

## Zur Altersdatierung und Paläoökologie der Oberjura-Plattenkalke von Brunn/Oberpfalz (Oberes Kimmeridgium)

von Martin Röper und Monika Rothgaenger

**Kurzfassung:** In dieser Arbeit werden lithologische, sedimentologische und paläontologische Befunde einer feinstratigraphischen Profilgrabung in den Oberkimmeridge-Plattenkalke von Brunn im Oberpfälzer Jura vorgestellt. Es wird eine Flora und Fauna beschrieben, die in dieser Zusammensetzung aus bayerischen Plattenkalkvorkommen bislang unbekannt ist. Fazielle Beziehungen bestehen zu den höchsten Abschnitten im Profil Kapfelberg bei Kelheim, wo am ehesten mit ähnlicher Fossilzusammensetzung zu rechnen ist. Fauna und Flora von Brunn sind grundlegend verschieden zu den Solnhofener Vorkommen in Franken, zeigen aber bemerkenswerte Übereinstimmungen mit der südfranzösischen Lagerstätte von Cerin im Department Ain. Wichtige Ergebnisse sind die stratigraphische Einstufung in das Oberkimmeridgium/*subeumela*-Subzone sowie Nachweise für eine Besiedlung sowohl der Wassersäule als auch wiederholt des Meeresbodens. Der Grabungsbericht belegt wechselhafte Umweltbedingungen in einem extremen Lebensraum, jedoch fehlen Hinweise auf katastrophales Massensterben.

**Schlüsselwörter:** Oberes Kimmeridgium, Ostbayerische Plattenkalke, Ichnofossilien, Pflanzen, Invertebraten, Vertebraten, Paläoökologie, Brunn

**Abstract:** This paper presents the lithological, sedimentological and palaeontological results of a layer-by-layer excavation of the recently discovered thinly laminated limestones of Brunn in the East Bavarian Mountains. The new flora and fauna found at this place is described. On one hand, it is quite different to the classic occurrences in the lower Tithonian of the Solnhofen lithographic limestones, on the other hand it resembles to some extent the french deposit of Cerin/Department Ain. Important results are: i) the stratigraphic position of the sequence in the upper Kimmeridgian/*subeumela*-subzone, ii) evidence for a permanent establishment of an aquatic, in many layers an endobenthonic fauna. The results of the excavation clearly outline changing periods of life conditions. Yet, there are no indications of any catastrophic mass extinctions.

**Key-words:** Upper Kimmeridgian, East Bavarian Lithographic Limestones, Ichnofossils, Plants, Invertebrates, Vertebrates, Paleocology, Brunn

**Résumé:** Le travail décrit la lithologie, la sédimentologie et la paléontologie du calcaire en lamines de la localité Brunn qui a été récemment découverte dans le Haute-Palatinat. Les résultats ont été obtenus par une examination en mode "layer-by-layer". La situation du gisement est à peine comparable avec la place classique du Tithonien inférieur de Solnhofen (calcaire lithographique), cependant la faune et la flore se distinguent clairement de Solnhofen et ressemblent plus à Cerin (Dept. Ain). Les résultats les plus importants sont dans la position stratigraphique de la séquence dans le Kimmeridgien supérieur (zone à *subeumela*) et l'existence d'une association d'organismes pélagiques, épi- et endobenthiques. Les conditions de la vie ont été extrêmes et elles changèrent rapidement. Une indication au sujet d'une extinction catastrophique n'existe pas.

- Kurzfassung/Abstract/Résumé
- 1. Einleitung und Dank
- 2. Lage des Vorkommens und Vermessung des Gesamtprofils
- 3. Arbeitsmethodik
- 4. Das untersuchte Profil (Abschnitt 1)
  - 4.1 Stratigraphische Stellung
  - 4.2. Lithologie
  - 4.3. Schichtflächen, Strömungsanzeiger
  - 4.4. Polygonstrukturen, Grabgänge, Spuren
- 5. Flora und Fauna
  - 5.1. Flora
    - 5.1.1. Marine Flora
    - 5.1.2. Terrestrische Flora
  - 5.2. Fauna
    - 5.2.1. Invertebrata
    - 5.2.2. Vertebrata
- 5.3. Koprolithen, Speiballen, Fraßreste und sonstige Speisereste
- 5.4. Fossilhorizonte
- 6. Ergebnisse, Aussagen zum Biotop
- 7. Grabungsbericht der Profilaufnahme
- 8. Tafelerläuterungen
- 9. Literaturverzeichnis

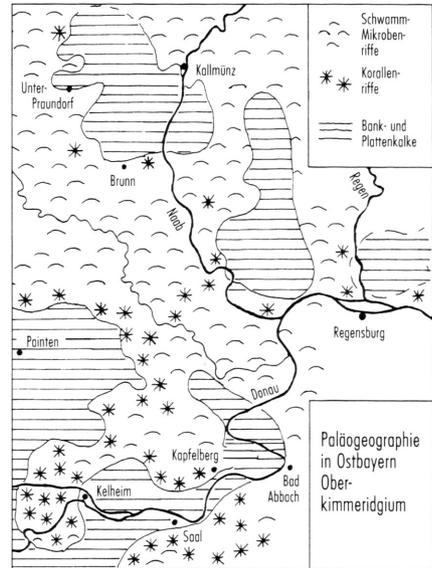


Abb.1: Vereinfachte paläogeographische Darstellung der Verteilung von Riffkomplexen und Beckenstrukturen in Ostbayern zur Zeit des Oberkimmeridgium (nach MEYER & SCHMIDT-KALER, 1983)

## 1. Einleitung und Dank

Durch die seit Jahrhunderten andauernde wirtschaftliche Nutzung sind die untertithonischen Solnhofener Plattenkalke detailliert bearbeitet. Sie sind Teil eines Gesamtvorkommens feingeschichteter Karbonate, die sich von der Randstörung des Bayerischen Waldes bei Regensburg im Osten bis zu den Langenaltheimer Steinbrüchen im Westen über eine Gesamtlänge von etwa 100 km erstrecken. Aus den östlichsten Plattenkalken bei Regensburg und Pfraundorf-Heitzenhofen liegen nur sehr wenige und ausnahmslos ältere Einzelbeschreibungen vor. Mit Entdeckung des Vorkommens bei Brunn wurde es zum ersten Mal möglich, Flora und Fauna der Vorkommen NW von Regensburg zu bearbeiten (Abb.1). Um diese Chance zu nutzen, haben wir 1993 ein privat finanziertes Forschungsvorhaben "Ostbayerische Plattenkalke" in Gang gesetzt. Im Anschluß an eine erste Übersicht über das neue Fossilvorkommen (RÖPER & ROTHGAENGER 1995) werden in dieser Arbeit Ergebnisse und Befunde der Aufnahme eines Teilprofils vorgestellt, das von M. ROTHGAENGER in den Jahren 1993 und 1994 aufgenommen wurde. Sämtliche Profilbeschreibungen und Fossilien stammen aus einer nur 0,6 m mächtigen Sedimentsäule, die auf einer Fläche von etwa 10 m<sup>2</sup> untersucht wurde. Die photographischen Arbeiten führte Herr Klaus Rothgaenger durch, der unsere Grabungen mit Geduld begleitet und dokumentiert. Der Naturwissenschaftliche Verein Regensburg hat uns die Möglichkeit geschaffen, die wissenschaftliche Belegsammlung als Leihgabe im Naturkundemuseum

Ostbayern zu hinterlegen, wofür wir ihm zu Dank verpflichtet sind. Ziel der Aufnahme war es, ein erstes paläoökologisches Säulenprofil zu erstellen, mit dessen Hilfe Aussagen über das Biotop der Lagerstätte gemacht werden können. Die Profilaufnahme beinhaltet eine exakte Dokumentation der Schichten und des Fossilinhalts sowie ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten. Letztendlich sollte die stratigraphische Position des Vorkommens geklärt werden. Die Arbeiten sind Teil eines umfangreicheren Grabungsprojekts der Freunde und Förderer des Naturkundemuseums Ostbayern. Für die Genehmigung zur Durchführung der Grabung danken wir dem Grundstückseigentümer, vertreten durch Herrn Forstpräsidenten Dr. Anton Schmidt (Forstdirektion Niederbayern-Oberpfalz), Herrn Forstdirektor Ernst Hofmann (Forstamt Pielenhofen) sowie Herrn Prof. Dr. Dietrich Herm (Generaldirektor der Staatlichen Naturwiss. Sammlungen Bayerns, München). Für kritische Diskussionen und Hinweise sind wir den Herren Prof. Dr. Helmut Keupp (FU Berlin), Prof. Dr. Arnold Zeiss (Erlangen), Dr. Gerd Dietl und Dr. Günter Schweigert (Staatliches Museum für Naturkunde, Stuttgart) zu Dank verpflichtet.

