

Phosphatisierte Ammonoideen aus der Mittleren Trias von Central-Spitzbergen

WOLFGANG WEITSCHAT, Hamburg*)
Mit 7 Tafeln und 2 Textabbildungen

*Meinem hochgeschätzten Doktorvater Herrn Prof. Dr. ULRICH LEHMANN
zu seinem 70. Geburtstag gewidmet.*

Inhaltsübersicht

Zusammenfassung	249
Summary	250
A. Einleitung	250
B. Fundort und Stratigraphie	251
C. Fauna	254
D. Erhaltungszustand und Präparationsmethode	255
E. Zur Phosphatisierung	256
1. Septenbau	256
2. Siphonal-Apparat	256
3. Muskel-Anheftungsfelder	258
4. Kammerauskleidung	259
5. Gehäusefüllung mit Kleinfossilien	260
F. Biostratonomie und Fossilisationsbedingungen	261
Literaturverzeichnis	263

Zusammenfassung

Aus dem Mittel-Anis von Central-Spitzbergen wird eine Ammonoideen-Fauna beschrieben, die sich durch einen außergewöhnlichen Erhaltungszustand auszeichnet. Es handelt sich dabei um verschiedene Spezies der Gattungen *Anagymnotoceras*, *Hollandites*, *Czekanowskites* und *Amphipopanoceras*, die biostratigraphisch in die Zone des *Anagymnotoceras varium* einzuordnen sind. Die Fauna entstammt einem nur wenige Zentimeter mächtigen Horizont, der sich vorwiegend aus durch Calcit zementierte Phosphatpelloiden zusammensetzt.

Bei den Ammonoideen sind die ursprünglich aragonitischen Bestandteile der Gehäuse frühdiagenetisch durch Apatit ersetzt worden; später wurden die Wohnkammern mit

*) Anschrift des Verfassers: Dr. WOLFGANG WEITSCHAT, Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Universität, Bundesstr. 55, D-2000 Hamburg 13

Sediment und der Phragmokon mit klarem Calcit ausgefüllt. Entfernt man die Ammoniten-Schale mechanisch und behandelt die Formen danach mit verdünnter Essigsäure, so läßt sich die calcitische Kammerfüllung herauslösen und nur die phosphatisierten Septen und der Siphonalapparat bleiben erhalten. Durch diese Methode wird eine räumliche Betrachtungsweise der Architektur des Septenbaues und damit auch eine exakte Untersuchung sämtlicher morphologischer Elemente des Ammoniten-Gehäuses in den unterschiedlichen ontogenetischen Stadien ermöglicht. Durch den frühdiagenetischen Zeitpunkt der Phosphatisierung sind bei einigen Exemplaren auch ehemalige organische Strukturen des Ammoniten-Phragmokons in Apatit umgewandelt und so erhalten geblieben. Erstmals für triassische Ammonoiten werden hier Siphonal-Membranen, organische Kammerauskleidungen und Ansatz-Felder der Retraktormuskeln beschrieben. Bei den in den Kammern geätzter Exemplare nicht selten auftretenden, feinverzweigten, ebenfalls phosphatisierten Geflechten, handelt es sich wahrscheinlich um Hyphen mariner Pilze. Die Fossilisationsbedingungen und die Phosphatisierung, die zu der außergewöhnlichen Erhaltung geführt haben, werden diskutiert.

Summary

An extraordinary well preserved ammonoid-fauna from the Boreal-Triassic province of Central-Spitzbergen is described. It consists of several species of *Anagymnotoceras*, *Hollandites*, *Czekanowskites* and *Amphipopanoceras*, biostratigraphically it can be placed in the zone of *Anagymnotoceras varium* of the Middle Anisian substage. The ammonoid fauna occurs in a thin horizon composed of phosphatic pelloids cemented by calcite.

The original calciumcarbonate of the ammonoid-shell and the septa was replaced by apatite at a very early stage of diagenesis. Later on the body-chamber was filled with sediment and the phragmocone with clear calcite. During the preparation processes the phosphatic shell of the specimens was removed mechanically. Afterwards they were etched with acetic acid until the calcitic filling was completely dissolved and the former cavities of the phragmocone were again visible. Now three-dimensional observation of nearly all morphological elements of the ammonoid phragmocone in the different stages of ontogeny was possible. Because of the early phosphatization organic structures, which usually are destroyed at early stage of fossilisation, are also well preserved. Organic linings of the ammonoid-phragmocone, siphuncular membranes and scars of the retractor-muscles are described for the first time from Triassic ammonoids. Delicate braching filaments, which fill some of the chambers are probably hyphae of marine fungi that infested the shell-interior after the death of the animal. The environment and the secondary phosphatization leading to this extraordinary preservation is discussed.

A. Einleitung

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens zur Biostratigraphie der Trias Spitzbergens (1978, 1981) hatte der Verfasser in Lösungsrückständen karbonatischer Konkretionen aus der höheren Unter-Trias (Spathium) eine Ostracoden-Fauna aufgefunden, bei der durch eine frühdiagenetische Umwandlung in Apatit nicht nur die ehemals kalzitischen Gehäuse, sondern auch die chitinen Weichkörper-Anhänge der Tiere z. T. bis ins kleinste Detail erhalten geblieben waren. Die Ergebnisse der Bearbeitung dieser zur Ordnung der Myodocopida gehörenden Formen erbrachten u. a. neue Erkenntnisse für das Verständnis der Systematik und der Stammesgeschichte der gesamten Tiergruppe (WEITSCHAT, 1983a, b).

Angeregt durch diese außergewöhnlichen Funde, galt ein Hauptschwerpunkt bei der Fortsetzung des Spitzbergen-Projektes im Sommer 1984 der gezielten Suche nach weiterem derartigen Material, insbesondere auch für andere Fossilgruppen. Die Arbeiten konzentrierten sich dabei vorrangig auf Untersuchungen von Karbonat-Konkretionen, da nach allen bisherigen Erfahrungen MÜLLER (1979, 1982, 1985), BATES (1972) und ANDRES (1984) Phosphatisierungs-Erscheinungen auf derartige Kalk-Knollen beschränkt zu sein scheinen. Während die Suche in diesen Geoden relativ erfolgreich blieb – es wurden lediglich einige weitere Exemplare phosphatisierter Ostracoden der gleichen Spezies aufgefunden – stießen wir bei Profilaufnahmen im Mittel-Anis (Barents-

Øya-Formation) des Wallenbergfjellet auf eine Ammonoideen-Fauna, die bereits makroskopisch durch ihren ungewöhnlichen Erhaltungszustand ins Auge fiel. Dabei kontrastierten die braunschwarzen Kammerscheidewände in auffallender Weise mit den hellen Kammerausfüllungen. Wie sich später herausstellte, waren die Schalen und die Septensubstanz der Ammonoideen-Gehäuse in Apatit umgewandelt, während die Kammern mit klarem Kalzit ausgefüllt waren. Durch das Herauslösen dieser kalzitischen Kammerfüllungen mit Essigsäure, blieben neben den Septen und des Siphonal-Apparates überraschenderweise auch verschiedene, ehemals organische Strukturen im Ammonoideen-Phragmokon erhalten. Die so behandelten Formen geben uns damit nicht nur einen außergewöhnlichen, dreidimensionalen Einblick in die Architektur des Septenbaues, sondern erlauben auch erstmals gewisse Aussagen über die Biologie triassischer Ammonoideen.

Mein besonderer Dank gilt Dr. HARTMUT ERNST (Osnabrück) für die gemeinsamen, z. T. recht schwierigen Gelände-Arbeiten auf Spitzbergen. Prof. Dr. K. BANDEL (Hamburg), Dr. J. KAZMIERCZAK (Warschau), Prof. Dr. U. LEHMANN (Hamburg) und Dr. E. T. TOZER (Ottawa) förderten durch Diskussionen den Fortgang der Untersuchungen.

Die REM-Aufnahmen führte Frau E. MEHLING (Hamburg) durch.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft möchte ich für die langjährige finanzielle Unterstützung des Spitzbergen-Projektes besonders danken. Die abgebildeten Exemplare sind in der Typensammlung des Geologisch-Paläontologischen Institutes und Museums der Universität Hamburg unter den Nr. (SGPIMH 3180–3200) registriert.

B. Fundort und Stratigraphie

Der Ammonoideen-führende Horizont wurde erstmals bei Profilaufnahmen nördlich und südlich des Fulmardalen (Central-Spitzbergen) nachgewiesen (Abb. 1).

Die Schichtenfolge der Mittel-Trias erreicht in dieser Region an den untersuchten Profilen des Wallenberg-, Milne-Edwards- und Store-Fjellet eine Gesamtmächtigkeit von ca. 110 m. Der liegende Teil dieses Komplexes besteht aus weichen, dunkelgrauen Schiefertonen, in die besonders in den basalen Bereichen Phosphat-Knollen angereichert sind. Eingelagert in diese Folge treten außerdem bis zu 1 m mächtige, dunkelgraue, meist gelblich verwitternde Karbonat-Bänke auf. In einer derartigen Bank, ca. 40 m im Hangenden der Anis-Basis wurde die phosphatisierte Ammonoideen-Fauna erstmals belegt. Sie konnte bei späteren Profilaufnahmen auch in den Trias-Vorkommen des Dickson-Landes (Tschermakfjellet) sowie am Sticky Keep und am Trehøgdene (Sassenfjorden) in etwa gleichem Niveau, doch meist in deutlich schlechterer Erhaltung nachgewiesen werden.

Die Ablagerungen der Mittel-Trias Central- und Ostspitzbergens werden in der lithostratigraphischen Neugliederung (MØRK et al. 1982) als Botneheia-Member innerhalb der Barents-Øya-Formation ausgehalten (Abb. 2). Dies neue Konzept, welches von mehreren Arbeitsgruppen der Universität Oslo (Svalbard Projekt) erstellt wurde, berücksichtigt erstmals die beträchtlichen lateralen Fazies-Unterschiede innerhalb der Trias des Svalbard Archipels, die auf NNW/SSE streichende, bereits im Devon angelegte Lineamente zurückzuführen sind.

