

MAX URLICHS & RUDOLF MUNDLOS

Zur Entstehung von Ceratiten-Pflastern im Germanischen Oberen Muschelkalk (Mitteltrias) Südwestdeutschlands

Kurzfassung

Museumsmaterial von Ceratiten-Pflaster aus dem Oberen Muschelkalk (Mitteltrias) von Bruchsal (Nordbaden) sowie Neufunde aus Heckfeld und Sindelfingen (Württemberg) werden beschrieben und ihre Taphonomie diskutiert: Nach dem Absinken wurden die leeren Ceratiten-Gehäuse auf dem Meeresboden gerollt. Hierbei zerbrachen sie vor allem im Mündungsbereich der Wohnkammer und im ventralen Teil des Phragmokons vor der Wohnkammer. Anschließend wurden sie meist flach auf der Flanke liegend zusammengeschwemmt und verfüllt. Sie blieben in dieser Stellung bis zur endgültigen Einbettung liegen.

Abstract

To the formation of Ceratite pavements in the Germanic Upper Muschelkalk

Museum material of Ceratite pavements from the Upper Muschelkalk (Middle Triassic) near Bruchsal (N-Baden) and recent findings from Heckfeld and Sindelfingen (Württemberg) are described and their taphonomic history is discussed: After sinking the empty Ceratite shells were bowled on the sea floor. On this occasion they broke first of all in the aperture region and in the ventral part of the phragmocone in front of the aperture. Then they were washed together lying mostly flat on the flank and they were filled. They remained lying in this position up to their burial.

Autoren

Dr. MAX URLICHS, Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-7000 Stuttgart 1,
Dr. h. c. RUDOLF MUNDLOS, Schachtstr. 6, D-7107 Bad Friedrichshall.

1. Einleitung

Flächige Anreicherungen von Ceratiten-Steinkernen, die sich bis zu sogenannten Ceratiten-Pflastern verdichten, sind im Oberen Muschelkalk Süddeutschlands aus vielen stratigraphischen Horizonten bekannt (z. B. GEISLER 1939: 231; MAYER 1956, 1961, 1978, 1979; STETTNER 1913: 102, 1924: LXXXVII).

In Ceratiten-Pflastern sind die Steinkerne so eng gepackt, daß sie Pulk mit unregelmäßigem Umriß bilden. MAYER (1961: 64) beschreibt das Erscheinungsbild solcher Pflaster von der Unterseite einer Schillbank aus der unteren *evolutus*-Zone von Bruchsal. Er bezeichnet solche Ceratiten-Anhäufungen als Sohlflächen-Großschalenpflaster. Platten von derselben Fundstelle hat SEILACHER (1963: 594–597, Abb. 1; 1966: 481, Abb. 1; 1971: 16–21, Taf. 6) untersucht. Er rekonstruiert folgenden Ablagerungsverlauf: Die Ceratiten-Gehäuse wurden ursprünglich senkrecht in „Schwimmelage“ eingebettet, im Durchzug zum Teil mit Sediment verfüllt und dann der aus der Sedimentoberfläche herausragende Teil des

Phragmokons gekappt; danach wurden sie als mit Sediment gefüllte Gehäuse freigespült und zu Pflastern aufgearbeitet. Die von SEILACHER (1963, 1966, 1971) als umgelagert vermuteten Ceratiten von Bruchsal konnten auch von uns nur von der Bankunterseite überprüft werden.

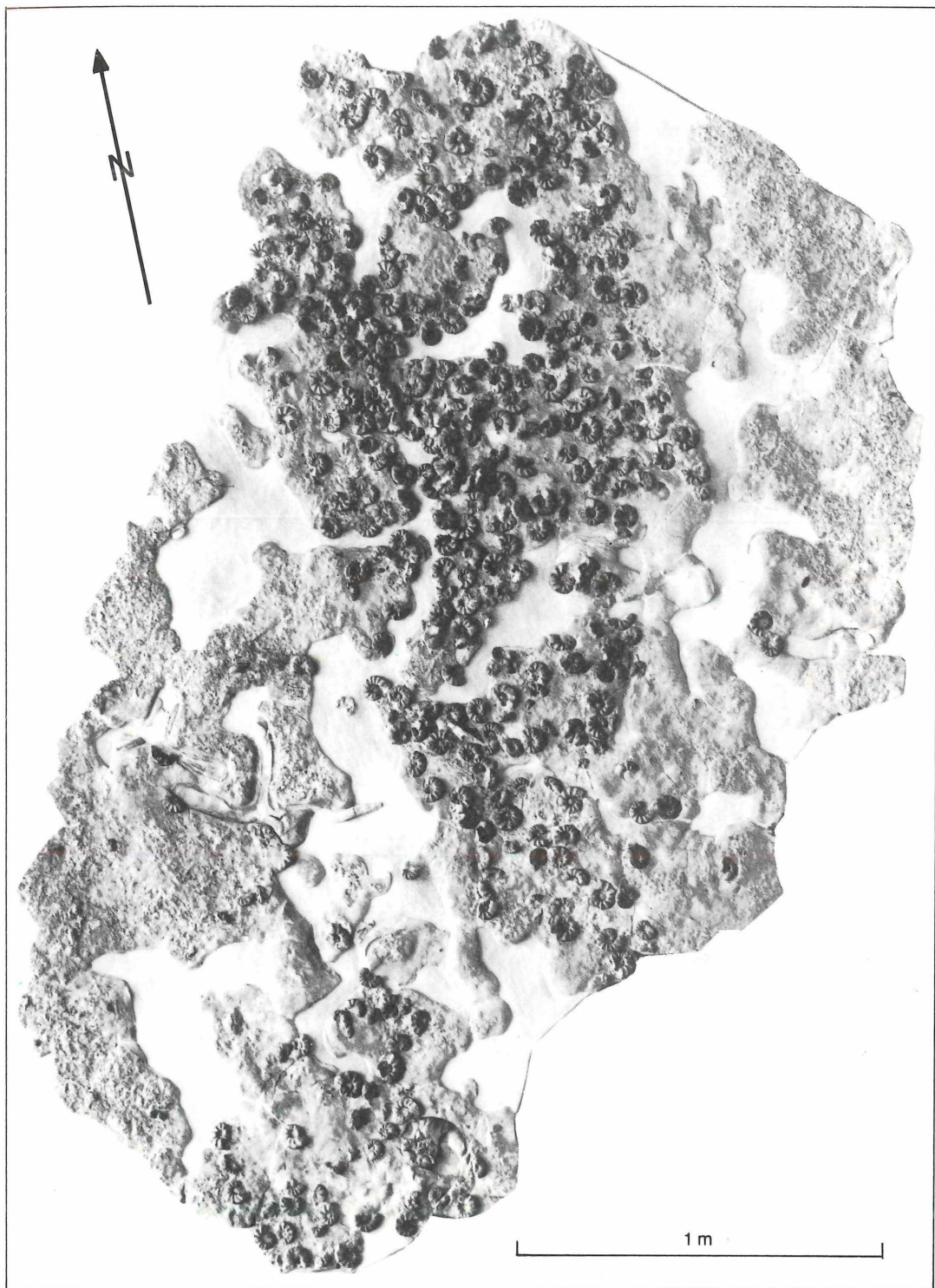
Nun liegen drei Oberflächenpflaster von Bruchsal (MAYER 1979), Heckfeld bei Tauberbischofsheim und Sindelfingen-Darmsheim vor, auf denen ebenfalls sogenannte gekappte Ceratiten vorhanden sind. Sie zeigen zum Teil Septenausfall, wie ihn A. H. MÜLLER (1978) beschrieben, aber falsch gedeutet hat (HAGDORN & MUNDLOS 1988). An ihnen wird diskutiert, ob es sich tatsächlich um Umlagerungen handelt. Zum Vergleich wurden horizontierte Aufsammlungen besonders aus Tonhorizonten sowie Einzelexemplare zum Teil in polierten Sagittalschnitten von verschiedenen Fundpunkten untersucht. Der Füllmechanismus bei Ceratiten ist von SEILACHER (1966, 1967, 1971), DURINGER (1982a, b) und HAGDORN & MUNDLOS (1983) beschrieben worden, so daß hier nur ergänzende Beobachtungen mitgeteilt werden.

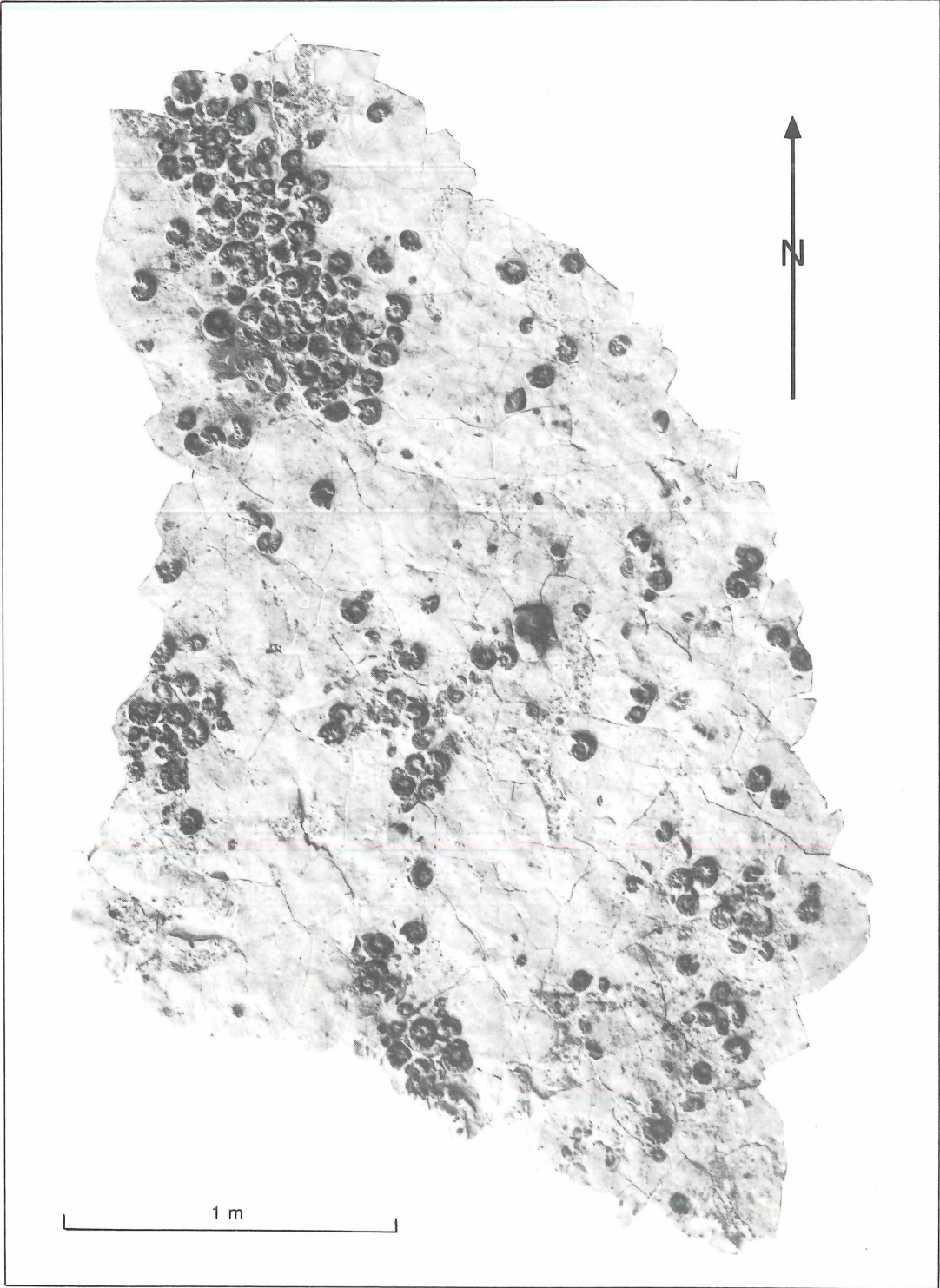
Für die Arbeit wurde Material aus den Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe (LNK) und dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart (SMNS) verwendet.

