaktconellen zerstört und später in kleinere Aggregate (Einzelconellen) zerlegt wird. Bei der Auflösung der durchgängigen Conchiolinlaminen entstehen kleine dunkle Einzelstrukturen, die HÖLDER als Pigmentlagen bezeichnete.



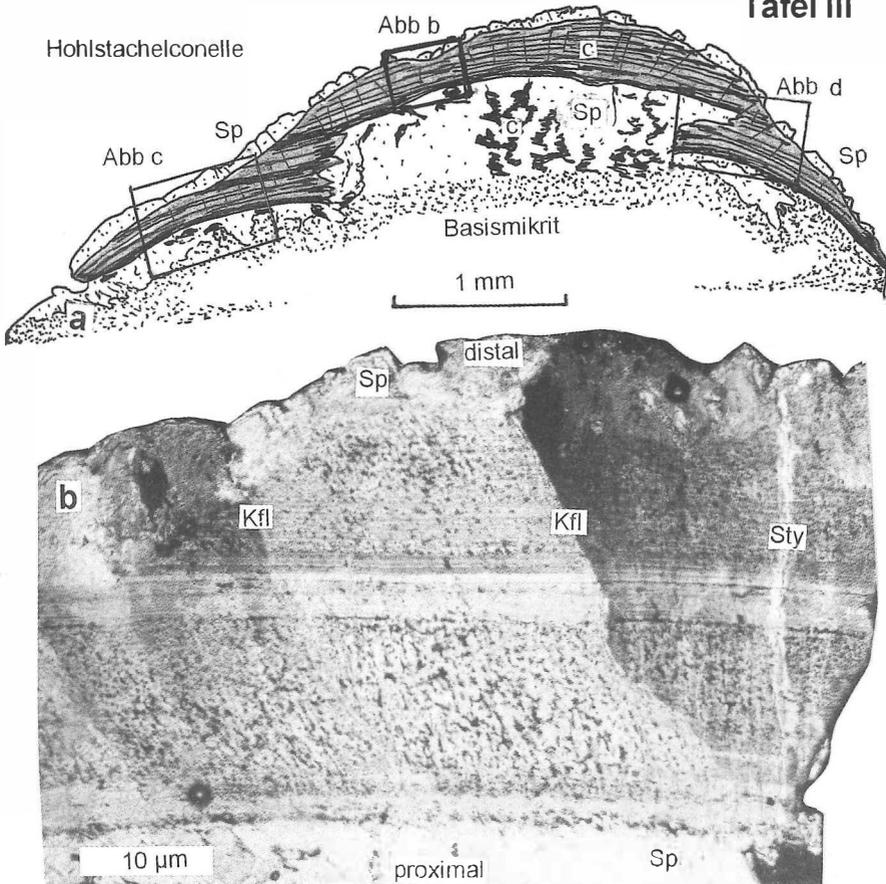
3. Der Aufbau großflächiger Kompaktconellen

Bei Verletzung bzw. Erkrankung reagierte das schalenbildende Epithel des Ceratiten sowohl im Hypostracum (Perlmutter-schicht) als auch im Endostracum (innere Prismenschicht) mit dem Bau mehrfach geschichteter Aragonit/Conchiolin -Wechsellagen. Gleiches erfolgte an besonders beanspruchten Muskelansatzstellen. Diese conellenbildende Substanz hat die gleiche Struktur wie die des Hohlstachelbodens.

Tafel IV

Ceratites sp. (Phragmokonrest), *evolutus*-Zone Teutleben, leg. T. Krause, NKME Nr. 93; 02, Original zu REIN, 1993;51/7.a; Größe 12 mm; Dünnschliffpräparat, NKME Nr. 94; 10d.