## 2. Lage des Vorkommens und Vermessung des Gesamtprofils

Das untersuchte Vorkommen gehört zu einem kleinräumigen Erosionsrest von Oberkimmeridge-Schichtfazies auf der Albhochfläche westlich des Naabtals bei Duggendorf (Abb.2). Es ist Teil einer Sedimentfüllung im Pfraundorf-Heitzenhofener Becken (MÜLLER 1961). Soweit aus Kartierungen und eigenen Geländebeobachtungen hervorgeht, ragt die Fundstelle als Fenster aus lehmiger und lehmig-sandiger Albüberdeckung heraus und wird im Osten von obercenomanem Grünsandstein der Regensburger Oberkreide überdeckt. In Richtung auf die Ortschaft Brunn zeigt sich der südliche Beckenrand in Form von dolomitisierten Massenkalken (Malm Epsilon und Zeta, MÜLLER 1961, Blatt Kallmünz). Brunn nimmt eine Randposition im Becken ein (Abb.1).

Der Steinbruch Brunn erschließt etwa 7 m geschichtete Kalksteine. Sie sind durch intensive Kleintektonik in komplizierte treppenartige Schollenmuster zerlegt. Über das gesamte Profil kann eine grobe Wechsellagerung von Bankkalken und zwischengeschalteten Plattenkalken verfolgt werden. Auf Grundlage einer 1994 im SE-Teil des Bruches angelegten Trasse ist es gelungen, ein erstes lithologisches Gesamtprofil zu rekonstruieren (Abb.4). Demnach erreichen die Bänke 0,2 bis 1,7 m, die Plattenkalke 0,1 bis 0,6 m Mächtigkeit. Etwa 70 % der Sedimentsäule wird von den Bankbildungen eingenommen, aus denen nur sehr wenige Makrofossilien stammen. Im unteren Abschnitt enthalten die Bänke etwa 5-60 mm große gelblichbraune, glatte bis rauhe Flächen (Taf.2, Fig.2). Sie zeigen Ähnlichkeiten mit Schichtflächen von Plattenkalken. Ansonsten ist der Bruch rau und uneben, Lamination ist nicht erkennbar. Verschiedene Bänke enthalten schichtungsparallel angeordnete Hornsteinknollen. Oberhalb der Bank C werden die Bänke feinkörniger und kalkreicher. Der liegend von Bank C vorgefundene Mergelanteil nimmt deutlich ab, auch in den Plattenkalken. Diese können bis in Zehntel-Millimeterbereiche feinstgeschichtet sein. Sie unterscheiden sich sehr deutlich von den Solnhofener Plattenkalken, mit denen sie nicht zu vergleichen sind. Die Lamination kann so eng werden, daß die Brunner Plattenkalke besser mit dem Ausdruck "Papierschiefer" oder dem englischen Terminus "thinly laminated limestones" bezeichnet werden sollten. Wie aus der knappen Beschreibung des Gesamtprofils hervorgeht, unterscheiden sich die Ablagerungen im Liegenden und Hangenden von Bank C, hervorgerufen u.a. durch die nach oben abnehmenden



Abb.2: Aufgelassener und umzäunter Steinbruch des Forstamtes Pielenhofen in der Kohlstatt zwischen Brunn und Wischenhofen (Gemarkung Brunn): Bankkalk A, Basis des untersuchten Teilprofils. Bankkalkoberfläche mit Mikrowannen im Dezimeterbereich, darüberliegend Plattenkalklage 1



Abb.3: Wechsellagerung von groben Kalkbänken und feinstgeschichteten Plattenkalken, tieferer Abschnitt des Gesamtprofils (vgl. Abb.4), mit Bankkalken A-C und Plattenkalklagen 1-2

Mergelanteile. Um die Entwicklung des Profils in seiner Gesamtheit besser beurteilen zu können, wurden zwei Abschnitte für eine detaillierte Aufnahme ausgewählt (Abb.4):

- a) Profilabschnitt 1 (Plattenkalke zwischen Bank A und B siehe Taf.2, Fig.1)
- b) Profilabschnitt 7 (Plattenkalke zwischen Bank G und H, Beschreibung in Vorbereitung).

### 3. Arbeitsmethodik

Für die Profilaufnahme wurde im Liegenden von Bank B eine 10 m<sup>2</sup> große Grabungsfläche angelegt. Die Spaltbarkeit des Sediments parallel zur Schichtung erlaubte es, einzelne Lagen Schicht-für-Schicht vom Hangenden zum Liegenden aus dem Gesteinsverband herauszulösen und getrennt zu untersuchen. Neben der Probenentnahme für sedimentologische, mikropaläontologische und geochemische Untersuchungen wurden sämtliche makroskopisch erkennbaren Daten zur Lithologie und Sedimentologie aufgenommen. Alle Fossilien, sämtliche Fossilreste, Spuren und Marken sowie Koprolithen wurden vermessen und in ein Grabungsbuch eingetragen. Die Aufnahme verfolgt den Zweck, den Gesamtfossilinhalt zu erfassen, insbesondere in seiner wechselseitigen Beziehung zum Sediment. Entscheidend für die Darstellung des Profils waren häufige und zumeist unvollständige Fundstücke. Seltene "wertvolle Fossilien", sonst von Sammlern und Museen gleichermaßen begehrt, spielten bei einer derart detaillierten und folglich aufwendigen und langsamen Grabung keine besondere Rolle. Nach Auswertung der Dünnschliffe und Grabungsprotokolle wurde ein lithologisches Profil erstellt, in das sämtliche Fossilbelege horizontiert eingetragen sind (Abb.5).

Die Profilauswertung ist eine Untersuchung, die der rein paläontologischen Bearbeitung vorausgeht. Zu ihrer Darstellung gehören daher auch Befunde, für welche wir heute noch keine ausreichende Erklärung haben und eine ganze Reihe von Fundstücken, die sich derzeit taxonomisch noch nicht sicher zuordnen lassen. Hierfür sind langjährige Untersuchungen, in einigen Fällen auch Neubeschreibungen notwendig.

### 4. Das untersuchte Profil (Plattenkalklage 1)

Der 0,6 m mächtige Plattenkalkabschnitt wird im Liegenden und Hangenden von Bankkalken begrenzt. Für die auf 10 m<sup>2</sup> Fläche angelegte Grabung wurden in den z.T. papierdünnen Einzelschichten zwei Jahre benötigt. Nach der Entnahme aus dem Profil mußten zahlreiche Kalkplatten horizontiert und oben/unten orientiert über die Frostperiode in den Wintermonaten aufgestellt werden. Infolge der Frostsprengung konnten in den darauffolgenden Frühjahrsmonaten weitere Einzelschichten untersucht werden, die bei der Grabung nicht erfaßt wurden.

#### 4.1. Stratigraphische Stellung

Bislang konnte noch keine biostratigraphische Gliederung der Obermalm-Schichtsedimente auf Grundlage von Faunen vorgenommen werden. "Daran ist in erster Linie der Mangel an natürlichen und künstlichen Aufschlüssen schuld, welche aus den fossilarmen Schichten gelegentlich doch etwas liefern können" (MÜLLER 1961:16). Er gibt folgende lithologische Gliederung der Schichtfazies im Pfraundorf-Heitzenhofener Becken an:

Epsilon 1: Graue milde, schlecht gebankte Kalke, teilweise mit roten Flasern,

Epsilon 2: Plattenkalke und Bänke mit latenter Feinschichtung, Hornsteine, unebene Schicht-