Dank

Die Herrn K. P. und M. TÖPFER (Heilbronn) haben die Fundstelle Heckfeld Ende 1979 entdeckt und ihre Lage dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart bekanntgemacht. Die Genehmigung zur Grabung erteilte das Straßenbauamt in Bad Mergentheim. Neben Mitarbeitern des Staatlichen Museums für Naturkunde in Stuttgart (N. ADORF, H.-U. FLÜGGE, M. KAPITZKE) beteiligten sich an der Grabung als Mitglieder der Bezirksamt Heilbronn der Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie: Frau U. LEUZ, die Herren R. METZLER, W. SPEER und M. TÖPFER (alle Heilbronn) sowie Herr K. TÜRSCHEL (Osterburken-Schlierstadt). Die Präparation des Materials von Heckfeld besorgte W. DIEM (Ludwigsburg). Prof. Dr. S. RIETSCHEL und Prof. Dr. L. TRUNKO (beide Karlsruhe) ermunterten uns, die Bruchsaler Ceratiten-Pflaster zu untersuchen. Herrn HAGDORN (Ingelfingen) verdanken wir Literaturhinweise. B. RAPPOLO (Oedheim), Dr. A. SCHÄFER (Sindelfingen) und Dr. E. STIER (Stuttgart) unterstützten uns bei der Geländearbeit. Die Fotos fertigten V. GRIENER (Karlsruhe) und H. LUMPE (Stuttgart) an, die Zeichnungen zum Teil F. WEICK (Karlsruhe). Für diese Hilfen bedanken wir uns herzlich.

Abbildung 1. Ceratiten-Pflaster auf Sohlfläche. Oberer Muschelkalk, *evolutus*-Zone (Unterladin); Eichelberg bei Bruchsal/Kreis Karlsruhe. LNK trm 61.





2. Beschreibung

2.1 Sohlflächen-Pflaster von Bruchsal (Abb. 1, 3)

Teile des Sohlflächen-Pflasters aus der unteren *evolutus*-Zone von Bruchsal liegen heute in verschiedenen Museen. Einen Übersichtsplan der Grabung hat MAYER (1961: Abb. 3) veröffentlicht und später (MAYER 1978) ergänzt. Diese Ceratiten-Pflaster waren wiederholt der Gegenstand von Untersuchungen (HÖLDER 1960, MAYER 1956, 1961, 1978 und SEILACHER 1963, 1966, 1971). Deshalb werden hier nur wichtige Einzelheiten wiederholt und weitere Beobachtungen mitgeteilt, die an der Karlsruher und an der Tübinger Platte gemacht worden sind.

Die Ceratiten haben 6–10 cm Enddurchmesser. Sie sind von der Unterseite, bis auf die Wohnkammerlänge, meist vollständig erhalten. Oft sind sie so dicht gepackt, daß sie sich überdecken und deshalb nicht bestimmbar sind. MAYER (1961: 62; 1978: 449) hat nur *Ceratites (Acanthoceratites) evolutus tenuis* aufgeführt; wie HÖLDER (1960: 134) aber bemerkt, ist die Variabilität von Nabelweite und Skulptur groß. So handelt es sich tatsächlich um verschiedene Arten und Unterarten. Von 357 Exemplaren auf dem Karlsruher Sohlflächen-Pflaster wurden bestimmt:

56 (= 15,7%) *Ceratites (Opheoceratites) evolutus evolutus* PHILIPPI

70 (= 19,6%) *Ceratites (Opheoceratites) evolutus tenuis* RIEDEL

78 (= 21,8%) *Ceratites (Opheoceratites) evolutus subspinosus* STOLLEY

5 (= 1,4%) *Ceratites (Opheoceratites) evolutus papillatus* WENGER

67 (= 18,8%) *Ceratites (Acanthoceratites) spinosus praecursor* RIEDEL

81 (= 22,7%) *Ceratites* indet.

Die Begleitfauna wurde von MAYER (1961, 1978) aufgeführt. Erwähnenswert sind zwei *Germanonautilus bidorsatus* in Seitenlage, die jeweils am Rand der Ceratiten-Pflaster liegen.

Wie bereits MAYER (1961) feststellt, lag dieses Ceratiten-Pflaster als Sohlfläche auf einem Mergelhorizont. Es ist heute umgedreht montiert. Viele Ceratiten liegen schräg auf der Platte und stehen etwas ab, sie ragten also in den unterlagernden Mergel hinein (Abb. 1). Vermutlich sind die schräg liegenden Ceratiten nach ihrer Ablagerung unterspült worden und in Luvkolke (FUTTERER 1978) zurückgekippt. Das überlagernde Kalkbänken ist in den von Ceratiten freien Bereichen 1–2 cm und über den Pflastern 2–4 cm mächtig. Durch die überlagernde Schicht ist also eine geringe Bodenvertiefung ausgeglichen worden. Das heißt aber auch, daß die streifenförmigen Ceratiten-Pflaster in Rinnen, wie sie

bereits HÖLDER (1960: 133) vermutet hat, eingeschwemmt worden sind.

Die Ceratiten-Pflaster sind zu 1,0 bis 1,5 m breiten und mindestens 5 m langen Streifen (MAYER 1961, Abb. 3) zusammengeschwemmt und in etwa NNW-SSE-Richtung orientiert. Es handelt sich um strömungsparallele Streifen.

Die Einsteuerung der vereinzelt, flach liegenden Exemplare wurde eingemessen und die lineare Richtung vom Nabel über das Wohnkammerende in einer Richtungsrose dargestellt (siehe BRENNER 1978). Mündungsränder sind bei den flach liegenden Ceratiten nicht erhalten (HAGDORN & MUNDLOS 1988). Folglich wurde vernachlässigt, daß der Mündungsbereich des Steinkerns meist nicht mehr der Mündung der ehemaligen Schale entspricht. Die Abweichung ist wahrscheinlich gering, ähnlich den von SEILACHER et al. (1976) beschriebenen Wohnkammerkonkretionen von *Leioceras* aus dem Aalenium Süddeutschlands. Entgegen BRENNER (1978) konnte kein Unterschied zwischen links- und rechtsseitig eingebetteten Exemplaren beobachtet werden, deshalb haben wir beide Positionen zusammen ausgewertet. Die Orientierung der Ceratiten im Hinblick auf die Strömungsrichtung ist nicht besonders deutlich, eine schwache Quereinsteuerung ist aber vorhanden (Abb. 3).

2.2 Dachflächen-Pflaster von Bruchsal (Abb. 2, 3, 4)

Das Dachflächen-Pflaster von Bruchsal ist samt seiner Begleitfauna von MAYER (1979) veröffentlicht worden. Auf der etwa 4 qm großen Platte (Abb. 2) liegen in der Mitte drei kleine nord-süd-orientierte Ceratiten-Pflaster und am linken und rechten Rand jeweils weitere kleinere Anhäufungen. Dazwischen liegen verstreut Einzelexemplare.

Wie bei dem Sohlflächen-Pflaster ist die Artenzahl größer als bisher angenommen wurde. Nachgewiesen sind:

Ceratites (Opheoceratites) evolutus evolutus PHILIPPI

Ceratites (Opheoceratites) evolutus tenuis RIEDEL

Ceratites (Acanthoceratites) spinosus praecursor RIEDEL

Da der Erhaltungszustand teilweise schlecht ist, konnten nur wenige Exemplare genau bestimmt werden. Deshalb wird auf eine Auszählung der Individuen verzichtet.

Die 8–10 cm großen Ceratiten liegen auf einer 1,9 bis 2,5 cm, maximal 3,0 cm mächtigen Schillbank, und zwar meist flach auf der Flanke. Nur wenige Exemplare stehen steil bis senkrecht (Tab. 1). Meist ist die Wohnkammer zum großen Teil, aber durch Drucklösung angelöst, erhalten, und vom Phragmokon ist nur der letzte $1/2$ - bis $3/4$ -Umgang etwa bis zu den Siphonaldurchbrüchen verfüllt. Der Sedimentspiegel nimmt in den einzelnen Kammern von der Wohnkammer treppenartig allmählich nach hinten ab (DÜRINGER 1982a: 73–74). Mitunter kommen einige Exemplare vor, bei denen der Phragmo-

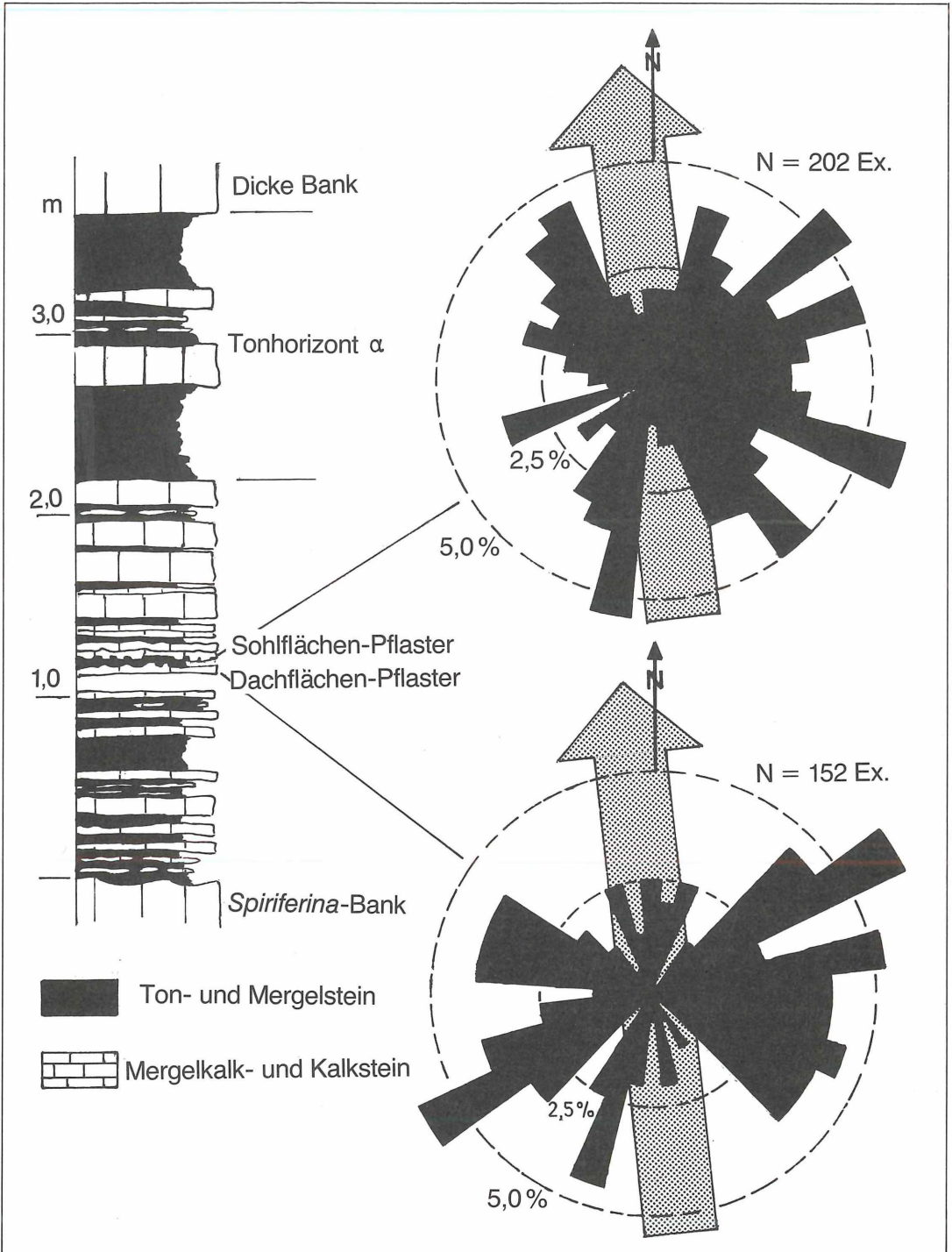


Abbildung 3. Richtungsrosen der Längsachsen von links- und rechtsseitig eingebetteten Ceratiten. Oberer Muschelkalk, *evolutus*-Zone (Unterladin); Eichelberg bei Bruchsal/Kreis Karlsruhe. Oben: Sohlflächenpflaster, Unten: Dachflächenpflaster. Profil nach MAYER (1961). Schraffierter Pfeil: Strömungsrichtung.

kon vollständig, die Wohnkammer aber nur als Abdruck erhalten ist (MAYER 1979, Abb. 4). Etwa ein Viertel aller Exemplare zeigt Zerstörungen an der ventralen Phragmokonseite vor der Wohnkammer und teilweisen bis völligen Septenausfall (Tab. 1).