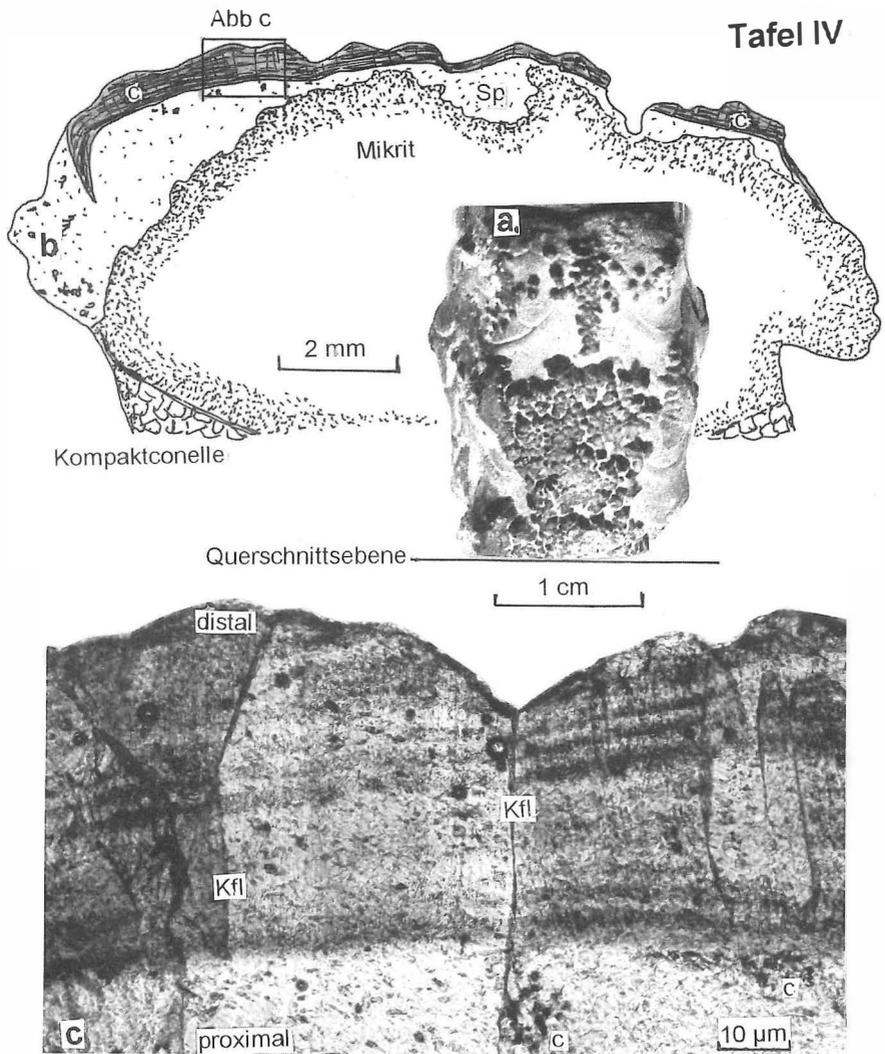
Der laminaire Aufbau der conellenbildenden Substanz ist deutlich ausgeprägt und auch die **BpE** sind zu erkennen. Die proximalen Laminen liegen ungestört auf einer kompakten



Sparitlage. Den distalen Schichten fehlt diese schützende Sparitabdeckung, so daß die zerstörend wirkenden Prozesse sichtbar werden. Die Spaltflächen der Calcitkristalle durchziehen die Laminen und sind kausal für die Zerklüftung der vormaligen homogenen Wechsellagerung verantwortlich. Wie die Aufnahmen unter gekreuzten Nicols zeigen, erfährt die Sparitisierung auch den mikritischen Basisteil. Daß die Spaltflächen als Lösungsbahnen dienen, zeigen die an der Conellenbasis angereicherten transportierten Bestandteile.