Das Botneheia-Member (Typus-Profil am Sticky Keep) hat eine Mächtigkeit von 100–170 m und besteht aus dunkelgrauen bis schwarzen, häufig bituminösen Schiefertonen mit Einlagerungen von Phosphat-Knollen (im basalen Bereich) und Karbonat-Bänken bzw. Konkretionen. In Central- und Ostspitzbergen läßt sich diese Schichtenfolge lithologisch in zwei deutlich vonein-

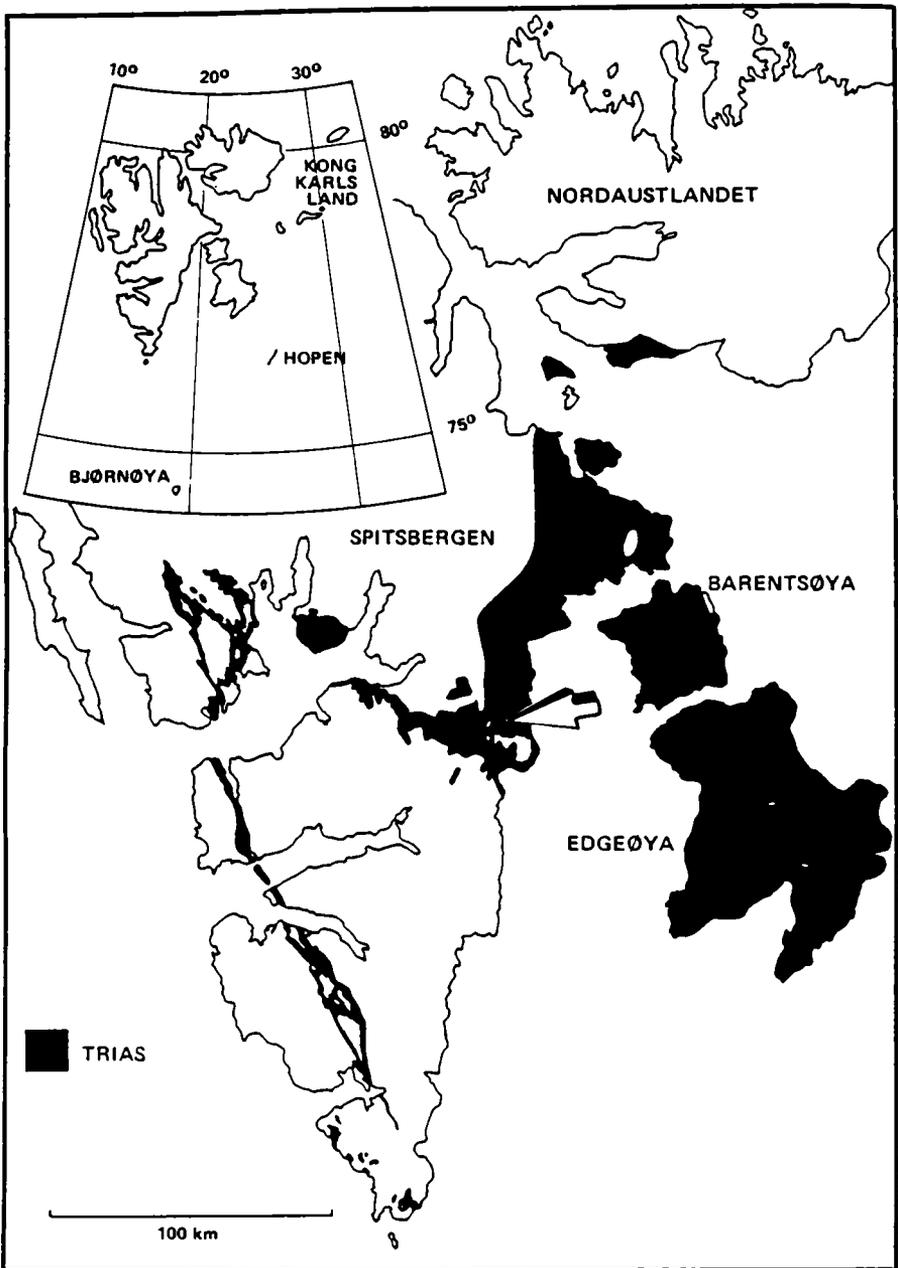


Abb. 1: Trias-Vorkommen im Svalbard-Archipel mit den untersuchten Gebieten (Pfeil).
Triassic outcrops on Svalbard, with the investigated areas (arrow).

ander unterschiedene Bereiche gliedern. Den hangenden Teil bilden 20–65 m mächtige, blauschwarz verwitternde, kalkige Schiefertone, die durch ihre Härte einen charakteristischen Geländeanstieg bedingen. Nach der darin z. T. massenhaft auftretenden Bivalven-Gattung *Daonella* wurde diese Schichtenfolge von früheren Autoren (MOJSISOVICS, FREBOLD u. a.) als Daonellen-Kalk bzw.

Daonellen-Niveau bezeichnet. In der neuen lithostratigraphischen Gliederung wird dieser Schichtkomplex als „Dalsnuten Beds“ ausgehalten. Im Gegensatz dazu besteht der liegende Bereich des Botneheia-Members aus einer Folge weicher, dunkelgrauer Schiefertone mit z. T. massenhaft angereicherten Phosphat-Knollen. Biostratigraphisch umfaßt die Schichtenfolge des Botneheia-Members einen Abschnitt vom tiefsten Unter-Anis bis ins höhere Ober-Ladin ? Unter-Karn. Dabei läßt sich der hangende Teil (Dalsnuten Beds) anhand von in Karbonat-Konkretionen auftretenden reichen Ammonoideen- und Conodonten-Faunen recht gut untergliedern und umfaßt einen Bereich vom höchsten Ober-Anis (Zone des *Frechites laqueatus*) bis in das Ober-Ladin (Zone des *Indigirites tozeri*) WEITSCHAT & LEHMANN (1983). Inwie-

PERIODE	STUFE	UNTER - STUFE	LITHOSTRATIGRAPHIE			
MITTEL - TRIAS	L A D I N	Ober - Ladin	Blanknuten Bed	Botneheia Member	Formation	Gruppe
		Unter - Ladin				
	A N I S	Ober - Anis	Deltadalen Member	BARENTSØYA	SASSEDALEN	
		Mittel - Anis				
		Unter - Anis				
UNTER - TRIAS	SPATHIUM		Sticky Keep Member	BARENTSØYA	SASSEDALEN	
	NAMMALIUM	Smithium				
		Dienerium				
	GRIESBACHIUM	Ellesmerium	Deltadalen Member			
		Gangetium				

Abb. 2: Stratigraphisches Schema der Unter- und Mittel-Trias Central- und Ostspitzbergens (nach MØRK et al. 1982). Gepunkteter Bereich kennzeichnet Lage des Fossilhorizontes.

Stratigraphic scheme of the Lower and Middle Triassic of Central- and East-Spitsbergen (after MØRK et al. 1982). The investigated part is shadowed.

weit noch karnische Ablagerungen im höchsten Teil des Botneheia-Members vorkommen, oder ob dessen Oberkante mit der Grenze Ladin/Karn zusammenfällt, konnte bisher nicht eindeutig geklärt werden.

Im Gegensatz zu den Dalsnuten Beds sind aus dem liegenden Anteil des Botneheia-Members von Central- und West-Spitzbergen bisher nur meist schlecht erhaltene Ammonoideen-Funde bekannt geworden, so daß für diesen Bereich eine Zonierung noch nicht vorgenommen werden konnte. PCHELINA (1965) führte zwar einige Gattungen des Mittel-Anis (*Epiczekanowskites*, *Hol-*

landites) in Faunenlisten der Profile am van Keulen- und Sassenfjord auf, ohne dabei jedoch genaue feinstratigraphische Angaben zu machen.

Faunistisch besser belegt ist dieser Abschnitt offensichtlich in den östlichen bzw. nordöstlichen Trias-Vorkommen des Svalbard Archipels (Barents Øya, Edge Øya, Nordaustlandet). So beschrieb TOZER (1973) eine reiche, gut erhaltene Ammonoideen-Fauna aus Phosphat-Knollen am Kapp Torell (Nordaustlandet). In dieser kommen jedoch neben typischen Vertretern des Mittel-Anis (*Anagymnotoceras*, *Hollandites*, *Isculites*) auch solche des Unter-Anis (*Stenopopanoceras*, *Japonites*, *Leiophyllites*) vor, so daß TOZER eine Kondensation für wahrscheinlich hielt.

KORCHINSKAYA (1982) wies erstmals zwei Ammonoideen-Faunen unterschiedlichen Alters aus dem tieferen Abschnitt des Botneheia-Members nach. Sie stammen von Profilen auf der Wahlberg Øya, einer kleinen, im NE des Archipels (Hinlopenstraße) gelegenen Insel, und kommen ebenfalls in Phosphat-Knollen vor. Das stratigraphisch tiefere Niveau enthält Formen des Unter-Anis (*Grambergia*, *Lenotropites*, *Pearlylandites*), das höhere typische Gattungen des Mittel-Anis (*Anagymnotoceras*, *Hollandites*, *Czekanowskitse*). Auch von den beiden im Osten des Archipels gelegenen Inseln (Barents- und Edge Øya) führte KORCHINSKAYA Ammonoideen-Faunen des Unter- und Mittel-Anis auf.

Leider liegen allen bisher aufgeführten anisischen Ammonoideen-Faunen weder exakte Horizontangaben noch entsprechende Profile zugrunde, so daß keinerlei Aussagen betreffend der Reichweiten oder von Korrelationen mit Schichtfolgen Central- oder West-Spitzbergens möglich sind.

C. Fauna

Die reiche Ammonoideen-Fauna, deren systematische Bearbeitung einer späteren Publikation vorbehalten werden soll, setzt sich zahlenmäßig zu etwa gleichen Teilen aus Vertretern der Beyrichtidae und der Parapopanoceratidae zusammen. Unter den Beyrichtiden stellt die Gattung *Anagymnotoceras* mit den Arten *A. varium* MCLEARN, *A. helle* MCLEARN und *A. cf. wrighti* den größten Anteil. Daneben kommen die Gattungen *Hollandites* (*H. pelletieri* MCLEARN) und *Czekanowskites* (*C. hayesi* (MCLEARN)) vor, wobei letztere ausgesprochen selten sind. Die Familie Parapopanoceratidae ist durch die Gattung *Amphipopanoceras* (*A. cf. medium* (MCLEARN)) vertreten. Biostratigraphisch läßt sich diese Fauna eindeutig in das Mittel-Anis (Zone des *Anagymnotoceras varium*) einordnen, und stellt damit den ersten sicheren Nachweis dieser Zone für Central-Spitzbergen dar. Das gemeinsame Auftreten von *Anagymnotoceras varium*, *A. cf. helle* und *Czekanowskites hayesi* ist für den höchsten Teil dieser Zone (Subzone des *Czekanowskites hayesi*) charakteristisch.

Innerhalb der Borealen Trias-Provinz zeigt diese Fauna recht nahe Beziehungen zum Mittel-Anis (Zone des *Maletoptychites kotschetkovi*) der Taymyr Halbinsel (VAVILOV, 1978) und zu NE-Sibirien (BYCHKOV et al. 1976). Nur fehlen dort die typischen Beyrichtiden, die durch Vertreter der Gattungen *Arctohungarites* und *Maletoptychites* ersetzt werden. Während mit den relativ fossilarmen Abfolgen des Mittel-Anis des Sverdrup Beckens (Canadische Arktische Inseln) faunistisch nur geringe Gemeinsamkeiten bestehen, ist die hier beschriebene Ammonoideen-Fauna mit der aus dem Mittel-Anis des nordöstlichen Britisch Kolumbiens nahezu identisch. Damit sind auch Möglichkeiten einer weiterräumigen Korrelation über die Trias von Nevada zu den tethyalen Bereichen gegeben. An Begleitfauna konnte in diesem Horizont bisher lediglich einige unbestimmbare Bivalven, Nautiliden (orthocone und eingerollte Formen) sowie Ichtyosaurier-Wirbel nachgewiesen werden.

D. Erhaltungszustand und Präparationsmethode

Die vorliegende Ammonoideen-Fauna umfaßt ca. 150 Exemplare. Neben einer Vielzahl relativ kleiner Formen mit einem Durchmesser zwischen 10 und 30 mm (Gattungen *Amphipopanoceras* und *Czekanowskites*) kommen recht selten auch solche bis zu 80 mm Durchmesser vor (Gattung *Anagymnotoceras*). Dabei handelt es sich in der Regel um Phragmokone; nur in wenigen Fällen sind Wohnkammern oder Wohnkammer-Teile erhalten geblieben.

Bei sämtlichen Exemplaren sind die ehemals aragonitischen Gehäusebestandteile sekundär in Apatit umgewandelt. Dabei ist der Aragonit vollständig ersetzt worden, wodurch ursprüngliche Unterschiede in der Schalenstruktur meist nicht mehr erkennbar sind. Vielfach sind auch ehemals organische Strukturen des Phragmokons, besonders im Bereich des Siphonal-Apparates phosphatisiert und so erhalten geblieben.

