

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

QE

S937

VH

Serie B (Geologie und Paläontologie)

Herausgeber:

Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-70191 Stuttgart

Stuttgarter Beitr. Naturk.	Ser. B	Nr. 273	35 S., 9 Taf., 4 Abb.	Stuttgart, 30. 6. 1999
----------------------------	--------	---------	-----------------------	------------------------

Erhaltung und Einbettung von Belemniten im Nusplinger Plattenkalk (Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Schwäbische Alb)

Preservation and Embedding of Belemnites
in the Nusplingen Lithographic Limestone
(Late Kimmeridgian, Beckeri Zone, Swabian Alb)

Von Günter Schweigert, Stuttgart

Mit 9 Tafeln und 4 Abbildungen

Abstract

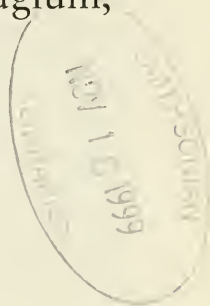
Belemnites of the only species *Hibolites semisulcatus* (MÜNSTER) are preserved within the Nusplingen Lithographic Limestone in different ways: complete or bitten gards belonging to animals of all growth stages, phragmocones, isolated tentacle hooks ("Onychites") and even few bitten animals, where the broken gard is still in close context with the "Onychites" tentacle hooks and smaller "Paraglycerites" hooklets. The belemnite gards allow to recognize a very low compaction factor of the sediment and a temporary rapid sedimentation rate. In several cases, belemnite gards are preserved with relics of aragonite thus again questioning the primary mineralogy of the belemnite gard.

Zusammenfassung

Belemniten der Art *Hibolites semisulcatus* (MÜNSTER) sind im Nusplinger Plattenkalk durch unterschiedlich eingebettete Rostren verschiedenster Altersstadien, Phragmokone, isolierte Armhaken (Onychiten) und sogar einige Fraßreste, bei denen sich Rostrumreste, Onychiten und Kleinhaken im Zusammenhang befinden, überliefert. Die Belemnitenrostren belegen eine sehr geringe Kompaktion des Sediments und eine zeitweise hohe Sedimentationsrate. In einigen Fällen sind die Rostren mit aragonitischen Relikten überliefert, die erneut die Frage nach der primären Mineralogie des Belemnitenrostrums aufwerfen.

1. Einleitung

Der vorliegende Beitrag liefert weitere Ergebnisse der aktuellen Grabungen des Staatlichen Museums für Naturkunde im oberjurasischen Nusplinger Plattenkalk



Abkürzungen im Text:

SMNS Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart
v. o. von oben

Dank

Für die Bergung und anschließende Präparation einiger der bearbeiteten Fundstücke und zahlreicher weiterer Belegstücke danke ich herzlich den Herren M. Kapitzke und M. Rieter (beide Stuttgart). Für zahlreiche Diskussionen danke ich insbesondere Herrn Dr. G. Dietl (SMNS). Frau O. Dietl (SMNS) übersetzte freundlicherweise einige Passagen aus russischer Literatur. Die Herren Dr. A. Liebau (Tübingen), Dr. G. Schairer (München), Dr. M. Röper (Solnhofen) sowie H. Leich (Bochum) ermöglichten die Einsicht in Vergleichsmaterial der jeweiligen Sammlungen. Herrn Dr. M. Joachimski (Geol. Inst. Univ. Erlangen) verdanke ich Isotopenanalysen an einem Belemnitenrostrum. Frau R. Harling (Stuttgart) führte einen Großteil der fotografischen Arbeiten aus. Herr Dr. M. Feldmann (Stuttgart) ermöglichte darüber hinaus die Benutzung von Fotoeinrichtungen.

2. Systematik

Ordnung Belemnitida GRAY 1849

Unterordnung Belemnitina ZITTEL 1895

Familie Belemnopseidae NAEF 1922

Gattung *Hibolithes* DE MONTFORT 1808

Bemerkungen. – Zur Stabilisierung des gebräuchlichen Gattungsnamens *Hibolithes* wurde von W. RIEGRAF ein Antrag an die ICZN gestellt, diese Gattung an Stelle von *Hibolithes hastatus* MONTFORT (nomen dubium) auf die Art *Belemnites semisulcatus* MÜNSTER als Typusart zu beziehen (vgl. SCHLEGELMILCH 1998: 82). Bislang liegt jedoch noch keine Entscheidung hierüber vor. Zur Taxonomie von *Hibolithes* vgl. RIEGRAF et al. (1998: 149, 240).

Hibolithes semisulcatus (MÜNSTER)

Taf. 1–4, Taf. 7, Fig. 3

- v*1830 *Belemnites semisulcatus*. – MÜNSTER, S. 6, Taf. 1, Fig. 1–8, 15.
- v 1978 *Hibolithes hastatus* (BLAINVILLE). – BARTHEL, S. 338f., Taf. 49, Fig. 1 [= Lectotypus von *H. semisulcatus*]
- v 1981 *Hibolithes* (*Hibolithes*) *hastatus hastatus* MONTFORT, 1808. – RIEGRAF, S. 81, Taf. 6, Fig. 45–47; Taf. 7, Fig. 55–59. – [Dort ausführliche Synonymie bis zu diesem Zeitpunkt]
- v 1981 *Hibolithes* (*Hibolithes*) *hastatus semisulcatus* (MÜNSTER, 1830). – RIEGRAF, S. 85, Taf. 6, Fig. 48–49.
- v 1981 *Rhaphibelus* aff. *acicula* (MÜNSTER, 1830). – RIEGRAF, S. 103, Abb. 233d, Taf. 7, Fig. 75.
- v 1996 *Hibolithes*. – RÖPER et al., Abb. 75.
- 1997 *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER, 1830). – COMBÉMOREL, Taf. 28, Fig. 11.
- v 1997 *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER). – DIETL et al., Taf. 2, Fig. 3.
- v 1998 *Hibolithes* „*hastatus*“ (MONTFORT). – SCHLEGELMILCH, Taf. A, Fig. 3.
- v 1998 *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER, 1830). – SCHLEGELMILCH, S. 82, Taf. 18, Fig. 3–5 [Fig. 3 = Lectotypus].
- v 1999 *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER). – SCHWEIGERT, Abb. 1–2.

Bei den im Nusplinger Plattenkalk auftretenden Belemniten handelt es sich stets um eine einzige Art, *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER). Man findet alle Entwicklungsstadien von wenigen Zentimeter kurzen, juvenilen Exemplaren bis hin zu adulten Rostren von etwa 15 cm Länge. Bei dem einzigen von RIEGRAF (1981) mit Vorbehalt zur Gattung *Rhaphibelus* gestellten Exemplar aus dem Nusplinger Plattenkalk

handelt es sich nach neuerlicher Überprüfung ohne Zweifel lediglich um ein jugendliches Exemplar der Art *H. semisulcatus*. Das Vorkommen einer einzigen Art von Belemniten impliziert, daß auch die im Nusplinger Plattenkalk nicht seltenen Großhaken, die man als *Onychites* bezeichnet, ebenfalls nur einer einzigen Art angehören können, während ENGESER (1987) glaubte, bei den Onychiten drei verschiedene Arten unterscheiden zu können, und daraus auf drei nebeneinander vorkommende *Hibolithes*-Arten schloß, die sich im Bau des Rostrums morphologisch nicht unterscheiden ließen. Auch bei den Onychiten stellt man aber alle Übergänge von juvenilen zu adulten Exemplaren und Übergangsformen zwischen den von ENGESER unterschiedenen Taxa fest (Taf. 6, Fig. 2–5), so daß man davon ausgehen kann, daß es sich doch nur um eine einzige Belemnitenart handelt.

3. Erhaltung der Belemniten im Nusplinger Plattenkalk

3.1. Das Material der Rostren

Die meisten untersuchten Exemplare von *Hibolithes*-Rostren aus dem Nusplinger Plattenkalk sind, wie auch sonst üblich, rein kalzitisch erhalten. Bei manchen Stücken aus besonders bituminösen Lagen in den höheren Plattenkalkabschnitten des Nusplinger Steinbruchs fällt jedoch ein opalisierender Glanz einer oder mehrerer äußerer Lagen auf (Taf. 1, Fig. 4 u. Taf. 2, Fig. 2). Hierbei handelt es sich offenbar um Relikte von Aragonit. Das Vorkommen von primärem Aragonit ist jedoch keineswegs ein Sonderfall des Nusplinger Plattenkalks. Auch in vielen anderen Jura-Schichten Süddeutschlands kommt gelegentlich partielle aragonitische Erhaltung von Belemnitenrostren oder zumindest einiger Lagen davon vor. Beispiele liegen uns vor aus dem Ober-Toarcium (Jurensismergel-Formation), dem Unter-Aalenium (Opalinuston-Formation), dem Callovium (Ornatenton-Formation), aber auch aus verschiedensten Schichten des Weißen Jura. Das Embryonalrostrum vieler Belemniten war ebenfalls nachweislich aragonitisch (vgl. RIEGRAF 1996: 31). Am bemerkenswertesten sind allerdings Rostren von *Neoclavibelus subclavatus* (VOLTZ) aus dem Toarcium/Aalenium-Grenzbereich im Gebiet des Hesselbergs (Abb. 2), bei denen teilweise noch nahezu der halbe Durchmesser des Rostrums aragonitisch erhalten ist, ebenso wie Ammoniten-, Gastropoden- und Muschelschalen aus denselben Schichten.

Der Aragonitanteil kann durch Anfärbung mit Kobaltnitrat sichtbar gemacht werden. Der Grad der Aragoniterhaltung ist bei verschiedenen Exemplaren einer Art aus ein und derselben Schicht durchaus unterschiedlich, so daß der Unterschied wohl auf frühdiagenetischen Prozessen beruht und die Umwandlung daher bereits zu Lebzeiten des Tieres eingesetzt hatte. Das von BANDEL & KULICKI (1988) für artspezifisch gehaltene Phänomen eines aragonitischen Belemnitenrostrums ist somit kein Einzelfall. Bereits früher war gelegentlich Aragonit nachgewiesen worden (SPAETH 1971), oder zumindest wurden gewisse Kristallit-Ultrastrukturen auf das Vorliegen von aragonitischem Material zurückgeführt (BARSKOV 1970). Später wurde diesen Beobachtungen leider keine größere Beachtung mehr geschenkt und alternative Erklärungen, wie ein Wechsel in der Mineralogie und in den Kristallstrukturen bei Schalenregeneration, ins Spiel gebracht. Im allgemeinen wurde jedoch von einem Niedermagnesium-Calcit als normalem primärem Baumaterial des Belemnitenrostrums ausgegangen (SAELEN 1989).

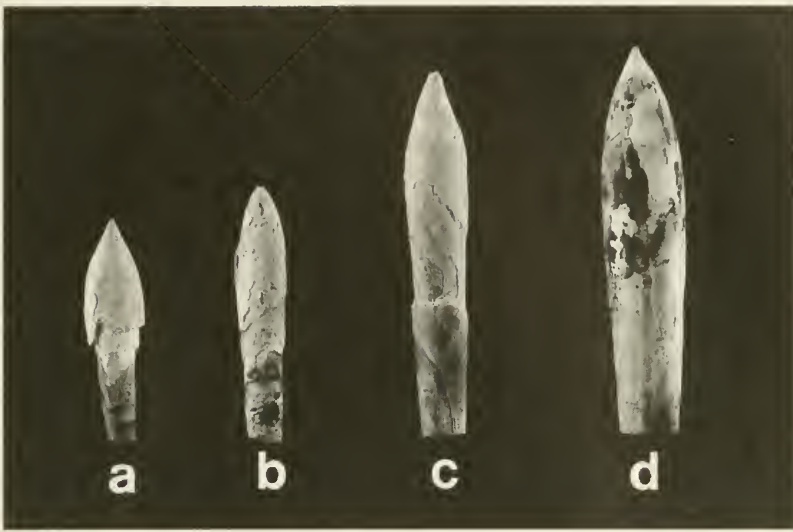


Abb. 2a–d. *Neoclavibelus subclavatus* (VOLTZ). Rostrum mit partieller Aragonit-Erhaltung. Der Aragonit neigt dazu, abzublattern. Toarcium/Aalenium-Grenzbereich, Opalinuston-Formation, Wittelshofen/Hesselberg (leg. M. KAPITZKE); SMNS Inv.-Nr. 63164/43–46. – x1.