4. Der Aufbau vor Anlösung geschützter conellenbildender Substanz

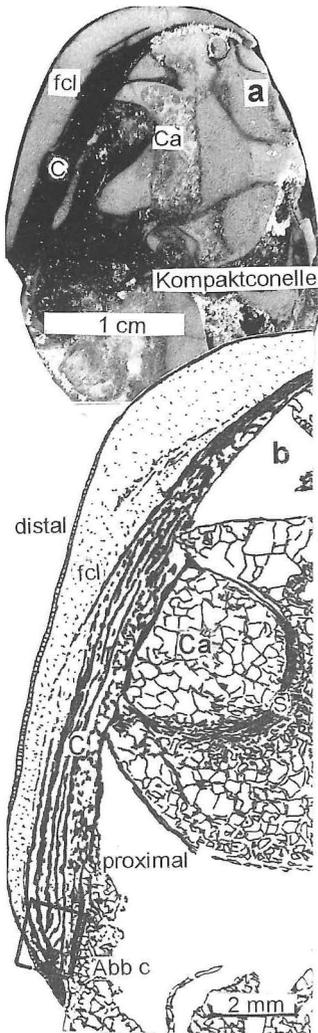
Ceratiten konnten bei Erkrankung größere Gehäuseabschnitte der Wohnkammer durch Einziehen einer z.T. mehrfach laminierten Sekundärschale flächig unterfangen (forma conclusa, REIN 1989/1994). Der so entstandene Hohlraum schützte nach seiner Verfüllung mit feinkörnigem Sediment die darunterliegende conellenbildende Substanz der Sekundärschale vor Korrosion, so daß keine Conellen entstehen konnten.



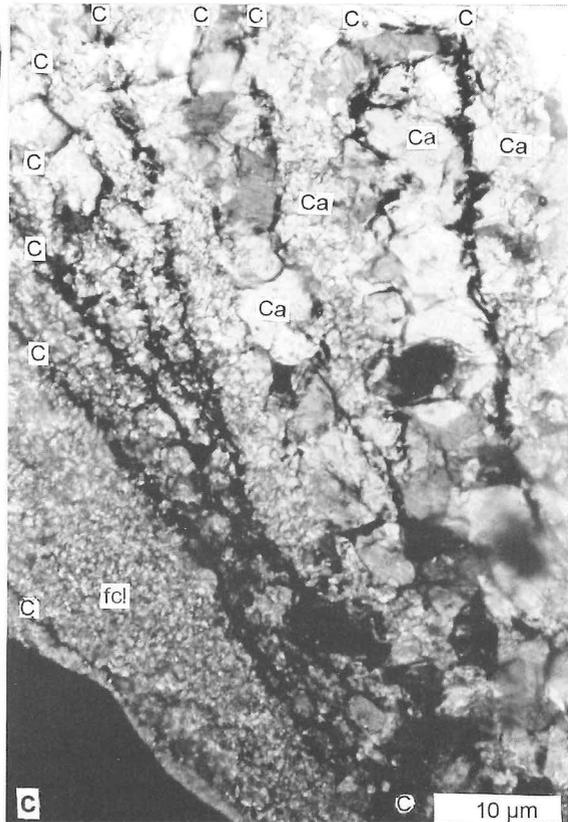
Tafel V

Ceratites (A.) cf. *compressus* PHIL., forma *conclusa* REIN, *compressus*-Zone Eisenach, leg S. Rein, **Original** zu REIN 1989, 1993 a;b; NKME Nr. 91; 06a; Dünnschliffpräparat, NKME Nr. 94; 10e.

Außen (distal) wird die mikritisch verfüllte Unterfangung (forma *conclusa* = fcl) von einer Calcit/Conchiolin -Wechselage begrenzt. Die hinter der Unterfangung (fcl) liegenden neun Laminae aus conellenbildender Substanz bilden die vor Anlösung geschützte Sekundärschale.



Phragmokon-Querschnitt mit forma *conclusa* (fcl)



An sie wurden von innen die Septen (S) geheftet. Da die Kammern z.T. unversehrt blieben, ermöglichte der Freiraum die beidseitige Ausbildung großer Calcitkristalle (Ca). Beim Kristallwachstum wurden Teile der inneren Conchiolinlagen zerdrückt (c) und in die Septalräume verlagert (b).