Von den in Apatit umgewandelten Teilen hebt sich die diagenetisch später erfolgte Kammerausfüllung deutlich ab. Diese besteht in den meisten Fällen aus klarem Calcit, daneben wurden, meist als Einzelkristalle, auch Zinkblende (ZnS), Schwerspat (BaSO₄) und Cölestin (SrSO₄) nachgewiesen. Neben diesen „kristallin“ verfüllten Kammern kommen, nicht selten sogar an ein und demselben Exemplar, auch solche vor, die mit Sediment verfüllt sind. Die Sedimentpartikel bestehen aus 0.1 – 0.5 mm großen, relativ gut gerundeten Apatit-Intraklasten, die durch Calcit zementiert sind. Vieles deutet darauf hin, daß diese Sedimentverfüllung durch frühzeitige mechanische Zerstörung der Ammoniten-Phragmokone ermöglicht worden ist.

Im Gegensatz zu den Phragmokonen sind die nur bei wenigen Exemplaren erhaltenen Wohnkammern in der Regel vollständig mit Apatit-Intraklasten erfüllt.

Durch den unterschiedlichen Chemismus der Septensubstanz (Calciumphosphat) und der Kammerfüllungen (Calciumcarbonat) ist die Möglichkeit gegeben, den Kammerinhalt chemisch herauszulösen. Da jedoch die Schalen-substanz der Ammonoideen ebenfalls aus Calciumphosphat besteht, ist es zuerst erforderlich, diese mechanisch zu entfernen; erst dann kann der Ätzzvorgang mit verdünnter Essigsäure begonnen werden. Für sehr engnabelige Formen (in unserem Fall Exemplare der Gattung *Amphipopanoceras*) bedeutet dies, daß lediglich der letzte Umgang von der Säure angegriffen und freigeätzt werden kann, während die inneren Windungen durch die Apatit-Schale der übergreifenden Umgänge geschützt bleiben. Bei weitnabeligen Formen läßt sich die Schale meist bis zu den Anfangsstadien entfernen, so daß der Kammerinhalt derartiger Exemplare vollständig herausgeätzt werden kann. Bei der Konzentration der Essigsäure ist darauf zu achten, die Intensität der Bläschen-Entwicklung so niedrig zu halten, daß feinste Septenteile oder Siphonal-Membranen nicht durch die aufsteigenden Blasen zerstört werden. Im Gegensatz zu der Präparation der sehr feinen und empfindlichen phosphatisierten Weichkörper-Anhänge der Ostracoden-Fauna von Spitzbergen, wo bereits herausgelöste Strukturen bei längerem Verbleiben in der Essigsäure wieder aufgelöst wurden, können die phosphatisierten Ammonoideen-Phragmokone bis zur endgültigen Freizüfung in der Säure liegen bleiben.

Große Schwierigkeiten entstehen jedoch bei dem späteren Hantieren mit den herausgelösten Formen, da diese äußerst zerbrechlich sind. Es hat sich deshalb als vorteilhaft und notwendig erwiesen, die einzelnen Exemplare bereits vor dem Ätzen mittels Steinkitt auf einen REM-Probenteller zu montieren. Dieses Verfahren hat zwar den Nachteil, daß der Ammonit an den Fixierstellen nicht vollständig freigeätzt wird, doch wird dieser dadurch kompensiert, daß

die herausgelösten Exemplare auf dem REM-Teller \pm risikolos bewegt und untersucht werden können.

E. Zur Phosphatisierung

1. Septenbau

Das Herauslösen der Kammerausfüllungen bei der vorliegenden Ammonoideen-Fauna erlaubt nicht nur eine einzigartige dreidimensionale Betrachtungsweise der Architektur des Septenbaues, sondern gibt auch die Möglichkeit einer genauen Untersuchung und einer exakten Vermessung der einzelnen Bauelemente in den verschiedenen ontogenetischen Stadien. So können problemlos Angaben über Größe und Form des Protokonchs, der Ammonitella sowie über den ontogenetischen Verlauf des Kammerwachstums bzw. Anzahl der Kammercheidewände pro Umgang gemacht werden.

Betreffend des Septenbaues selbst sind eindeutige Aussagen über die Entwicklung der Lobenlinie möglich, die Schritt für Schritt von der ersten bis zur letzten Kammer auch in ihren räumlichen Verfallungen dokumentiert ist. Dabei braucht man sich nicht wie im „Normalfall“ auf die lateralen und externen Lobenelemente zu beschränken, sondern kann auch, die ansonsten nur durch komplizierte Präparations-Methodik belegbaren internen Suturelemente in die Untersuchungen miteinbeziehen.

Daneben sind auch genaue Angaben über Form, Länge und Ausbildung der Septal-Hälse möglich. Besonders die bei Mesoammonoideen häufig diskutierte Frage nach dem Zeitpunkt der Umkehr von den frühontogenetisch retrochoanitischen (nach hinten gebogenen) zu den späteren prochoanitischen (nach vorn gebogenen) Septal-Hälsen, einem Merkmal, dem besonders von russischen Autoren ein hoher taxonomischer Wert beigemessen wird, läßt sich bei dieser Erhaltung in der Regel eindeutig belegen. So zeigt sich innerhalb der hier beschriebenen Fauna, daß sich dieser Wechsel bei *Anagymnotoceras varium* nicht abrupt vollzieht, sondern allmählich im Laufe des zweiten Umganges über verschiedene Zwischenstadien herausgebildet wird.

Interessanterweise läßt die Phosphatisierung auch gewisse Angaben über die Bildungsgeschichte des Septenbaues zu. Wie BANDEL (1981) bei seinen Untersuchungen an sehr gut erhaltenen Formen der Gattung *Quenstedtoceras* aus dem Callovium von Łukow (VR Polen) feststellen konnte, wird beim Bau einer neuen Kammer zuerst in ihrem randlichen Bereich eine sphärolithisch-prismatische Aragonit-Schicht ausgeschieden, die eine starre Grundlage für die dann folgende Mineralisation des Perlmutterseptums bildet.

Auch bei dem vorliegenden Material sind überall dort, wo die Septen an der Gehäuse-Innenwand angeheftet sind, charakteristische, aus kleinen sphärolithischen Wülsten bestehende Strukturen ausgebildet, die sich im äußeren Habitus deutlich von den später gebildeten Teilen der Kammercheidewände unterscheiden (Taf 3, Fig 5).

Allem Anschein handelt es sich hier um die gleichen ehemals aragonitischen Sphärolithe, wie sie BANDEL bei den jurassischen Formen beschrieb. In unserem Fall sind durch die Phosphatisierung die äußeren Strukturen erhalten geblieben.

2. Siphonal-Apparat

Bei einer Anzahl von Exemplaren der hier beschriebenen Fauna sind nicht nur die aragonitischen, sondern auch ehemals organische Bestandteile des

Ammonoideen-Phragmokons fröhdiagenetisch in Apatit umgewandelt worden. So bleibt nach dem Herauslösen der calcitischen Kammerausfüllungen in der Regel auch der Siphonal-Apparat erhalten. Auffallend sind dabei die z. T. beträchtlichen Unterschiede im Erhaltungszustand, die mit allen Übergängen von sehr guter Erhaltung bis zum völligen Fehlen jeglicher Siphonal-Strukturen reichen kann. Dieses Phänomen läßt sich nicht nur an ein und demselben Exemplar beobachten, sondern kann sogar bei direkt aneinander angrenzenden Kammern auftreten. Besonders betroffen davon sind Umfang, Form und äußere Struktur des Siphonal-Rohres. Hier kommen neben vollständig erhaltenen Siphonal-Segmenten auch solche vor, die nicht einmal 10% des ursprünglichen Umfanges aufweisen und daneben durch charakteristische Schrumpfungstreifen gekennzeichnet sind. Auch betreffend der Lage des Siphonal-Rohres sind auffallende Unterschiede zu beobachten. Während dieses bei den meisten Exemplaren in seiner ursprünglichen Position erhalten ist, hängt es bei anderen gleich einer locker gespannten Leine in das Kammerinnere hinein. Im großen und ganzen ist betreffend des Erhaltungszustandes des Siphonal-Apparates eine Verschlechterung von den ontogenetisch frühen zu den späteren Stadien erkennbar.

Die beträchtlichen Unterschiede in der Erhaltung der ehemals organischen Strukturen müssen bereits vor der Phosphatisierung, postmortal, vorhanden gewesen sein. Durch die Umwandlung in Apatit werden damit verschieden weit fortgeschrittene Stadien der Verwesung dokumentiert.

Die durch das Herauslösen der Kammerfüllungen ermöglichte dreidimensionale Betrachtungsweise erlaubt bei unseren Formen auch genaue Angaben über die frühontogenetische Entwicklung des Siphonalapparates sowie über das Wachstum des Siphos im Verhältnis zur Kammerhöhe. Aussagen, die im „Normalfall“ nur über komplizierte Schlifttechniken erreicht werden können.

Betreffend der Lage des Siphos in den Anfangsstadien, so behält er bei *Anagymnotoceras varium* während des gesamten ersten Umganges eine etwa zentrale Position und erreicht erst im Laufe der dritten Windung seine endgültige ventrale Stellung. Bei Formen der Gattung *Amphipopanoceras* hingegen vollzieht sich dieser Übergang sehr schnell innerhalb der ersten 5 Kammern.

Das Wachstum des Siphos im Verhältnis zur Kammerhöhe ist bei unserem Material wie bei allen bisher beschriebenen Beispielen stark negativ allometrisch. Sein Durchmesser verringert sich im ontogenetischen Verlauf von etwa 30% der Kammerhöhe in den ersten drei Umgängen auf weniger als 10% in den spätontogenetischen Stadien.

Im Bereich des Siphonal-Apparates sind nicht selten auch ehemals organische Strukturen, die den Siphon ventral an die Schaleninnenseite anheften, durch die Phosphatisierung erhalten geblieben. Derartige Siphonal-Lamellen, die hier erstmals bei triassischen Ammonoideen belegt werden, und über deren funktionelle Bedeutung an anderer Stelle berichtet werden soll (WEITSCHAT & BANDEL in Vorber.) sind bislang nur von einigen wenigen sehr gut erhaltenen Neoammonoideen bekannt geworden (WESTERMANN, 1971, ERBEN & REID, 1971, BAYER, 1975, BANDEL, 1982).

Während es sich bei letzteren um dicke, relativ kurze, meist paarige Lamellen handelt, die die Siphon-Unterseite an die innere Gehäusewand anheften, setzen diese bei unseren Formen lateral oder sogar an der Ober-Seite des Siphonal-Rohres an und bilden so relativ lange, schräggestellte, durchgehende Membranen. Diese durchziehen in der Regel die gesamte Kammer und sind auch an den Septen selbst befestigt.

Bezüglich des Erhaltungszustandes der Siphonal-Membranen gilt ähnliches wie für das Siphonal-Rohr; neben hervorragend erhaltenen, mehrere Kam-

mern durchlaufenden Strukturen, können sie bei einzelnen Exemplaren auch vollständig fehlen.

Besonders eindrucksvoll wird durch die dreidimensionale Betrachtungsweise die Verbindung des organischen Teiles des Siphonal-Apparates zu dem mineralisierten Teil im Bereich der Septalhalse (Siphonalduten) dokumentiert. Wie bereits bei einigen Vertretern der Neoammonoideen beschrieben (BANDEL, 1982, KULICKI, 1979) greift das apikale Ende jedes Siphonal-Segmentes konisch in den Septal-Hals des vorhergehenden Septums hinein, wo es mit Hilfe organischer Strukturen befestigt wird.

Vergleicht man die hier aufgezeigten Befunde betreffend des Baues und der Funktion des Siphonal-Apparates mit den vorwiegend an ausgezeichnet erhaltenen Neoammonoideen gemachten bisherigen Beobachtungen, so stimmen sie im großen und ganzen mit diesen gut überein.