Während das ursprünglich aus Aragonit bestehende Material der Phragmokone im Nusplinger Plattenkalk in allen Fällen bei der Diagenese weggelöst worden ist, wurde der Aragonit des Rostrums offenbar stabilisiert und blieb deswegen partiell erhalten. Möglicherweise ist der hohe organische Anteil im Rostrum hierfür verantwortlich, während bei den entsprechend erhaltenen Rostren aus dem Opalinuston der Schutz vor zirkulierenden Porenwässern in der abdichtenden Tonsteinserie eine Umwandlung verhindert haben dürfte.

Bei der beliebten Verwendung von Belemnitenrostrum zur Gewinnung von Isotopendaten für die Paläotemperaturbestimmung des Meerwassers (z.B. FRITZ 1965; SAELEN et al. 1996, dort weitere Literatur) hat man also zwangsläufig mit Verfälschungen durch Diageneseprozesse zu rechnen. Insbesondere SPAETH et al. (1971) warnten bereits eindringlich vor solchen Effekten, die schon innerhalb eines einzigen Belemnitenrostrums zu ganz erheblichen Streuungen der Werte führen können. Will man reproduzierbare Daten gewinnen, sollte man deswegen eigentlich nach Möglichkeit Rostren mit noch erhaltenem Aragonit verwenden (vgl. JORDAN & STAHL 1970) oder aber zumindest darauf achten, daß man nur Proben mit demselben Erhaltungszustand miteinander vergleicht.

Die Isotopenanalyse eines weitgehend calcitisch erhaltenen Belemnitenrostrums aus dem Nusplinger Plattenkalk, das aber aus einer vergleichsweise kerogenreichen Lage (Plattenkalk G des Nusplinger Steinbruchs) stammte, ergab folgende Werte:

	Probe 1	Probe 2	Standardabw.
δO^{18}	–0,79	–0,65	$\pm 0,02$
δC^{13}	0,69	0,75	$\pm 0,02$

Beide Proben stammen von demselben Belemnitenrostrum; die erste aus der äußersten Schicht des Rostrums, die zweite aus darunterliegenden Schichten. Die meßbaren Abweichungen können zwei verschiedene Ursachen haben, deren jeweiliger Anteil ohne weitere Untersuchungen an zusätzlichem Material nicht mehr auflösbar ist. Möglich sind einerseits ein weiter fortgeschrittener diagenetischer Austausch in den inneren Schichten des Rostrums, falls dieser bereits zu Lebzeiten des Tieres einsetzte, und andererseits ein primärer Unterschied im Einbau der Isotope. Letzterer könnte auf saisonale Schwankungen der Wassertemperatur zurückzuführen sein, wie dies JORDAN & STAHL (1970) bei den aufeinanderfolgenden Septen von Ammoniten nachweisen konnten. Gegenüber den von FRITZ (1965) ermittelten stark schwankenden Sauerstoff-Isotopenwerten von *Hibolithes*-Rostren aus der Acanthicum-Zone sind die Beträge des Nusplinger Rostrums höher, was – vorbehaltlich aller genannter Unwägbarkeiten – für eine niedrigere Wassertemperatur in der mittleren Ulmense-Subzone sprechen würde. Dies wäre für ein vom umgebenden offenen Meer abgeschirmtes Becken etwas überraschend. Man muß jedoch bedenken, daß das untersuchte Belemnitentier wohl nicht in den obersten, stark erwärmten Wasserschichten lebte, was auch durch das Fehlen von Belemnitenrostrum in Flachwassersedimenten unterstrichen wird (vgl. S. 14). Eine mit dem Nusplinger Plattenkalk ungefähr altersgleiche Probe von Sirchingen (mittlere Schwäbische Alb) ergab Sauerstoff-Isotopenwerte, die im Vergleich mit dem Nusplinger Rostrum deutlich niedriger liegen (FRITZ 1965: 269), so daß möglicherweise auch mit größeren regionalen Unterschieden zu rechnen ist.

Die Werte für δC^{13} liegen in genau demselben Rahmen, wie sie auch für Weißjurakalke selbst ermittelt worden sind (vgl. FRITZ 1966: 66), so daß also bei der Bildung des Rostrums mit keinen zusätzlichen Anreicherungsverfahren durch biologische Prozesse zu rechnen ist.

3.2. Horizontale Einbettung des Rostrums

Die horizontale Einbettung kommt bei Nusplinger Belemniten in zwei verschiedenen Versionen vor. In den häufigsten Fällen, insbesondere bei den großen Exemplaren, kann man feststellen, daß der proximale Teil des Rostrums im Bereich der Alveole stark beschädigt ist. Meist liegen im Umkreis des Rostrums kleinere Fragmente verstreut umher (Taf. 1, Fig. 1–4). Bereits O. FRAAS (1855: 83) beobachtete dieses Phänomen und beschrieb es recht treffend, ohne jedoch eine klare Deutung dafür zu geben. Später befaßte sich HÖLDER (1955, 1964) ausführlicher mit diesen Belemniten und deutete den vorliegenden Erhaltungszustand als Bißspuren. Er vermutete die im Nusplinger Plattenkalk ebenfalls gelegentlich auftretenden Holocephalen (Chimären, vgl. HEIMBERG 1949) als mögliche Räuber und Verursacher dieser zerbißenen Belemnitenrostrum, da sie ein entsprechendes Knackgebiß hatten.

Die zerbrochenen Teilstücke liegen meist nicht ganz isoliert, sondern noch im Teilverband. Dies deutet darauf hin, daß sie bei der Einbettung noch durch Gewebereste miteinander verbunden waren, von denen jedoch nichts mehr erhalten geblieben ist. Seltener sind Belemniten im massiven Abschnitt des Rostrums zerbrochen und liegen dann abgewinkelt im Sediment (Taf. 2, Fig. 4). Bei sehr kleinen Exemplaren ist diese Erhaltung viel häufiger, sie kommt aber ganz vereinzelt auch bei Stücken mit einem Durchmesser von maximal 10 mm vor. Auch dieser Zustand läßt sich nur durch einen Biß erklären, der naturgemäß bei sehr kleinen Individuen we-

niger gezielt erfolgte als bei ausgewachsenen Exemplaren. Von spitzen Zähnen herrührende Bißspuren sind, abgesehen von dem unten beschriebenen Fall eines regenerierten Rostrums (vgl. S. 13), nicht vorhanden, so daß man annehmen kann, daß der Biß in der Regel von einem Räuber mit Quetschgebiß ausgeführt worden ist. Nur ausnahmsweise wurden die Rostren der Belemniten vom Räuber mitverzehrt, wie der Einzelfund eines phosphatischen, vermutlich von einem Fisch stammenden Koprolithen zeigt, der noch das Fragment eines Rostrums enthält (Taf. 2, Fig. 6).

Horizontal eingebettete Belemnitenrostren mit erhaltenem Phragmokon (Taf. 2, Fig. 1) sind weitaus seltener als die zerbissenen (die Gründe hierfür siehe unten). Eine solche Erhaltung kommt fast ausschließlich bei juvenilen Exemplaren vor. Bei diesen konnte vermutlich der Auftrieb des Phragmokons das Gewicht des Rostrums weitgehend kompensieren, so daß beide zusammen langsam zum Meeresboden absinken konnten und dort in die horizontale Lage umkippten. Offensichtlich waren sie zu leicht, um in den Kalkschlick eindringen zu können (siehe unten).

Eine Einregelung von Belemnitenrostren ist im Nusplinger Plattenkalk nicht zu beobachten; statt dessen liegt eine statistische Verteilung vor. Mit stärkeren Bodenströmungen ist wohl in den tiefen, abgeschlossenen Plattenkalkwannen ohnehin nicht zu rechnen.

3.3. Schräge bis senkrechte Einbettung des Rostrums

Die häufigste Einbettungsart von Belemnitenrostren im Nusplinger Plattenkalk (ca. 2/3 aller Funde) ist die, bei der das laminierte Sediment schräg oder sogar senk-



Abb. 3. *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER), schräg eingebettet und dabei mehrere Schichtflächen durchspießend; Blick auf Schichtunterseiten. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, Schicht Pk 4 (Grabung 1994); SMNS Inv.-Nr.63478. – Länge des Rostrums 13 cm.

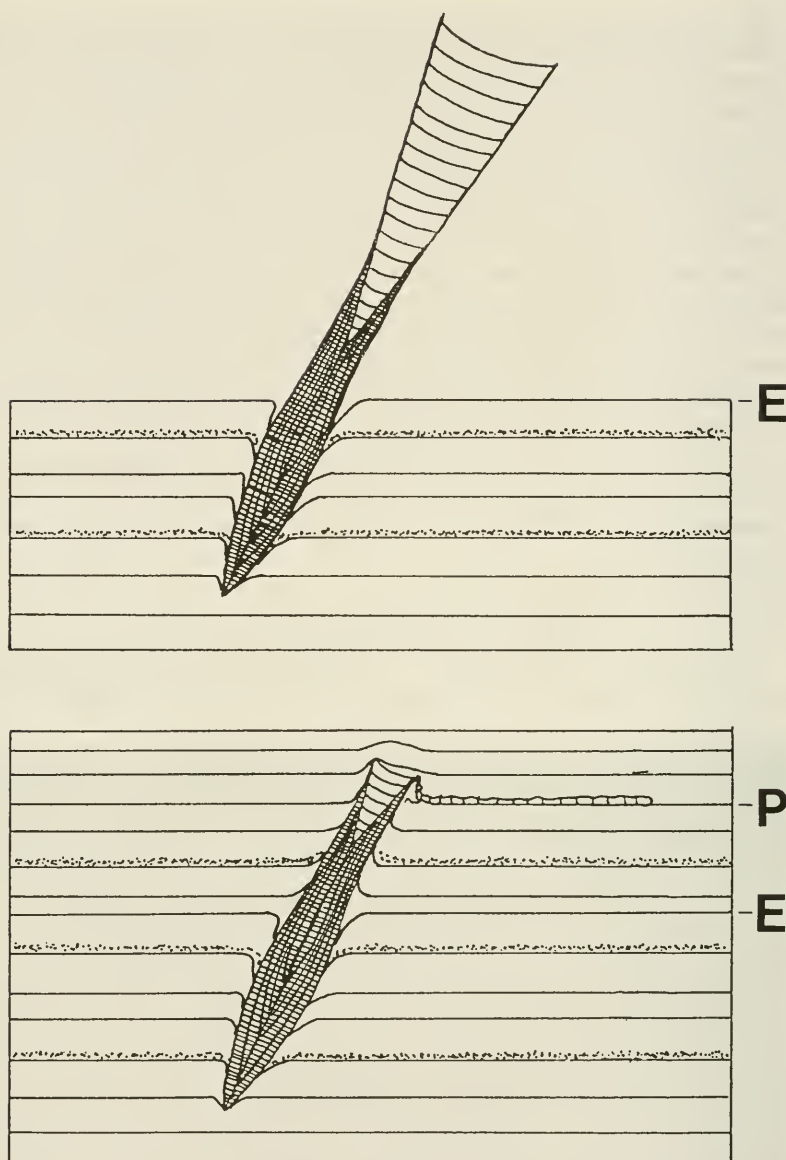


Abb. 4. Prinzip der schrägen bis senkrechten Einbettung von Belemnitenrostron im Nusslinger Plattenkalk. Oben: Situation unmittelbar nach dem Eindringen in das Sediment; unten: Grabungsfundlage. E = Eindringebene des Rostrums, P = Einbettungsebene des Phragmokon. Der Phragmokon befindet sich nicht auf derselben Schicht, in die das Rostrum in das Sediment eingedrungen ist (vgl. Taf. 3).

recht durchspießt wird (Abb. 3). Auch diese Einbettungsart wurde bereits von O. FRAAS (1855: 83) beobachtet. BARTHEL (1978, Abb. 35) veranschaulichte eine Vorstellung, wie es zu der senkrechten Einbettung kam, indem sich das Rostrum mit dem gasgefüllten Phragmokon von driftenden, verwesenden Belemnitenleichen ablöste, wie ein Fesselballon absank und in den weichen Kalkschlick am Meeresboden

eindrang. Bis auf einen einzigen Fall steckten alle derartigen Exemplare des Nusplinger Plattenkalks mit der Spitze des Rostrums nach unten im Sediment. Die senkrechte Einbettung kommt ganz überwiegend bei größeren Rostren vor, während juvenile Rostren mit Phragmokon, wie oben erwähnt, eher horizontal eingebettet sind.