Der Schutz der conellenbildenden Substanz vor Korrosion von innen und außen lässt die ursprüngliche Wechsellagerung aus Conchiolin / Calcit (vormals Aragonit) in ihrer Originalfolge sichtbar werden, d.h. der Weichkörper begann wie beim Septenbau zuerst mit einer organischen Membran, die anschließend jeweils durch Aragonit (Perlmutter) stabilisiert wurde.

5. Diskussion der Ergebnisse

5.1 Die conellenbildende Substanz

Die von ERBEN beschriebenen Conellen wurden in diagenetisch nur gering beanspruchten Schalentteilen fossiler jurassischer Ammoniten und des rezenten Nautilus nachgewiesen. Bei der conellenbildenden Schicht handelt es sich nach ERBEN (1972) „um die ganz normale innere Prismenschicht“ die vom myoadhesiven Anteil des lateralen Mantelepithels ausgeschieden wird. Einzelne Kristallit-Lagen der örtlich mehrteiligen inneren Prismenschicht können durch dünne Conchiolin-Lamellen geschieden sein (ERBEN 1972). Durch kegelförmige Anordnungen der Kristallitnadeln in Sphärolith-Sektoren (ERBEN, FLAJS & SIEHL 1969) wird der Aufbau der „ursprünglichen, aragonitischen Conellen vorgeprägt und bei prädiagenetischer Anlösung der inneren Prismenschicht freigelegt“ (ERBEN 1972).

Conellen im Sinne ERBENS sind Primärbildungen der Kristallitlagen zwischen den Conchiolinmembranen der inneren Prismenschicht. Sie sind als Ultrastrukturen der Schale nur mit technischen Hilfsmitteln sichtbar. Die ursprüngliche conellenbildende Substanz ist rein aragonitisch.

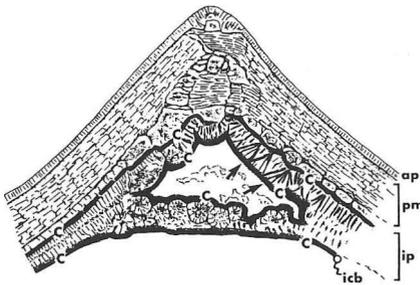


Abb. 2: Hohlstachel mit Boden von *Kosmoceras* (*Kosmoceras*) *spinosum* (Sow.) - Callovium, Popilany (litauisches Baltikum). Die Pfeile weisen auf die Sphärolithsektoren in den distalen Lagen der inneren Prismenschicht. Aus ERBEN 1972 Strukturanalyse zu Taf. 1, Fig. 1 (x 600)

QUENSTEDT (1851) bezeichnet diagenetisch stark beanspruchte calcitische Strukturen auf jurassischen Ammonitensteinkernen als Conellen. Diese sekundären Bildungen wurden von HÖLDER (1952) untersucht und die „Conellen bildende Schalensubstanz“ mit drei Merkmalen charakterisiert:

1. Stark betonte, vermutlich von Pigmentlagen hervorgerufene Schichtung
2. Häufige Einlagerung zahlreicher dunkler Pigmentkörperchen entlang der Prismen
3. Diagenetische Umkristallisation zu großen Kristallen

Conellen im Sinne HÖLDERS sind makroskopische, diagenetisch stark beanspruchte Produkte einer pigmentreichen „Conellen bildenden Schalensubstanz“ in der inneren Prismenschicht.

Die beschriebenen Beispiele der Muschelkalkceratiten belegen den schichtweise laminierten Aufbau einer conellenbildenden Substanz. Sie ist durch eine Wechsellagerung organischer und anorganischer Laminen charakterisiert. Die Conellen der Muschelkalkceratiten besitzen also einen hohen organischen Anteil. Sie sind immer calcitisch und makroskopisch ausgebildet.