Wie bereits HAGDORN & MUNDLOS (1983) bei ihren Untersuchungen an Ceratiten-Faunen der Germanischen Trias beschrieben haben, besteht auch bei den hier beschriebenen Mesoammonoideen der Siphon nicht aus einem durchgehenden Rohr, sondern aus einzelnen Segmenten, die konisch in den Septalhalsen stecken und durch diese verbunden werden.

Unterschiede zu den Neoammonoideen bestehen offensichtlich in der Form und Lage der Siphonal-Membranen.

Bezüglich der Natur des Siphonalrohres kann bei den hier untersuchten Formen eine Beteiligung anorganischer Komponenten, wie sie ANADALIB (1972) und auch BAYER (1975) beschrieben haben, ausgeschlossen werden. Die vielfältigen Schrumpfung-Erscheinungen des Siphos sind ein eindeutiger Beweis für seine ausschließlich organische Natur.

3. Muskel-Anheftungsfelder

Eindeutige Nachweise von Ansatzfeldern der Retraktormuskeln in Ammonoideen-Gehäusen sind in der Literatur bisher nur sehr selten belegt. Sie wurden erstmals von CRICK (1898) und später von JONES (1961) bei heteromorphen Ammonoideen, und von JORDAN (1968) bei verschiedenen jurassischen Formen beschrieben. Da es sich dabei in allen Fällen um Steinkern-Material handelt, sind die entsprechenden Interpretationen der einzelnen Strukturen nicht unumstritten geblieben. Kaum Zweifel bestehen dagegen daran, daß es sich bei den von BANDEL (1982) und LANDMANN & BANDEL (1984) an der aragonitischen Schaleninnenseite hervorragend erhaltener Ammonoideen-Faunen beobachteten derartigen Narben tatsächlich um die Ansatzfelder des Retraktormuskels des „Ammoniten-Tieres“ handelt.

Voraussetzung für den Nachweis solch feiner Strukturen ist ein besonderer Erhaltungszustand, der in der Regel nur bei Exemplaren mit völlig unverfüllten Kammern gegeben ist. Beispiele einer derartigen Erhaltung sind bisher nur bei wenigen Faunen aus dem Mittel-Jura (Callovium) von Łukow (Polen) und aus der Ober-Kreide (Maastrichtium) von Nordamerika (South Dakota) bekannt geworden.

Von den früheren Autoren wurden die Retraktormuskel-Anheftungsfelder als paarige, im Dorsalbereich gelegene Narben beschrieben. LANDMANN & BANDEL wiesen nun anhand ihres in aragonitischer Erhaltung vorliegenden Materials eindeutig nach, daß die Muskelanheftungsfelder lediglich auf der Prosutur paarig ausgebildet sind, und daß jedoch in allen ontogenetisch späteren Stadien nur eine einzelne, direkt im Internlobus ansetzende Muskel-Narbe

existiert. Sie konnten diese Felder, die einen rundlich-ovalen Umriss haben, über mehrere Windungen verfolgen.

Durch die Möglichkeit, den Kammerinhalt bei unserer Fauna chemisch herauszulösen, sind nun hier auch erstmals für triassische Ammonoideen Voraussetzungen für derartige Untersuchungen geschaffen. Bei allen vier beschriebenen Genera konnte ein sicherer Nachweis der Existenz von Retraktor-Muskelfeldern erbracht werden. Auch hier handelt es sich um unpaare Narben, deren charakteristische Oberflächen-Struktur durch die Phosphatisierung erhalten geblieben ist und die jeweils direkt im Interlobus ansetzen. Durch den günstigen Erhaltungszustand ist es möglich, ihre Entwicklung über alle ontogenetischen Stadien zu verfolgen.

Während die Ansatz-Narben in ihrer Lage und der Oberflächen-Struktur mit denen von LANDMANN & BANDEL beschriebenen Formen gut übereinstimmen, so bestehen betreffend ihres äußeren Umrisses deutliche Unterschiede. Im Gegensatz zu den bisher von Neoammonoideen bekannten durchweg rund-ovalen Ansatznarben, sind diese bei allen vier in unserer Fauna auftretenden Genera sehr viel schmaler und langgestreckter (Taf 6, Fig 1–3). Überlegungen, inwieweit daraus auch Rückschlüsse über eine unterschiedliche Anatomie der „Ammoniten-Tiere“ gezogen werden können, sind beim derzeitigen Stand der Untersuchungen noch nicht beantwortbar.

4. Kammer-Auskleidung

Bei einigen sehr gut erhaltenen Ammonoideen-Faunen aus dem Pliensbachium von Süddeutschland, beschrieb BAYER (1975) organische Membranen, die die einzelnen Kammern vollständig auskleiden, und so zusammen mit dem Siphonal-Apparat ein geschlossenes System bilden. Nach MUTVEI (1967) geht über diesen organischen Belag der Kammerscheidewände und den Siphon die Regelung der Flüssigkeitsmenge im Phragmokon durch osmotischen Transport, nach dem „Löschpapier-Prinzip“ vor sich. Auch RISTEDT (1971) wies bei seiner Bearbeitung orthoconer Nautiloideen darauf hin, daß jede Kammer des Phragmokons vollständig von einer organischen Membran ausgekleidet war, die nicht unter den Septen hindurchzieht.

Auch bei den hier untersuchten Formen treten dünne Phosphat-Lagen auf, die die einzelnen Kammern von Innen völlig auskleiden und nicht unter den Kammerscheidewänden hindurchziehen. Über breite Membranen steht dieser, ehemals wohl organische Belag mit dem Siphonal-Apparat in Verbindung.

Die Oberfläche der phosphatisierten Tapeten ist nicht völlig glatt, sondern besteht aus charakteristischen, kleinen buckelartigen Erhebungen. Sie ähnelt darin den von BAYER beschriebenen Formen aus dem Jura, die diese als „körnig bis blumenkohlartig“ bezeichnete. Da die oben erwähnten Muskel-Anheftungs-Narben dieser Schicht direkt aufsitzen, kann die Möglichkeit, daß es sich bei den phosphatisierten Kammerauskleidungen um diagenetisch gebildeten Zement handelt, ausgeschlossen werden.

Beim lebenden *Nautilus* zeigten BANDEL & SPAETH (1983) die Existenz einer geschlossenen Mucusschicht im Innern der Kammern auf, die alle Elemente wie Septenoberfläche, Außenwand und Siphonalrohr umkleidet.

Die Frage, inwieweit neben organischen auch anorganische Bestandteile am Aufbau dieser Auskleidungen beteiligt waren, ist anhand unseres Materials nicht eindeutig zu klären. ANDALIB (1972) und BAYER (1975) wiesen Kalziumphosphat und Kalziumkarbonat in den Siphonal-Membranen nach; MUTVEI & REYMENT (1973), ERBEN & REID (1971) sowie BANDEL (1981) sprechen sich gegen

eine Beteiligung von anorganischen Verbindungen aus und deuten den Kalziumphosphat-Anteil als sekundäre Bildungen.

Die im vorliegenden Material nicht selten auftretenden Schrumpfungsercheinungen im Bereich der Auskleidungs-Tapeten und der Siphonal-Membranen sprechen ebenfalls für eine ausschließlich organische Natur dieser Strukturen.

5. Gehäusefüllung mit Kleinfossilien

Neben Ammonoideen, deren Phragmokon nach dem Ätzzvorgang vollkommen leer ist, finden sich nicht selten auch Exemplare, deren Kammerhöhlräume durch ein dichtes Geflecht feinsten, häufig sich verzweigender Fäden erfüllt sind (Taf 7, Fig 1-6). Diese gehen in der Regel vom Siphonal-Bereich aus, durchziehen die Kammern spinnennetzartig in den verschiedensten Richtungen und heften sich an die Wände der Septen an. Dabei finden sich alle Übergänge von völlig mit diesen Strukturen erfüllten Kammern, bis zu solchen, wo lediglich ein einziger Faden diese von Wand zu Wand durchzieht. In der Regel sind bei dem „Befall“ eines Ammonoideen mehrere seiner Kammern davon betroffen. Auffälligerweise kommen diese Geflechte überwiegend in den spätontogenetisch gebildeten Gehäuse-Teilen vor. Besonders gehäuft treten sie in der näheren Umgebung des Siphos auf, wo sie im Bereich der Anheftungslamellen ein dichtes Netzwerk bilden können. Die einzelnen phosphatisierten Fäden haben einen Durchmesser von ca. 30 μ , doch zeigt sich bei stärkerer Vergrößerung, daß der Apatit ein ehemals sehr viel feineres Gebilde strahlig umwachsen und damit um ein Vielfaches verdickt hat. Sein ursprünglicher Durchmesser mag etwa zwischen 2-4 μ betragen haben.

Was den Verzweigungsmodus der Geflechte betrifft, so sind weder Gesetzmäßigkeiten, noch irgendein System erkennbar; neben völlig unverzweigten Fäden kommen auch gabelige oder rechtwinklig aufspaltende Strukturen vor. Nicht selten werden auch zwei, die Kammer parallel durchlaufende Fäden durch kurze Querverbindungen miteinander verkoppelt.

Offenbar sind diese Organismen sehr früh nach dem Absterben der Ammonoideen durch den Siphon in das Phragmokon-Innere eingedrungen, haben dort gelebt und sind durch die spätere Phosphatisierung plastisch erhalten worden.

Stellt man die Frage nach der ursprünglichen Substanz, aus der sie bestanden haben oder nach ihrer Deutung, so liegt uns bisher nur wenig Vergleichbares aus der Literatur vor. Das mag natürlich in erster Linie an dem ungewöhnlichen Erhaltungszustand dieser Fauna liegen, durch den die Möglichkeit eines Auffindens derartiger Strukturen erst gegeben ist. Diese Überlegungen werden dadurch noch bestärkt, daß bei einer, in ähnlicher Erhaltung dem Verfasser vorliegenden Ammonoideen-Fauna aus der oberen Mittel-Trias Nordost-Sibiriens (Kolyma Becken), ebenfalls die charakteristischen, phosphatischen Geflechte innerhalb der Phragmokon beobachtet werden konnten. Auch die von CLOSS (1967) aus Phosphorit-Knollen der Itararé-Formation Nord-Uruguays beschriebenen, hervorragend erhaltenen oberkarbonischen Goniatiten zeigten bei näherer Untersuchung sehr ähnliche Strukturen. Sie sind ebenfalls durch Phosphatisierung erhalten geblieben und finden sich im Gegensatz zu den hier beschriebenen Formen nicht im Phragmokon sondern in der Wohnkammer der Ammonoideen.

Die Erhaltung und das Vorkommen derartiger Gebilde scheinen offensichtlich an ein phosphatreiches Milieu gebunden zu sein. Nach der Größe, Form und Struktur kommen als Urheber nur Hyphen mariner Pilze oder auch faden-

artige Algen in Frage. Letztere müßten jedoch deshalb ausgeschlossen werden, da in den völlig vom Licht abgeschlossenen Innern der Ammonoideen-Phragmokone kaum eine autotrophe Ernährung möglich gewesen sein dürfte. Für eine Pilznatur spricht auch die Tatsache, daß die Fäden dort gehäuft auftreten, wo organische Substanzen im Phragmokon angereichert sind. Die Pilz-Hyphen haben wahrscheinlich das Siphonal-Rohr durchwachsen und gelangten so in das Kammer-Innere, wo sie sich von den organischen Septenauskleidungen und den Siphonal-Membranen ernährt haben. Ihr Vorhandensein bildet damit auch einen indirekten Nachweis für eine Existenz organischer Tapeten im Ammonoideen-Phragmokon.

Die Pilzgeflechte sind wahrscheinlich noch im flexiblen Zustand, sehr frühdiagenetisch in Apatit umgewandelt und so vor einer weiteren Zerstörung geschützt worden. Durch das Herauslösen der später erfolgten kalzitischen Kammerfüllungen sind diese feinsten Strukturen dann wieder sichtbar gemacht worden.