Die Einsteuerung der Ceratiten in den Pflastern und die der Einzelexemplare wurden eingemessen. Es konnte kaum ein Unterschied der Einsteuerung zwischen beiden nachgewiesen werden. In den Pflastern ist die Einsteuerung lediglich unregelmäßiger. Vermutlich sind die Einzelexemplare auf der rauen Schillunterlage an der Längseinstreuung gehindert worden, und sie liegen, wie die in den Pflastern, quer eingesteuert (Abb. 3). Daneben ist noch ein kleines Maximum in Strömungsrichtung nach Norden vorhanden.

Erwähnenswert ist noch ein *Germanonautilus*-Steinkern in der Plattenmitte (Abb. 4). Er zeigt in bezug auf seine Einregelung gegenüber den Ceratiten einige Besonderheiten: In seiner unmittelbaren Nähe fehlen die Ceratiten. Das *Germanonautilus*-Gehäuse hat sich in der Strömung wohl eigenständig verhalten. Wir rekonstruieren deshalb seine Einbettungstaphonomie: Die Außen- und Innenbesiedelung der Wohnkammer mit dem Epoeken *Placunopsis* (LINCK 1956: 165) zeigt an, daß das Gehäuse den Meeresboden zuerst mit der Ventralseite der Wohnkammer, und zwar mit der Mündung

aufwärts gerichtet, erreicht hat. Das Gehäuse verblieb bei aussetzender oder geringer Sedimentation in dieser „Schaukelstuhl“-Stellung bis zum Heranwachsen der Placunopsiden auf 0,5 bis 1,5 cm Durchmesser, ein Zeitraum, der sicherlich über ein Jahr andauerte (WAGNER 1936). Bei verstärkt einsetzender Strömung wurde das Gehäuse dann auf die Mündung in stabile Lage gekippt und mit Sediment verfüllt. Die nach vorn stark verbreiterte Wohnkammer weist nun in Strömungsrichtung. Bei der Einbettung bildete sich rundum eine Kolkrinne von 1 bis 2 cm Tiefe, deren wahrscheinliche Hufeisenform aber nicht überliefert ist.

2.3 Dachflächen-Pflaster von Heckfeld (Abb. 5–8, 12–13)

Im Winter 1979/80 wurde die Straße von Heckfeld nach Buch am Horn neu gebaut (Main-Tauber-Kreis, topogr. Karte 1:25 000 Nr. 6423 Ahorn, R 44 150, H 90 200). Während des Straßenbaus war von km 3,8 bis 3,9 die Schichtenfolge vom Tonhorizont beta 1 bis zur Cycloidesbank gamma (*spinus*- bis *enodis/laevigatus*-Zone) aufgeschlossen. Im Bereich des Tonhorizonts beta 1 konnten wir flächig vom 20. 2. bis 26. 2. 1980 graben. In Handarbeit wurde auf einer Fläche von 9 x 15 m der Tonhorizont beta bis auf das Ceratiten-Pflaster abgegraben. Vorkommen der einzelnen Cerati-

Tabelle 1. Prozentuale Verteilung der Verfüllungsgrade und Einbettungslagen bei Ceratiten aus dem Oberen Muschelkalk.

Verfüllungsgrad	Wohnkammer vollständig, Phragmokon			Wohnkammer vollständig u. Phragmokon			Anzahl
	ohne Septenausfall	teilweise mit Septenausfall		einige Phragmokonkammern			
Einbettungslage	flach auf Flanke	flach auf Flanke	vertikal bis steil schräg	flach	vertikal bis steil schräg	flach auf Flanke	
Neckarrems							
<i>P. (Progonoceratites)</i> u.							
<i>C. (Doloceratites)</i>	53,1 %		12,3 %	30,2 %	4,4 %		252
Haßmersheimer Mergel 3							
Sindelfingen-Darmsheim							
<i>C. (Acanthoceratites)</i> u.	20,3 %	48,1 %		23,4 %	5,7 %	2,5 %	158
<i>C. (Opheoceratites)</i>							
<i>Spiriferina</i> -Bank							
Bruchsal							
<i>C. (Acanthoceratites)</i> u.	15,6 %	23,0 %	3,0 %	54,5 %	—	3,9 %	231
<i>C. (Opheoceratites)</i>							
1,1 m unter Tonhorizont alpha, Dachfl.							
Bruchsal							
<i>C. (Acanthoceratites)</i> u.	47,7 %	30,8 %	—	13,7 %	7,9 %		344
<i>C. (Opheoceratites)</i>							
1,0 m unter Tonhorizont alpha, Sohfl.							
Neudenau							
<i>C. (Acanthoceratites)</i> u.	33,4 %	2,6 %	21,5 %	12,9 %	29,6 %		311
<i>C. (Opheoceratites)</i>							
Basis Tonhorizont alpha							
Heckfeld b. Tauberbischofsheim							
<i>C. (Acanthoceratites)</i>	19,0 %	25,0 %	33,8 %	20,4 %	29,6 %	1,8 %	452
Tonhorizont beta 1							

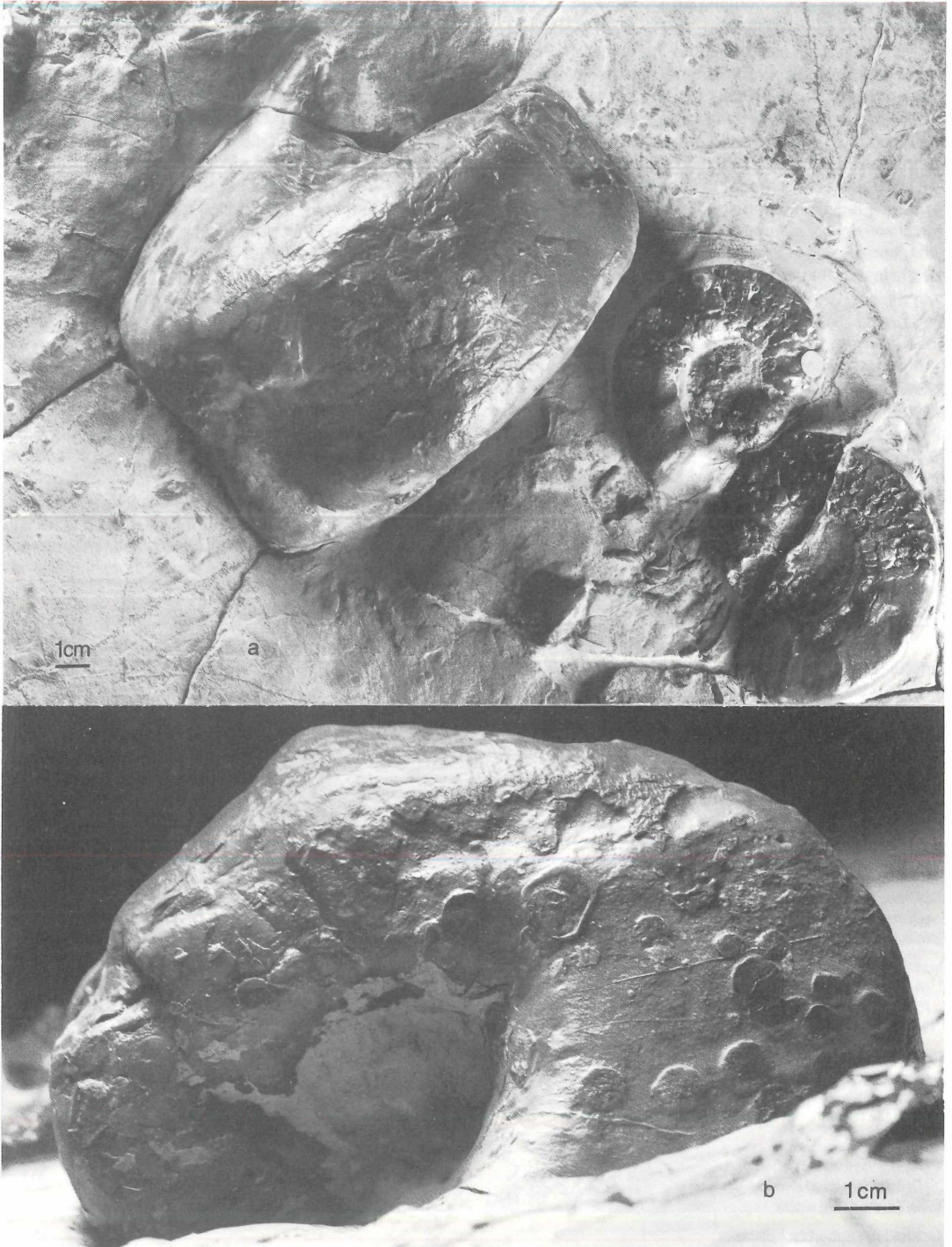


Abbildung 4. *Germanonautilus bidorsatus* (SCHLOTHEIM), auf die Mündung gekippt und mit Strömungskolk. Oberer Muschelkalk, evolutus-Zone (Unterladin); Eichelberg bei Bruchsal/Kreis Karlsruhe. LNK trm 60.

ten-Arten sind auf Abbildung 5 verzeichnet.

Die Ceratiten-Anhäufungen und die Einzelexemplare an der Basis des Tonhorizonts beta 1 wurden kartiert (Abb. 6). Die isolierten Einzelexemplare liegen meist flach auf der Flanke und nur selten steil (Abb. 7). An den Rändern der Ceratiten-Pflaster liegen sie ebenfalls flach, während sie in den Zentren der Pflaster häufig steil schräg bis senkrecht, und zwar mit der Wohnkammer nach unten, eingebettet sind (Abb. 8). Diese Exemplare weisen Lobenlibellen (SEILACHER 1966) auf und sind deshalb primär senkrecht eingebettet (Abb. 13). Der Erhaltungszustand der horizontal eingebetteten Exemplare ist schlecht, da meist nur die Wohnkammer vollständig, aber oft angelöst und der Phragmokon häufig nur etwas über die Siphonaldurchbrüche hinweg verfüllt ist. Die Füllhöhe nimmt in den einzelnen Phragmokon-Kammern von der Wohnkammer an treppenartig nach hinten ab (DURINGER 1982a: 73). Ein Viertel aller gefundenen Ceratiten (Tab. 1) zeigt Kappung (SEILACHER 1963) und hiervon ein großer Teil auch Septenausfall (MÜLLER 1978) (Abb. 12). Berücksichtigt man, daß bei den senkrecht eingebetteten Ceratiten Kappung und Septenausfall in den meisten Fällen wegen fehlender Füllung nicht nachweisbar sind, und bezieht man den Prozentsatz an gekappten Exemplaren nur auf die flach eingebetteten, dann weisen 44,3% Kappung auf. Die Ceratiten aus dem Tonhorizont beta 1 von Heckfeld haben Füllstrukturen, die der heutigen Fundlage entsprechen. Auch die Feinschichtungsblätter, die auf 30 Sagittalschnitten gefunden wurden, zeigen jeweils die Lage an, in der sie heute gelegen hatten. Lediglich ein einziges Exemplar unter Hunderten konnte entdeckt werden, das Lobenlibellen hat, also senkrecht verfüllt wurde, aber horizontal eingebettet ist. Sekundäre Umlagerung von verfüllten Gehäusen oder Steinkernen ist also hier nur ganz selten vorhanden.

Die Einzelexemplare liegen meist im Mergel oder selten auf einem Schill, der aus *Entolium discites* und untergeordnet aus *Hoernesia socialis* besteht. Unter den Pflastern befindet sich immer eine Schill-Lage, die ebenfalls aus diesen Muscheln aufgebaut ist. Sie keilt am Rand der Pflaster jeweils aus. In den Zwickeln zwischen den Ceratiten und in den nach oben gerichteten Wohnkammern findet sich häufig Hochkantschill.