Diese Conellen-Charakteristik stimmt mit der Beschreibung HÖLDERS (im Sinne QUENSTEDTS) überein. Die „geschichteten Pigmentlagen“ entsprechen offensichtlich Conchiolinmembranen,

die durch Korrosionsvorgänge stark angelöst sind (s. Beispiele). Diese Vermutung wird durch die analog bei Ceratitconellen beobachtete Einlagerung „zahlreicher dunkler Pigmentkörperchen entlang der Prismen“ untermauert.

Auch die Umkristallisierung zu großen Kristallen entspricht den diagenetischen Vorgängen bei den Ceratiten. HÖLDERS jurassisches Conellenmaterial war offenbar stärker korrodiert als die vorgestellten Beispiele der Muschelkalkbildungen, so daß Details erst mit unseren Kompaktconellen-Belegen präzisiert werden können.

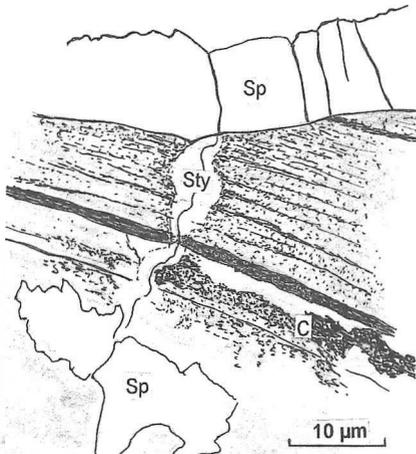


Abb. 3: Styolith als Lösungsbahn. Ausschnitt Taf. III/Abb. c

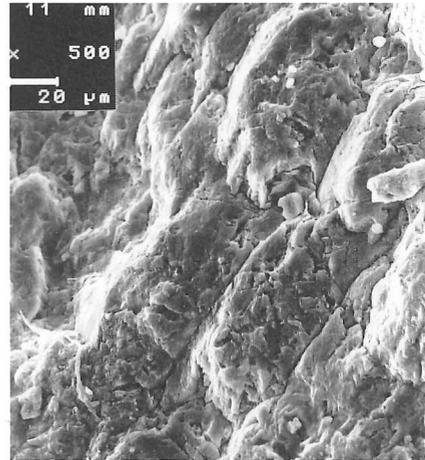


Abb. 4: Trigonale Calcitkristalle (BpE) bewirken auf der Conellenaußenfläche die Rillenbildung. Rasterelektronen-Mikrographie, 25 KV, x 500, Maßstab 20 µm

Da die Bestandteile der „gewöhnlichen“ Originalschale vom Meerwasser vollständig gelöst wurden, entstanden die Conellen der Muschelkalkceratiten aus einer korrosionsbeständigeren Substanz, nämlich der aus Conchiolin und Aragonit speziell laminierten Schalenbildung. In ihr sind keinerlei prädiagenetisch angelegte Conellenstrukturen zu erkennen. Darüber hinaus kann conellenbildende Substanz auf Ceratitensteinkernen bis in Mundrandnähe nachgewiesen werden (REIN 1989, 1993 a,b; GENSEL 1990). Sie ist somit ein Produkt des gesamten lateralen Epithels und nicht auf die innere Prismenschicht beschränkt.

Die von ERBEN als Conellen beschriebenen Bildungen der Kristallite zwischen den Conchiolinmembranen der inneren Prismenschicht besitzen keinen Lamellenaufbau und somit keine organischen Bestandteile. Es sind meilerförmige Gebilde im Ultrastrukturbereich die phänotypisch einigen Conellen lediglich ähnlich sehen. KEUPP (1992) bildet die gleichen Strukturen, allerdings aus der äußeren Prismenschicht eines *Craspedites*, ab. Damit wird eine diesbezügliche Vermutung ERBENS (1972) bestätigt.

Die grundsätzlichen Unterschiede in Aufbau, Zusammensetzung, Eigenschaft und Größe machen deutlich, daß es sich um verschiedene Bildungen handelt. Diese Erkenntnis wird mit der Entstehungsweise der Einzelconellen aus den Kompaktconellen bekräftigt.