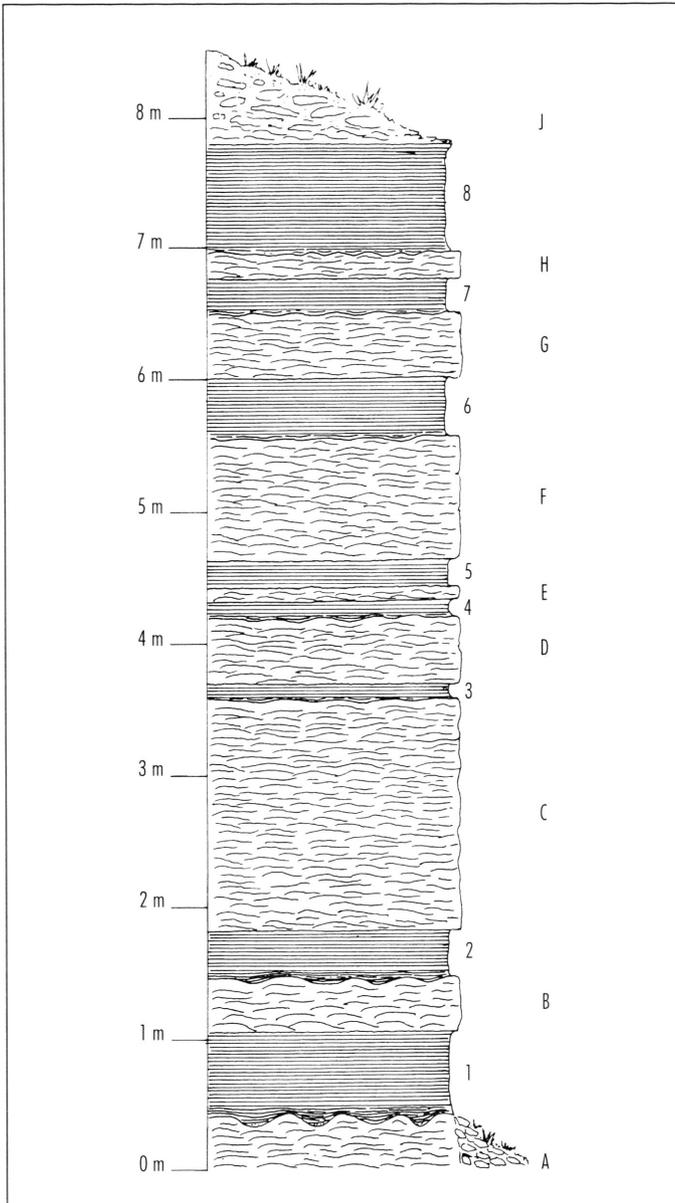


Abb.4: Aus Teilabschnitten rekonstruiertes lithologisches Gesamtprofil der Schichtkalke im Steinbruch des Forstamtes Pielenhofen in der Kohlstatt, Gemarkung Brunn (Landkreis Regensburg); Gesamthöhe etwa 8,5 m; A-I: Bankkalke, 1-8: Plattenkalklagen. Das in vorliegender Arbeit beschriebene Teilprofil umfaßt die etwa 0,6 m mächtige Plattenkalklage 1

flächen (Gesamtmächtigkeit Epsilon 1 und 2: 31-43 m),

Epsilon-Zeta-Grenzschichten: Wohlgebankte Kalkbänke und Plattenkalke, ebene Schichten, mergelfrei (4-10 m),

Zeta 1: Kalkbänke und Plattenkalke mit feingeschichteten Kalk- und Mergelstößen, wohlgeschichtet.

Nach MÜLLER (1961) würde die Plattenkalk-Sedimentation in der *setatum*-Subzone über bankigen Kalken der *subeumela*-Subzone einsetzen. Glückliche Umstände haben eine sehr gut erhaltene *Sutneria* hervorgebracht (Taf.5, Fig.2). Nach Bestimmung von Prof. Dr. A. Zeiss, Erlangen gehört diese zu *Sutneria subeumela* (SCHNEID). Es kann nunmehr belegt werden, daß der in dieser Arbeit beschriebene Profilabschnitt ins obere Kimmeridgium/*subeumela*-Subzone zu stellen ist (Stratigraphie bei SCHWEIGERT & ZEISS 1994). Die feinstgeschichteten Plattenkalke von Brunn sind also biostratigraphisch älter, als noch von MÜLLER angenommen. Über stratigraphische Stellungen anderer Schichtabschnitte im Pfraundorf-Heitzenhofener Becken kann derzeit keine Aussage gemacht werden, es muß aber auch hier mit Verschiebungen gegenüber der Darstellung bei MÜLLER (1961) gerechnet werden.

#### 4.2. Lithologie

Die Profilbasis wird von Bank A gebildet. In ihrem internen Gefüge ist sie von Aufarbeitung gekennzeichnet. Lokal ist die Oberfläche der Bank mit bis zu 0,3 m tiefen und bis zu 0,6 m breiten Auskolkungen und Schüsseln versehen (Abb.2). Darüberhinaus erscheinen an mehreren Stellen Spuren noch unbekannter Organismen. Kolke und flache Schüsseln bilden kleinsträumige Paläoreliefs am Meeresboden, die gleichbedeutend mit Plattenkalk-Wannen im Sinne von FREYBERG'S (1968) sind. In sehr steilen und tiefen Kolken, wie sie auf Abb.3 wiedergegeben sind, liegen bis zu 30 mm dicke, sehr detritusreiche Mergel, die an steilen Rändern auskeilen und an flacheren Rändern ausdünnen. Darüber sind die Mikrowannen sukzessive mit Plattenkalken verfüllt, wobei in Wannenzentren die Schichtmächtigkeiten um 100 % höher sind als auf den Schwellen. Nach Verfüllung des Paläoreliefs lassen sich einige Schichtflächen lateral über den gesamten Aufschlußbereich verfolgen. Das Charakteristische der Plattenkalke kann im Abschnitt 1 durch vier sehr typische Dünnschliffe (Taf.2) dargestellt werden.

Schliff aus der Lage 1/12, Höhe 24 mm (Taf.2, Fig.5):

- a) Der 4,6 mm dicke untere Abschnitt zeigt eine Wechsellagerung von 30 flinzartigen Kalken (dicht und hart) und ebenso vielen etwas dunkleren Mergeln (locker und weich). Beide variieren in ihren Stärken zwischen 0,05 und 0,5 mm. Besonders die Flinze sind frühdiagenetisch zerbrochen. In allerfeinsten Wechsellagen (Flinz-Mergel-Flinz) unterhalb von 0,1 mm zeigt sich nur noch eine Feinschichtung, bei der die hauchdünnen Flinze unterbrochen und nicht mehr als eine durchgehende Schicht erkennbar sind.
- b) In der 10,8 mm dicken Schliffmitte zeigt sich eine mächtigere geflaserte Mergellage, in deren Mitte ein ursprünglich 0,5 mm dünner Flinz aufgearbeitet wurde, möglicherweise infolge von Bioturbation, die das ursprüngliche Schichtungsgefüge zerstört hat. An der Basis des Mergels liegt ein 0,6 mm schmaler Flinz, der lateral abrupt aussetzt.
- c) Den Abschluß bildet der 9,1 mm dicke obere Abschnitt. Er entspricht weitgehend dem unteren, nur sind einige der 25 Einzelflinze etwas mächtiger. Sie sind immer durch Mergellagen getrennt, die so hauchdünn werden können, daß sie nur noch aus einem Korndurchmesser von etwa 0,01 mm bestehen. Von dem wechselhaften sedimentologischen Bild, das in Schliff 1/12

erkennbar ist, wird der gesamte untersuchte Plattenkalkstapel geprägt. Sämtliche Schichtflächen verlaufen wellig, die Flinze schwanken in ihren Schichtmächtigkeiten.

Schliff aus der Lage 1/15, Höhe 24,5 mm (Taf.1, Fig.4):

- a) Der untere Abschnitt (6,1 mm) enthält eine extrem feinschichtige Flinz-Mergel-Wechselfolge mit 32 Flinzen ab 0,02 mm Mächtigkeit. Schwankende Schichtmächtigkeiten sind häufig.
- b) In der Mitte (5,2 mm) zeigt sich, ähnlich wie im vorhergehenden Schliff, ein dickerer und detritusführender Mergel, der von 3 bis 5 Flinzen in seinem Hangenden begrenzt ist. Wie rechts auf dem Schliff erkennbar, keilt der Mergel mit darüberliegendem Flinz aus.
- c) Über der Mitte folgen 8,2 mm dünne Lagen, die weitgehend dem unteren Abschnitt gleichen. Lediglich die Flinze in der Mitte sind etwas mächtiger, von 0,3 bis 0,4 mm. Darüber und darunter liegen hauchdünne Schichten.
- d) Im Schliff ganz oben (2,2 bis 5,0 mm) liegen zwischen den Flinzen kleine Intraklasten (bis 3 x 3,5 mm) sowie ein Fossilanschnitt (3,4 mm Durchmesser).