Beim Eindringen des Rostrums wurden mehrere Plattenkalklagen deformiert. Das Substrat besaß eine Konsistenz, die einerseits ein mehrere Zentimeter tiefes Eindringen des Rostrums ermöglichte, andererseits aber doch so zäh war, daß dieses in derselben Position steckenblieb. Bei einem suppigem Substrat wären die Rostren widerstandslos in die Horizontale gekippt. Zwischen den einzelnen Plattenkalklagen, im Bereich der Spaltflächen, müssen sich bereits vor deren Deformation durch die hineinspießenden Belemnitenrostren Unstetigkeitsflächen ausgebildet haben, vermutlich während längerer Sedimentationsunterbrechungen. Die maximale Eindringtiefe der Belemnitenrostren in das Sediment hängt von dem Gewicht des Rostrums und von dem Lithifizierungsgrad der bereits abgelagerten Kalkschichten ab und beträgt bis knapp eine halbe Rostrumlänge.

Die schräg oder senkrecht eingebetteten Rostren besitzen mit Ausnahme des einzigen mit dem stumpfen Ende nach unten orientierten Stücks stets noch ihren Phragmokon. Zum Zeitpunkt des Einspießens und eine gewisse Zeit danach muß dieser noch gasgefüllt gewesen sein, ohne daß der Auftrieb auch nur annähernd ausgereicht hätte, das Gewicht des Rostrums zu kompensieren. Das Rostrum wurde dadurch weiterhin in der vertikalen Position gehalten. Der Phragmokon ist nicht in derselben Ebene eingebettet, in der das Rostrum ins Sediment eindrang, sondern erst in höheren Lagen (Abb. 4; Taf. 3, Fig. 1). In einem Fall konnte die vertikale Differenz zwischen der Eindringebene des Rostrums und der Einbettungsebene des Phragmokons mit 14 mm bestimmt werden, woraus sich ein gewisses Maß für die Sedimentationsgeschwindigkeit ergibt. Vermutlich führte eine leichte Sedimentverfüllung im Laufe einiger Sedimentationsereignisse schließlich dazu, daß der zu schwer gewordene Phragmokon vom Rostrum abknickte und zur Seite fiel. Ein Teil des Rostrums ragt stets noch etwas über die Einbettungsebene des Phragmokons hinaus. Die Alveole zerbrach dabei, wobei die Teilstücke teleskopartig zusammengeschoben wurden, was aber nichts mit den zerbissenen Alveolen bei horizontal eingebetteten Belemnitenrostren zu tun hat. Die Plattenkalklaminae, die nach dem Einspießen sedimentiert wurden, sind etwas aufgebogen, was sicherlich im wesentlichen auf die Anlagerung des Sediments an das Rostrum zurückzuführen ist.

3.4. Isolierte Phragmokone

Gelegentlich treten auf Schichtflächen auch isolierte Phragmokone auf (Taf. 4, Fig. 1, 3–6). Sie sind horizontal eingebettet und flachgepreßt. Die Kammerung läßt sich meist noch erkennen. Stets fehlen die ältesten Kammern, die vermutlich in der Alveole des zugehörigen Rostrums verblieben sind. Gemessen an der Länge der Phragmokone ist bei der Gattung *Hibolithes* nur ein sehr kurzer Abschnitt von der Alveole umhüllt, wodurch wohl eine Trennung von Phragmokon und Rostrum erleichtert wird. Sehr häufig finden sich im Umkreis solcher Phragmokone kleine Austern (Taf. 4, Fig. 6). Sie hatten sich offensichtlich entweder direkt am Phragmokon oder an dünnen, nicht erhaltenen Algenfäden angesiedelt. Auf der Oberseite der Phragmokone befinden sich auffälligerweise keine Muscheln. Die gasgefüllten

Phragmokone dürften eine Zeitlang an der Meeresoberfläche getrieben sein, ehe sie wasserdurchlässig wurden und zusammen mit ihrer Fracht absanken. Am Meeresboden fand dann kein weiteres Muschelwachstum mehr statt. Auf Belemnitenrostron selbst findet man im Nusplinger Plattenkalk hingegen, abgesehen von zwei Ausnahmefällen, keinerlei Spuren eines Bewuchses, so daß keine Besiedlung der Phragmokone am Meeresboden im Sinne von Benthos-Inseln inmitten eines besiedlungsfeindlichen Substrats stattgefunden haben kann, wie es von KAUFFMAN (1978) postuliert wurde. Bei den angeblichen Benthos-Inseln handelt es sich teilweise um abgesunkene Flöße von gedriftetem Material (z. B. Ammoniten mit Muschelbesatz), teilweise aber auch um Speiballen oder andere Fraßreste.

Die Belemnitenrostron besitzen darüber hinaus auch keine Anbohrungen, wie man sie bei einem längeren Liegen auf einem Substrat eigentlich erwarten müßte. Die fehlenden Bohrungen ließen sich zwar auch durch ein Einsinken in ein suppigies Substrat im Sinne von MARTILL (1993) erklären, doch zeigen viele andere Phänomene, daß die Sedimentoberflächen häufig von festerer Konsistenz waren, so daß ein Einsinken normalerweise nicht stattfand. Eine Anbohrung der Rostren beim lebenden Tier (SEILACHER 1968) ist damit erst recht auszuschließen. Der von JANICKE (1969, Taf. 9, Fig. 4) abgebildete Fund eines solchen von Cirripediern angebohrten Rostrums aus dem Plattenkalk von Daiting ist sicherlich als Ausnahme zu werten. Das Stück dürfte durch irgendeinen Zufall aus umgebenden Hartgrundbiotopen in den dortigen Plattenkalk eingetragen worden sein. Die oben erwähnten einzigen bei den aktuellen Grabungen gefundenen mit Austern bewachsenen Belemnitenrostron des Nusplinger Plattenkalks (Taf. 4, Fig. 2–3) besaßen beide noch ihren Phragmokon. Aufgrund der sehr geringen Länge der Rostren von weniger als 2 cm dürfte das Gasvolumen im Phragmokon ausgereicht haben, um das Rostrum noch eine Zeitlang in Schwebe zu halten, ehe es dann durch die Auflast der heranwachsenden Austernschälchen bzw. das Entweichen des Gases aus den Kammern des Phragmokons schließlich auf den Meeresboden absank. Gut vergleichbar sind die austernbewachsenen Funde von *Rhaphibelus acicula* (MÜNSTER) und auch von *Hibolithes* (vgl. VIOHL 1998, Abb. 13) im Solnhofener Plattenkalk.

Nur als große Seltenheit fanden sich im Nusplinger Plattenkalk (Egesheimer Steinbruch) isolierte, in ihrer Form an ein Uhrglas erinnernde Kammerscheidewände von Belemniten-Phragmokonen (Taf. 4, Fig. 7). Entsprechende Funde sind auch aus normalen Weißjurakalken bekannt. Schwer zu erklären ist, wie sich die Septen bruchlos von der Wand des Phragmokons lösen konnten, doch muß dieser Vorgang bereits vor der Einbettung stattgefunden haben.

3.5. Reste von Tentakelhaken (Onychiten)

Verhältnismäßig zahlreich treten isolierte Onychiten im Nusplinger Plattenkalk auf (Taf. 6, Fig. 2–5). Angesichts der Menge an Rostren ist allerdings nur eine verschwindend geringe Zahl an Onychiten fossil überliefert worden. Vermutlich liegt dies daran, daß die Rostren in der Regel nicht verschluckt, sondern abgeissen wurden, während die Onychiten mit dem restlichen Weichkörper des Belemniteniers gefressen und im Verdauungstrakt resorbiert wurden. Die dennoch überlieferten Onychiten sind entweder in kohliger organischer Substanz (ursprünglich wohl Chitin) oder als herausgelöste Hohlräume erhalten; gelegentlich sind letztere sekundär durch Eisenoxide oder andere Mineralien (Manganoxide, Kalzit) ausgefüllt.

Onychiten aus dem Nusplinger Plattenkalk wurden erstmals von O. FRAAS (1855) beschrieben. Neuerdings wurden die Onychiten des Schwäbischen Juras einer Revision unterzogen (ENGESER 1987). Dabei wurden aus dem Nusplinger Plattenkalk drei verschiedene Arten unterschieden (*O. barbatus*, *O. fraasii*, *O. quenstedti*). Wie aus der Variabilität des gesamten vorliegenden Materials aus dem Nusplinger Plattenkalk ersichtlich ist, gehören alle Exemplare dieser verschiedenen „Formspezies“ lediglich zu einer einzigen biologischen Belemnitenart. Zusätzlich müßte hier eigentlich auch noch die Art *Onychites rostratus* QUENSTEDT einbezogen werden, denn diese Art aus dem Unter-Kimmeridgium läßt sich ebenfalls nur mit der Belemnitenart *Hibolites semisulcatus* (MÜNSTER) in Verbindung bringen.

Der älteste verfügbare Name, der vor den anderen Priorität besitzt, ist *Onychites barbatus*. Diese Art war aber nicht, wie fälschlicherweise von ENGESER (1987) angegeben wurde, von QUENSTEDT (1857), sondern bereits von O. FRAAS (1855) als *Onychoteuthis barbata* aufgestellt worden. Bei dem von ENGESER (1987) irrtümlich als Lectotypus designierten Exemplar handelt es sich lediglich um einen Topotypus, der nicht aus der ursprünglichen Syntypen-Serie stammt. O. FRAAS faßte die Art sehr weit und gab eine Syntypen-Serie mit Material aus dem Lias, dem tieferen Malm sowie einem näher beschriebenen Stück aus dem Nusplinger Plattenkalk an. Aus dieser Serie ist nur noch das Nusplinger Belegstück erhalten geblieben und anhand der Beschreibung und Etikettierung eindeutig identifizierbar. Auf diesem Handstück sind 8 Exemplare von Onychiten enthalten, die aufgrund ihrer Größe 4 Paaren zugerechnet werden können. Aus diesen wäre folglich ein Lectotypus auszuwählen. Wir schlagen vor, das mit einem Pfeil gekennzeichnete Exemplar auf Taf. 5, Fig. 3 als Lectotypus der Art *Onychites barbatus* (O. FRAAS) zu betrachten. Im streng zoologischen Sinne stellt das Taxon *Onychites barbatus* eigentlich ein jüngeres Synonym von *Hibolites semisulcatus* (MÜNSTER) dar.