5.2 Entstehung der Conellen

Die Beispiele belegen einen ursprünglich ungestörten laminaren Aufbau der conellenbildenden Substanz. Unterschiedliche diagenetische Vorgänge führen jedoch zur Zerstörung des kompakten Grundaufbaues.

Physikalisch gesehen ist die Umwandlung von Aragonit in Calcit immer mit einem Kristallwachstum verbunden. Dabei werden die organischen Lagen im Kristall mit eingeschlossen. Auffällig ist eine - mit Ausnahme der äußeren Sparite - alle Lagen durchziehende sehr feine parallele Streifung. Sie wurde von HÖLDER wie folgt beschrieben:

„Besonders deutlich wird aber eine feine Streifung, die subparallel zur vertikalen Achse der Conellen verläuft Wir müssen uns die Conellen demnach aus **Bündeln parallel oder subparallel angeordneter Einheiten vorstellen**“ (in HÖLDER & MOSEBACH 1950)

Diese „Bündel paralleler Einheiten“ (**BpE**) HÖLDERS könnten auf Prozesse zurückzuführen sein, die bei der Umwandlung der ehemaligen rhombischen Prismenstruktur des Aragonits (die Conellen ERBENS) in trigonalen Calcit eine Rolle spielten. Die von HÖLDER erwähnte Außenstreifung der jurassischen Conellen ist auch z.T. bei Ceratitenconellen sichtbar, wenn die Außensparite abgelöst sind. Die Streifung fällt immer in derselben Richtung wie die Außenwandung der Conelle ein, wobei die geringen Unterschiede in den Einfallswinkeln zwischen den verschiedenmächtigen Conchiolinlagen den Terrassenaufbau der Conelle zur Folge haben. Destabilisierend wirken auch die gebildeten Kristalle mit ihrer charakteristischen „Freilösung“ an der Außenseite und die Störung der Laminen durch Stylolithenbildung.

Während Sparitbildung (Außen- und Innensparit) die Korrosion der conellenbildenden Substanz verhindert, begünstigen die o.a. kristallographischen Vorgänge die Lösungsvorgänge. So erweisen sich die Korngrenzen als Angriffspunkte und Bahnen lösender und transportierender Wässer. Sie ermöglichen das Ausdünnen organischer Substanz durch Abwandern in Bereiche zwischen der Streifung und den ursprünglichen Laminen sowie in die darunterliegenden Basislagen.

Anfangs waren die äußeren Bereiche der conellenbildenden Substanz durch die darüberliegenden Lagen der Originalschale bis zu deren Lösung geschützt. Dagegen erfolgte die Korrosion der laminierten Schalenbestandteile von innen unmittelbar nach dem Tod des Individuums. Wie die Fallstadien belegen, war die Intensität der Lösungsprozesse auch hier von vielfältigen Faktoren abhängig, sie führte jedoch offensichtlich nicht zur Bildung von Einzelconellen. Die willkürliche Aufspaltung der kompakten Conellensubstanz in Einzelconellen bzw. ihrer völligen Eliminierung erfolgt durch Lösungsvorgänge von außen. Die Entstehung der Conellen und ihrer vielfältigen Formen ist also abhängig:

- von der **Anzahl** und Mächtigkeit der **Conchiolinlagen**
- vom **Chemismus** der lösenden Wässer, d.h. ob sie **carbonatlösend** oder **carbonatausfällend** wirken
- von den „**BpE**“ (HÖLDER & MOSEBACH 1950), diese entsprechen evtl. den in der inneren Prismenschicht ausgebildeten Nadelkristalliten (ERBEN 1972).
- von den **Korngrenzen** und von **Stylolithenbildungen**

Mit der willkürlichen Entstehungsweise der Conellen wird ihre prädiagenetische Anlage ausgeschlossen. Die von ERBEN beschriebenen conellenähnlichen ultrastrukturellen Kristallite in der inneren und äußeren Prismenschicht (s. KEUPP 1992) sind lediglich integrierte Schalenbestandteile der Ectococheleaten und mit den Conellen im Sinne QUENSTEDTS nicht vergleichbar.