Schliff aus der Lage 1/19, Höhe 16 - 22 mm (Taf.1, Fig.6):

Der Schliff aus 1/19 zeigt die schon beschriebene Wechsellagerung, darüber hinaus zwei auffällige braune Bänder, die möglicherweise organischen Ursprungs sind. Jedenfalls bestehen sie aus einem sehr weichen Material und entschwinden, sobald die Gesteinsplatte dünner geschliffen wird. Bei derartiger Vorgehensweise wird das gesamte Schichtungsgefüge unkenntlich; es bleibt nur noch eine einheitlich helle Kalkmatrix mit feinverteiltem Detritus übrig. Interessant und aussagekräftig ist der 9,4 mm hohe und 19,4 mm breite Intraklast, der in den Karbonat-schlamm abgesunken ist, und liegende Schichten extrem ausdünn. Unter diesen ausgedünnten Lagen befinden sich zwei Flinze, die eine deutlich ausgeprägte Bruchtektonik aufweisen.

Schliff aus der Lage 1/10, Höhe 20,9 mm (Taf.1, Fig.3):

Die Lage 1/10 ist die einzige im Profil mit einem dickeren Flinz von etwa 20 mm Mächtigkeit. Auf dem Schliff ist eine Sedimentrutschung dieses Flinzes (auf dem Bild von rechts nach links) sichtbar, eine Aufwirbelungszone ist nicht zu erkennen. Er erscheint rechts oben gekappt bzw. abgeschnitten. An seiner Basis greift der Rutschungskörper unterschiedlich tief ein. Links des Körpers sind die Schichten gestaucht, gebrochen und teilweise übereinander verschoben. Nachfolgend abgelagerter Mergel liegt offensichtlich diskordant auf. Bei Beschreibung dieser Vorgänge muß betont werden, daß es sich um kleinräumige und lokale Ereignisse in Zentimeterbereichen handelt. Deshalb verwundert es nicht, daß in dem 60 cm mächtigen Profil nur etwa 50-60 Schichtflächen über dem gesamten Aufschlußbereich verfolgt und wiedererkannt werden können. Eine Parallelisierung von Einzelschichten bleibt in vielen Fällen unmöglich. Als Besonderheit befinden sich im Grenzbereich von 1/13 - 1/14 flache Kieselinseln bis zu 30 mm Größe. Nun läßt sich der Profilschnitt 1 wie folgt kurz charakterisieren:

- Flinz-Mergel-Wechselfolge (einfacher Rhythmit),
- viele Flinze sind gradiert,
- wiederholt mächtigere Mergel mit Auflösung der Lamination,
- nur sehr wenige Flinze, die mächtiger als 2 mm sind,
- Störungen im Schichtlagerungsgefüge und Intraklaste in den Mergeln.

#### 4.3. Schichtflächen, Fossileinbettung, Strömungsanzeiger

Die in Solnhofener Plattenkalken unterschiedenen Schichtflächen konnten bereits von RÖPER & ROTHGAENGER (1995) auf die Brunner Plattenkalke übertragen werden. Im Abschnitt 1

liegen auf strukturlosen Schichtflächen III.Ordnung (Trennfugen Flinz/Mergel) häufig Brachiopoden, Muscheln, Schnecken und Seeigel. Bei weitem dominieren Schichtflächen II. und I.Ordnung, auf denen häufiger Krebse und Fische liegen. Schichtflächen I.Ordnung sind nur schwer erkennbar, da deren flache Oberflächenreliefs meist nur im Streiflicht erkennbar sind. In Bezug auf die Fossileinbettung wurden folgende Positionen festgestellt:

- auf der Unterseite eines Flinzes, durch eine Mergelschicht verhüllt (hängend),
- auf der Oberseite eines Flinzes, durch eine Mergelschicht verhüllt (liegend),
- auf Schichtflächen II. oder I. Ordnung, stets freiliegend (liegend und/oder hängend),
- mehrere Lagen durchstoßend (Belemnitenrostren).

Am Ort zerfallene Knochenfische belegen innerhalb von Mergellagen zeitweilig Stillwasserbedingungen, auch über einen längeren Zeitraum hin. Aber die Mergel enthalten auch Hinweise, die mit stärkeren Strömungen in Einklang gebracht werden können. So enthielt die Lage 1/4 einen unregelmäßig geschichteten Horizont mit 11 NE/SW-eingeregelteten *Zamites*-Fiederblättern. Ihre Blattansätze waren nach NE ausgerichtet. Darüberhinaus sind bei Ammoniten eine ganze Reihe von Wohnkammern mit Detritus gefüllt. Dieser Befund ist so zu erklären, daß leere Gehäuse am Meeresboden mit Öffnung der Wohnkammer in Strömungsrichtung lagen und so als Falle für gröbere Sedimentpartikel und Organismenreste wirkten.

#### 4.4. Polygonstrukturen, Grabgänge, Spuren

Polygonstrukturen:

21 Schichtflächen zeigen Polygonstrukturen, meist in mehr oder minder regelmäßigen Systemen von Penta- und Hexagonen angeordnet. Es lassen sich drei Typen unterscheiden.

Typ 1 (1 Horizont, Lage 1/7; Taf.2, Fig.3): Das Muster ist gleichmäßig und flächendeckend. Die Polygone, auf der Liegendplatte erhaben, besitzen einen Durchmesser von 40-60 mm. Dazwischenliegende strukturlose Rillen, in einem Mergel eingetieft, sind 5-10 mm breit. Darunterliegende Schichten sind eingedellt, nicht aufgesprungen. Die Hangendplatte zeigt die Rillen sowohl auf ihrer Ober- als auch Unterseite erhaben und die Polygone vertieft. Dieser Befund kann so erklärt werden, daß in den Rillen die nächst nachfolgende Schicht gegenüber der Setzung widerstandsfähiger war und sich dadurch auch auf der Oberseite durchdrückt. Da Rillen und Polygone strukturlos sind und deren Bildung rein sedimentologisch erscheint, ist eine organische Ursache sehr unwahrscheinlich.

Ähnliche, anscheinend anorganische Sedimentstrukturen beschreiben JANICKE & SCHAIRER (1970) aus den Solnhofener Plattenkalken bei Langenaltheim, wo sie auf vorliegender Gesteinsplatte (Bayer. Staatssammlung München) durch eine kleine Fläche begrenzt sind. In unserem Profil erscheinen die Polygone flächendeckend mit Ausnahme der Stellen, an denen größere Fossilien liegen. Die an dem Ammoniten erkennbare Unterbrechung der Hexagone (Taf. 2, Fig.3 rechts unten, rechts oben und links oben) legt die Vermutung nahe, daß das Gehäuse nach Entstehung der Polygone eingebettet wurde, der Kalkschlick also noch verformbar gewesen ist. Die Autoren (1970) geben keine Bildungsursache an, schließen aber Trockenrißbildungen aus, da keine eindeutige und klare Rißbildung, sondern lediglich Eindellung liegender Schichten vorliegt. In jedem Falle unterscheiden sich die Polygone der Lage 1/7 etwas von "Trockenrißbildungen", wie sie BARTHEL (1964: 47-48, Taf.10) aus Paintener Plattenkalken beschrieben und abgebildet hat. Auf der Paintener Platte sind die Rillen schmaler (3 mm) und sie erscheinen auf der Liegendplatte erhaben, infolge einer größeren Widerstandsfähigkeit des

Materials in den Rillen gegenüber der Setzung. Darüber hinaus zeigen die Rinnenausfüllungen nach BARTHEL (1964) Lufteinschlüsse, in denen später Calcit ausgebildet wurde. Trockenrißbildung ist im Falle von Brunn nicht auszuschließen.

Typ 2 (18 Horizonte, Taf.2, Fig. 1 und 2; Lage 1/10, 1/11 [3 x], 1/14 [2 x], 1/15, 1/16, 1/21 [6 x], 1/22, 1/23, 1/25, 1/26): Auf 17 Horizonten erscheint das Muster flächendeckend, in der Lage 1/22 auf weniger als 1 m<sup>2</sup> begrenzt. Die Polygone bilden ein unregelmäßiges Muster von Penta- und Hexagonen ohne scharfe Begrenzung und Kanten. Die Ränder sind aufgewölbt und ragen als bandförmige Strukturen aus den Platten hervor, entweder liegend vertieft und hangend erhaben oder umgekehrt. Typische Erscheinungsbilder in Kontaktpunkten sind entweder Überschneidungen bzw. Überlappungen (Taf.2, Fig. 2 unten) oder ein Auseinandertreten in Eckpunkten, an der Nahtstelle von 3 Polygonen (Taf.2, Fig.2 oben). In diesen Bereichen verlaufen die Striemen parallel zum Außenrand eines jeden Polygons. Von Schicht zu Schicht ist der Durchmesser der Polygone sehr variabel. Er reicht von 20-500 mm, wobei Horizonte mit kleinen Polygonen von 20-40 mm Durchmesser in der Regel sehr gleichmäßig ausgebildet sind, während Schichtflächen mit weiten Polygonen (Taf.2, Fig.1) einen Schwankungsbereich von 80 bis etwa 500 mm zeigen. In diesen Fällen beträgt die Bandbreite 10-30 mm.