F. Biostratonomie und Fossilisationsbedingungen

Untersuchungen über die Erhaltung von Weichkörper-Strukturen haben in den letzten Jahren bei verschiedenen fossilen Organismen-Gruppen zu aufsehenerregenden wissenschaftlichen Ergebnissen geführt. Beispiellos sind dabei die von MÜLLER (1979, 1983, 1985) beschriebenen Faunen aus den oberkambrischen Stinkkalken von Schweden, die z. T. völlig neue Erkenntnisse betreffend der frühen Stammesgeschichte der Crustaceen erbracht haben. Ein weiteres Beispiel aus dem Paläozoikum stellen Untersuchungen von ANDRES (1984) dar, der durch Phosphatisierung körperlich erhaltene, wurmartige Gebilde aus dem Tremadoc von Öland nachwies. Aus dem Mesozoikum liegen bislang drei weitere derartige Belege vor (BATES, 1972, 1973; DJIK, 1978; WEITSCHAT, 1983 a, b). Interessanterweise handelt es sich bei diesen ausnahmslos um Ostracoden-Faunen, bei denen Gehäuse und Weichkörper-Anhänge in Apatit umgewandelt und so erhalten geblieben sind. Vergleicht man nun die bisher bekannten Vorkommen von Phosphatisierungs-Erscheinungen, so sind gewisse Gesetzmäßigkeiten erkennbar, auf die z. T. bereits MÜLLER (1985) hingewiesen hat.

1. Ihr Vorkommen ist offensichtlich auf Kalk-Konkretionen bzw. Linsen innerhalb einer Schwarzschiefer-Folge beschränkt.
2. Chitinige Organe oder Organismen scheinen eine bevorzugte Rolle bei der An- oder Umlagerung in Calciumphosphat zu spielen.
3. Die Größe der für eine Phosphatisierung in Frage kommender Organismen ist limitiert (bisher nicht größer als 2–3 mm).
4. Phosphatisierte Exemplare sind auch in den Vorkommen, aus denen sie nachgewiesen wurden, ausgesprochen selten.
5. Die Frage nach der Herkunft der phosphatischen Lösungen blieb in der Regel offen.

Betrachtet man die hier beschriebene Ammonoideen-Fauna betreffend dieser fünf Punkte, so sind kaum Gemeinsamkeiten vorhanden.

Zwar tritt der fossilführende Horizont in einer Schwarzschiefer-Folge auf, doch handelt es sich dabei nicht um karbonatische Konkretionen oder Linsen, sondern um eine ca. 20 cm mächtige Lage, die sich vorwiegend aus 0.1–0.5 mm großen, rundlich-ovalen phosphatisierten Intraklasten zusammensetzt. Dabei beträgt der prozentuale Anteil des Calciumphosphats, welches nach MØRK (1985) als Frankolit vorliegt, zwischen 35 und 40% des Gesamt-Mineralbestan-

des. Calcit und Dolomit kommen darin lediglich als spätdiagenetisch gebildete Zemente vor. Der Quarz-Anteil, von dem nicht nachzuweisen ist, ob er detritischer oder diagenetischer Herkunft ist, liegt bei ca. 10%.

Organismen mit ehemals chitinen Bestandteilen konnten in dem Fossilhorizont bisher nicht nachgewiesen werden. Dagegen sind alle aragonitischen Materialien und ein Teil der primär organischen Strukturen in Apatit umgewandelt. Fossilgruppen mit ehemals calcitischer Schalensubstanz sind dagegen nicht von der Phosphatisierung betroffen.

Eine Größenlimitierung ist bei unserer Fauna ebenfalls nicht zu beobachten; es kommen phosphatisierte Exemplare von wenigen Millimetern bis zu fast 10 cm Größe vor.

Was nun die Seltenheit der phosphatisierten Formen innerhalb unseres Vorkommens betrifft, so sind ausnahmslos alle aragonitschaligen Organismen in Apatit umgewandelt.

Der Hauptfaktor, auf den sich alle aufgeführten Unterschiede der hier beschriebenen Fauna mit den bisher bekannten derartigen Vorkommen zurückführen lassen, ist offenbar in der Menge des zur Verfügung stehenden Phosphat-Angebotes begründet. Während es sich bei den bisherigen Beispielen einer Phosphatisierung um meist sehr geringe, häufig wohl auch nur lokal bedingte Phosphat-Konzentrationen handelt, die zu einer selektiven Phosphatisierung der chitinen Organismen führte, bilden bei unseren Vorkommen Karbonat-Apatite den Hauptanteil des Mineralbestandes.

Derartige Phosphorit-Horizonte sind in der mitteltriassischen Schichtenfolge Spitzbergens ausgesprochen häufig. Ihr Vorkommen ist jedoch nicht auf das Svalbard-Archipel beschränkt. Phosphatreiche Ablagerungen sind aus der gesamten Borealen Mittel-Trias vom Sverdrup-Becken (im Westen) bis in das Kolyma-Becken Sibirien (im Osten) beschrieben. Es scheint sich demnach dabei um ein Phänomen zu handeln, welches sich über mehrere tausend Kilometer in Ost-West-Erstreckung durch das Boreale Trias-Becken verfolgen läßt, und das damit wohl größeren, die Sedimentation kontrollierenden Mechanismen zugeordnet werden muß.

Die Ablagerungen der Borealen Mittel-Trias zeigen somit alle Merkmale eines Phosphat-Events, wie wir es in der Erdgeschichte aus dem Neogen, der Mittleren Kreide, des Ordoviziums und von der Grenze Präkambrium/Kambrium her kennen.

Die Frage nach der Herkunft der Phosphorite bei den großen Phosphat-Lagern unserer Erde ist noch in der Diskussion. Das Hauptproblem besteht darin, inwieweit der Karbonat-Apatit als chemische Ausfällung übersättigter Lösungen, als bio-chemisches Produkt oder aber als einfache Karbonatverdrängung anzusehen ist. Allgemein geht man heute davon aus, daß der Hauptanteil des Phosphors in den marinen Karbonat-Apatiten durch das Phytoplankton gesammelt wird, welches massenhaft dort auftritt, wo kalte, nährstoffreiche Meeresströmungen aufsteigen. Durch das Absterben der Organismen wird der Phosphor dann auf den Meeresboden verfrachtet. Dort wird durch die Verwesung ein großer Teil davon freigesetzt, und steht damit für die Bildung von Phosphaten zur Verfügung. Von großer Wichtigkeit für einen Austausch der Phosphate mit denen am Meeresboden vorkommenden Kalkmaterialien ist der Anstieg des pH-Wertes; offenbar wird ein pH-Wert höher als 7 dafür benötigt. Dieser Anstieg wird dadurch erreicht, daß beim Abbau des organischen Materials Ammoniak freigesetzt wird. Derartige Bedingungen finden sich vorwiegend im anoxischen Bereich, wo unter Mitwirkung heterotropher Bakterien die Zersetzung der organischen Materialien vor sich geht. Hinsichtlich der Rekon-

struktion der Fossilisations-Bedingungen unserer Ammonoideen-Fauna würde dies bedeuten, daß die Formen nach dem Absterben in ein \pm anaerobes Milieu auf dem Meeresboden gerieten, wo der Abbau der organischen Bestandteile begann. Sehr wahrscheinlich noch vor einer endgültigen Einbettung wurde dann die Schalensubstanz sowie noch nicht zersetzte organische Strukturen innerhalb des Phragmokons durch phosphatische Lösungen in Apatit umgewandelt. Zu einem diagenetisch späteren Zeitpunkt sind im Zusammenhang mit der Zementierung des Sediments auch die bis dahin unverfüllten Luftkammern der Ammonoideen mit klarem Calcit ausgefüllt worden. Die Herkunft des Phosphats ist in unserem Fall wahrscheinlich von Auftriebsgebieten nährstoffreicher Strömungen abzuleiten, die im Bereich der Borealen Mittel-Trias – offenbar als Event – weit verbreitet waren.

Literaturverzeichnis

- ANDRES, D. (1985): Körperlich erhaltene Parasiten aus dem Tremadoc. – Kurzfassung, Tagung Dtsch. Paläot. Ges., 1 S.; München
- ANDALIB, F. (1972): Mineralogy and preservation of siphuncles in Jurassic cephalopods. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **140**, 33–48; Stuttgart
- ARKADIEV, V. V. & VAVILOV, N. N. (1984): Middle Triassic Parapopanoceratidae and Nathorstitidae (Ammonoidea) of Boreal Region: Internal structure Ontogeny and Phylogenetic Pattern. – Geobios, **17**, fasc. 4, 397–415; Lyon
- BANDEL, K. (1981): The structure and formation of the siphuncular tube of *Quenstedtoceras* compared with that of *Nautilus*. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **161** (2), 153–171; Stuttgart
- BANDEL, K. (1982): Morphologie und Bildung der frühontogenetischen Gehäuse bei conchiferen Mollusken. – Facies, vol. **7**, 198 pp; Erlangen
- BANDEL, K. & BOLETZKY, S. v. (1979): A comparative study of structure, development and morphological relationships of chambered cephalopod shells. – The VELIGER, **21**, 313–354; Berkeley
- BANDEL, K. & SPAETH, C. (1983): Beobachtungen am rezenten *Nautilus*. – Mitt. Geol. Paläont. Inst. Univ. Hamburg, **54**, 9–26; Hamburg
- BAYER, U. (1975): Organische Tapeten im Ammoniten-Phragmokon und ihr Einfluß auf die Fossilisation. – N. Jb. Geol. Paläont., MH (1), 12–25; Stuttgart
- BAYER, U. (1977): Konstruktionsmorphologie des Ammoniten-Septums. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **154**, 3, 291–366; Stuttgart
- BUCHAN, S. H., CHALLINOR, A., HARLAND, W. B. & PARKER, J. R. (1965): The Triassic Stratigraphy of Svalbard. – Norsk Polarinst. Skrifter, **135**, 95 S.; Oslo
- BYCHKOV, Y., DAGYS, A. S., YEFIMOVA, A. F. & POLUBOTKO, I. V. (1977): Atlas of Triassic Fauna and Flora of Northeast USSR. – 267 S.; Moscow (auf Russisch)
- CLOSS, D. (1967): Goniatiten mit Radula und Kieferapparat in der Itararé-Formation von Uruguay. – Paläont. Z., **41**, 1/2, 19–37; Stuttgart
- CRICK, G. C. (1898): On the muscular attachment of the animal to its shell in some fossil Cephalopoda (Ammonoidea). – Linn. Soc. Trans. Zool., **2**, vol. **7**, 71–113; London
- DAGYS, A. S. & ERMAKOVA, S. P. (1981): Triassic ammonoids of north Siberia (family Parapopanoceratidae). – Trudy instituta geologii i geofisiki Sibirskogo otdelenia Akademii Nauk SSSR, **N 495**, 106 S.; Novosibirsk (auf Russisch)
- DEGENS, E. T. D. (1968): Geochemie der Sedimente. – 282 S.; F. Enke Verlag, Stuttgart
- DRUSHCHITS, V. V. & KHIAMI, N. (1970): Structure of septa, protoconch wall and initial whorls of some early cretaceous ammonites. – J. Paleon., **1**, 35–47; Moscow
- DRUSHCHITS, V. V. & DOGUZHAYEVA, L. A. (1974): Some morphogenetic characteristics of phylloceratids and lycoceratids (Ammonoidea). – J. Paleo., **1**, 37–48; Moscow
- EDWARDS, M. B., BJAERKE, T., NAGY, J. & WORSLEY, D. (1978): The Mesozoic stratigraphy of Eastern Svalbard. – Geol. Mag., **116**, 49–54; London
- ERBEN, H. K. & REID, R. E. H. (1971): Ultrastructure of shell, origin of conellae and siphuncular membranes in an ammonite. – Biomineralisation, **3**, 22–31; Stuttgart
- FREBOLD, H. (1931): Fazielle Verhältnisse des Mesozoikums im Eisfjord-Gebiet Spitzbergens. – Skrifter om Svalbard og Ishavet, **37**, 94 S.; Oslo