5.3 Offene Fragen

Obwohl Eigenschaften, Aufbau und Diagenese der Conellen auf den Steinkernen der Muschelkalkceratiten hinreichend geklärt sein dürften, bleiben offene Fragen zu diagenetischen und biologischen Problemen.

Die Vermutung HÖLDER'S, daß die ehemalige Prismenstruktur der Aragonit-Kristalle nach der Diagenese in Calcit in den **BpE** „durchschimmert“, ist sicherlich berechtigt, jedoch wegen des ständigen Kristallwachstums kaum zu beweisen.

Ungeklärt ist auch die Frage nach der Herkunft des Sparits. Wie alle Beispiele belegen, setzen sich weder in den Außen- noch Innenspariten die Strukturen der conellenbildenden Substanz fort. Die Sparite sind folglich kaum als Korrosionsprodukte dieser conellenbildenden Substanz zu betrachten. Im Gegenteil, es scheint, als ob mit der Sparit-Bildung die Kontaktseite der Kompaktconelle vor Anlösung geschützt wird.

Die Diagenese calcitischer Conellen wird offensichtlich vom Chemismus des Meerwassers beeinflusst. Sie wäre zumindest eine Erklärung dafür, warum Conellen auf Ceratitensteinkernen fast ausschließlich in Thüringen ausgebildet sind (REIN 1993). Die limonitischen bzw. pyritischen „Ersatzconellen“ in anderen Muschelkalkgebieten sind sicherlich keine Korrosions- sondern Ersatzprodukte der conellenbildenden Substanz. Ihre Diagenese ist noch ungeklärt. Die Anlage der Hohlstachelböden aus conellenbildender Substanz wurde als Hilfe für den Septeneinbau stark skulpturierter Formen gewertet. Unklar bleibt, warum die Laminate der Hohlstachelböden z.T. so überdimensioniert angelegt sind. Wahrscheinlich können die auf den Marginal- und Lateralknötchen der Steinkerne von *Ceratites (P.) flexuosus* ausgebildeten Conellen zur Klärung beitragen. Diese nur gering skulpturierten Formen der *atavus*-Zone sind die ältesten germanischen Ceratiten. Sie belegen zum einen die vollständige Verfüllung der Skulpturelemente mit conellenbildender Substanz und zum anderen die schon von ihren Vorfahren in der Tethys erworbene Fähigkeit zur Produktion der conellenbildenden Substanz. Vielleicht können die mehrfach laminierten Hohlstachelböden der Muschelkalkceratiten als Übergangsstadium von der Kompaktverfüllung triassischer Ceratiden zu einfacher laminierten Hohlelementen jurassischer Ammoniten gedeutet werden.

Zusammenfassung

Conellen auf Steinkernen der Muschelkalkceratiten entstehen diagenetisch aus einer Conchiolin/ Aragonit Wechsellagerung. Diese conellenbildende Substanz ist eine spezielle Epithel-Bildung in der Originalschale mit unterschiedlicher Funktion. Kombinierte physikochemische und mechanische Prozesse zerlegen die kompakt laminierte Substanz in Einzelaggregate. Dabei wird ihre äußere Form von der Anzahl und Mächtigkeit der Conchiolinlagen (terrassenförmiger Aufbau) sowie den Korngrenzen des Calcits (Rillenbildung) geprägt.

Summary

The conellae of the stonecore of ceratites from the Muschelkalk emerge diagenetically from a changeable storage of Conchiolin and Aragonite. This conellae-born developing substance is a special development of epithelium of the original shell with different function. The compact laminate substance is broken down into separate aggregates by a combination of physico-chemical and mechanical processes. The external form is marked by the number and thickness of layers of Conchiolin (terrace-like structure) and also by the grain limits of Calcite (development of grooves).