Die Gesteinsplatte von O. FRAAS läßt bei Streiflicht neben den paarigen Großhaken auch noch mehrere Kleinhaken erkennen, die als kalzitische Hohlräumfüllungen erhalten sind (Taf. 5, Fig. 2). Sie wurden in der Originalbeschreibung jedoch nicht erwähnt, so daß der Artname *O. barbatus* sicherlich nicht, wie noch von RIEGRAF (1995a: 139) angegeben wurde, auf die in der Regel eine ganze Dimension kleineren und funktionell-anatomisch sicherlich hiervon verschiedenen Häkchen der Gattung *Paraglycerites* EISENACK beziehbar ist (vgl. auch KULICKI & SZANIAWSKI 1972).

Bei den neuen Grabungen kamen nun weitere Funde zum Vorschein, die den rätselhaften FRAAS'schen Altfund erklären helfen. Bei einem Stück liegt ein Onychiten-Paar mit zahlreichen organisch erhaltenen Kleinhaken zusammen (Taf. 6, Fig. 1). Auch ein Abdruck eines Rostrum-Bruchstücks und weiterer Splitter, die aus dem Bereich der Alveole stammen dürften, befinden sich inmitten der Häkchen. Wahrscheinlich stammen auch diese Reste nicht nur von einem Belemnitentier, sondern von einem größeren und einem sehr kleinen Individuum. Neben einem der beiden gleich großen Onychiten liegt nämlich noch ein weiterer, wesentlich kleinerer. Ein anderes Stück (Taf. 7, Fig. 1) zeigt genau wie das FRAAS'sche mehrere größere Onychitenpaare inmitten zahlreicher gut erhaltener Kleinhaken. Die Fundsituation läßt ausschließen, daß es sich um zufällige Zusammenschwemmungen handelt. Ein sehr kleines, schräg eingebettetes Belemnitenrostrum (Taf. 2, Fig. 6) wurde zusammen mit einer Ansammlung von Kleinhaken gefunden, doch fehlen diesem Exemplar die zugehörigen Onychiten. Es dürfte sich bei diesem Fund um den Fraßrest ei-

nes Belemnitentieres handeln, der freilich nicht die Qualität der aus dem Posidonienschiefer beschriebenen Stücke (URLICH & REITNER 1983; RIEGRAF & HAUFF 1983) erreicht. Außerdem kamen als Seltenheit Anreicherungen von Kleinhäkchen ohne Onychiten oder andere Reste von Belemniten-Hartteilen zum Vorschein (Taf. 7, Fig. 6; Taf. 8, Fig. 2).

Bei diesen Anreicherungen sowie bei den Resten mit mehreren Onychitenpaaren handelt es sich um Speiballen, deren Verursacher bislang unbekannt geblieben sind. Im Prinzip kommen Krokodile, Ichthyosaurier, Plesiosaurier und gewisse Fische in Frage (RIEBER 1970; BÖTTCHER 1989; WAHL 1998), da man im Posidonienschiefer und anderen vergleichbaren Fossilagerstätten in deren Mägen Belemnitenhäkchen nachweisen konnte. Im Nusplinger Plattenkalk konnten Ichthyosaurier und Plesiosaurier bislang noch nicht nachgewiesen werden, so daß Meereskrokodile (*Geosaurus*, *Dakosaurus*) oder größere Raubfische als potentielle Belemnitenfresser anzunehmen sind. Völlig isolierte „*Paraglycerites*“-Kleinhäkchen sind nur ganz ausnahmsweise zu finden. Sie dürften jedoch in oxidiertem und herausgelöstem Zustand, wie es in den tieferen Plattenkalklagen des Egesheimer Steinbruchs der Fall ist, auf den hellen Gesteinsplatten kaum noch zu erkennen sein.

Obwohl man also damit rechnen muß, daß die häufigen Belemnitentiere der Nusplinger Plattenkalk-Wannen die Beute von verschiedenen Freßfeinden waren, so zeigen die Erhaltungsweisen doch eine einheitliche Fangstrategie der Räuber. Die Belemnitentiere wurden dabei bevorzugt im Bereich des Phragmokons gebissen, so daß der hintere Körperteil mit dem Rostrum abgetrennt wurde und auf den Meeresgrund absank. Bedingt durch die Fluchtbewegung der Belemniten, erfolgte der Biß nicht immer perfekt an dieser Stelle, so daß öfters auch noch die Alveole oder sogar das Rostrum selbst zerknackt wurde. Der Weichkörper des Tieres wurde gefressen und der nicht verdauliche Anteil aus Onychiten, Kleinhäkchen, Phragmokonresten und Splittern des Rostrums manchmal als Speiballen wieder ausgewürgt.

4. Aspekte zum Bau des Belemnitentiers

Durch das Zusammenvorkommen mit Rostrum-Resten und Onychiten ist die Zugehörigkeit der kleinen Teuthoideen-Häkchen zur Belemnitengattung *Hibolithes* erwiesen. Diese Kleinhäkchen besitzen in keinem Fall die seitlichen Nebenspitzen, wie sie von RIEGRAF (1995, 1996) für Belemnitentiere als charakteristisch gehalten wurden und bei manchen – allerdings nicht allen – der vollständigen Belemnitentiere aus dem Posidonienschiefer auch gefunden worden sind (URLICH & REITNER 1983; RIEGRAF & HAUFF 1983).

Ein Vergleich mit *Acanthoteuthis*-Armkronen aus dem Solnhofener Plattenkalk ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen manchen *Acanthoteuthis*-Kleinhäkchen (Taf. 7, Fig. 2; Taf. 8, Fig. 1; Taf. 9, Fig. 3) und den Kleinhäkchen bei *Hibolithes* (Taf. 8, Fig. 2; Taf. 9, Fig. 3). Die *Acanthoteuthis*-Armkronen sind jedoch noch niemals zusammen mit Onychiten gefunden worden. Dies, wie auch die Seltenheit von Belemnitenrostrum, spricht zunächst gegen eine bereits häufiger geäußerte (ANGERMANN 1902; NAEF 1922; FRICKHINGER 1994), aber noch nie schlüssig bewiesene Zusammengehörigkeit von *Hibolithes* und *Acanthoteuthis*. Gegen eine solche Zusammengehörigkeit sollen nach ENGESER & REITNER (1981: 538) auch Unterschiede in der Form des Proostrakums sprechen. Der Fund eines vollständigen *Hibolithes*-Tieres steht allerdings noch aus, denn der von ENGESER & REITNER (1981, Abb. 6) so

bezeichnete Fund eines Rostrums mit Phragmokon und Proostrakum, aber ohne Armkrone kann keinesfalls als solcher gewertet werden. Andererseits muß damit gerechnet werden, daß sich unter den als „*Acanthoteuthis*“ bestimmten Armkronen oder sogar unter vollständigeren Funden des Solnhofener Plattenkalks manchmal durchaus auch echte Belemniteniere verbergen dürften. Dies gilt etwa für das in München aufbewahrte Original zu ANGERMANN (1902), das von LEICH (1978, Abb. S. 53) und FRICKHINGER (1994, Abb. 125) abgebildete Exemplar sowie auch für ein in der Sammlung des Bürgermeister-Müller-Museums in Solnhofen befindliches Stück. Bemerkenswert ist bei diesen Exemplaren neben der mit *Hibolithes* übereinstimmenden Form der Fanghäkchen auch der identische Öffnungswinkel des Phragmokons. Diese Problematik läßt sich jedoch nur mit einer Revision des *Acanthoteuthis*-Materials klären, was den Rahmen vorliegender Arbeit sprengen würde.

Trotz der vielen zerbissenen Rostren blieben äußerlich erkennbare pathologische Erscheinungen bei Belemniten aus dem Nusplinger Plattenkalk eine Ausnahme. Lediglich in einem einzigen Fall fand sich ein Rostrum, das offensichtlich abgebissen worden war und anschließend wieder regeneriert wurde. Das bemerkenswerte Stück wurde bereits gesondert beschrieben (SCHWEIGERT 1999). Der distale Teil dieses Rostrums ist merkwürdig kallusartig aufgetrieben, wobei dessen innerer Struktur Aufbau offensichtlich abweicht, denn der regenerierte Abschnitt besitzt eine deutlich hellere Färbung als das ursprüngliche Rostrum. Strukturveränderungen bei regenerierten Molluskenschalen sind durchaus nichts Ungewöhnliches (SAELEN 1989). Die Oberfläche des regenerierten Abschnitts ist von zahlreichen unregelmäßigen Längsriefen überzogen, bei denen es sich um spätere Bißspuren handeln dürfte (vgl. RIEGRAF 1973). Das Stück beweist immerhin, daß ein Belemnitenier eine gewisse Zeitlang ohne komplettes Rostrum überleben konnte, aber bestrebt und von seiner Organisation her auch in der Lage war, dieses zu regenerieren.

5. Paläoökologische Betrachtungen

Die Häufigkeit von Belemnitenrostren in unterschiedlichen Arten der Erhaltung, darunter insbesondere von zerbissenen, und das Vorkommen unterschiedlichster Altersstadien zeigt an, daß die Plattenkalkwannen bei Nusplingen einen Lebensraum der Belemniteniere darstellten. Auch die Tentakelhaken (Onychiten) sind im Nusplinger Plattenkalk gegenüber normalen Jurakalken wesentlich häufiger, was wiederum für die Autochthonie des Einbettungsorts in Bezug zum Lebensraum spricht. Die Belemniten dürften neben den Ammoniten zu den bevorzugten Beutetieren größerer Räuber gehört haben. Die senkrecht eingebetteten Rostren sprechen dafür, daß die Belemniteniere eher in etwas höheren Wasserschichten lebten (vgl. SAELEN et al. 1996), während man eine rein bodenbezogene Lebensweise wegen fehlender Spuren am Meeresboden und den dort anzunehmenden lebensfeindlichen Bedingungen sicher ausschließen kann.

Interessant ist der Vergleich mit den untertithonischen Plattenkalken der südlichen Frankenalb, in denen Belemniten im Vergleich zu anderen Tintenfischverwandten zu den größten Seltenheiten gehören. Im eigentlichen Solnhofener Plattenkalk treten Belemnitenrostren stark zurück; Onychiten wurden bis jetzt überhaupt noch nicht nachgewiesen. Bei dem von BARTHEL (1968, Taf. 50, Fig. 2) abgebildeten Stück von Kelheim handelt es sich nach eigener Überprüfung um einen Fischknochen, bei dem von FRICKHINGER (1994, Abb. 138) abgebildeten Exemplar um den Kopfstachel einer

Chimäre. Der Ablagerungsraum des Solnhofener Plattenkalks kann deswegen im Gegensatz zu den Nusplinger Plattenkalkwannen sicher nicht als Lebensraum von Belemnitenfossilien angesehen werden, sondern es wurden dort nur tote Individuen gelegentlich eingeschwemmt. Möglicherweise ist die küstennähere paläogeographische Position des Solnhofener Plattenkalks gegenüber dem Nusplinger Plattenkalk die Ursache für diesen Unterschied. Belemnitenrosten der Art *Hibolites semisulcatus* treten außerdem in eindeutig flach- bis flachstmarinen Faziesräumen, wie in den Korallenkalken der Ostalb oder in gezeitenbeeinflussten Laminiten wie dem Kolbinger Plattenkalk stark zurück bzw. fehlen im letztgenannten Fall sogar vollständig. Auch in den ausgesprochen flachmarinen Laminiten von Brunn bei Regensburg (RÖPER et al. 1996) gehören Belemnitenrosten zu den Seltenheiten, oder sie konnten bislang überhaupt noch nicht nachgewiesen werden, wie im Plattenkalk von Hienheim bei Kelheim (RÖPER & ROTHGAENGER 1998). Häufiger sind Belemnitenrosten nur im untertithonischen Plattenkalk von Daiting (JANICKE 1969: 151), der nicht nur dieselben Einbettungsphänomene bei Belemniten wie der Nusplinger Plattenkalk aufweist, sondern der auch sedimentologisch manche Parallele zeigt.