- GRANDJEAN, F. (1910): Le siphon des ammonites et des bélemnites. – Bull. Soc.geol. France, **4**, **10**, 496–519; Paris
- HAGDORN, H. & MUNDLOS, R. (1983): Aspekte der Taphonomie von Muschelkalk-Cephalopoden. Teil 1: Siphozoerfall und Füllmechanismus. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **166**, 369–403; Stuttgart
- HEWITT, R. A. & WESTERMANN, G. E. G. (1986): Function of Complexly Fluted Septa in Ammonoid Shells. I. Mechanical Principles and Functional Models. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **172**, 47–69; Stuttgart
- HÖLDER, H. (1954): Über die Siphon-Anheftung bei Ammoniten. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 372–379; Stuttgart
- JONES, D. L. (1961): Muscle attachment impressions in a Cretaceous ammonite. – J. Paleont., **35**, 502–504; Menasha, Wisconsin
- JORDAN, R. (1968): Zur Anatomie mesozoischer Ammoniten nach Strukturelementen der Gehäuseinnenwand. – Beih. geol. Jb., **77**, 3–64; Hannover
- KESSLER, P. (1923): „Konchinbänder“, „Haftlinie“, „Hohlkiel“ und „Streifenbüschel“ bei Ammoniten. – Zbl. Min. etc. 499–511; Stuttgart
- KLUBOV, B. A. (1965): The main features fo the geological structure of Barents-Øya. – Materiali po geologii Spitsbergena, V. N. SOKOLOV (ed.), Inst. geol. Arctic., 149–173; Leningrad (auf Russisch)
- KORCHINSKAYA, M. V. (1972): Distribution of Nathorstites in Triassic deposits of Svalbard. – In: Mesozoic deposits of Svalbard, 64–74; Leningrad (auf Russisch)
- KORCHINSKAYA, M. V. (1972): Biostratigraphy of Triassic deposits of Svalbard. – Bull. Canadian Petrol., **20**, 742–749; Ottawa
- KORCHINSKAYA, M. V. (1982): An explanatory note to the stratigraphic scheme of the Mesozoic (Trias) of Svalbard. – Min. Geol. SSSR, NPO, „Sevmorgeo“ 40–99; Leningrad (auf Russisch)
- KRAJEWSKI, K. P. (1984): Early diagenetic phosphate cements in the Albian condensed glauconitic limestone of the Tatra Mountains, Western Carpathians. – Sedimentology, **31**, 443–470; London
- KULICKI, C. (1979): The Ammonite Shell: Its structure, development and biological significance. – Palaeontol. Polonica, **39**, 79–142; Warszawa
- LANDMANN, N. H. & BANDEL, K. (1985): Internal structures in the early whorls of Mesozoic ammonites. – Amerc. Mus. (N. H.), **2823**, 21 S.; New York
- LEHMANN, U. (1976): Ammoniten, – Ihr Leben, ihre Umwelt. – 171 S., Enke Verlag, Stuttgart
- MCLEARN, F. H. (1969): Middle Triassic (Anisian) Ammonoids from North-Eastern British-Columbia and Ellesmere Island. – Bull. Geol. Surv. Canada, **170**, 90 S.; Ottawa
- MØRK, A. (1985): Triassic fossils from Svalbard. – IKU-Report **046341.00/01/85**, Trondheim
- MØRK, A., KNARUD, R. & WORSLEY, D. (1982): Depositional and diagenetic environments of the Triassic and Lower Jurassic succession of Svalbard. – In EMBRY, A. F. & BALKWILL, H. R. (eds.), Arctic Geology and Geophysics, Canadian Soc. Petrol. Geol. **8**, 371–398; Ottawa
- MÜLLER, K. J. (1979): Phosphatocopine Ostracodes with preserved appendages from the Upper Cambrian of Sweden. – LETHAIA, **12**, 27 S.; Oslo
- MÜLLER, K. J. (1983): Crustacea with preserved soft parts from the Upper Cambrian of Sweden. – LETHAIA, **16**, 93–109; Oslo
- MÜLLER, K. J. (1985): Exceptional preservation in calcareous nodules. – Philos. Trans. R. Soc. **311 B**, 67–73, London
- MUTVEI, H. (1967): On the microscopic shell structure in some Jurassic ammonoids – N. Jb. Geol. Paläot. Abh., **129 (2)**, 157–166; Stuttgart
- MUTVEI, H. (1975): The mode of life in ammonoids. – Paläont. Z., **49 (3)**, 196–202; Stuttgart
- MUTVEI, H. & REYMENT, R. A. (1973): Buoyancy control and siphuncle function in ammonoids. – Palaeontology, **16**, **3**, 623–636; London
- PCHELINA, T. M. (1965): Mesozoic deposits around van Keulenfjord, Vestspitsbergen – Materiali po geologii Spitsbergena. Inst. Geol. Arct., 149–173; Leningrad (auf Russisch)
- RISTEDT, H. (1971): Zum Bau der Orthoceriden Cephalopoden. – Palaeontogr., **A137**, 155–195; Stuttgart
- SCHINDEWOLF, O. (1968): Analyse eines Ammoniten-Gehäuses. – Akad. Wiss. u. Lit. Abh. Naturwiss. **Kl. 8**, 139–188; Wiesbaden

- SEILACHER, A. (1975): Mechanische Simulation und funktionelle Evolution des Ammoniten-Septums. – *Paläont. Z.*, **49**, (3), 268–286; Stuttgart
- SOKOLOV, V. N. & PCHELINA T. M. (1967): On the Lower and Middle Triassic of Sørkapp Land, Vestspitsbergen. – *Doklady Akad. Nauk, SSSR*, **176B**, 1374–1377; Leningrad (auf Russisch)
- TANABE, K., FUKUDA, Y. & OBATA, I. (1980): Ontogenetic development and functional morphology in the early growth-stages of three Cretaceous ammonites – *Bull. Nat. Sci. Mus. Ser. C.*, **6**, 9–26; Tokyo
- TOZER, E. T. (1961): Triassic stratigraphy and faunas, Queen Elizabeth Islands, Arctic Archipelago. – *Mem. Geol. Surv. Canada*, **316**, 116 S.; Ottawa
- TOZER, E. T. (1973): Lower and Middle Triassic ammonoids and bivalves from Nordaustlandet (Spitsbergen), collected by Dr. Oskar Kulling in 1931. – *Geol. Foren. Forhand.*, **95**, 99–104.; Oslo
- TOZER, E. T. (1980): Triassic Ammonoidea: Geographic and Stratigraphic distribution. – In: *Syst. Ass. Spec. Vol.*, **18**, The Ammonoidea, M. R. HOUSE & J. R. SENIOR (eds.), 397–431; Academic Press, London, New York
- TOZER, E. T. & PARKER, J. R. (1968): Notes on the Triassic biostratigraphy of Svalbard. – *Geol. Mag.*, **105**, 526–542; London
- VAVILOV, M. N. & KORCHINSKAYA, M. V. (1973): First discovery of Ladinian ammonoids in eastern Taymyr. – *J. Paleon.*, **4**, 49–56; Moscow
- WEITSCHAT, W. & LEHMANN, U. (1983): Stratigraphy and ammonoids from the Middle Triassic Botneheia-Formation (Daonella Shales) of Spitsbergen. – *Mitt. Geol. -Paläont. Inst. Univ. Hamburg*, **54**, 27–54; Hamburg
- WEITSCHAT, W. (1983) Ostracoden (O. Myodocopida) mit Weichkörper-Erhaltung aus der Unter-Trias von Spitzbergen. – *Paläont. Z.*, **57**, 3/4, 309–323; Stuttgart
- WEITSCHAT, W. (1983b): On *Triadocypris spitzbergensis* WEITSCHAT. – *Stereo Atlas of Ostracodes*, Vol. **10**, (3); Blackpool

Tafel I

Fig. 1–2: *Amphipopanoceras cf. medium* (McLEARN)

Mittel Anis (*varium*-Zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitzbergen).

Fig. 1: Exemplar mit entfernter Schale; die phosphatisierten Septen kontrastieren deutlich mit der calcitischen Kammerausfüllung.
SGPIMH Nr. 3180 × 4

Fig. 2: Exemplar nach dem Ätzzvorgang; nur die phosphatisierten Septen und der Siphonal-Apparat sind erhalten geblieben. Die letzte Kammer ist mit Sediment (Apatit-Intraklasten) gefüllt.
SGPIMH Nr. 3181 × 4

Fig. 1–2: *Amphipopanoceras cf. medium* (McLEARN)

Middel Anisian (*varium* zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitzbergen).

Fig. 1: The ammonoid shell is removed mechanically, showing the contrast between the phosphatized septa and the calcitic filling of the phragmocone.
SGPIMH no. 3180 × 4

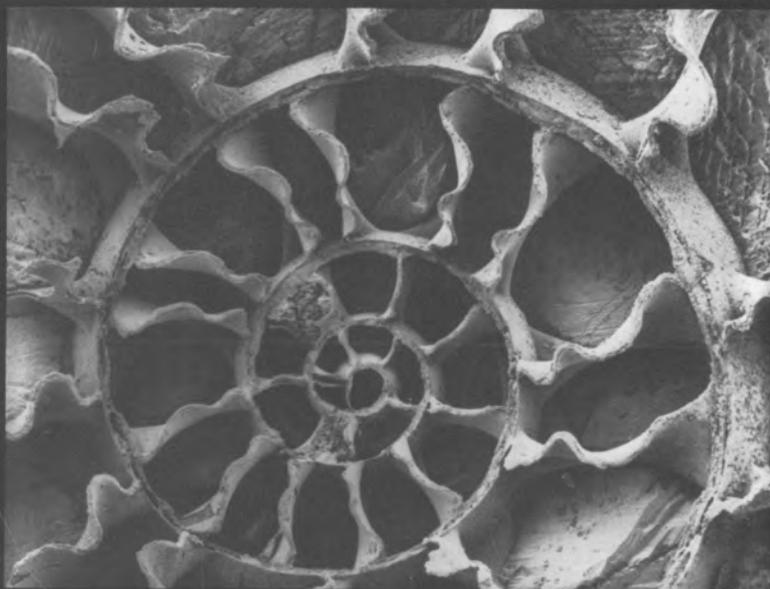
Fig. 2: Etched specimen, showing the hollow interior of the phragmocone with the phosphatized septa and the siphuncular tube. The last chamber is filled with sediment (Apatite intraclasts).
SGPIMH no. 3181 × 4



1



2



1



3



2



4

Tafel III

Fig. 1–5: *Amphipopanoceras cf. medium* (MCLEARN)

Mittel-Anis (*varium*-Zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitzbergen).

Fig. 1: Blick in den freigeätzten hohlen Innenraum des Phragmokons, die Konstruktion des Septenbaues und die Anheftung der Septen an die Gehäuse-Innenwand zeigend.

SGPIMH Nr. 3187

Maßstab 1 mm

Fig. 2: Ausschnitt von Fig. 4, mit dem Durchtritt des Siphonal-Rohres am prochoanitischen Septalhals.

SGPIMH Nr. 3185

Maßstab 100 μ

Fig. 3: Blick von Innen auf den ventralen Bereich der Kammer, mit dem geschrumpften Siphonal-Rohr, dem prochoanitischen Septalhals und der Anheftung der Septen an die Gehäuse-Innenwand.