Dank

Die Anfertigung und Bearbeitung der Conellenpräparate war nur möglich, weil uns die Geräte der E. M. A. Universität Greifswald zur Verfügung standen. Bereitwillig unterstützt wurden wir dabei von den Herren Prof. Dr. R. Langbein und Prof. Dr. E. Herrig. Das Rasterelektronenmikroskop bediente Herr Schmidt. Literaturhinweise und Anregungen in Diskussionen erhielten wir von den Herren Dipl.- Geol. U. Vath und Dipl.- Geol. R. Ernst (Göttingen). Herr P. Gensel (Weimar) stellte uns wichtiges Belegmaterial seiner Sammlung zur Verfügung. Allen genannten Herren möchten wir für ihre Mithilfe danken.

Literatur

- ERBEN, H.-K.; FLAIS, G. & SIEHL, A. (1969): Die frühontogenetische Entwicklung der Schalenstruktur ectocochleärer Cephalopoden.- *Palaeontographica*, A, **132**: 1-54, 12 Abb., 20 Taf., Stuttgart.
- ERBEN, H. K. & REID, R. E. H. (1971): Ultrastructure of shell, origin of conellae and siphuncular membranes in an ammonite.- *Biominalisation*, **3**: 22-29, 2 Abb., 2 Taf., Stuttgart, New York.
- ERBEN, H.-K. (1972): Die Mikro- und Ultrastruktur abgedeckter Hohlelemente und die Conellen des Ammoniten - Gehäuses.- *Paläont. Z.*, **46**, 1/2, 6-19, Stuttgart.
- GENSEL, P. (1990): Conellen an Ceratiten des Hauptmuschelkalks (Trias) von Weimar.- *Veröff. Naturhist. Mus. Schleusingen*, **5**, 26-30, 2 Taf., 1 Abb., Schleusingen.
- HÖLDER, H. (1952a.): Über den Gehäusebau, insbesondere den Hohlkiel jurassischer Ammoniten.- *Palaeontographica*, A, **102**; 1/2: 18-48, 28 Abb., 5 Taf., Stuttgart.
- (1952b.): Der Hohlkiel der Ammoniten und seine Entdeckung durch F. A. QUENSTEDT.- *Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ.* : 37-50, 13 Abb., Stuttgart.
- (1973): *Miscellanea Cephalopodica*.- III. Zur Conellen-Frage: Conellen verschiedener Entstehungsart.- *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, **29**, 52-58, Abb. 7-8, Taf. 3, Fig. 9-10, Münster.
- (1980): Conellen als Relikte von Cephalopoden - Schalen - Objekte einer naheliegenden Verwechslung.- *Geol. Jb. Hessen*, **108**, 5-9, 2 Abb., Wiesbaden.
- & MOSEBACH, R. (1950): Die Conellen auf Ammonitensteinkernen als Schalenrelikte fossiler Cephalopoden.- *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*: **92**, 2/3, 367-414, 3 Taf., 25 Abb., Stuttgart.
- REIN, S. (1989): Über das Regenerationsvermögen der germanischen Ceratiten (Ammonoidea) des Oberen Muschelkalks (Mitteltrias).- *Veröff. Naturhist. Mus. Schleusingen*, **4**, 47-54, 3 Taf., 1 Abb., Schleusingen.
- (1993a): Zur Biologie und Lebensweise der germanischen Ceratiten.- in: *Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991*, S. 279-284, 7 Abb., Stuttgart, Korb (Goldschneck).
- (1993b): Conellenbildungen auf Ceratitensteinkernen.- *Veröff. Naturkundemuseum Erfurt*, **12**: 44-55, 9 Abb., Erfurt.

Anschrift der Verfasser:

Siegfried Rein
Hubertusstr. 69
D - 99094 Erfurt-Rhoda

Torsten Krause
Clausewitzstr. 24
D - 99099 Erfurt

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt \(in Folge VERNATE\)](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Rein Siegfried, Krause Torsten

Artikel/Article: [Aufbau und Diagenese der Conellen der Muschelkalkceratiten 79-90](#)