6. Aussagen zur Sedimentation und Diagenese des Nusplinger Plattenkalks

Die senkrechten oder schräg im Sediment steckenden Belemnitenrosten geben Hinweise auf die Konsistenz des Sediments und auch auf die Sedimentationsgeschwindigkeit. Sägt man ein senkrecht im Plattenkalk steckendes Belemnitenrostrum auf, so kann man an der Anlagerung der einzelnen Plattenkalklaminae exakt die Schichtfläche feststellen, die den Meeresboden bildete, als das Rostrum in den Kalkschlamm eingedrungen ist (Abb. 3, 4; Taf. 3, Fig. 1). Unterhalb dieser Schicht sind die Plattenkalklaminae nach unten gebogen. Oberhalb der Eindringsschicht wurde der Einschlagtrichter um das Rostrum zunächst aufgefüllt, dann erscheinen die Laminae durch Anlagerung des Sediments aufgeschleppt. Der ursprünglich gasgefüllte Phragmokon sollte sich nun in der Ebene befinden, in der das Rostrum in das Sediment eindrang, wenn man davon ausgeht, daß ein längerer Zeitraum zwischen einzelnen Sedimentationsereignissen lag. Dies ist jedoch nicht der Fall, vielmehr findet man den noch am Rostrum befindlichen Phragmokon einige Lagen höher in einer Vertikaldistanz von bis zu etwa 1,4 cm. Diese Sedimentmächtigkeit wurde also in einem Zeitraum abgelagert, als der Phragmokon noch teilweise gasgefüllt war. Man muß daraus wohl schließen, daß dieses Sediment sehr rasch abgelagert wurde und anschließend kaum eine Kompaktion stattfand. Freilich bedeutet dies nicht zwangsläufig, daß die Sedimentation der Gesamtmächtigkeit des Nusplinger Plattenkalks kontinuierlich in diesem raschen Tempo ablief. Vielmehr ist immer wieder mit längeren Sedimentationsunterbrechungen zu rechnen, bei denen dann das Sediment verfestigt wurde und entwässerte (Synäresestructuren auf Plattenoberflächen). Während solcher Phasen dürften Belemnitenrosten vorwiegend horizontal eingebettet worden sein. Daß der Kalkschlick kaum noch kompaktiert wurde, zeigt neben der Belemniteneinbettung auch das Auftreten von oberflächlichen Spuren (vgl. SCHWEIGERT 1998) sowie die Bildung von Gleitfalten innerhalb des Profils (DIETL et al. 1998). Dies deutet auf ein korngestütztes, wenig kompaktierbares Gefüge. Ein suppigtes Substrat, wie es beispielsweise von MARTILL (1993) für die Fossilagerstätte des Posidonienschiefers gefordert worden ist, kann also für den Nusplinger Plattenkalk, zumindest für die bisher intensiver untersuchten tieferen Profilabschnitte, weitgehend ausgeschlossen

werden. Die Kollabierung der Ammonitengehäuse im Nusplinger Plattenkalk zeigt, daß sich noch eine erhebliche Auflast unverfestigten Sediments bilden konnte, ein Hinweis auf relativ spät einsetzende Zementation.

In den tieferen Plattenkalkabschnitten, die im Egesheimer Steinbruch erschlossen sind, treten mehrere bis maximal 2 Millimeter mächtige, horizontbeständige Sillexlagen auf. In einigen Fällen lagen direkt auf solchen Sillexlagen horizontal eingebettete Belemnitenrosten. Im Querbruch ist bei diesen zu erkennen, daß die Belemniten ein Stück in diese Kiesellagen hineingedrückt sind, so daß sich um das Rostrum herum ein leichter Sillexwulst bildete. Hieran ist ersichtlich, daß es sich bei diesen Sillexlagen nicht um spätdiagenetische Bildungen innerhalb des Sediments handeln kann, die sich sonst um die Belemniten und andere Fossilreste herum abgeschieden haben müßten, sondern um oberflächliche Sillexausfällungen. Innerhalb des Sediments entstandene und bei der Diagenese vollständig kompaktierte Kieselknollen kommen jedoch ebenfalls vor. Sie scheinen zwar horizontbeständig zu sein, bilden aber keine durchgehende Lage. Sie haben sich bevorzugt um organische Reste herum abgeschieden, die wohl entsprechende Keime oder ein besonderes biochemisches Milieu erzeugten, das die Sillexausfällung förderte.

Die einzigen Schichten des Nusplinger Plattenkalks, in denen überhaupt keine Belemnitenrosten gefunden wurden, sind die höheren Abschnitte der gradierten Turbiditbänke. Bei der Entstehung dieser Lagen als Trübestrome, die in die Plattenkalkwannen hineinglitten, reicherten sich die Belemnitenrosten aufgrund ihrer höheren Dichte in der Grobfraction an. Dies gilt auch für den Plattenkalk E (nach ALDINGER 1930), bei dem es sich eigentlich um einen Tempestit handelt. In der schräggeschichteten Feinfraction dieses Tempestits lagerte sich ausschließlich die Schwebfracht ab, darunter neben zahlreichen gut erhaltenen Pflanzenresten auch ein einzelner isolierter Belemniten-Phragmokon (Taf. 4, Fig. 5).

7. Literatur

- ALDINGER, H. (1930): Über die Entstehung der Kalkschiefer des oberen Weißen Jura von Nusplingen in Württemberg. – Cbl. Mineral. Geol. Paläont., B, 1930: 257–267, 6 Abb.; Stuttgart.
- ANGERMANN, E. (1902): Über das Genus *Acanthoteuthis* MÜNST. aus den lithographischen Schiefern in Bayern. – N. Jb. Mineral., Geol., Paläont., Beil.-Bd., 15: 205–230, 1 Taf., 4 Abb.; Stuttgart.
- BANDEL, K., ENGESER, T. & REITNER, J. (1984): Die Embryonalentwicklung von *Hibolithes* (Belemnitida, Cephalopoda). – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 167: 275–303, 29 Abb.; Stuttgart.
- BANDEL, K. & KULICKI, C. (1988): *Belemniteuthis polonica*: A Belemnite with an Aragonitic Rostrum. – In: WIEDMANN, J. & KULLMANN, J. (Hrsg.): Cephalopods – Present and Past. 303–316, 31 Abb.; Stuttgart (Schweizerbart).
- BARSKOV, J. S. (1970): Structure of the belemnite rostrum. – Palaeont. Zhurnal, 1970/4: 110–112, 2 Abb.; Moskwa. – [Russisch]
- BARTHEL, K. W. (1978): Solnhofen. Ein Blick in die Erdgeschichte. 393 S., 16+64 Taf., 50 Abb.; Thun (Ott).
- BÖTTCHER, R. (1989): Über die Nahrung eines *Leptopterygius* (Ichthyosauria, Reptilia) aus dem süddeutschen Posidonienschiefer (Unterer Jura) mit Bemerkungen über den Magen der Ichthyosaurier. – Stuttgarter Beitr. Naturkde., B, 155: 1–19, 19 Abb.; Stuttgart.
- COMBÉMOREL, R. (1997): Bélemnites. – In: CARIOU, E. & HANTZPERGUE, P. (Hrsg.): Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen: zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles. – Bull. Centre Rech. Elf Explor. Proc., Mém., 17: 157–162, 2 Taf., 4 Tab.; Pau.

- DIETL, G., DIETL, O., KAPITZKE, M., RIETER, M., SCHWEIGERT, G., ILG, A. & HUGGER, R. (1997): Der Nusplinger Plattenkalk (Weißer Jura ζ) – Grabungskampagne 1996. – Jh. Ges. Naturkde. Württemberg, 153: 185–203, 6 Taf., 4 Abb.; Stuttgart.
- DIETL, G., KAPITZKE, M. & RIETER, M. (1995): Neue Grabungen im Nusplinger Plattenkalk (Weißer Jura zeta) der Schwäbischen Alb. – Fossilien, 1995: 170–174, 9 Abb.; Korb (Goldschneck).
- DIETL, G., SCHWEIGERT, G., FRANZ, M. & GEYER, M. (1998): Profile des Nusplinger Plattenkalks (Oberjura, Ober-Kimmeridgium, Südwestdeutschland). – Stuttgarter Beitr. Naturkde., B, 265: 1–37, 3 Taf., 14 Abb.; Stuttgart.
- ENGESER, T. (1987): Neubearbeitung der von F. A. QUENSTEDT (1856–57) aus dem Schwäbischen Jura beschriebenen Belemniten-Großhaken (Mega-Onychiten). – Berliner geowiss. Abh., A, 86: 3–21, 2 Taf., 2 Abb.; Berlin.
- ENGESER, T. & REITNER, J. (1981): Beiträge zur Systematik von phragmokontragenden Coleoiden aus dem Untertithon (Malm zeta, „Solnhofener Plattenkalk“) von Solnhofen und Eichstätt (Bayern). – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1981: 527–545, 11 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- FRAAS, O. (1855): Beiträge zum obersten weissen Jura in Schwaben. – Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württemberg, 11: 76–107, 1 Taf.; Stuttgart.
- FRICKHINGER, K. A. (1994): Die Fossilien von Solnhofen. 336 S., 600 Abb.; Korb (Goldschneck).
- FRITZ, P. (1965): O^{18}/O^{16} -Isotopenanalysen und Paläotemperaturbestimmungen an Belemniten aus dem Schwäbischen Jura. – Geol. Rdsch., 54: 261–269, 1 Abb.; Berlin.
- (1966): Zur Diagenese von Dolomit und zuckerkörnigem Kalk im Weißen Jura der Schwäbischen Alb (Württemberg) – Mikroskopische Untersuchungen und Isotopenanalysen. – Arb. geol.-paläont. Inst. T.H. Stuttgart, N. F., 50: 1–104, 9 Taf., 10 Abb., 11 Tab.; Stuttgart.
- HEIMBERG, G. (1949): Neue Fischfunde aus dem Weissen Jura zeta von Württemberg. – Palaeontographica, A, 97: 75–98, 4 Taf., 10 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- HÖLDER, H. (1955): Belemniten und Ammoniten als Beutetiere. – Aus der Heimat, 63: 88–92, 6 Abb., Öhringen.
- (1964): Jura. – Handbuch der Stratigraphischen Geologie, 4, XV+603 S., 158 Abb., 43 Tab.; Stuttgart (Enke).
- JANICKE, V. (1969): Untersuchungen über den Biotop der Solnhofener Plattenkalke. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 9: 117–181, 5 Taf., 21 Abb.; München.
- JORDAN, R. & STAHL, W. (1970): Isotopen-Paläotemperatur-Bestimmungen an jurassischen Ammoniten und grundsätzliche Voraussetzungen für diese Methode. – Geol. Jb., 89: 33–62, 9 Abb.; Hannover.
- KAUFFMAN, E. (1978): Short-lived benthic communities in the Solnhofen and Nusplingen limestones. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1978: 717–724, 3 Abb.; Stuttgart.
- KULICKI, C. & SZANIAWSKI, H. (1972): Cephalopod arm hooks from the Jurassic of Poland. – Acta palaeont. Polonica, 17: 379–415, 7 Taf., 9 Abb.; Warszawa.
- LEICH, H. (1968): Nach Millionen Jahren ans Licht. 180 S., zahlr. Abb.; Thun & München (Ott).
- MARTILL, D. M. (1993): Soupy Substrates: A Medium for the Exceptional Preservation of Ichthyosaurs of the Posidonia Shale (Lower Jurassic) of Germany. – Kaupia, 2: 77–97, 5 Taf., 14 Abb., 1 Tab.; Darmstadt.
- MÜNSTER, G. GRAF ZU (1830): Bemerkungen zur näheren Kenntnis der Belemniten. 18 S., 2 Taf.; Bayreuth (Birner).
- NAEF, A. (1922): Die fossilen Tintenfische. VI+322 S., 101 Abb.; Jena (Fischer).
- QUENSTEDT, F. A. (1856–1857): Der Jura. 842 S., 100 Taf., 45 Abb.; Tübingen (Laupp).
- RIEBER, H. (1970): *Phragmotenthis? ticinensis* n. sp., ein Coleoidea-Rest aus der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias) des Monte San Giorgio (Kt. Tessin, Schweiz). – Paläont. Z., 44: 32–40, 2 Taf., 3 Abb.; Stuttgart.
- RIEGRAF, W. (1973): Bißspuren auf jurassischen Belemnitenrostrn. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1973: 494–500, 10 Abb.; Stuttgart.
- (1981): Revision der Belemniten des Schwäbischen Jura. – Palaeontographica, A, 173: 64–139, 5 Taf., 67 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
 - (1995): Palaeopoda dibranchiata fossiles (Coleoidea). – In: WESTPHAL, F. (Hrsg.): Fossilium Catalogus. I. Animalia, 133, 411 S.; Amsterdam & New York (Kugler). – [1995a]
 - (1995): Radiolarien, Diatomeen, Cephalopoden und Stratigraphie im pelagischen Cam-