SGPIMH Nr. 3186

Maßstab 1 mm

Fig. 4: Lateral-Ansicht eines geätzten Exemplares, die Konstruktion des Septenbaues und den Siphonal-Apparat zeigend.

SGPIMH Nr. 3185

Maßstab 1 mm

Fig. 5: Der vergrößerte Ausschnitt von Fig. 1 zeigt charakteristische, sphärolithische Strukturen im randlichen Bereich der Anheftungsstelle des Septums an der Gehäuse-Innenwand.

SGPIMH Nr. 3187

Maßstab 100 μ

Fig. 6: *Anagymnotoceras varium* (MCLEARN)

Mittel-Anis (*varium*-Zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitzbergen).

Der Ausschnitt zeigt den Protoconch, den ersten Umgang und das Siphonal-Rohr mit seiner fast zentralen Lage.

SGPIMH Nr. 3182

Maßstab 100 μ

Fig. 1–5: *Amphipopanoceras cf. medium* (MCLEARN)

Middle Anisian (*varium zone*), Barents-Øya-Formation, Wallenbergfjellet (Central-Spitsbergen).

Fig. 1: View into the hollow interior of the phragmocone of an etched specimen, showing the structure of the septa and their attachment to the inner shell wall.

SGPIMH Nr. 3187

Scale 1 mm

Fig. 2: Detail of fig. 4, showing the prochoanitic septal neck connecting the two segments of the siphuncular tube.

SGPIMH no. 3185

Scale 100 μ

Fig. 3: Etched specimen showing, the partly shrunk siphuncular tube, the prochoanitic septal neck and the attachment of the septa to the ventral part of the chamber.

SGPIMH no. 3186

Scale 1 mm

Fig. 4: Lateral view of an etched specimen, showing the structure of the septa and the shrunk siphuncular tube.

SGPIMH no. 3185

Scale 1 mm

Fig. 5: Detail of fig. 1, showing characteristic spherulitic structures where the septum is attached to the inner shell wall.

SGPIMH no. 3187

Scale 100 μ

Fig. 6: *Anagymnotoceras varium* (MCLEARN)

Middle Anisian (*varium zone*), Barents-Øya-Formation, Wallenbergfjellet (Central-Spitsbergen).

Detail of an etched specimen, showing the protoconch and the first whorl with the siphuncular tube in a nearly central position.

SGPIMH no. 3182

Scale 100 μ



1



2



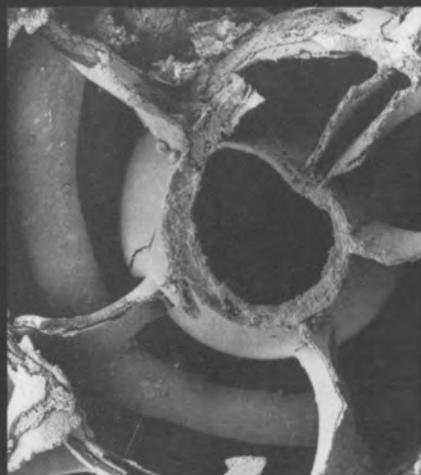
3



4



5



6

Tafel IV

Fig. 1, 3, 4: *Amphipopanoceras cf. medium* (MCLEARN)

Mittel-Anis (*varium*-Zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitzbergen).

Fig. 1: Geätztes Exemplar, der Durchmesser des Siphonal-Rohres ist durch Schrumpfung stark reduziert.

SGPIMH Nr. 3185

Maßstab 1 mm

Fig. 3: Das Siphonal-Rohr ist durch Schrumpfung stark ausgedünnt; sein ehemaliges Ausmaß hat sich an der Gehäuse-Innenwand abgeprägt.

SGPIMH Nr. 3186

Maßstab 1 mm

Fig. 4: In zwei direkt aneinander angrenzenden Kammern sind deutliche Unterschiede in der Erhaltung des Siphonal-Rohres erkennbar.

SGPIMH Nr. 3188

Maßstab 1 mm

Fig. 2: *Anagymnotoceras varium* (MCLEARN)

Mittel-Anis (*varium*-Zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitzbergen).

Das Siphonal-Rohr ist in seinem vollen Umfang erhalten geblieben.

SGPIMH Nr. 3182

Maßstab 1 mm

Fig. 1, 3, 4: *Amphipopanoceras cf. medium* (MCLEARN)

Middle Anisian (*varium* zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitsbergen).

Fig. 1: Etched specimen, showing the reduction of the siphuncular tube through shrinkage.

SGPIMH no. 3185

Scale 1 mm

Fig. 3: The siphuncular tube is greatly shrunk, its former dimension shown by lines on the inner shell wall.

SGPIMH no. 3186

Scale 1 mm

Fig. 4: Differential preservation of the siphuncular tube in two adjacent chambers of the phragmocone.

SGPIMH no. 3188

Scale 1 mm

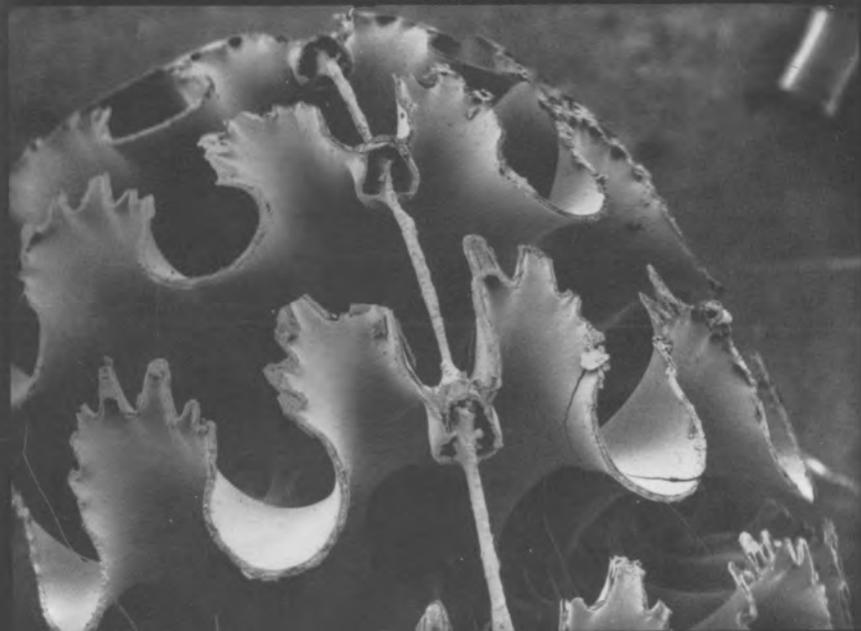
Fig. 2: *Anagymnotoceras varium* (MCLEARN)

Middle Anisian (*varium* zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitsbergen).

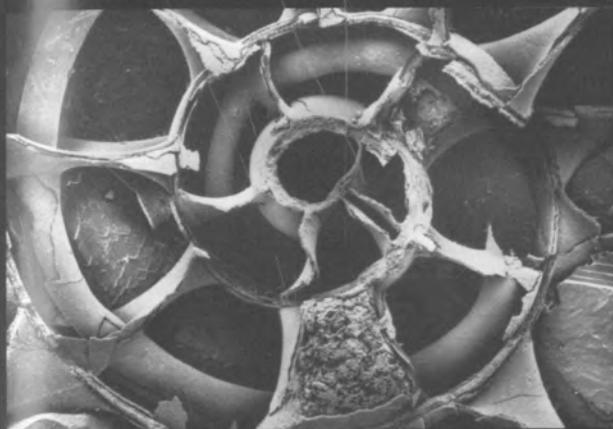
A siphuncular tube in a good state of preservation.

SGPIMH no. 3182

Scale 1 mm



1



2



3



4

Tafel V

Fig. 1: *Amphipopanoceras cf. medium* (MCLEARN)

Mittel-Anis (*varium*-Zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitzbergen).

Blick von Innen auf eine Kammer mit sehr gut erhaltenen Siphonal-Membranen, die das Siphonal-Rohr ventral an die Schaleninnenseite anheften.

SGPIMH Nr. 3189 Maßstab 300 µ

Fig. 2–5: *Anagylnotoceras varium* (MCLEARN)

Mittel-Anis (*varium*-Zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitzbergen).

Fig. 2: Querschnitt durch den Siphonal-Apparat, die Anheftungs-Membranen zeigend.

SGPIMH Nr. 3190 Maßstab 300 µ

Fig. 3: Lateral Ansicht der Siphonal-Membranen.

SGPIMH Nr. 3191 Maßstab 100 µ

Fig. 4: Blick von innen auf eine Kammer mit erhaltenen Siphonal-Membranen.

SGPIMH Nr. 3192 Maßstab 1 mm

Fig. 5: Blick auf den Siphon mit teilweise erhaltenen Siphonal-Membranen.

SGPIMH Nr. 3193 Maßstab 300 µ

Fig. 1: *Amphipopanoceras cf. medium* (MCLEARN)

Middle Anisian (*varium* zone), Barents-Øya-Formation, Wallenbergfjellet (Central-Spitsbergen).

View inside a chamber with well preserved siphuncular membranes which attach the siphuncular tube to the inner shell wall.

SGPIMH no. 3189 Scale 300 µ

Fig. 2–5: *Anagylnotoceras varium* (MCLEARN)

Middle Anisian (*varium* zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitsbergen).

Fig. 2: Transverse section of the siphuncular tube, showing the well preserved siphuncular-membranes.

SGPIMH no. 3190 Scale 300 µ

Fig. 3: Lateral view of the siphuncular membranes.

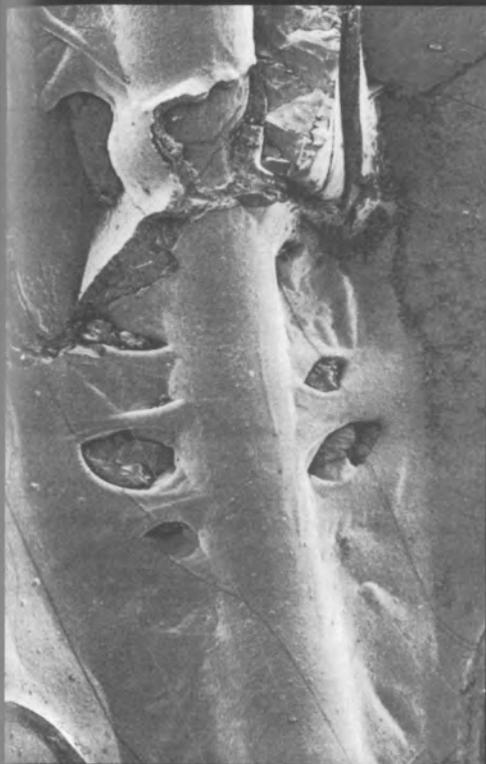
SGPIMH no. 3191 Scale 100 µ

Fig. 4: View into a chamber, showing partly preserved siphuncular membranes.

SGPIMH no. 3192 Scale 1 mm

Fig. 5: View of the siphuncular tube, showing siphuncular membranes.