Polygone vom Typ 2 unterscheiden sich vom Typ 1 durch folgende Merkmale:

- Die Bänder markieren den Außenrand der Polygone und zeigen Striemen parallel zum Außenrand,
- Form und Bandbreite variieren,
- in Eckpunkten kommt es zu Überschneidungen oder einem Auseinanderziehen der Bänder.

Soweit uns bekannt ist, werden derartige Polygone erstmals aus feingeschichteten Plattenkalken in Bayern nachgewiesen.

Typ 3 (2 Horizonte, Lage 1/16, 1/20): Dieses Muster umfaßt kleine Polygone, die unregelmäßiger als Typ 2 sind und schmale Ränder ohne Striemen aufweisen. Ihr Durchmesser beträgt 30-60 mm, die Bandbreite 1-3 mm. Die Strukturen sind horizontbeständig und flächendeckend. Grabgänge:

Grabgänge durchziehen mehrere Horizonte vertikal und vernieten viele Einzelschichten derart, daß nur ein Bruchteil der im Profil vorkommenden Schichtflächen untersucht werden konnte. Aus diesem Grunde sind alle Kleinfossilien und Spuren, vermutlich wesentlich häufiger als wir sie darstellen können. Anhand des Durchmessers, der bei senkrecht zur Schichtfläche angelegten Gängen gemessen wird, unterscheiden wir 2 Typen von Grabgängen:

Typ 1 (32 Horizonte, Lage 1/7 [3 x], 1/11 [2 x], 1/12, 1/13, 1/15, 1/19 [4 x], 1/21, 1/22 [3 x], 1/23 [2 x], 1/25 [4 x], 1/26, 1/27 [5 x], 1/28 [3 x], 1/29). Er umfaßt kleine Grabgänge bis 10 mm Durchmesser, die auf einer Schichtfläche meist dicht nebeneinander stehen und keine ausgeprägte vertikale Reichweite im Sediment besitzen. Ihr Vorkommen ist horizontbeständig und flächendeckend. Die Verursacher sind bislang unbekannt.

Typ 2 (21 Horizonte, Taf.4, Fig.2 und 3; Taf.5, Fig.4; Lage 1/1, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/10, 1/11, 1/12, 1/13, 1/14, 1/15, 1/16, 1/17, 1/19, 1/20, 1/21, 1/23, 1/25, 1/26, 1/27; Taf.4, Fig.2 und 3; Taf.5, Fig.4). Der Grabgangdurchmesser beträgt in der Regel 20, maximal bis 50 mm. Sie durchziehen mehrere Plattenkalkstapel und -lagen in vertikaler, schräger und horizontaler Richtung, so daß auf einer Schichtfläche immer nur Ausschnitte aus den Baulabyrinthen sichtbar werden. Ihr Auftreten ist sowohl vereinzelt als auch flächendeckend. Sie entsprechen dem *Thalassinoides*-Typ, der auf grabende Crustaceen zurückgeführt werden

kann (BARTHEL 1978: 332, Taf.46, Fig.1 und RÖPER 1992, Taf.11, Fig.1). Im Bereich der Grabgänge ist das Laminationsgefüge der Ablagerungen zerstört. Da nur wenige Lagen im untersuchten Profil keine Baulabyrinth enthalten, dürfen wir annehmen, daß sie von endobenthisch lebenden Crustaceen angelegt wurden, die speziell an das Milieu angepaßt waren.

#### Spuren:

Wir unterscheiden zwischen 7 Typen, von denen zwei bislang nur als Einzelfunde vorliegen.

Typ 1 (feine Spuren, Taf.4, Fig.3; Lage 1/5, 1/7): Bei einem Durchmesser von 1 mm und durchschnittlicher Länge von 15-25 mm zeigen diese Spuren einen geraden bis schwach gebogenen Verlauf. Die Einzelspuren laufen in der Regel sternförmig zusammen ("Sternspuren"). Ihr Vorkommen ist horizontbeständig und flächendeckend, auf 2 Horizonte im oberen Profilabschnitt begrenzt. Aus den unteren Solnhofener Plattenkalken vom Ziegelhofer Berg bei Eichstätt beschreibt RÖPER (1992, Taf.8, Fig.2) denselben Spurentyp.

Typ 2 (feine Spuren, Taf.4, Fig.1; 27 Hor.: Lage 1/2, 1/5 [2 x], 1/7, 1/10, 1/11, 1/12 [5 x], 1/14 [2 x], 1/15 [4 x], 1/16 [3 x], 1/17, 1/25 [2 x], 1/26, 1/27 [3 x]). Die 1 mm breiten Spuren unterscheiden sich vom Typ 1 durch ihren unregelmäßigeren Verlauf (15-30 mm), der gebogen oder mit deutlichen Knickbildungen erscheint. Typ 2 ist horizontbeständig und tritt in Gruppen innerhalb begrenzter Areale auf. Nach unseren Beobachtungen entspricht er dem häufigsten Spurentyp in bayerischen Plattenkalkvorkommen und konnte sowohl bei Hienheim (KUTSCHER & RÖPER 1995) als auch am Ziegelhofer Berg bei Eichstätt nachgewiesen werden. Als Verursacher gelten bei Eichstätt kleine Bivalven, bei Hienheim Gastropoden. Möglicherweise handelt es sich bei Typ 2 allgemein um Molluskenspuren.

Typ 3 (dickere Spuren, Taf.4, Fig.4; 5 Horizonte: Lage 1/3, 1/15, 1/20, 1/27 [2 x]). Dieser umfaßt Kriechspuren von 2-4 mm Durchmesser und 30-120 mm Länge. Sie sind mit großen *Thalassinoides*-Grabgängen assoziiert, von denen sie ausgehen. Ihr Verlauf ist unregelmäßig, gebogen und gewunden. In den Lagen 1/3 und 1/15 finden sie sich vereinzelt, in den übrigen Horizonten beständig und flächendeckend. Ihre Verursacher sind unbekannt.

Typ 4 (sehr feine Spuren, Taf.3, Fig.3; 6 Horizonte: Lage 1/13, 1/16 [2 x], 1/17, 1/23, 1/25 [2 x], 1/26): Die 0,5 bis 1 mm dünnen und 30-50 mm langen Spuren sind gerade bis leicht gewellt. In Einzelfällen konnte beobachtet werden, daß sie in den Typ 5, mit dem sie stets assoziiert sind, übergehen. Möglicherweise stammen sie von juvenilen Organismen, die im adulten Stadium Typ 5 anlegen. Sie kommen horizontbeständig, aber nicht flächendeckend vor.

Typ 5 ("Sinus"-Typ, Taf.3, Fig.1 und 3; 16 Hor.: Lage 1/10, 1/11 [2 x], 1/13, 1/14 [2 x], 1/15, 1/16 [3 x], 1/17, 1/23, 1/25 [3 x], 1/26 [2 x]). Der Sinus-Typ zeigt Exemplare von 0,5 bis 1 mm Durchmesser, 20-95 mm Länge/2 bis 4 mm Dm und 20-70 mm Länge und zeigen Sinus-Spuren deutliche Verdickungen am Ende (Taf.3, Fig.1). Sie gehören zum auffälligsten Spurentyp, treten horizontbeständig, sowohl vereinzelt als auch in Gruppen auf und sind oft mit Grabgängen (Typ 2) vergesellschaftet. Ähnlich wie Typ 2 konnten wir Sinusspuren in den mergeligen Plattenkalken von Hienheim und Ziegelhofer Berg bei Eichstätt nachweisen. Im allgemeinen sind Sinusspuren aus verschiedenen Environments bekannt. HÄNTZSCHEL (1980 W 50, Fig.1a) beschreibt *Cochlichnus* aus Flyschsedimenten, MOUSSA (1970) konnte im Rezenten Sinusspuren in trockenlaufenden Schlämmen auf Nematoden zurückführen.