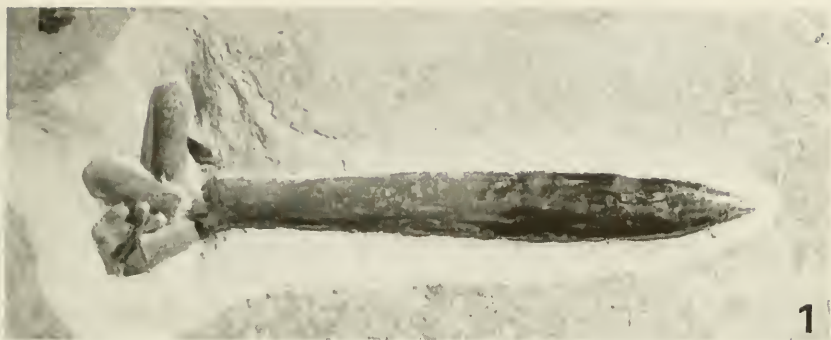
- panium Westfalens (Oberkreide, NW-Deutschland). – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 197: 125–200, 22 Abb., 2 Tab.; Stuttgart. – [1995b]
- (1996): Belemniten-Fanghäkchen (Cephalopoda, Coleoidea) aus der Pylonotenbank (Unterer Jura, tiefstes Hettangium) von Südwestdeutschland. – Stuttgarter Beitr. Naturkde., B, 239: 1–38, 10 Abb.; Stuttgart.
- RIEGRAF, W. & HAUFF, R. (1983): Belemnitenfunde mit Weichkörper, Fangarmen und Gladius aus dem Untertoarcium (Posidonienschiefer) und Unteraalenium (Opalinuston) Südwestdeutschlands. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 165: 466–483, 5 Abb.; Stuttgart.
- RIEGRAF, W. & SCHMITT-RIEGRAF, C. (1995): Mandibula fossiles ammonitorum et nautilorum (Rhyncholithi et rhynchoteuthes, excl. aptychi et anaptychi). – In: WESTPHAL, F. (Hrsg.): Fossilium Catalogus. I. Animalia, 134, 219 S., 43 Taf.; Amsterdam & New York (Kugler).
- RIEGRAF, W., JANSSEN, N. & SCHMITT-RIEGRAF, C. (1998): A. Cephalopoda dibranchiata fossiles (Coleoidea). – In: WESTPHAL, F. (Hrsg.): Fossilium Catalogus. I. Animalia, 135: 5–512; Amsterdam & New York (Kugler).
- RÖPER, M. & ROTHGAENGER, M. (1998): Die Plattenkalke von Hienheim (Landkreis Kelheim). 110 S., 8 Taf., 156 Abb.; Eichendorf (Eichendorf-Verlag).
- RÖPER, M., ROTHGAENGER, M. & ROTHGAENGER, K. (1996): Die Plattenkalke von Brunn (Landkreis Regensburg). 102 S., 10 Taf., 126 Abb.; Eichendorf (Eichendorf-Verlag).
- SAELEN, G. (1989): Diagenesis and construction of the belemnite rostrum. – Palaeontology, 32: 765–798, 4 Taf.; Oxford.
- SAELEN, G., DOYLE, P. & TALBOT, M. R. (1996): Stable-Isotope Analyses of Belemnite Rostra from the Whitby Mudstone Fm., England: Surface Water Conditions during Deposition of a Marine Black Shale. – Palaios, 11: 97–117, 8 Abb., 5 Tab.; Tulsa/Oklahoma.
- SCHLEGELMILCH, R. (1998): Die Belemniten des süddeutschen Jura. VI+151 S., 20+2 Taf., 23 Abb., 6 Tab.; Stuttgart, Jena, Lübeck & Ulm (Fischer).
- SCHWEIGERT, G. (1998): Die Spurenfauna des Nusplinger Plattenkalks (Oberjura, Schwäbische Alb). – Stuttgarter Beitr. Naturkde., B, 262: 1–47, 10 Taf., 7 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- (1999): Belemniten-Schicksale im Nusplinger Plattenkalk (Oberjura, Schwäbische Alb). – Fossilien, 1999: 123–125, 2 Abb.; Korb.
- SCHWEIGERT, G. & DIETL, G. (1996): Erhaltung und Einbettung von Belemniten im Nusplinger Plattenkalk (Oberjura, Schwäbische Alb). – Terra Nostra, 96/6: 85; Köln.
- SEILACHER, A. (1968): Swimming habits of belemnites recorded by boring barnacles. – Palaeobiology, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 4: 279–285, 5 Abb.; Amsterdam.
- SPAETH, C. (1971): Aragonitische und calcitische Primärstrukturen im Schalenbau eines Belemniten aus der englischen Unterkreide. – Paläont. Z., 45: 33–40, 3 Taf., 1 Abb.; Stuttgart.
- SPAETH, C., HOEFS, J. & VETTER, U. (1971): Some aspects of isotopical composition of belemnites and related 'paleotemperatures'. – Bull. geol. Soc. Amer., 82: 3139–3150, 13 Abb., 3 Tab.; Boulder/Colorado.
- TEMLER, H. (1964): Über die Schiefer- und Plattenkalke des Weißen Jura der Schwäbischen Alb. – Arb. geol. Inst. TH Stuttgart, N.F., 43: 1–106, 24 Taf., 18 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- (1966): Über die Nusplinger Fazies des Weißen Jura der Schwäbischen Alb (Württemberg). – Z. Dtsch. geol. Ges., 116: 891–907, 5 Taf., 4 Abb.; Hannover.
- URLICH, M. & REITNER, J. (1983): Echte Weichteilbelemniten aus dem Untertoarcium (Posidonienschiefer) Südwestdeutschlands. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 165: 450–465, 6 Abb.; Stuttgart.
- VIOHL, G. (1998): Die Solnhofener Plattenkalke – Entstehung und Lebensräume. – Archaeopteryx, 16: 37–68, 1 Taf., 24 Abb.; München.
- WAGENPLAST, P. (1972): Ökologische Untersuchung der Fauna der Bank- und Schwammfazies des Weißen Jura der Schwäbischen Alb. – Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N.F., 67: 1–99, 18 Taf., 10 Abb., 5 Tab.; Stuttgart.
- WAHL, W. (1998): Description and identification of fossil coleoid hooks from the Upper Red-water Shale (Lower Oxfordian) of the Sundance Formation (Jurassic) of Wyoming. – 5th Int. Symp. Jurassic System, Vancouver 1998, Abstracts and Program, S. 93; Vancouver.

Anschrift des Verfassers:

Dr. G. Schweigert, Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-70191 Stuttgart.

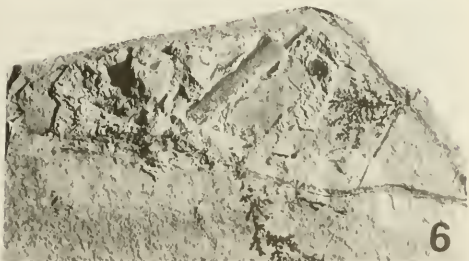
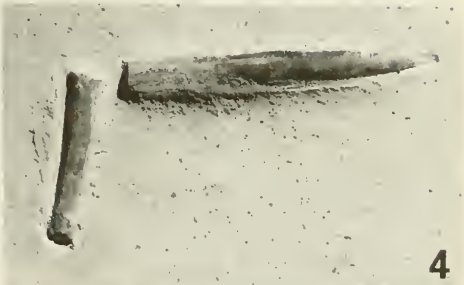
Tafel 1

- Fig. 1. *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER), im Alveolenbereich zerbissen. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, unhorizontiert (Grabung 1993); SMNS Inv.-Nr. 63351. – x1.
- Fig. 2. *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER), zerbissen. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, Schicht Pk 6, 25–35 cm v. o. (Grabung 1998); SMNS Inv.-Nr. 63601. – x1.
- Fig. 3. *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER), im Alveolenbereich zerbissen. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Nusplinger Steinbruch, Schicht G, 70–75 cm v. o. (Grabung 1996); SMNS Inv.-Nr. 63604. – x1.
- Fig. 4. *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER), im Alveolenbereich zerbissen, in partiell aragonitischer Erhaltung; kurz vor der Spitze tektonisch zerschert. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Nusplinger Steinbruch, Schicht G, 75–78 cm v. o. (Grabung 1996); SMNS Inv.-Nr. 63583. – x1.