Relativ selten konnte *Germanonautilus tridorsatus* und *G. bidorsatus* gefunden werden, und zwar meist isoliert außerhalb der Pflaster (Abb. 6). Fast alle Exemplare sind senkrecht bis schräg auf die Mündung eingekippt (Tab. 2), ihre Wohnkammern sind nur zum Teil mit Sediment gefüllt, so daß an den fossilen Wasserwaagen nachträglich die Einbettungslage rekonstruierbar ist.

Die Ceratiten-Pflaster und die Einzelexemplare sind in südwest-nordöstlicher Richtung verlaufenden 0,1 bis 1,5 m breiten Streifen angeordnet. Sie verlaufen strömungsparallel. Ob die Ceratiten in Rinnen einge-

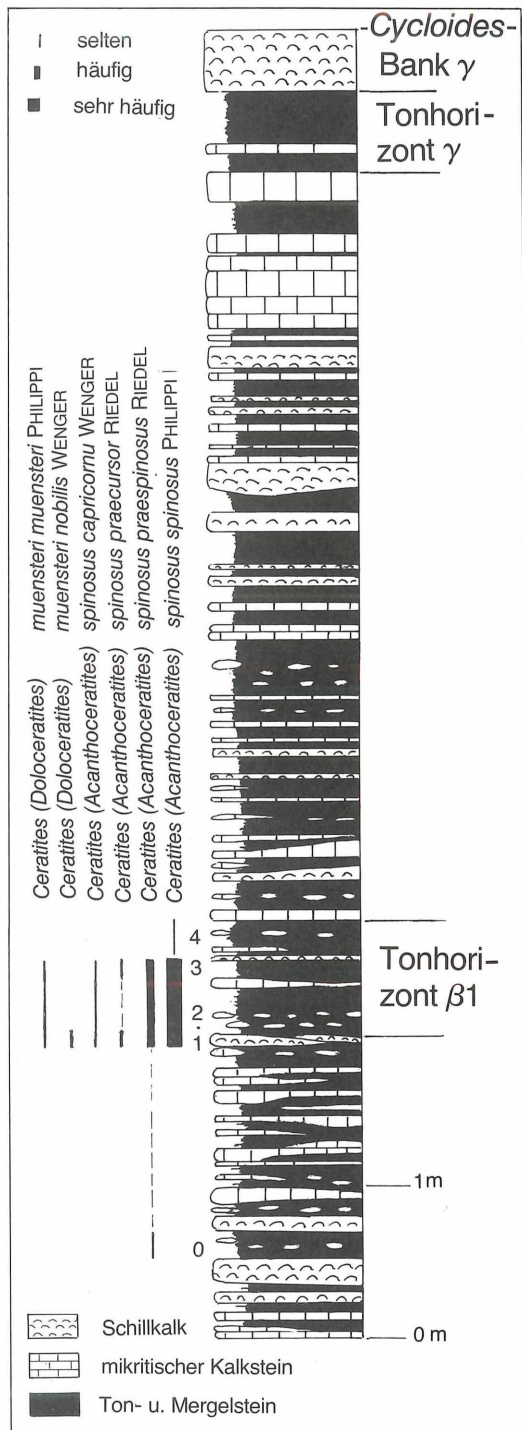


Abbildung 5. Profil und Verbreitung der Ceratiten. Oberer Muschelkalk, *spinosus*- bis *enodis/laevigatus*-Zone (Unterladin); Heckfeld bei Tauberbischofsheim/Main-Tauber-Kreis.

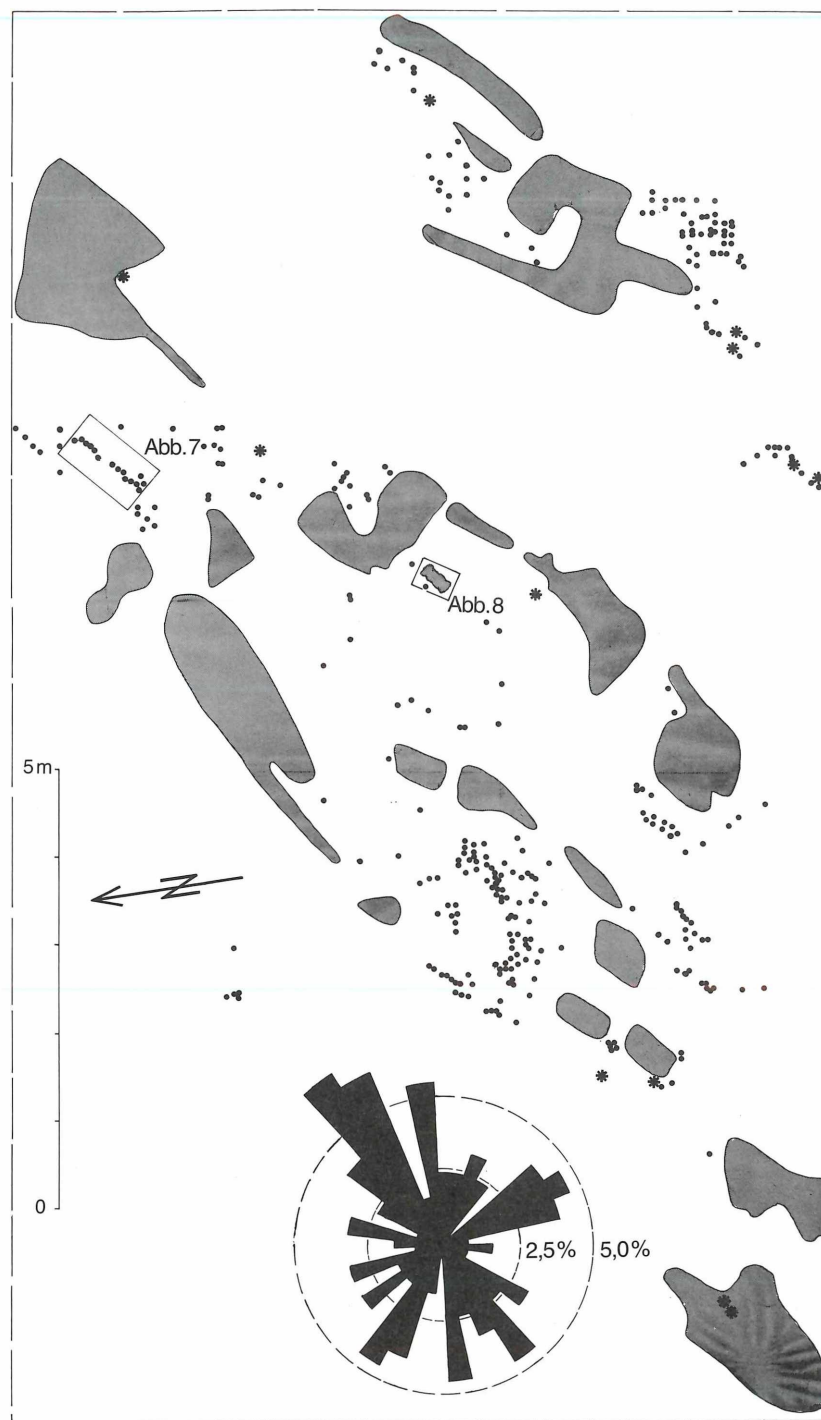


Abbildung 6. Lageplan des Ceratiten-Pflasters und Richtungsrose von links- und rechtsseitig flach eingebetteten Ceratiten. Oberer Muschelkalk, Tonhorizont beta 1, spinosus-Zone; Heckfeld bei Tauberbischofsheim/Main-Tauber-Kreis.

- *Ceratites*, Einzelexemplar
- * *Germanonautilus*, Einzelexemplar
- Anhäufung von *Ceratites*

Tabelle 2. Verteilung der Verfüllungsgrade und Einbettungslagen bei *Germanonautilus* aus dem Oberen Muschelkalk.

Verfüllungsgrad Einbettungslage	Wohnkammer und Phragmokon		Wohnkammer, Siphon u. z. T. die letzten Kammern	
	flach auf Flanke	vertikal bis steil schräg auf Mündung eingekippt	flach auf Flanke	vertikal auf Wohnkammer stehend
Neckarremms/Nordwürttemberg <i>G. bidorsatus</i> u. <i>G. tridorsatus</i> Haßmersheimer Mergel 3	18	—	7	41
Schöningen/Elm <i>G. bidorsatus</i> pulcher/robustus-Zone	5	—	1	7
Sindelfingen-Darmsheim <i>G. bidorsatus</i> u. <i>G. tridorsatus</i> Dachfläche Spiriterina-Bank	2	4	—	—
Bruchsal/Nordbaden <i>G. tridorsatus</i> 1,1 m unter Tonhorizont alpha, Dachfläche	—	1	—	—
Bruchsal/Nordbaden <i>G. bidorsatus</i> 1,0 m unter Tonhorizont alpha, Sohlfläche	4	—	—	—
Heckfeld b. Tauberbischofsheim <i>G. bidorsatus</i> u. <i>G. tridorsatus</i> Tonhorizont beta 1	8	9	—	2
Neudena/Nordwürttemberg <i>G. suevicus</i> bis 2,0 m über <i>Cycloides</i> -Bank	11	—	5	—

schwemmt worden sind oder auf kleinen Schillbänken liegengelassen sind, konnte im Gelände nicht entschieden werden. Vermutlich trifft letzteres zu, da die spinosen Ceratiten mit ihren Dornen eher auf rauhem Schilluntergrund als auf ehemals weichem Mergel hängengelassen sind.

Die Einsteuerung der flach liegenden Ceratiten in den Pflastern ist relativ gut. Ein deutliches Maximum weist in

Strömungsrichtung nach Ostostwest. Daneben sind senkrecht dazu zwei kleinere Quermaxima vorhanden (Abb. 6). Senkrecht eingebettete Ceratiten sind in den Pflastern regellos nach allen Richtungen eingebettet. Einzelexemplare außerhalb der Pflaster konnten im Gelände nicht eingemessen werden, da sie zu stark verschmutzt und verkrustet waren. Sie lagen zum Teil kettenförmig in Strömungsrichtung angelagert, und zwar

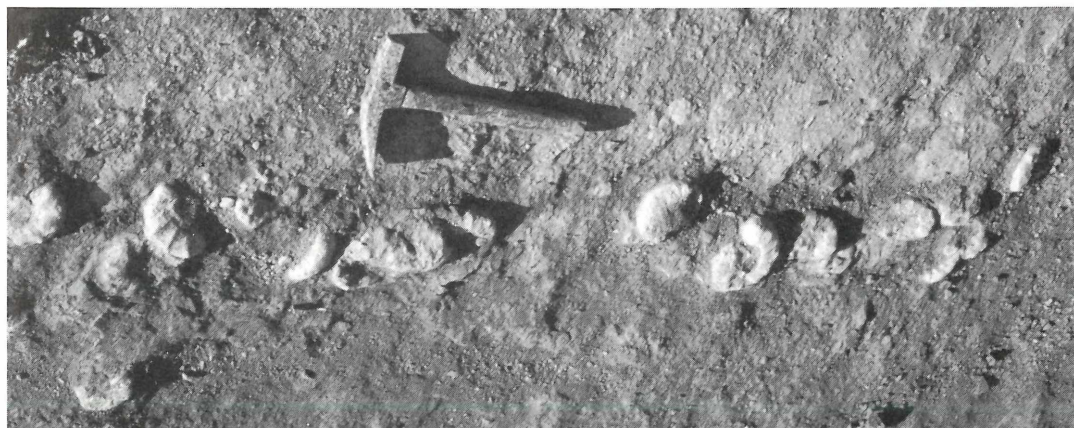


Abbildung 7. Kettenförmige Anlagerung von teils flach und teils steil liegenden *Ceratites* (*Acanthoceraites*) *spinosus* subsp. ind. Oberer Muschelkalk, Tonhorizont beta 1, *spinosus*-Zone, Heckfeld bei Tauberbischofsheim.