Typ 6 (Taf.4, Fig.2; Lage 1/21). Nur auf 2 Schichtflächen in 1/21 ist Typ 6 in Erscheinung getreten. Bei einer Gesamtbreite von 10 mm besteht er aus 4 parallel laufenden Linien im Abstand von je 3 mm. Innerhalb von Kurven verdrehen sich diese wie ein starres Band. Spuren

von Typ 6 können durch Grabgänge laufen, ihre Entstehung und Verursacher sind unbekannt. Typ 7 (Taf.3, Fig.2; Lage 1/15): Geradlinige bis gebogene 3-5 mm breite Spuren, die sich wiederholt verzweigen und Grabgänge durchschneiden. Sie sind bislang nur auf einer Schichtfläche nachgewiesen, ihre Verursacher sind gleichfalls unklar.

Im Profil setzen Spuren, Grabgänge und Polygone erst oberhalb der Lage 1/29 ein und zeigen bis zur Lage 1/10 eine bemerkenswerte Vielfalt. Oberhalb der Lage 1/10 ändert sich die Spurenssoziation, die Häufigkeit geht zurück. Sinusspuren und organische gebildete Polygone kommen nicht mehr vor, statt dessen erscheinen Spuren vom Typ 1 ("Sternspuren"). Typ 2 ist der einzige Spurentyp, der sowohl im Liegenden als auch im Hangenden von 1/10 vorkommt.

## 5. Flora und Fauna (Plattenkalklage 1)

In diesem Kapitel wird zum ersten Mal eine horizontiert gewonnene Fossilassoziatiion aus Plattenkalken der *subeumela*-Subzone dargestellt. Ältere Beschreibungen, auf die aufgebaut werden könnte, liegen nicht vor. Wie eingangs bereits erwähnt, geht die Auswertung und Beschreibung der Profildate taxonomischen Spezialbearbeitung einzelner Tier- und Pflanzengruppen voraus. Da systematische Bearbeitungen Jahre dauern können, arbeiten wir bei der Profildarstellung mit einigen Begriffen und Einteilungen, die rein praktischer Natur sind. Das aufhebenswerte Belegmaterial der Profilaufnahme ist als Leihgabe im Naturkundemuseum Ostbayern von den Autoren hinterlegt, im Auftrag der Freunde und Förderer des Naturkundemuseums. Die Funde sind Teil der Grabungssammlung von Brunn (VFKO), katalogisiert unter der Gesamtinventar-Nr. BSP 1993/XVIII (Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München). Im Gegensatz zu der bei RÖPER & ROTHGAENGER (1995) aufgeführten Fossiliste von Brunn werden in dieser Arbeit nur solche Taxa aufgeführt, die bei der Profilaufnahme zwischen Bank A und B nachgewiesen werden konnten (siehe Grabungsbericht, Kap.7 und Abb.5, graphische Darstellung des Profils). Fossilfunde, die außerhalb der Profildate geborgen wurden, sind in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

### 5.1. Flora

564 registrierte Pflanzenfunde (ohne Häcksel) stehen 1744 Einzelfunden von Tierfossilien gegenüber. Damit stellen Pflanzen im untersuchten Teilprofil 30 % des gesamten Fossilinhalts. Neben Daiting (Untertithonium, *moernsheimensis*-Subzone, JANICKE 1969) und Schamhaupten (Oberkimmeridgium, RÖPER 1992) dürfte Brunn zu den pflanzenreichsten Plattenkalkvorkommen in Bayern gehören.

Algae: ? Fadenalgen, Braunalgen (Phaeophyta), Wirtelalgen (Dasycladaceae)

Pteridospermae: *Cycadopteris* sp.

Cycadopsida: Cycadeen: "*Cycas*", *Cycalacis*, ? Keilblatt-*Zamia*, Bennettiteen: *Zamites feneonis* (BRONGNIART)

Coniferopsida: *Brachyphyllum* sp., *Palaeocypris* sp., *Pagiophyllum* sp., ?*Podozamites* sp.

Fruchtkörper: Zapfenschuppen von Koniferen, unbestimmte Fruchtkörper

Mit Ausnahme der marinen Algen ist die übrige Flora terrestrischen Ursprungs.

#### 5.1.1. Marine Flora, Algen

Ein Exemplar (190 x 1 mm, Lage 1/13) mit wabenförmiger Innenstruktur stellen wir mit Vorbehalt zu den Fadenalgen. Kleine zarte Pflanzenabdrücke, meist Bruchstücke (etwa 20 x 1 mm)

konnten wir bislang nicht zuordnen. Anreicherungen sind in Horizonten enthalten, auf denen gleichzeitig Landpflanzenhäcksel angesammelt sind. Einzelfunde belegen Anwachsungen an Schill. Relativ selten ist *Phyllohallus* (3 Exemplare), eine Braunalge (Phaeophyten) aus bandförmigen Streifen mit unregelmäßigen Einschnürungen, die leicht an ihrer körnigen Oberfläche zu erkennen ist. Genauso selten sind kleine Knäuel aus Algenfäden (4 Ex.). Die geringe Funddichte läßt keine Rückschlüsse zu, die auf autochthone Besiedelung der Karbonatschlämme hinweisen würden.

Kalzitisch erhaltene Reste mariner Wirtelalgen (Dasycladaceen) konnten in zahlreichen Horizonten nachgewiesen werden (Lage 1/1, 1/7, 1/8, 1/10, 1/12, 1/13, 1/14, 1/20, 1/21, 1/22, 1/23, 1/24, 1/25, 1/26, cf. *Goniolina*, Taf.5, Fig.1). Sie gehören mehrheitlich zu *Clypeina jurassica* FAVRE, *Goniolina*, *Petrascula*. Die teilweise vorzügliche Erhaltung belegt ihr Autochthonie. Besonders häufig sind *Clypeina*-Fragmente in fein verteiltem, auf Schichtflächen angereichertem Fossildestritus. Bei Grabungen können diese Algen nur erkannt werden, wenn ihre Reste auf den Flächen freiliegen. Daher ist davon auszugehen, daß sie wesentlich häufiger im Sediment enthalten sind, als durch die Profilgrabung belegt werden konnte.

#### 5.1.2. Terrestrische Flora

##### Pteridospermae (Samenfarn):

Vorliegende 27 Einzelfunde gehören zu *Cycadopteris*, einem Samenfarn, der in Oberkimmeridgium-Plattenkalke Bayerns eine weite Verbreitung hat (BARTHEL 1978, S.254, Taf.7, Fig.255 und RÖPER 1992, Taf.7, Fig.1). Im Profil ist *Cycadopteris* unregelmäßig verteilt, mit Ausnahme von zahlreichen Einzelblättern (etwa 10 x 5 mm) in der Lage 1/29. Selten sind gut erhaltene Wedel, die Größen bis zu 320 x 120 mm erreichen. Besonders gute Blattstrukturen zeigt ein *Cycadopteris*-Exemplar aus der Lage 1/10, das in einem feinkörnigen Flinz eingebettet ist (RÖPER & ROTHGAENGER 1996c).

##### Cycadopsida (Palmfarnartige):

Palmartige Fiederblätter sind typisch für Cycadeen und Bennettiteen, von denen in bayerischen Plattenkalke nach JUNG (1995) bislang keine (Cycadeen) bzw. nur wenige Einzelfunde (Bennettiteen) bekannt geworden sind (BARTHEL 1978: 255-257, Taf.7 und 8). Brunn ist die erste Fundstelle im oberen Weißjura von Bayern, die bedeutende Funde aus beiden Gruppen hervorbringt.

Cycadeen: Die Gruppe wird erstmals mit zwei Fundstücken beschrieben. Die Lage 1/7 enthielt ein 450 x 150 mm langes Fragment eines Fiederblattes mit kräftigem Stielansatz. Vollständig erhalten dürfte es über einen Meter Länge erreicht haben. Seine Einzelfiedern sind erheblich schmaler als bei nachfolgend beschriebener *Zamites*. Ein zweiter Fund aus diesem Horizont gleicht sowohl dem bei BERNIER et al. (1985, S.85) als *Cycalacis* dargestellten weiblichen Cycas-Blütenstand als auch rezenten Vertretern. Vermutlich ebenfalls zu den Cycadeen gehört ein Blattfragment (2200 x 250 mm) aus der Lage 1/19. Es zeigt in seiner Morphologie Ähnlichkeiten zur rezent lebenden *Zamia*. Diese erreicht heute in ihrer tropischen Heimat Blattlängen von über zwei Meter.