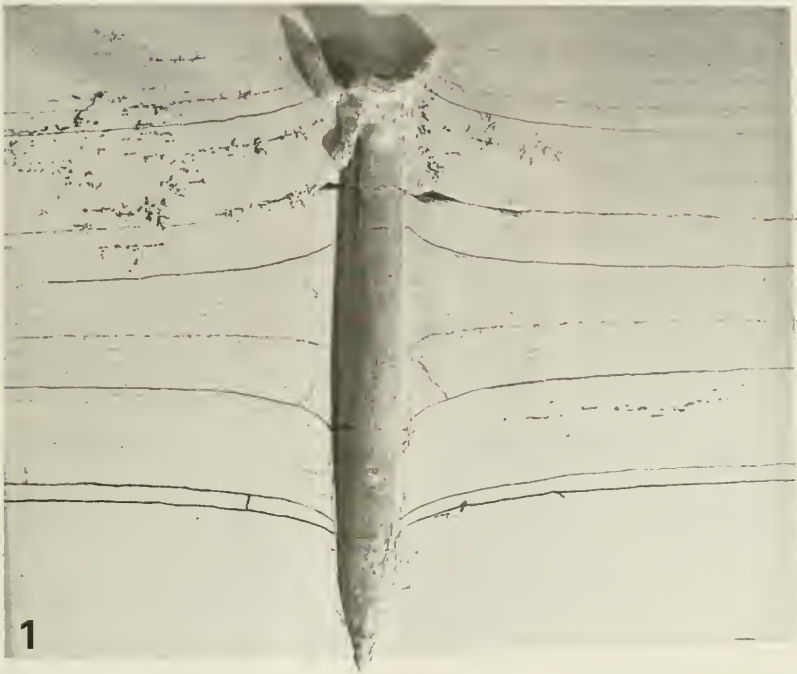
Tafel 2

- Fig. 1. *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER), Rostrum mit Phragmokon, horizontal eingebettet. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *boelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, Schicht Pk 5, 5–10 cm v. o. (Grabung 1993); SMNS Inv.-Nr. 63352. – x0,5.
- Fig. 2. *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER) mit Relikten von aragonitischer Erhaltung. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *boelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Nusplinger Steinbruch, Schicht F, 0–10 cm v. o. (Grabung 1996); SMNS Inv.-Nr. 63812. – x1.
- Fig. 3. Belemnitenrostrum von *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER) mit davor liegender Anhäufung von Kleinhäkchen (Pfeile). Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *boelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Schicht F, 0–10 cm v. o. (Grabung 1996); SMNS Inv.-Nr. 63885. – x2.
- Fig. 4. *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER), zerbissen. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *boelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Nusplinger Steinbruch, Schicht G, 0–10 cm v. o. (Grabung 1995); SMNS Inv.-Nr. 63179. – x1.
- Fig. 5. *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER), regeneriertes, sekundär im Alveolenbereich zerbissenes Rostrum mit zwei danebenliegenden Austern. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *boelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Nusplinger Steinbruch, Schicht G, 70–75 cm v. o. (Grabung 1996); SMNS Inv.-Nr. 63584. – x1.
- Fig. 6. Bruchstück eines Rostrums von *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER) in einem phosphatischen Koprolithen. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *boelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, Schicht Pk 5, 20–25 cm v. o. (Grabung 1994); SMNS Inv.-Nr. 63693 b. – x1.



Tafel 3

- Fig. 1. *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER), senkrecht eingebettet. E = Eindringebene des Rostrums in das Sediment, P = Einbettungsebene des Phragmokons. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, Schicht Pk 6, 25–35 cm v. o. (Grabung 1998); SMNS Inv.-Nr. 63730. – x1.
- Fig. 2. Exemplar von Fig. 1 in der Einbettungsebene des Phragmokons aufgespalten. – x1.

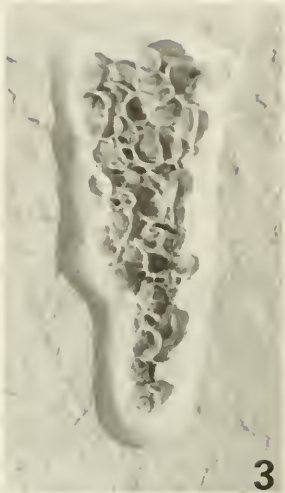
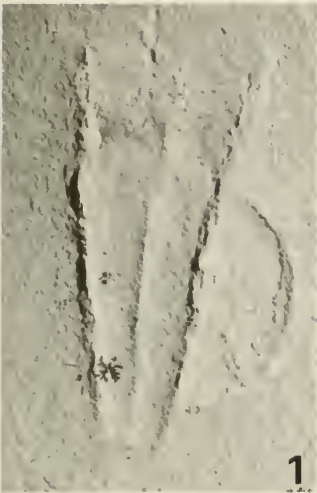


P
E



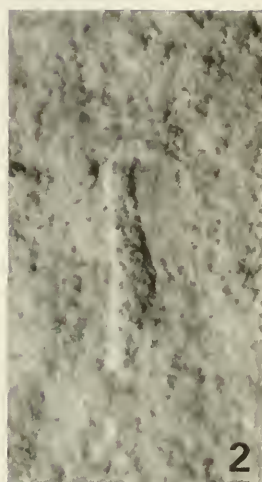
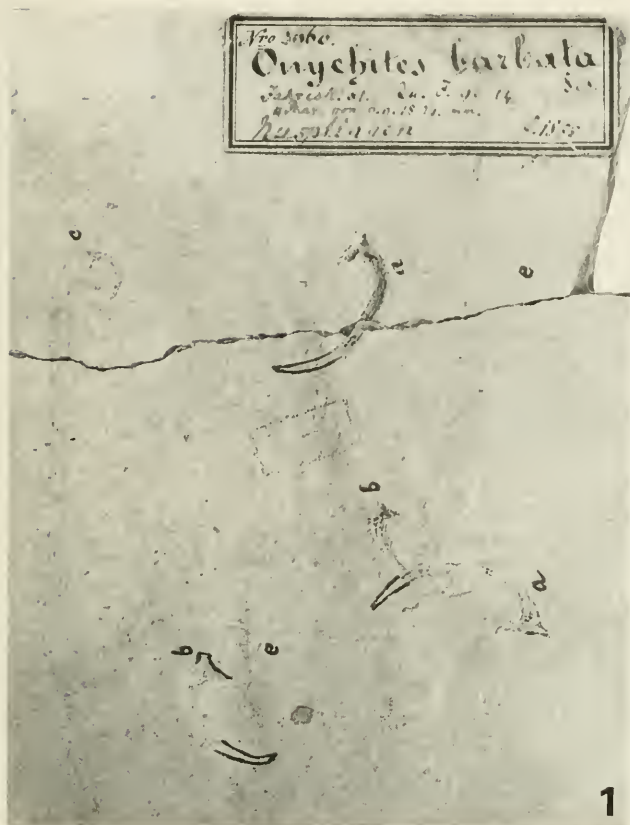
Tafel 4

- Fig. 1. Isolierter Phragmokon von *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER) auf Schichtoberseite. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, Schicht Pk 6, 5–10 cm v. o. (Grabung 1995); SMNS Inv.-Nr. 63891. – x1.
- Fig. 2. Juveniles Rostrum von *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER) mit Phragmokon, von zwei kleinen Austern besiedelt. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, Schicht Pk 6, 5–10 cm v. o. (Grabung 1995); SMNS Inv.-Nr. 63890. – x1.
- Fig. 3. Juveniles Rostrum von *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER) mit Phragmokon, vollständig von kleinen Austern besiedelt. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Nusplinger Steinbruch, Schicht G, 30–40 cm v. o. (Grabung 1996); SMNS Inv.-Nr. 63737/1–2. – x1.
- Fig. 4. Isolierter Phragmokon von *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER) auf Schichtunterseite. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, Schicht Pk 6, 5–10 cm v. o. (Grabung 1995); SMNS Inv.-Nr. 63889. – x1.
- Fig. 5. Isolierter Phragmokon von *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER). Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Nusplinger Steinbruch, Schicht E, 0–10 cm v. o. (Grabung 1995); SMNS Inv.-Nr. 63181. – x1.
- Fig. 6. Isolierter Phragmokon von *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER) mit Austernbewuchs. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, Schicht Pk 6, 0–5 cm v. o. (Grabung 1995); SMNS Inv.-Nr. 63886/1–2. – x1.
- Fig. 7. Isolierte Kammerscheidewand eines Phragmokons von *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER). Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, Schicht Pk 5, 5–10 cm v. o. (Grabung 1994); SMNS Inv.-Nr. 63892. – x1.



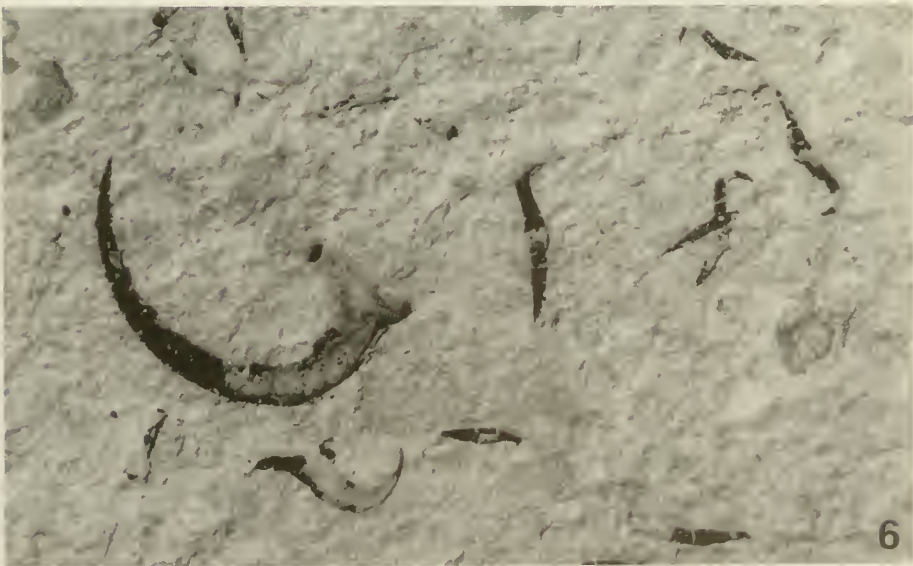
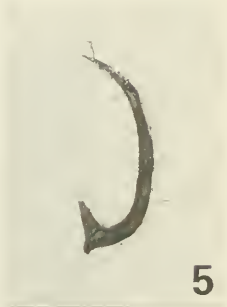
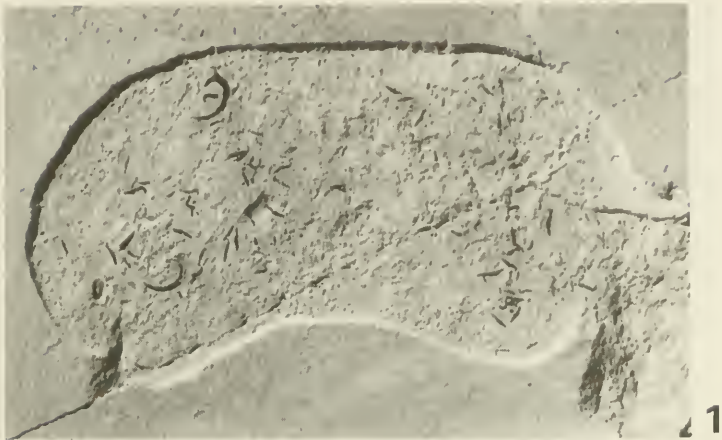
Tafel 5

- Fig. 1, 3. Fraßrest (Speiballen) mehrerer Belemniteniere mit *Onychites barbatus* (O. FRAAS), Platte und Gegenplatte. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, vermutlich Schicht G; Pfeil: Lectotypus von *Onychites barbatus* (O. FRAAS); SMNS Inv.-Nr. 24210 (Slg. O. FRAAS 1855). – x1.
- Fig. 2. Detailvergrößerung eines als kalzitische Hohlraumausfüllung erhaltenen Kleinhäkchens auf der Mitte der Platte von Fig. 1. – Länge des Häkchens 3,7 mm.