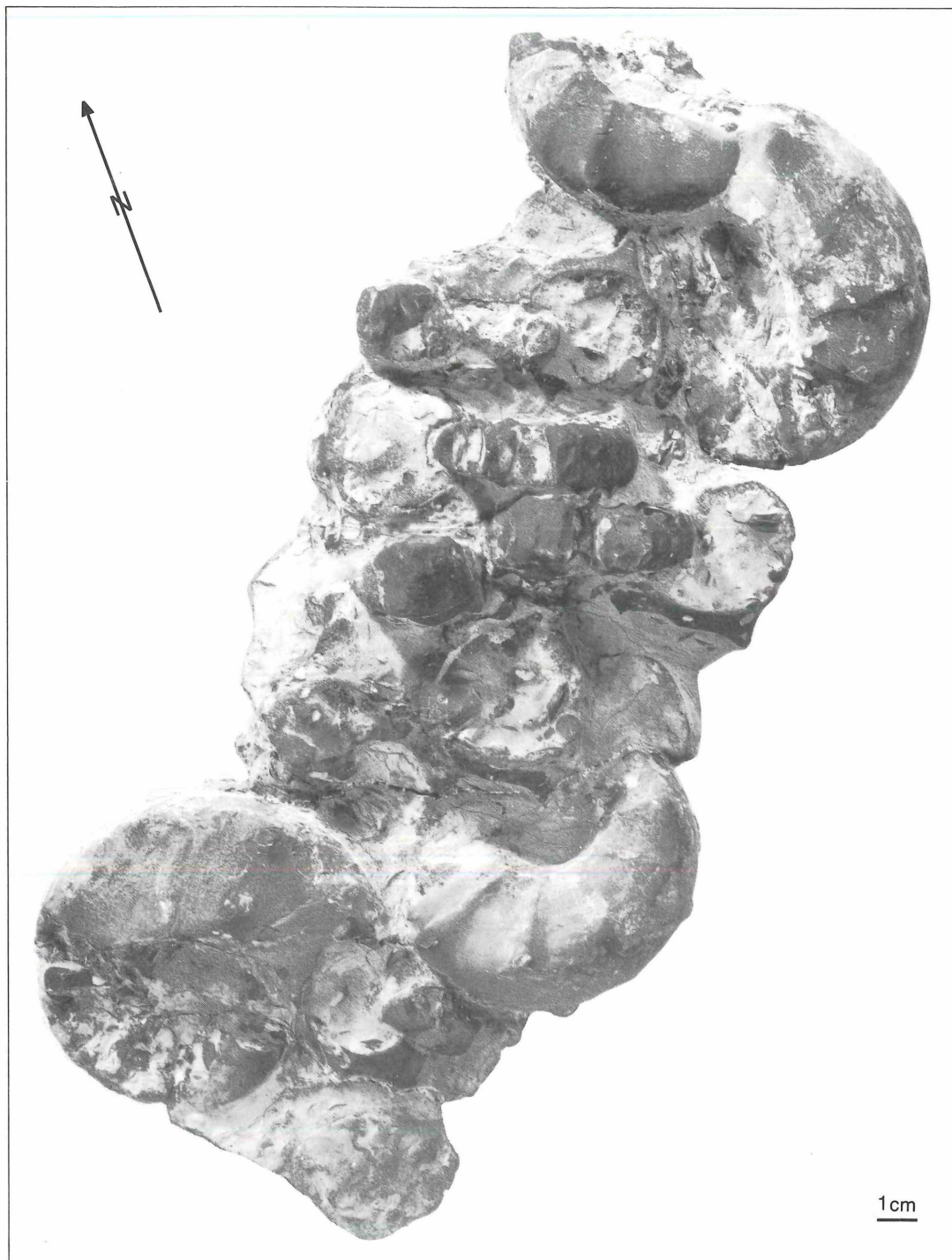


Abbildung 8. Kleines Ceratiten-Pflaster. Am Rand sind die Ceratiten flach und in der Mitte senkrecht eingebettet. Oberer Muschelkalk, Tonhorizont beta 1, *spinosus*-Zone; Heckfeld bei Tauberbischofsheim/Main-Tauber-Kreis. SMNS Nr. 25255/3.

meist flach, selten steil, wie es FUTTERER (1978: Abb. 3 links) vom rezenten *Nautilus* beschreibt: Vor einem Exemplar, das hängenblieb, sind im Luv weitere angelagert (Abb. 7). Die steil stehenden Ceratiten sind vermutlich im Luv unterspült worden und in Luvkolke zurückgekippt.

2.4 Dachflächen-Pflaster von Sindelfingen-Darmsheim (Abb. 9–11)

Im Steinbruch der Firma A. SCHÄFER in Sindelfingen-Darmsheim (topogr. Karte 1:25 000 Nr. 7319 Aidlingen, R 95 900, H 95 800) war im Sommer 1987 die *Spiriferina*-Bank auf einer Fläche von 20 x 40 m flächig aufgeschlossen. Die Oberfläche wird von SSW-NNE-verlaufenden Oszillationsrippeln gebildet (Abb. 9a). Ihr Kammabstand beträgt 0,7–1,5 m; sie sind bis zu 6 cm tief. Durch Kratzspuren von Radladern ist die Oberfläche der *Spiriferina*-Bank stark beschädigt. In den Tälern der Oszillationsrippeln liegen zahlreiche Ceratiten, vor allem Einzelexemplare und zusammengeschwemmte kleine Pflaster bis zu 1 x 1 m Ausdehnung. Die Ceratiten liegen auf dem Schill der *Spiriferina*-Bank in einem Mikrit, der mit der unterlagernden Bank fest verbacken ist. Deshalb konnte von den vielen Exemplaren nur ein kleiner Teil geborgen und bestimmt werden:

3 *Ceratites* (*Opheoceratites*) *evolutus evolutus* PHILIPPI

6 *Ceratites* (*Opheoceratites*) *evolutus subspinosus* STOLLEY

39 *Ceratites* (*Opheoceratites*) *evolutus bispinatus* WENGER
4 *Ceratites* (*Acanthoceratites*) *spinosus praecursor* RIEDEL

Als einziges weiteres Faunenelement wurde *Germanonautilus bidorsatus* gefunden, und zwar einige bruchstückhaft erhaltene Exemplare schräg auf die Mündung eingekippt und zwei auf der Flanke liegend (Tab. 2). Die meisten 8–11 cm großen Ceratiten liegen flach auf der Flanke (Tab. 1). Ihre Wohnkammer ist meist nur bis zur Medianebene, selten etwas darüber hinaus verfüllt. In der Wohnkammer eines flach liegenden *C. (O.) evolutus bispinatus* konnten schwarze Reste des Kieferapparates gefunden werden. Die Phragmokone sind mindestens $\frac{1}{2}$ bis mehrere Windungen einseitig verfüllt. Die Füllung reicht meist nur bis zu den Siphonaldurchbrüchen oder etwas darüber, und sie nimmt von der Wohnkammer an treppenartig oder unregelmäßig nach hinten ab. Bei einigen Exemplaren ist der Phragmokon deutlich bis über die Siphonaldurchbrüche verfüllt; dann ist die zickzack-förmige Sinuslinie (SEILACHER 1976) ausgebildet. Kappung und Septenausfall ist bei knapp der Hälfte der Exemplare festgestellt worden (Tab. 1). Selten treten daneben senkrecht und waagerecht eingebettete Bruchstücke von Wohnkammern auf. Sie sind in den Pflastern etwas häufiger als unter den Einzelexemplaren vorhanden. Die Ceratiten auf der *Spiriferina*-Bank von Sindelfingen-Darmsheim haben also Füllstrukturen, die primär flache Einbettungslage anzeigen,

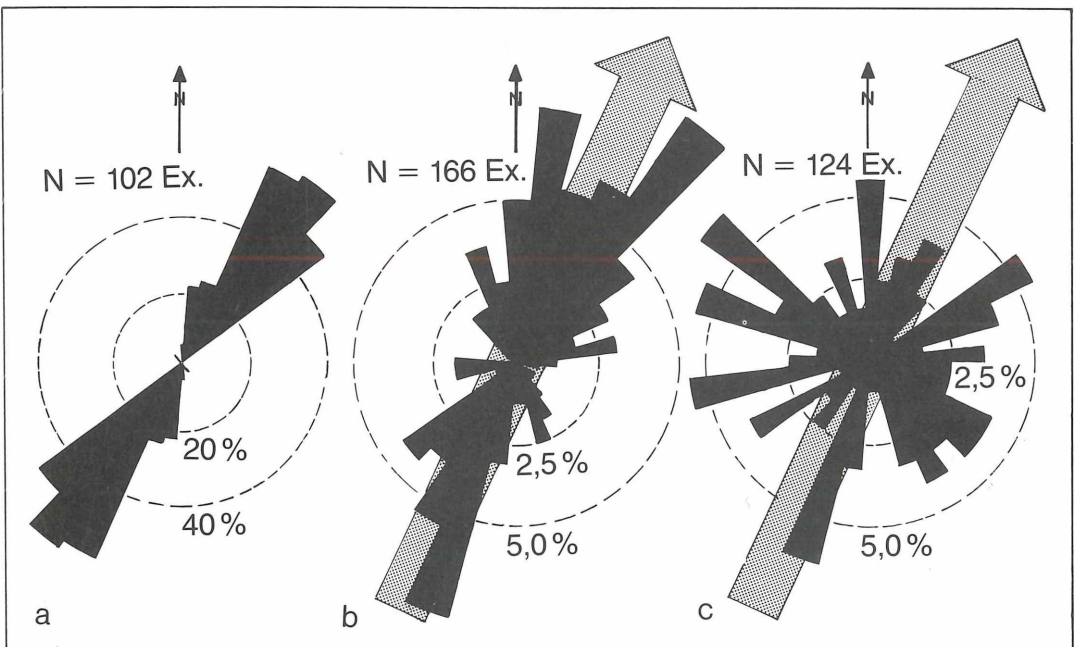


Abbildung 9. Richtungsrosen von Oszillationsrippeln (Abb. 9a) sowie von links- und rechtsseitig eingebetteten Ceratiten. Einzelexemplare sind in der Strömungsrichtung gut längs (Abb. 9b) und die aus den Pflastern (Abb. 9c) schlechter, vor allem quer, eingesteuert. Oberer Muschelkalk, Dachfläche der *Spiriferina*-Bank, *evolutus*-Zone (Unterladin): Steinbruch A. Schäfer, Sindelfingen-Darmsheim/Kreis Böblingen. Pfeil: Strömungsrichtung.

so wie sie jetzt gefunden werden. Sekundäre Umlagerung von verfüllten Gehäusen ist hier nicht vorhanden. Die Einstenerungsrichtung der einzeln liegenden und der in Pflastern zusammengeschwemmten Exemplare wurden getrennt voneinander vermessen. Die Einzelexemplare zeigen gute Einstenerung in nordöstlicher Richtung mit einem kleineren Gegenmaximum in südwestlicher Richtung (Abb. 9b). Auch das Exemplar mit den Kieferresten war mit der Mündung nach Nordosten orientiert. Eventuelle Reste von Weichteilen hatten deshalb keinen Einfluß auf die Einstenerung. Die Exemplare aus den Pflastern sind dagegen schlecht eingesteuert: in Strömungsrichtung liegen nur wenige, die meisten quer dazu (Abb. 9c).

Daß die Strömung von SW nach NE verlaufen ist, konnte an Hufeisenkolken (FUTTERER 1978) an Einzelexemplaren und um kleinere Ceratiten-Anhäufungen nachgewiesen werden. Im Luv, nach Südwesten, sind die Kolke steil und tief; teilweise sind die Ceratiten hier etwas unterspült. Die Kolke setzen sich in Strömungsrichtung um die Ceratiten hufeisenförmig nach Lee fort. Am Wohnkammerende enden sie jeweils in einen runden etwas tieferen Kolk, und auf der anderen Seite laufen sie allmählich aus. Dazwischen befinden sich an der Lee-Seite ein oder zwei in Strömungsrichtung nach Nordosten verlaufende Spülsäume, die einen scharfen Grat aufweisen (Abb. 10).