Bennettiteen: Diese ausgestorbene Gruppe Palmfarnartiger besitzt breitere Einzelfiedern und kleinere Fiederblätter (bis 250 x 170 mm) als oben beschriebene Cycadeen. Sie sitzen wechselständig am Blattstiel an. Mit 52 Einzelfunden ist *Zamites feneonis* (Taf.7, Fig.1) nach den Koniferen die häufigste Landpflanze im Profil. Die Fundhäufigkeit schwankt sehr stark. 60 %

der *Zamites* konzentrieren sich auf den höheren Profilabschnitt; Lage: 1/1 bis 1/8 (1/1 [5 x], 1/3 [2 x], 1/4 [9 x], 1/5 [6 x], 1/6, 1/7 [6 x], 1/8 [2 x]). Einzelfiedern und Bruchstücke sind häufig, vollständige Fiederblätter dagegen selten. Aus der Lage 1/4 stammen 14 annähernd vollständige *Zamites*-Blätter, die durch Strömung eingeregelt waren (vgl. Kap.5.2.). In Erhaltung und Einbettung ähneln die beschriebenen Exemplare deutlich *Zamites* aus den Plattenkalken von Bad Abbach bei BARTHEL (1978: 255, Taf.7, Fig.3). Zwei lange gewundene "Äste" ohne erkennbare Struktur (1000 x 45 mm in Lage 1/8; 1380 x 45 mm, Lage 1/5) sind möglicherweise Abdrücke von Luftwurzeln baumartiger Palm- oder Samenfarne, wie sie bei rezenten Vertretern dieser Gruppe vorkommen.

Coniferopsida (Nadelholzgewächse):

Koniferenfragmente stellen mit 376 Funden (= 67 %) den Hauptanteil der Gesamtflora. Ihre Größe reicht von winzigen Häckseln bis zu Zweigen von etwa 600 x 400 mm. Dabei ist die für Bestimmungen wichtige Strukturhaltung bei kleinen, gleichmäßig dicken Zweigbruchstücken (bis 100 mm Länge) am günstigsten. Hierfür gibt es zwei plausible Erklärungen:

1. Größere Zweige sind durch ihre unterschiedlichen Dicken verschieden tief in das Sediment eingedrückt; die dünnen abstehenden Zweigenden sind nur als äußerst schwache Konturen überliefert, da nur undeutlich eingedrückt.
2. Durch heute ständig eindringendes Oberflächenwasser in die Hohlräume größerer Koniferen werden die Pflanzenabdrücke sekundär zerstört und sind für paläobotanische Untersuchungen ungeeignet. Große Zweige sind häufig, jedoch sind darunter keine Exemplare mit guter Strukturhaltung.

Die Koniferen gehören verschiedenen, noch nicht näher bestimmten Arten an. Nachgewiesen sind bisher: *Palaeocyparis*, *Brachyphyllum*, *Pagiophyllum*. *Palaeocyparis*, allgemein bekannt aus den untertithonischen Plattenkalken bei Daiting/Schwaben, besitzt nach BARTHEL (1978) eine deutlich alternierende Blattanordnung, einem "X" vergleichbar, und bei unseren Exemplaren genau zu erkennen ist. Allerdings unterscheiden sich vorliegende *Palaeocyparis*-Zweige deutlich von *P. princeps* (SAPORTA) aus Daiting, insbesondere durch die erheblich lockerere Wuchsform. *Brachyphyllum*, dessen rautenförmige Blättchen nach BARTHEL (1978) in schrägen Reihen stehen, ist auffallend selten. *Pagiophyllum*, eine aus dem Süddeutschen Jura nur selten erwähnte Konifere zeigt erheblich größere Einzelblätter als *Brachyphyllum*. Sie laufen unten spitz zu und erscheinen oben abgerundet. Darüberhinaus gibt es eine bislang unbestimmte Konifere, die in ihrer Blattmorphologie *Brachyphyllum* ähnelt, aber größere Einzelblätter und daumendicke Triebspitzen ausbildet. Die auffallendste Konifere ist zwar bisher unbestimmt, aber durchaus häufig. Sie zeigt sehr dünne Zweigenden mit langen, schmalen Blättern (RÖPER & ROTHGAENGER 1996 b).

Möglicherweise zu *Podozamites* gehören 45 schmale Blätter mit deutlichem Stielansatz, die je nach Einbettungslage parallel laufende Adern oder Porenreihen zeigen. Ihre Größe variiert von 5 x 1 bis 50 x 5 mm. Sie treten im gesamten Profil auf, mit Anreicherung in den Pflanzenhäcksel-Horizonten 1/8 und 1/29. Bei der Profilaufnahme wurden nur Einzelblätter gefunden. Beblätterte Zweige sind bislang in unserer Fundstätte unbekannt. Die Brunner Koniferenassoziation zeichnet sich durch Vielfalt verschiedener Arten aus.

Fruchtkörper:

Den Hauptanteil von 53 Einzelfunden stellt mit 72 % ein Zapfenschuppen, der in seiner Größe von 2 x 1 bis 9 x 4 mm variiert. Der Rest an Funden besteht aus unterschiedlichen Zapfen-

schuppen und Fruchtkörpern, die erst noch einer weiteren Bearbeitung unterzogen werden.

## 5.2. Fauna

Die bei der Profilaufnahme geborgenen Tierfossilien gehören zu nachfolgenden Taxa:

Brachiopoda: biplikate und glattrandige Terebratulidae, *Lacunoseella* sp.

Bivalvia: *Eopecten* sp., *Chlamys* sp., *Solemya*, verschiedene unbestimmte Formen, *Liostrea*

Gastropoden: *Rissoa*, unbestimmte Schnecken

Ammonitina: *Glochiceras* sp., *Neochetoceras* sp., *Taramelliceras* sp., *Sutneria subeumela*

SCHNEID, *Aspidoceras* sp., *Hybonoticeras* sp., unbestimmte Perisphinctiden

Aptychen: *Laevaptychus*

Vampyromorpha: *?Plesiotheuthis* sp.

Cirripedia: *Archaeolepas* sp.

Stomatopoda: eine unbestimmte Assel

Reptantia: *Eryma* sp., *Glyphaea* sp., *Mecochirus* sp.,

Xiphosura: *Mesolimulus* cf. *walchi* (DESMAREST)

Crinoidea: *?Solanocrinites gracilis*

Echinoidea: "*Cidaris*"-Stacheln, *Pseudosalenia aspera*, *Pseudodiadema* cf. *pseudodiadema* (LAMARCK), *Pygurus* sp., *Nucleolites* sp.

Holostei: *Pholidophorus* sp., *Notagogus* cf. *denticulatus*, *Aspidorhynchus* sp., 1 unbekannter Knochenschmelzschupper

Teleostei: *Tharsis dubius* (BLAINVILLE), *Thrissops* sp., *Leptolepides sprattiformis* (BLAINVILLE)

### 5.2.1. Invertebrata

Brachiopoda:

Sie verteilen sich ziemlich gleichmäßig über das gesamte Profil, ohne daß besondere Anreicherungen auf einzelnen Schichtflächen vorkommen. Der Grabungsbericht überliefert eine reine *Terebratula*-Assoziation:

- 355 Terebratulidae mit rectimarginater Frontalkommissur,
- 1 Terebratulidae mit biplikativer Frontalkommissur,
- 1 Rhynchonellidae (*Lacunoseella*).

Die Assoziation unterscheidet sich deutlich vom Brachiopodenspektrum der Korallenfazies bei Saal an der Donau (BRUGGER & KEUPP 1994, S.40). Rhynchonelliden bleiben sehr selten. Darüber hinaus fehlen großwüchsige *Juralina*-Formen. Stattdessen dominieren kleine Terebratuliden-Typen von 2 x 2 mm bis 35 x 30 mm. Das Maximum aller Individuen liegt zwischen 10 und 20 mm, 36 Exemplare sind kleiner als 5 mm, nur 13 Exemplare größer als 25 mm. Statistisch verteilt durch alle Altersstadien ergibt sich ein Mittelwert von 14,5 mm und damit ein Beleg für relativ kleinwüchsige Arten oder überwiegend juvenile Individuen.