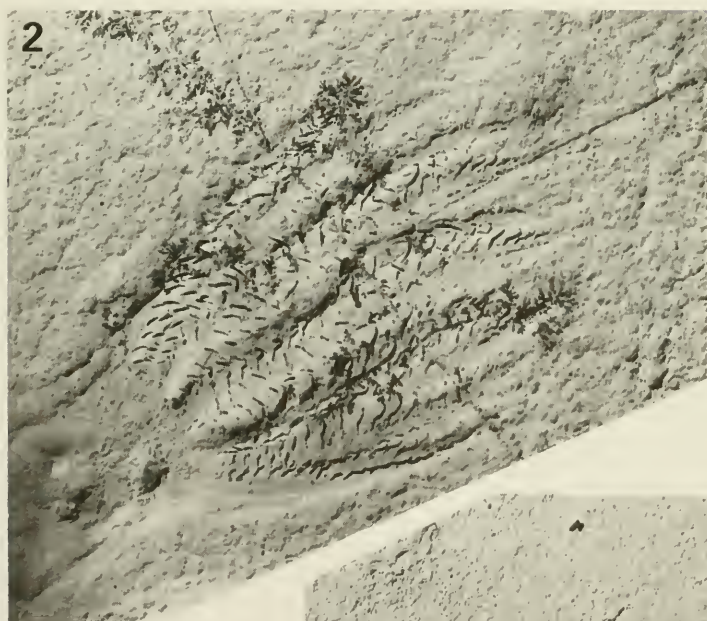
Tafel 6

- Fig. 1. Fraßrest (Speiballen) eines (?) einzelnen Belemniten-tiers mit *Onychites barbatus* (O. FRAAS), Resten des Rostrums (Pfeil) und Kleinhäkchen. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Schicht D, 20–25 cm v. o. (Grabung 1995); SMNS Inv.-Nr. 63178. – x1.
- Fig. 2. *Onychites barbatus* (O. FRAAS). Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Nusplinger Steinbruch, Schicht G, 10–20 cm v. o. (Grabung 1995); SMNS Inv.-Nr. 63887. – x1.
- Fig. 3. *Onychites barbatus* (O. FRAAS). Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Nusplinger Steinbruch, Schicht F, 5–10 cm v. o. (Grabung 1995); SMNS Inv.-Nr. 63175. – x1.
- Fig. 4. *Onychites barbatus* (O. FRAAS). Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *hoelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, Schicht Pk 5, 35–40 cm v. o. (Grabung 1994); SMNS Inv.-Nr. 63888. – x 1.
- Fig. 5. *Onychites barbatus* (O. FRAAS). Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *zio-wepferi*-Horizont β . Nusplinger Plattenkalk, „Großer Kirchbühl“ (leg. G. SCHWEIGERT 1998); SMNS Inv.-Nr. 63852. – x1.
- Fig. 6. Detailansicht von Fig. 1 mit je einem größerem und einem sehr kleinem Onychiten sowie einigen Kleinhäkchen. – Bildbreite 15,9 mm.



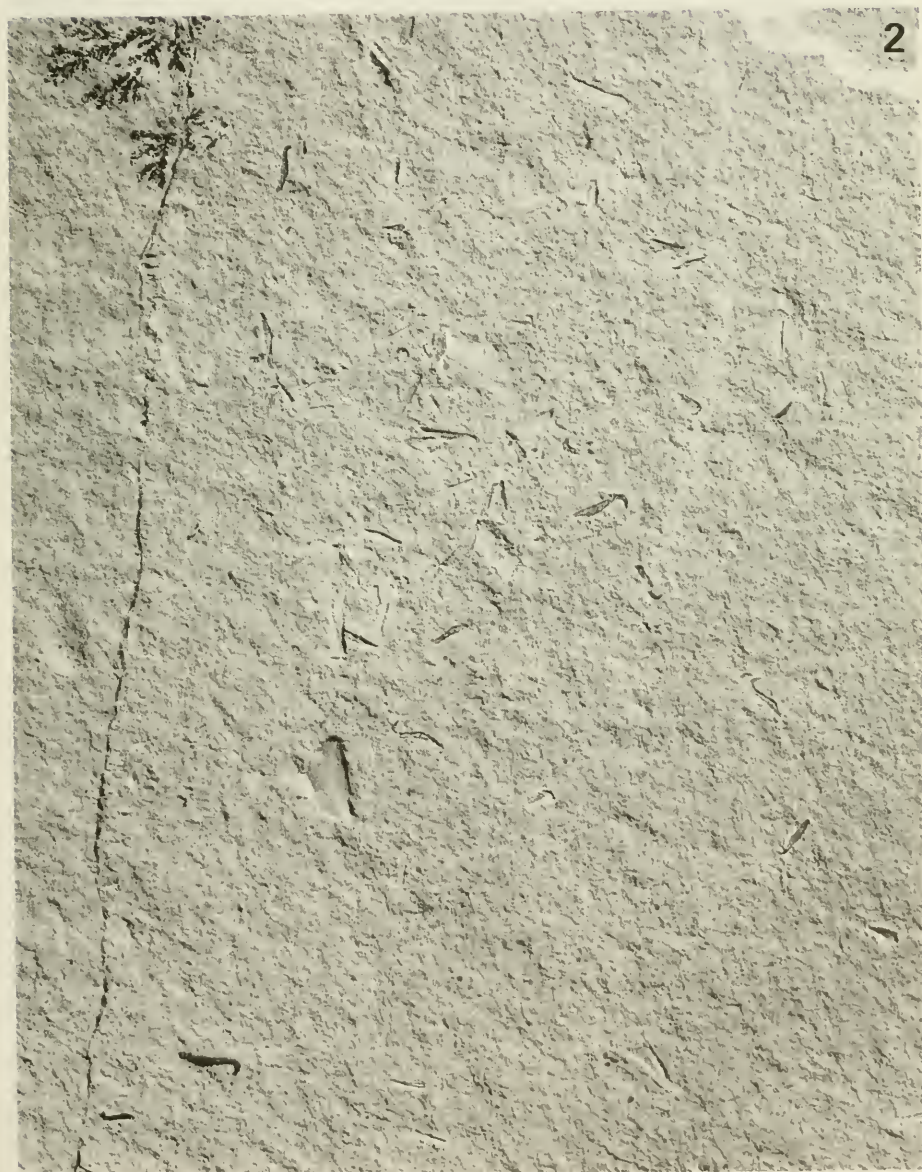
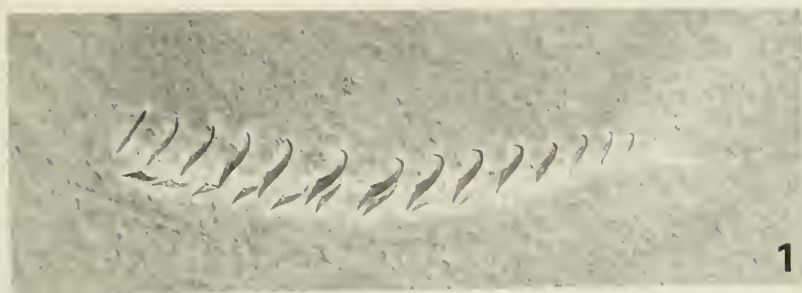
Tafel 7

- Fig. 1. Fraßrest (Speiballen) mehrerer Belemnitentiere mit *Onychites barbatus* (O. FRAAS) und Kleinhäkchen. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *boelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Schicht F, 0–10 cm v. o. (Grabung 1996); SMNS Inv.-Nr. 63725. – x1.
- Fig. 2. „*Acanthoteuthis*“-Armkrone. Unter-Tithonium, Hybonotum-Zone, Rueppellianum-Subzone. Solnhofener Plattenkalk, Langenaltheim (Slg. W. LUDWIG 1992); SMNS Inv.-Nr. 63896. – x1.
- Fig. 3. *Hibolithes semisulcatus* (MÜNSTER), zwei kleine Individuen. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *boelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Nusplinger Steinbruch, Schicht G, 10–20 cm v. o. (Grabung 1995); SMNS Inv.-Nr. 63884. – x1.
- Fig. 4. Anhäufung von Belemniten-Kleinhäkchen. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *boelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Nusplinger Steinbruch, Schicht G, 55–65 cm v. o. (Grabung 1996); SMNS Inv.-Nr. 63897. – x1.



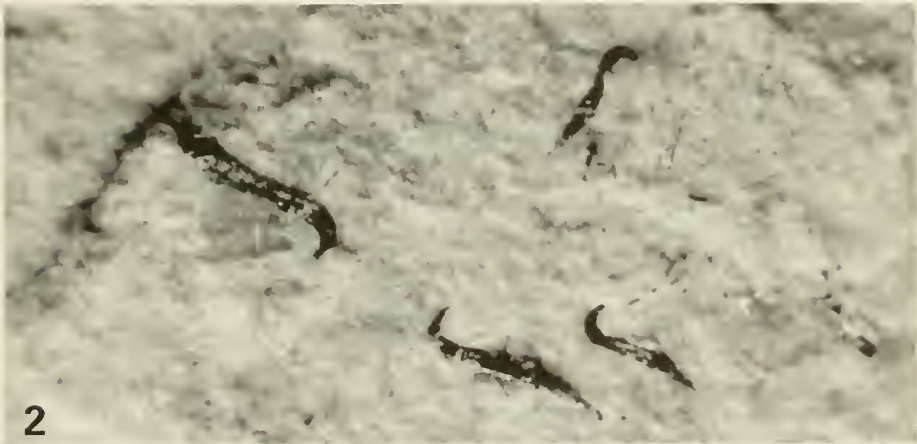
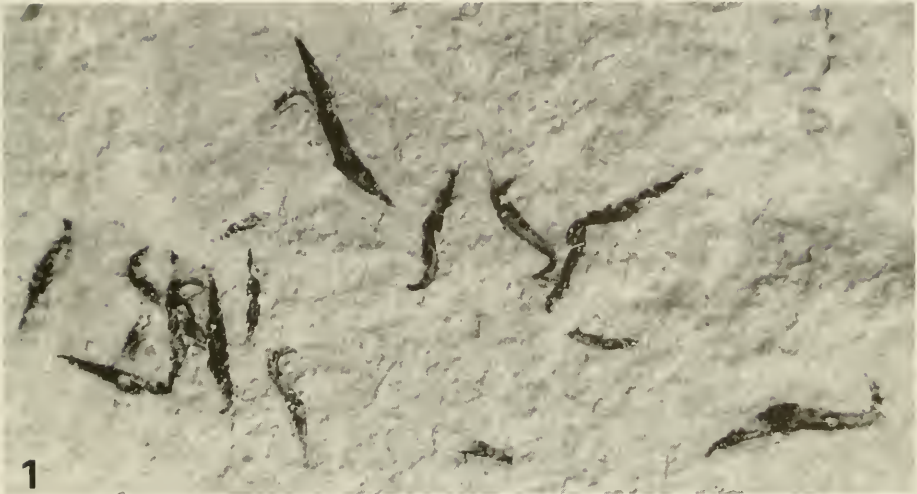
Tafel 8

- Fig. 1. Isolierter „*Acanthoteuthis*“-Fangarm mit Häkchen. Unter-Tithonium, Hybonotum-Zone, Rueppellianum-Subzone, Solnhofener Plattenkalk, Gegend von Solnhofen (Slg. E. REBHOLZ 1948); SMNS Inv.-Nr. 63896. – x1.
- Fig. 2. Anhäufung von Belemniten-Kleinhäkchen. Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, *boelderi*-Horizont. Nusplinger Plattenkalk, Egesheimer Steinbruch, Schicht Pk 6, 0–5 cm v. o. (Grabung 1995); SMNS Inv.-Nr. 63893. – x2.



Tafel 9

- Fig. 1. Belemniten-Kleinhäkchen, Detailansicht von Taf. 6, Fig. 1. – Bildbreite 15,9 mm.
- Fig. 2. Belemniten-Kleinhäkchen, Detailansicht von Taf. 7, Fig. 1. – Bildbreite 15,9 mm.
- Fig. 3. „*Acanthotenthis*“-Armkrone, Detailansicht der Fanghäkchen. Unter-Tithonium, Hybonotum-Zone, Rueppellianum-Subzone, Solnhofener Plattenkalk, Langenalt-heim (Slg. W. LUDWIG 1992); SMNS Inv.-Nr. 63894. – Bildbreite 15,9 mm.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Stuttgarter Beiträge Naturkunde Serie B](#)
[\[Paläontologie\]](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [273_B](#)

Autor(en)/Author(s): Schweigert Günter

Artikel/Article: [Erhaltung und Einbettung von Belemniten im Nusplinger Plattenkalk \(Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Schwäbische Alb\) 1-35](#)