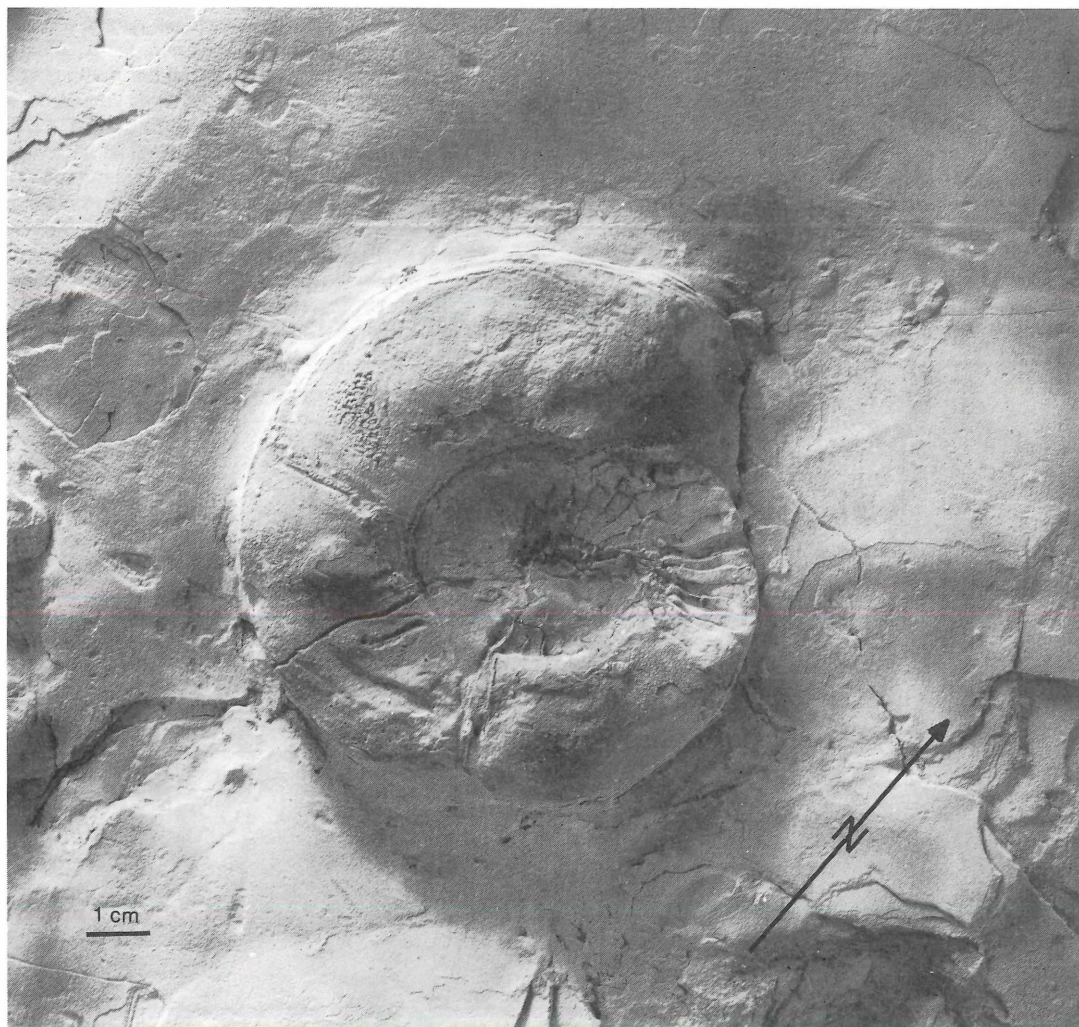


Abbildung 10. *Ceratites* (*Opheoceratites*) *evolutus* subsp. indet mit Hufeisenkolk in Luv und Spülsäumen in Lee. Oberer Muschelkalk, Dachfläche der *Spiriferina*-Bank, *evolutus*-Zone (Unterladin): Steinbruch A. Schäfer, Sindelfingen-Darmsheim/Kreis Böblingen. SMNS Nr. 25253.

2.5 Vergleich mit Faunen aus Tonhorizonten

Ceratiten-Pflaster sind auf Schillbänken, wie die Dachflächen-Pflaster in Bruchsal, Heckfeld, Sindelfingen und am Top von dünneren Mergelhorizonten, wie das Sohlflächen-Pflaster in Bruchsal, gefunden worden. Dagegen sind Pflaster innerhalb von mächtigen Tonhorizonten unbekannt. Quantitative Vergleichs-Aufsammlungen liegen aus den Haßmersheimer Mergeln von Neckarrems (URLICHS & MUNDLOS 1980) und aus dem Tonhorizont alpha von Neudenau vor (Tab. 1). Auch hier sind lokale Anreicherungen von Ceratiten-Steinkernen beobachtet worden: Wenige Meter sind frei von Ceratiten und dann folgen lose nebeneinander liegende Exemplare. Sie haben jedoch meist so weiten Abstand voneinander, daß sie sich nicht berühren. Ein Viertel bis die Hälfte von ihnen sind steil bis senkrecht eingebettet (Hochkantstellung, SEILACHER 1967: 97). Die meisten senkrecht stehenden Exemplare zeigen Lobenlibellen, oder der größte Teil des Phragmokons ist nicht verfüllt; fossile Wasserwaagen sind ausgebildet. Sie sind demnach in der ursprünglichen Einbettungslage überliefert. Einige Exemplare sind dagegen ursprünglich in flacher Lage verfüllt und danach aufgerichtet worden (Abb. 14–15), ähnlich wie es SEILACHER (1971, Abb. 2) beschrieben und abgebildet hat. Vermutlich sind diese Exemplare unterspült worden und dann in Luvkolke zu-

rückgekippt (FUTTERER 1978: 111). Außerdem sind unter den flach eingebetteten Exemplaren solche, die in senkrechter Stellung verfüllt worden sind, wie an den Feinschichtungsblättern in den Phragmokonkammern zu erkennen ist. Diesen Fall hat DURINGER (1982a, b) ebenfalls beobachtet. Demnach ist Umlagerung in Tonhorizonten vorhanden.

Bezeichnenderweise fehlen in den Tonhorizonten wie in den Haßmersheimer Mergeln von Neckarrems, in denen Umlagerung nachgewiesen ist, die gekappten Ceratiten, oder sie sind, wie im Tonhorizont alpha von Neudenau, selten (Tab. 1); wohl deshalb, weil die Ceratiten-Gehäuse auf Lockersedimenten etwas einsanken und im sich setzenden Schlick festklebten, was dann den Rolltransport unterband. In den Ceratiten-Pflastern, denen Rolltransport vorausging, treten Kappung und Septenausfall dagegen sehr häufig auf (Tab. 1). Die Entstehung der Kappung muß also mit der Bildung der Ceratiten-Pflaster zusammenhängen, wie bereits SEILACHER (1963, 1966, 1971) hervorgehoben hat.

Anders hat sich *Germanonautilus* bei der Einbettung verhalten, denn er wird in den Tonhorizonten nicht in unmittelbarer Nähe von den Ceratiten gefunden. In den Tonhorizonten ist er meist in „Schwimmstellung“ auf der breiten Ventralseite mit der Mündung nach oben gerichtet eingebettet (Tab. 2: Neckarrems und Schönin-

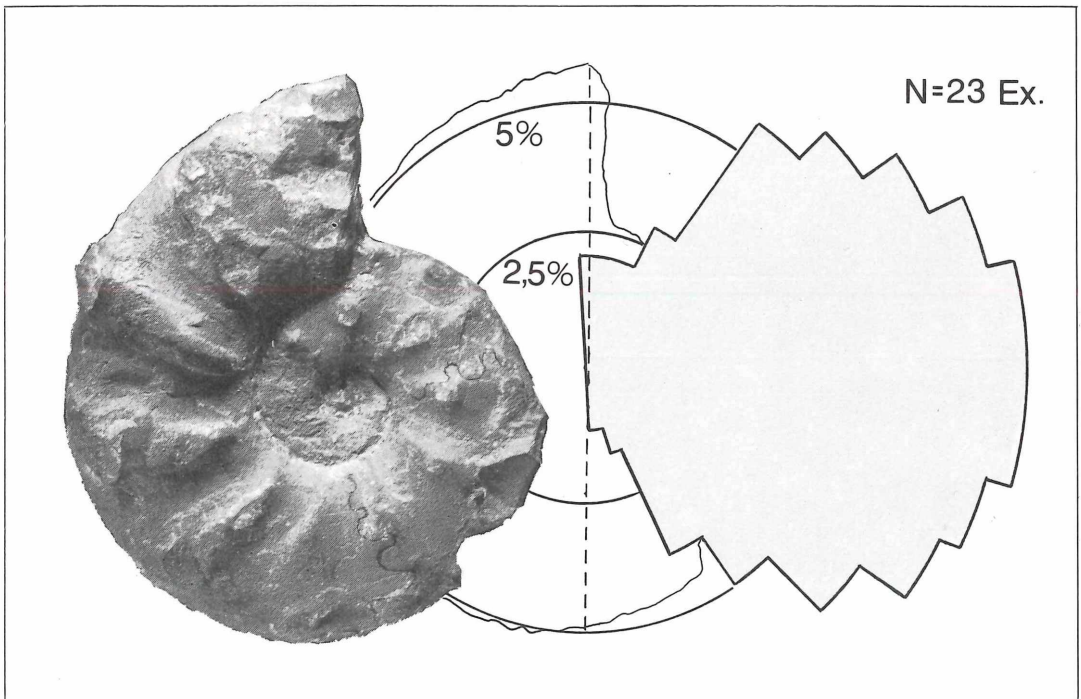


Abbildung 11. *Ceratites* (*Opheoceratites*) *evolutus bispinatus* WENGER mit Septenausfall (zwischen markierten Lobenlinien) und Bruchrand (links) sowie Richtungsrose des Septenausfalls (rechts). Oberer Muschelkalk, Oberfläche der *Spiriferina*-Bank, *evolutus*-Zone (Unterladin); Steinbruch A. Schäfer, Sindelfingen-Darmsheim/Kreis Böblingen. SMNS Nr. 24254.

gen). In diesem Fall sind fast immer nur die Wohnkammer, die letzten Phragmokonkammern und der Siphon überliefert (MUNDLOS & URLICH 1984: 4, Taf. 1, Fig. 3). Auch zwischen den Ceratiten-Pflastern auf Festgründen liegen die *Germanonautilus*-Exemplare meist einzeln außerhalb der Ceratiten-Anhäufungen (Abb. 6). Sie haben sich also auch in diesem Fall eigenständig verhalten: 50–60 % sind in stabiler Lage auf die Mündung gekippt (Tab. 2: Heckfeld und Sindelfingen).

2.6 Kappung und Septenausfall

Wie bereits erwähnt, soll ein großer Teil der Ceratiten-Gehäuse in den Pflastern zuerst senkrecht eingebettet und dann in flache Lage umgelagert worden sein (SEILACHER 1963). Wie SEILACHER (1966: 482) jedoch feststellt, fehlen den umgelagerten, flach liegenden Ceratiten des Bruchsaler Sohlflächen-Pflasters die Lobenlibellen, die ein sicherer Anzeiger für primär senkrechte Einbettung wären. Senkrecht zur Schicht geführte Schnitte durch dieses Pflaster (SEILACHER 1966, Taf. 43, Fig. 2) zeigen, daß die Ceratiten in flacher Seitenlage verfüllt sind. SEILACHER (1966: 482) vermutet deshalb: „Die Sedimentfüllung war also entweder bei der Umlagerung noch weich genug, um sich auf die Flachlage einzustellen, oder sie ist endgültig erst in dieser Lage in das Gehäuse eingedrungen.“ Wie bei umgelagerten Exemplaren zu

erkennen ist, sind bei ehemals senkrecht eingebetteten Ceratiten nach der Umlagerung weder die Lobenlibellen und die Füllstruktur verschwunden (SEILACHER 1966, Taf. 43, Fig. 2, Taf. 44, 1967: 97; DURINGER 1982a: 76), noch ist die Füllung von primär flach verfüllt und dann steil gestellten Exemplaren nachgerutscht (Abb. 4). Demnach wurde die ursprüngliche Orientierung der Füllstrukturen nach der Umlagerung beibehalten. Auch die Ceratiten der Dachflächen-Pflaster von Bruchsal, Heckfeld und Sindelfingen-Darmsheim zeigen bis auf eine Ausnahme Verfüllung in der Lage an, in der sie heute gefunden werden. Auch an 25 Sagittalschnitten von flach eingebetteten Einzel-exemplaren von Heckfeld konnte nur Verfüllung in flacher Lage und an 5 senkrecht eingebetteten nur Verfüllung in senkrechter Stellung erkannt werden.