SGPIMH no. 3193 Scale 300 µ



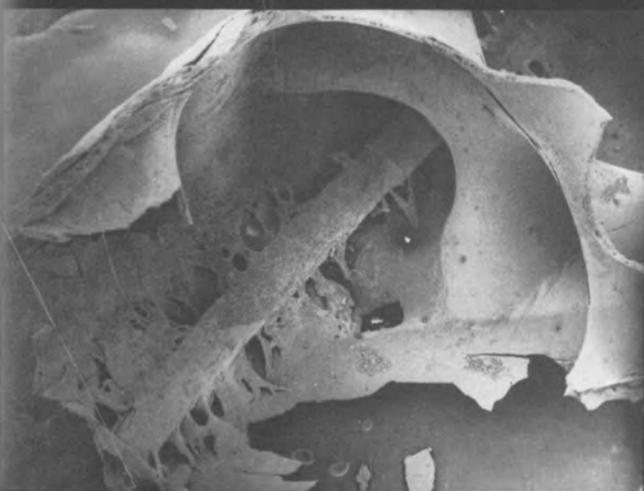
1



2



3



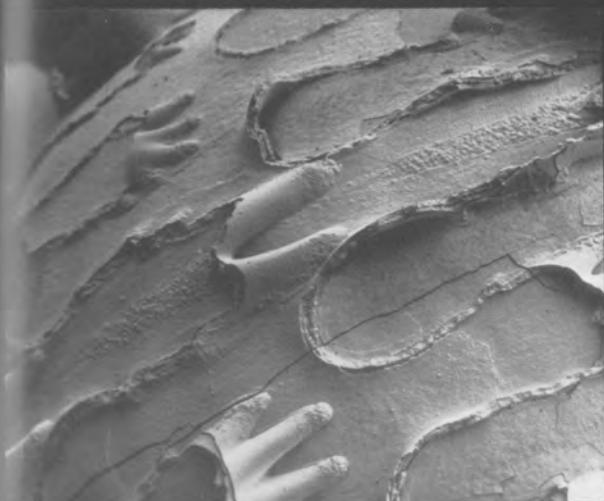
4



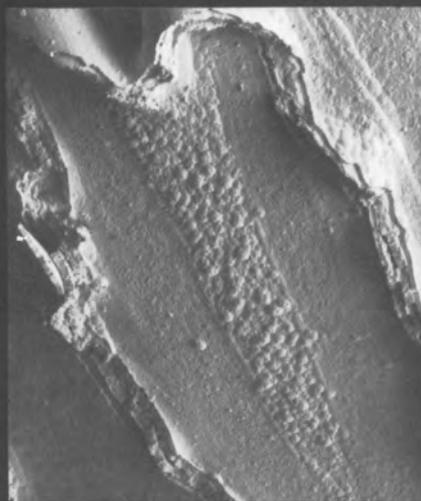
5

Tafel VI

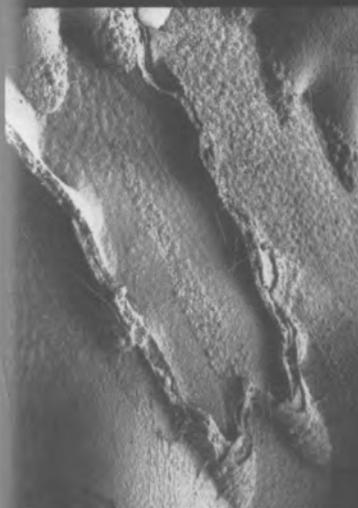
- Fig. 1, 2, 4-6: *Amphipopanoceras cf. medium* (MCLERN)
Mittel-Anis (*varium*-Zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitzbergen).
Fig. 1: Blick auf zwei Internloben, in denen die Muskelanheftungsfelder deutlich erkennbar sind.
SGPIMH Nr. 3187 Maßstab 300 µ
Fig. 2: Vergrößerter Ausschnitt von Fig. 1; das lange, schmale Muskelanheftungsfeld wird vom Septum im Internlobus umgeben.
SGPIMH Nr. 3187 Maßstab 100 µ
Fig. 4: Blick auf die internen Suturelemente; an den Bruchstellen der Septen erkennt man ehemals organische Tapeten, die die Kammern von innen auskleiden.
SGPIMH Nr. 3187 Maßstab 300 µ
Fig. 5: Ausschnitt von Fig. 1; die charakteristische Oberflächenstruktur der Kammerauskleidung zeigend.
SGPIMH Nr. 3187 Maßstab 100 µ
Fig. 6: Blick auf den Internlobus mit dem Muskelanheftungsfeld und der z. T. abgelösten Kammerauskleidung.
SGPIMH Nr. 3187 Maßstab 300 µ
- Fig. 3: *Anagymnotoceras varium* (MCLERN)
Mittel-Trias (*varium*-Zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitzbergen).
Muskelanheftungsnarbe innerhalb des Internlobus.
SGPIMH Nr. 3196 Maßstab 100 µ
- Fig. 1, 2, 4-6: *Amphipopanoceras cf. medium* (MCLERN)
Middle Anisian (*varium* zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitsbergen).
Fig. 1: View of two internal lobes with preserved retractor muscle scars.
SGPIMH no. 3187 Scale 300 µ
Fig. 2: Detail of fig. 1, showing the long slender scar of the retractor muscle surrounded by the septum which forms the internal lobe.
SGPIMH no. 3187 Scale 100 µ
Fig. 4: View of the attachment of the internal lobes; the fracturing allows the multilayered structure of the septa to be seen, which indicates an inner coating layer of the chamber.
SGPIMH no. 3187 Scale 300 µ
Fig. 5: Detail of fig. 1, showing the characteristic coating of the inside of the chambers.
SGPIMH no. 3187 Scale 100 µ
Fig. 6: View on the internal lobe, showing the retractor muscle scar and the multilayered structure of the septal-wall.
SGPIMH no. 3187 Scale 300 µ
- Fig. 3: *Anagymnotoceras varium* (MCLERN)
Middle Anisian (*varium* zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitsbergen).
Scar of the retractor-muscle within the internal lobe.
SGPIMH no. 3196 Scale 100 µ



1



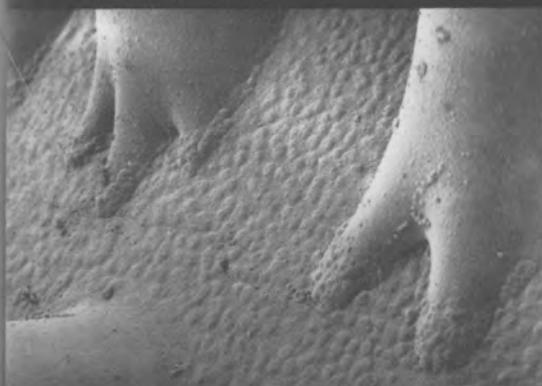
2



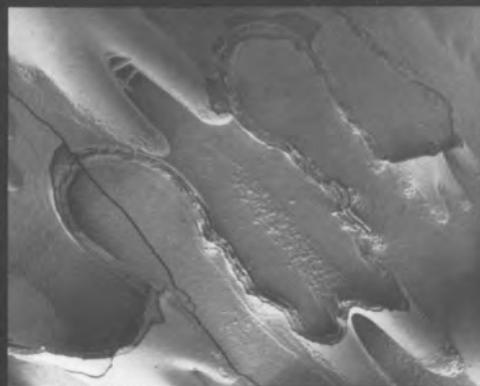
3



4



5



6

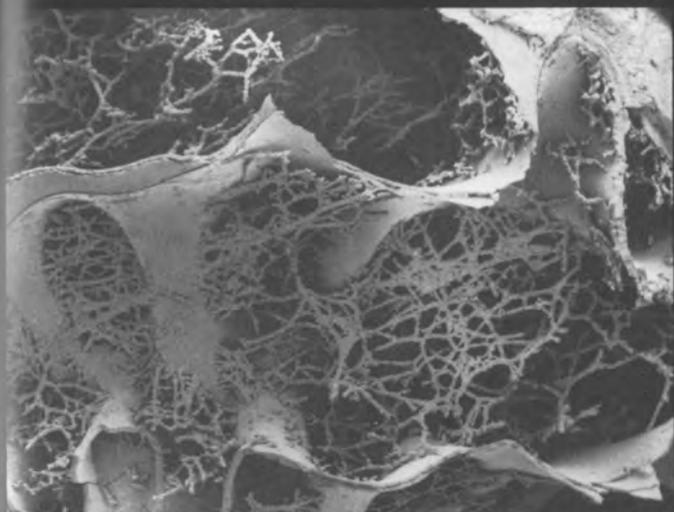
Tafel VII

Fig. 1–6: Phosphatisierte fadenartige Strukturen, interpretiert als Hyphen mariner Pilze in freigeätzten Phragmokonen von *Amphipopanoceras* cf. *medium* (MCLEARN). Mittel-Anis (*varium*-Zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitzbergen).

- Fig. 1: Zwei Kammern, nahezu vollständig erfüllt durch das Geflecht feinsten sich häufig verzweigender Fäden.
SGPIMH Nr. 3197 Maßstab 1 mm
- Fig. 2: Die einzelnen Fäden sind an den Septalwänden angeheftet und wachsen flächenhaft ins Kammerinnere.
SGPIMH Nr. 3198 Maßstab 100 µ
- Fig. 3: Der vergrößerte Ausschnitt zeigt die körnige Oberflächen-Struktur der Geflechte.
SGPIMH Nr. 3199 Maßstab 100 µ
- Fig. 4: Ausschnitt, die ungeordnete Verzweigung der Fäden und ihr Anheften an die Septalwand zeigend.
SGPIMH Nr. 3199 Maßstab 100 µ
- Fig. 5: Ausschnitt, vom Siphonal-Rohr ausgehende Fäden zeigend.
SGPIMH Nr. 3200 Maßstab 100 µ
- Fig. 6: Stark vergrößerter Ausschnitt, die aus phosphatischen Sphärolithen aufgebaute Oberflächen-Struktur zeigend.
SGPIMH Nr. 3200 Maßstab 10 µ

Fig. 1–6: Phosphatized branching filaments interpreted as hyphae of marine fungi in hollow phragmocones of *Amphipopanoceras* cf. *medium* (MCLEARN) Middle Anisian (*varium* zone), Barents-Øya-Formation; Wallenbergfjellet (Central-Spitsbergen).

- Fig. 1: Two chambers filled with numerous branching filaments.
SGPIMH no. 3197 Scale 1 mm
- Fig. 2: The filaments are attached to the septal wall and grow more or less in a plane.
SGPIMH no. 3198 Scale 100 µ
- Fig. 3: Detail, showing the granulous surface of the branching filaments.
SGPIMH no. 3199 Scale 100 µ
- Fig. 4: Detail, showing the irregular type of branching of the filaments and their attachment to the septal wall.
SGPIMH no. 3199 Scale 100 µ
- Fig. 5: Detail, showing filaments originated from the siphuncular tube.
SGPIMH no. 3200 Scale 100 µ
- Fig. 6: Detail, showing surface of a filament with a spherulithic structure.
SGPIMH no. 3200 Scale 10 µ



1



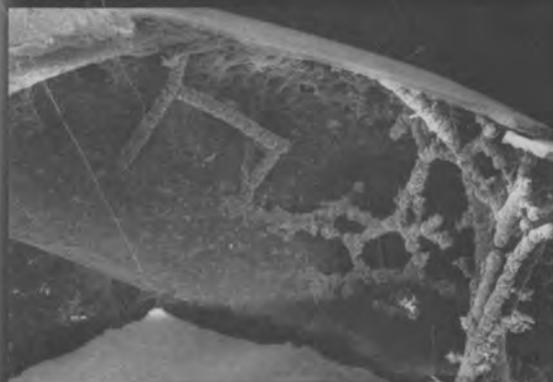
2



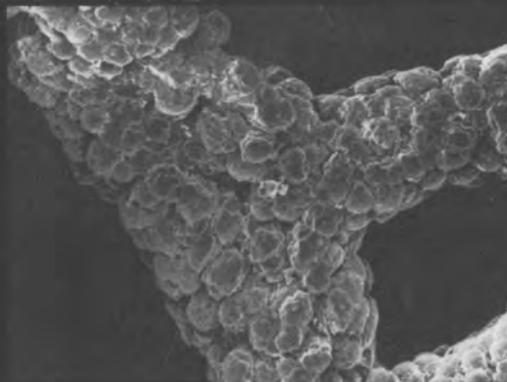
3



4



5



6