Als weiteres Anzeichen für Umlagerung in den Ceratiten-Pflastern hat SEILACHER (1963: 597) Kappung angeführt: „Gegenüber der Wohnkammer erscheint die Externseite tangential abgeschnitten, so als wenn das Gehäuse in seiner ursprünglichen Schwimmstellung gekappt worden wäre.“ Nach unseren Beobachtungen liegt die Kappung nicht genau gegenüber der Wohnkammer, sondern mehr zum Ende der Wohnkammer hin, und zwar ist die ventrale Seite des Phragmokons parallel zur Linie Nabel – erhaltenes Wohnkammerende

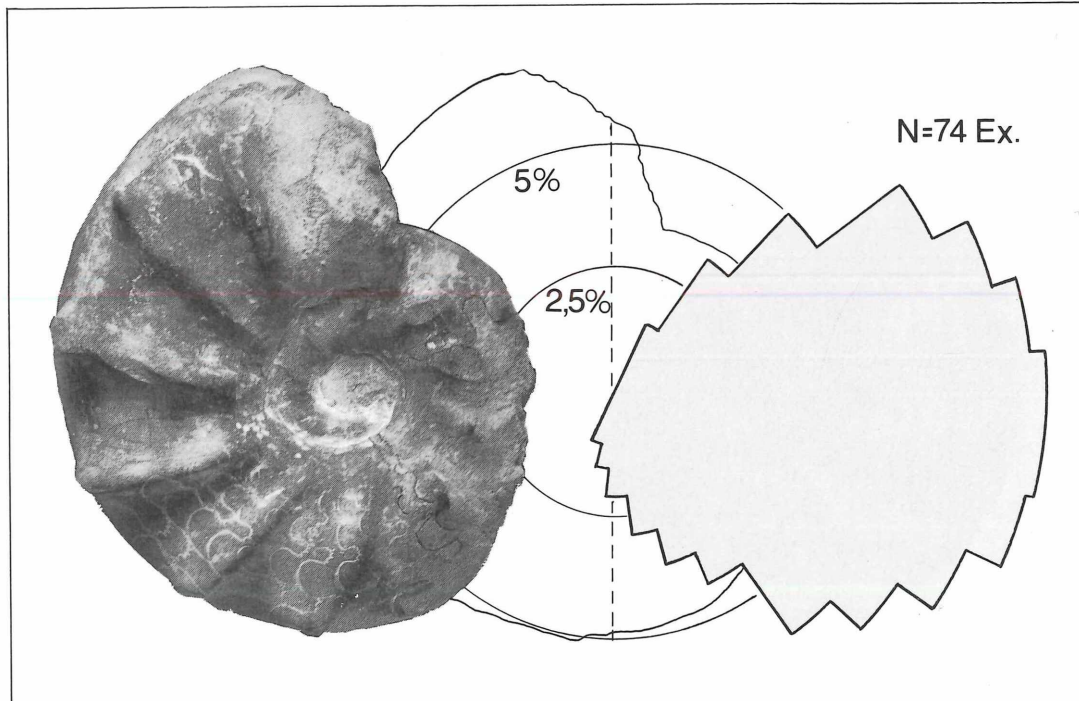


Abbildung 12. *Ceratites (Acanthoceratites) spinosus spinosus* PHILIPPI mit Septenausfall (zwischen markierten Lobenlinien) und undeutlichem Bruchrand (links) sowie Richtungsrose des Septenausfalls (rechts). Oberer Muschelkalk, Tonhorizont beta 1, *spinosus*-Zone (Unterladin): Straßenbau Heckfeld nach Buch am Ahorn/Main-Tauber-Kreis. SMNS 24255/2.

tangential zerstört, unabhängig davon, ob die nahezu vollständige Wohnkammer von $1/2$ -Umgang oder nur noch ein Stumpf vorhanden ist (Abb. 11–12).

An gut erhaltenen Exemplaren aus Schillkalken ist der Rand an der Kappungsstelle scharf. Es handelt sich also um einen Bruchrand. Er ist bei Exemplaren mit nahezu bis vollständig erhaltener Wohnkammer kurz und beginnt knapp davor. Bei Exemplaren mit nur unvollständig erhaltener Wohnkammer ist er aber lang und stumpfwinkelig abgeknickt: In diesem offenen Sektor fehlen die Septen häufig teilweise oder völlig. Dieser Teil ist mit gröberem Sediment als die Kammern des Phragmokons verfüllt; er enthält oft groben Schill oder Intraklasten: Der Septenausfall in den aufgeschlagenen Bereichen des Phragmokons fand gleichfalls durch Bruch oder auch durch Anlösung durch das eingedrungene Meerwasser statt. Im Unterschied zum Gehäuserohr, das äußerlich durch das Periostrakum geschützt war, wurde der Aragonit der Perlmutschicht der Septen leicht angegriffen; sie wurden verdünnt und schließlich ausgelöscht – im Gegensatz zu MÜLLER (1978), der den Septenausfall als Wachstumsanomalie deutet. Wie die

Wohnkammer ist dieser Bereich bei den Exemplaren von Heckfeld und Bruchsal völlig verfüllt, während der übrige Phragmokon oft nur etwas über die Septaldurchbrüche verfüllt ist. Das bedeutet, daß der Sektor mit Septenausfall zur Ventralseite hin offen war und als Füllstück im Durchzug wie die Wohnkammer verfüllt werden konnte (HAGDORN & MUNDLOS 1988). Die Lage der Kappung vor der Mündung und häufig bruchstückhafte Erhaltung der Wohnkammer sprechen gegen senkrechte Einbettung in Schwimmstellung und spätere Umlagerung. Auch die Füllstrukturen weisen auf keine Umlagerung hin, da bei den gekappten, flach liegenden Ceratiten in den Phragmokonkammern immer nur Feinschichtung gefunden wurde, die auf flache Lagerung schließen läßt. Da diese Erhaltungsart vor allem in Ceratiten-Pflastern auftritt, muß Kappung und Septenausfall mit der Bildung der Pflaster zusammenhängen. Deshalb wird eine neue Hypothese für die Entstehung der Kappung und des Septenausfalls aufgestellt.

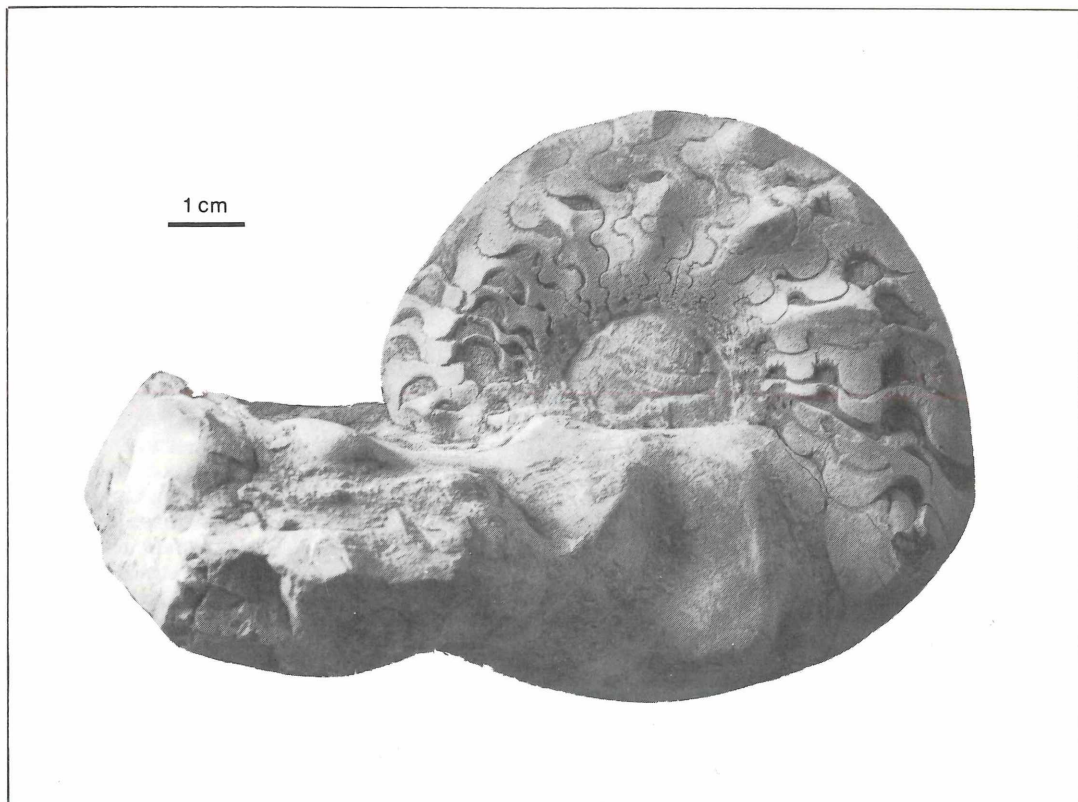


Abbildung 13. Primär senkrecht eingebetteter *Ceratites (Acanthoceratites) spinosus spinosus* PHILIPPI mit Lobenlibellen. Oberer Muschelkalk, Tonhorizont beta 1, *spinosus*-Zone (Unterladin); Straßenbau Heckfeld – Buch am Ahorn/Main-Tauber-Kreis. SMNS Nr. 25255/1.

3. Entstehung der Ceratiten-Pflaster

Nach der bisherigen Kenntnis und dem vorliegenden Befund läßt sich folgendes taphonomische Geschehen ableiten: Bereits nach dem Absterben und dem Verlust der Weichteile aus der Wohnkammer können Gehäuse

beim Driften von schalenlösenden Kleinorganismen befallen werden (HAGDORN & MUNDLOS 1983, Abb. 13). Das Gefüge der Prismenschicht lockert sich und wird zerbrechlich. Mit fortschreitender Wasserfüllung sanken die Ceratiten allmählich auf den Meeresboden mit der Wohnkammer nach unten ab (SEILACHER 1967, 1971:

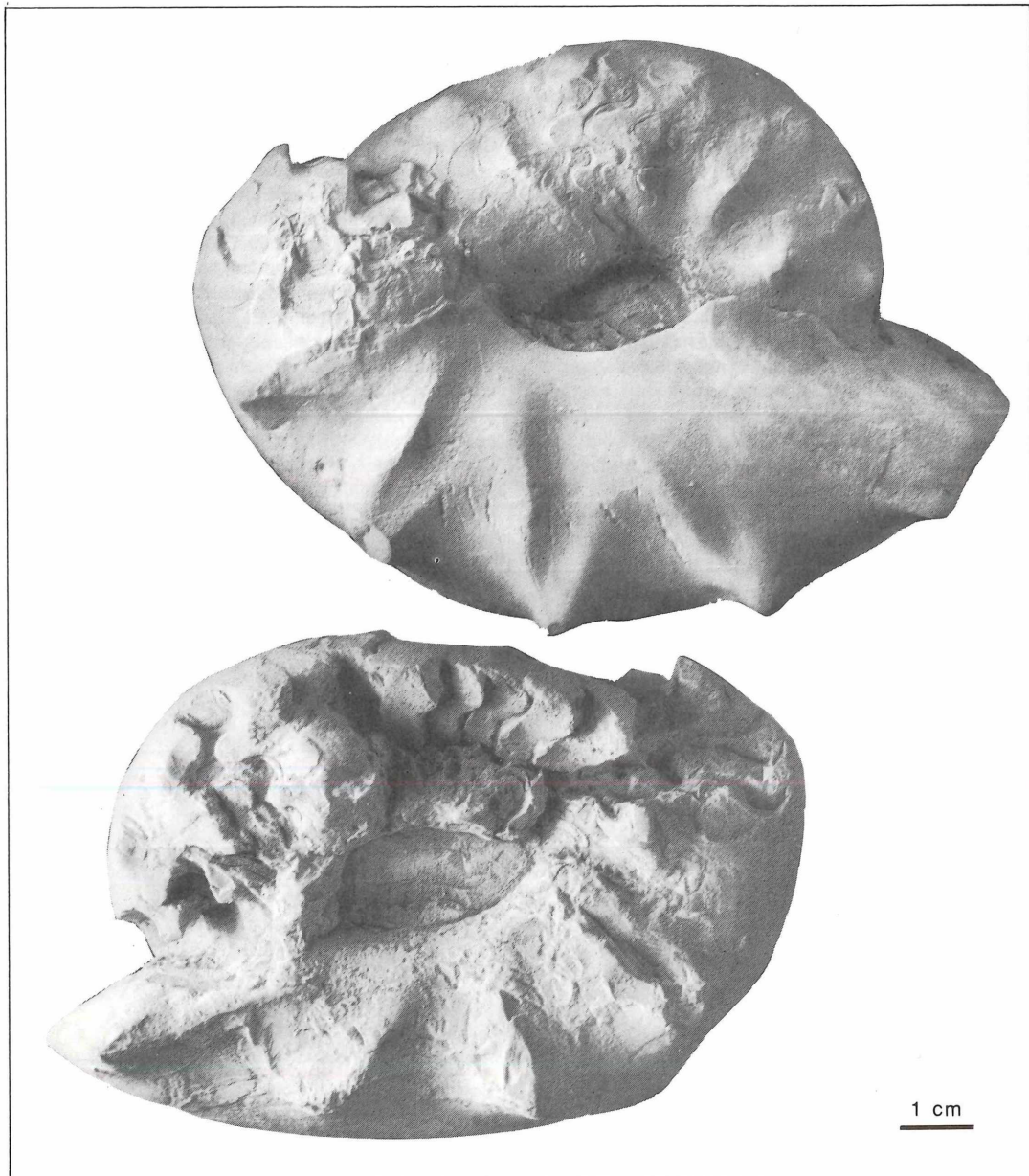


Abbildung 14. Primär flach, teilweise verfüllter, dann steil schräg aufgerichteter und deformierter *Ceratites* (*Acanthoceratites*) *spinosus spinosus* PHILIPPI. Oberer Muschelkalk, *spinosus*-Zone (Unterladin); Weissach/Kreis Böblingen. SMNS Nr. 17993/72. a–b: Lateralsichten.

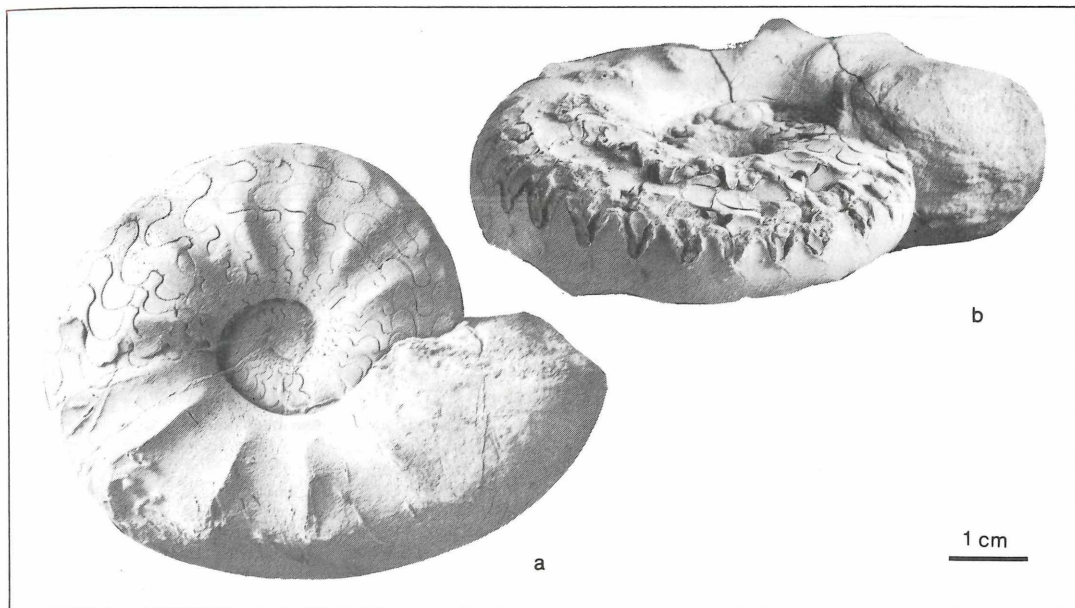


Abbildung 15. Primär flach, großenteils verfüllter *Ceratites (Acanthoceratites) spinosus praecursor* RIEDEL mit Sinuslinie, später steil gestellt und deformiert. Oberer Muschelkalk, ?*evolutus*-Zone (Unterladin). Neudenau/Kreis Heilbronn. SMNS Nr. 25256.

18, Nr. 1; DURINGER 1982a, b; HAGDORN & MUNDLOS 1983). Daß sie meist in senkrechter Stellung auf dem Meeresgrund aufsetzten, zeigen die vielen primär senkrecht verfüllten spinosen Ceratiten im Pflaster von Heckfeld. Sie verhakten sich bei der Ablagerung zum Teil mit ihren Dornen an bereits am Meeresboden liegenden Ceratiten-Anhäufungen. Andere wurden von der Strömung über den Meeresboden getrieben, wie Rollmarken beweisen (SEILACHER 1963, Abb. 1). Sie torkelten über die Mündung und setzten mit dem Phragmokon am Meeresboden wieder auf, wie es SEILACHER (1963, Abb. 2) anhand von Rollmarken aus den Plattenkalken von Solnhofen rekonstruiert hat. Hierbei schlug ein Teil der Ceratiten leck, und der ventrale Bereich vor der Wohnkammer ging zu Bruch. Bei weiterem Rolltransport brachen dann Teile der Wohnkammer ab, und weitere Teile des Phragmokons vor dem Bruchrand der Wohnkammer wurden in Mitteleidenschaft gezogen. Dieser Prozeß konnte so weitergehen, bis nur noch Windungsbruchstücke übrigblieben, wie Reste von Ceratiten in den Pflastern zeigen. Dann wurden die Ceratiten am Meeresboden abgelagert. Vereinzelt liegende Ceratiten wurden mit der Richtung Nabel-Mündungsrand längs in Strömungsrichtung oder seltener dagegen eingesteuert. In den Pflastern dagegen wurden sie an der Einsteuerung gehindert und quer vor bereits am Meeresboden liegenden Exemplaren zu Ketten und Streifen angelagert. Schließlich wurden die Ceratiten verfüllt. Spätere Umlagerungen von abgelagerten und verfüllten Gehäusen kamen nur ganz selten vor.

Literatur

- BRENNER, K. (1976): Ammoniten-Gehäuse als Anzeiger von Paläo-Strömungen. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **151**: 101–118, 15 Abb.; Stuttgart.
- DURINGER, P. (1982a): Sédimentologie et paléocologie du Muschelkalk supérieur et de la Lettenkohle (Trias germanique de l'est la France. Diachronie des facies et reconstitutions des paléoenvironnements). — Thèse Univ. Louis Pasteur (3ème cycle) 96 S., 11 Taf., 60 Abb.; Strasbourg.
- DURINGER, P. (1982b): Les remplissages sédimentaires des coquilles de Céphalopodes Triasiques. Mécanismes et intérêt paléocologique. — Geobios, **15**: 125–145, 2 Taf., 13 Abb.; Lyon.
- FUTTERER, E. (1978): Studien über die Einregelung, Anlagerung und Einbettung biogener Hartteile im Strömungskanal. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **156**: 87–131, 8 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- GEISLER, R. (1939): Zur Stratigraphie des Hauptmuschelkalks in der Umgebung von Würzburg mit besonderer Berücksichtigung der Ceratiten. — Jb. preuss. geol. Landesanst., **59** (1938): 197–248, Taf. 4–8, 16 Abb.; Berlin.
- HAGDORN, H. & MUNDLOS, R. (1983): Aspekte der Taphonomie von Muschelkalkcephalopoden. Teil 1: Siphonzerfall und Füllmechanismus. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **166**: 369–403, 16 Abb.; Stuttgart.
- HAGDORN, H. & MUNDLOS, R. (1988): Aspekte der Diagenese von Muschelkalk-Cephalopoden. — (in Vorber.).
- HÖLDER, H. (1960): Alter Meeresboden im Museum. — Aus der Heimat, **68**: 131–139, Taf. 39–40, 1 Abb.; Öhringen.
- LINCK, O. (1956): Echte und unechte Besiedler (Epochen) des deutschen Muschelkalk-Meeres. — Aus der Heimat, **64**: 161–169, Taf. 33–36; Öhringen.
- MAYER, G. (1951): Eine Grabung im Muschelkalk zur Erforschung einer Lebewelt. — Baden, **6**; Karlsruhe.

- MAYER, G. (1956): Bruchsaler Ceratiten. – Der Aufschluss, 7: 40–45; Roßdorf.
- MAYER, G. (1961): Weitere Grabungsbeobachtungen im mittleren Hauptmuschelkalk von Bruchsal. – Der Aufschluss, 12: 62–70, 10 Abb.; Göttingen.
- MAYER, G. (1978): Die Ceratitenpflasterwand der Landes-sammlungen für Naturkunde in Karlsruhe. – Der Aufschluss, 29: 449–452, 4 Abb.; Heidelberg.
- MAYER, G. (1979): Neue Grabungsergebnisse im Mittleren Hauptmuschelkalk von Bruchsal. – Der Aufschluss, 30: 355–358, 4 Abb.; Heidelberg.
- MÜLLER, A. H. (1978): Über Ceratiten mit fehlenden oder unvollständigen Kammerscheidewänden (Septen) und die Frage nach der Lebensweise der Ammonoidea (Cephalopoda). – Freiburger Forschungsh., C 334: 69–83, 14 Abb., 2 Taf., 1 Tab.; Leipzig.
- MUNDLOS, R. & URLICHS, M. (1984): Revision von *Germanonautilus* aus dem germanischen Muschelkalk (Oberanis–Ladin). – Stuttgarter Beitr. Naturk., B 99: 1–43, 5 Taf., 6 Abb.; Stuttgart.
- SEILACHER, A. (1963): Umlagerung und Rolltransport von Cephalopoden-Gehäusen. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh, 1963: 593–615, 9 Abb.; Stuttgart.
- SEILACHER, A. (1966): Lobenlibellen und Füllstruktur bei Ceratiten. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 125: 480–488, Taf. 43–44, 3 Abb.; Stuttgart.
- SEILACHER, A. (1967): Sedimentationsprozesse in Ammonitengehäusen. – Abh. Akad. Wiss. Lit., math.-naturwiss. Kl., 1967: 192–204, 1 Taf., 5 Abb.; Mainz.
- SEILACHER, A. (1971): Preservational history of ceratite shells. – Paleontology, 14: 16–21, Taf. 6, 2 Abb.; London.
- SEILACHER, A., ANDALIB, F., DIETL, G. & GOCHT, H. (1976): Preservational history of compressed Jurassic ammonites from Southern Germany. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 152: 307–356, 20 Abb.; Stuttgart.
- STETTNER, G. (1913): Beiträge zur Kenntnis des oberen Hauptmuschelkalks. – Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, 69: 60–110; Stuttgart.
- STETTNER, G. (1924): Über Muschelkalk und Lettenkeuper im Jagsttal bei Widdern. – Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, 80: LXXXVII; Stuttgart.
- URLICHS, M. & MUNDLOS, R. (1980): Revision der Ceratiten aus der *atavus*-Zone. (Oberer Muschelkalk, Oberanis) von SW-Deutschland. – Stuttgarter Beitr. Naturk., 48: 1–42, 4 Taf., 7 Abb.; Stuttgart.
- WAGNER, G. (1936): Riffbildung als Maßstab geologischer Zeiträume. – Aus der Heimat, 49: 157–160, Taf. 49–51, 5 Abb.; Ohringen.

Grabung Bruchsal 1976

Den beiden Aufsätzen über die Bruchsaler Ceratiten-Pflaster von R. MUNDLOS und M. URLICHS fügen wir zur Dokumentation noch ein Bild aus der Grabung des Jahres 1976 an.

Die Redaktion.



Das Bild wurde seinerzeit von L. TRUNKO aufgenommen und zeigt die Situation im Aufschluß mit dem Ceratiten-Pflaster an der Sohle.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Urlichs Max, Mundlos Rudolf

Artikel/Article: [Zur Entstehung von Ceratiten-Pflastern im Germanischen Oberen Muschelkalk \(Mitteltrias\) Südwestdeutschlands 12-30](#)