Gastropoden:

Solange keine Bearbeitung vorliegt, verwenden wir vorläufig Begriffe wie "Kegel-", "Turm-" oder "Watt"-Schnecken. Letztere kommen flächendeckend in 9 Horizonten vor (Taf.5, Fig.3; Lage 1/12, 1/14, 1/15, 1/16, 1/19 [2 x], 1/26 [2 x]; Einzelexemplare in 6 Horizonten von 1/16 bis 1/27): Hierzu gehören flache Abdrücke turmförmiger Gastropoden mit einer durchschnittlichen Gehäusegröße von 8 x 3 mm. Vereinzelt auftretende Exemplare sind in ihren Gehäuse-

größen sehr variabel, von 2 x 1 bis 11 x 4 mm (Top der Lage 1/15). Liegen Wattschnecken flächendeckend, zeigen sie eine einheitliche Gehäusegröße von  $8 \pm 1 \times 3$  mm. Ihre Funddichte variiert von 5 (Lage 1/15, 1/19) bis zu 2.000 Individuen pro m<sup>2</sup> (Lage 1/16). Die Schnecken haben ihr Häufigkeitsmaximum in Schichtstapeln mit der größten Polygonanreicherung vom Typ 2. Alle anderen Arten sind Zufallsfunde. Zu diesen gehören kleine, nur als Abdruck erhaltene Kegelschnecken von 3 bis 4 mm Durchmesser (14 Exemplare), die lediglich in 4 Horizonten belegt sind (1/8, 1/19, 1/22, 1/27). Fast alle Kegelschnecken stammen aus 1/22. Sonstige Gastropoden bilden im Profil mit 11 Exemplaren eine vernachlässigbare Größe: 1 *Globularia* (1/29), 1 *Rissoa* (1/6), 2 unbestimmte Turmschnecken (1/21, 1/29), unbestimmte Gastropoden (1/13, 1/14, 1/15, 1/19, 1/20). Die Gehäusegrößen erreichen kaum mehr als 10 mm. Die Verteilung dieser Schnecken zeigt keine Regelmäßigkeit.

#### Bivalvia:

Es gelten ähnliche Gesetzmäßigkeiten wie bei den Gastropoden. Autochthone Arten kommen auf einzelnen Schichtflächen gehäuft vor, andere Arten sind unregelmäßig in der Sedimentsäule verteilt. Unbestimmte endobenthische Muscheln (6 Horizonte: Lage 1/10, 1/12 [2 x], 1/18, 1/19 [2 x]): Die Schalen sind oval bis gerundet-dreieckig, 4 x 3 bis 10 x 8 mm groß, im Mittel 6 x 4 mm. Ihre Dichte reicht von 10 Exemplaren/m<sup>2</sup> (1/19) bis zu 200/m<sup>2</sup> (1/10). Einige doppelklappige Exemplare stecken aufrecht im Sediment. Einzelindividuen dieser Art wurden in vier weiteren Horizonten nachgewiesen (Lage 1/13, 1/17, 1/22, 1/27). Als "Röhrenmuschel" (? *Solemya*) bezeichnen wir runde bis ovale Schalen, in vielen juvenilen Exemplaren (von 2 x 2 bis 14 x 12 mm) einzeln verstreut über das gesamte Profil vorkommend (Lage 1/5, 1/6, 1/10, 1/11, 1/12, 1/15, 1/16, 1/20, 1/21, 1/22). 6 von 14 Exemplaren zeigen geöffnete Schalen. Ähnliche Bivalvenfunde, z.T. mit Kriechspuren, sind aus Solnhofener Plattenkalken bei Eichstätt bekannt geworden (BARTHEL, 1978, S. 348, Taf. 54). Drei kleine Schalenabdrücke (Lage 1/12) stellen wir mit Vorbehalt zu *Astarte*. Hervorzuheben ist eine kleine Pectinidenart mit radialen Rippen und kräftiger Bestachelung. Ihre Größe variiert von 2 x 2 bis 8 x 8, im Mittel 4 x 3 mm (35 Exemplare, über den gesamten mittleren Profilabschnitt verteilt). Alle anderen Muscheln, die zu den Pectiniden gehören, sind Einzelfunde. Über das Profil unregelmäßig verstreut gibt es kleine Austernschalen, meist juvenile Formen mit Größen von 1 x 1 bis maximal 60 x 40 mm. Ihre mittlere Größe beträgt 10 x 10 mm. Außer diesen Einzelindividuen wurden 8 Kolonien bis 50 mm registriert. In der Regel sind derartige Kolonien auf Ammonitengehäusen zu beobachten (siehe Beschreibung über Besiedlung von Ammonitengehäusen). Am häufigsten sind sie in Schichtabschnitten, in denen auch die Cirripedier vorkommen.

*Cephalopoda/Ammonitina*: Außer verschiedenen striptychen-tragenden Perisphinctiden enthalten die Plattenkalke von Brunn in der Regel sechs wichtige Gattungen:

- a) Ammoniten mit *Lamellaptychus*: *Neochetoceras*, *Glochiceras*, *Taramelliceras*,
- b) Ammoniten mit *Laevaptychus*: *Aspidoceras*, *Hybonotoceras*, *Sutneria*.

Gut untersuchte Plattenkalkprofile im Oberkimmeridium und Untertithonium der Südlichen Frankenalb zeigen eine deutliche Dominanz der Gruppe A, verbunden mit auffälliger Häufigkeit isoliert im Sediment eingebetteter Lamellaptychen (RÖPER 1996). Im vorliegenden Profil sticht sofort die Dominanz der Gruppe B hervor, verbunden mit sehr häufig vorkommenden, isoliert eingebetteten Laevaptychen. *Aspidoceras*, in anderen Profilen selten, erscheint als häufigste Ammonitengattung.

Gruppe A, mit *Lamellaptychus*: *Glochiceras*: 50 Exemplare (5 - 20 mm Dm, Durchschnitts-

größe: 10 mm Dm), vor allem im tieferen Profilabschnitt vorkommend. Aptychen in Wohnkammern wurden nicht nachgewiesen, bei 16 % liegen *Glochiceras* (bis 10 mm Dm) und *Lamellaptychus* nebeneinander. Bei Glochiceraten größer als 10 mm fehlen Aptychen.

*Neochetoceras*: 3 glattschalige Exemplare (25, 30, 50 mm Dm) mit einem sichelförmigen Mundsaum stellen wir zu *Neochetoceras*.

*Taramelliceras*: 2 kleine Exemplare (12, 18 mm Dm) zeigen eine kräftigere Sichelberippung, wie für Taramelliceraten charakteristisch.

Gruppe B, mit *Laevaptychus*, *Aspidoceras*: Etwa 400 Exemplare (10 - 80 mm Dm; 1 Einzelindividuum mit 170 mm Dm; Durchschnittsgröße: 32 mm); 9 *Aspidoceras*-Horizonte (mit Exemplaren von 25 - 40 mm Dm, bei einer Dichte von 30 - 100 Exemplaren/m<sup>2</sup>: Lage 1/16 Mitte, 1/16 Basis, 1/18, 1/20 a, 1/20 b, 1/21 Top, 1/21, 1/22). Bei 16 % aller Aspidoceraten liegt der *Laevaptychus* noch in der Wohnkammer, bei 5 % neben dem Ammoniten. 79 % der Aspidoceraten sind ohne Aptychus.

*Hybonotoceras*: 5 Exemplare (10 - 15 mm Dm), davon zwei nur fragmentarisch erhalten. Bei den wenigen Abdrücken, alle ohne Aptychus, dürfte es sich um juvenile Individuen handeln.

*Sutneria* (Taf.10, Fig.1): Das einzige Exemplar von *Sutneria subeumela* SCHNEID ist vorzüglich erhalten und bereits im Kapitel Stratigraphie beschrieben.

Gruppe C, mit *Praestriaptychus*: In den meisten Profilen gehören Perispinctiden (hier: Spalttripper-Ammoniten ohne *Sutneria*) zu den häufigen Fossilien. Ganz anders ist die Situation im untersuchten Profil, das nur zwei Einzelfunde freigegeben hat. Taf.2, Fig.3 zeigt das einzige vollständig erhaltene Exemplar, bislang der größte Ammonitenfund aus Brunn. Das zweite Exemplar mißt 35 mm und ist durch eine Bißverletzung gekennzeichnet. Im Profil sind, mit Ausnahme von kleinen Aspidoceraten (meist 40 mm) und Glochiceraten (meist 10 mm) Ammoniten selten. Eine Gemeinschaft, bei der 450 von 463 Ammoniten auf *Aspidoceras* und *Glochiceras* entfallen, ist sicherlich nicht zufällig in den Ablagerungsraum eingespült worden. Vielmehr ist davon auszugehen, daß sehr häufige Spezies autochthonen Ursprungs sind.

Tintenfischschulpe sind allergrößte Raritäten, im Profil nur durch einen einzigen *Plesioteuthis* (100 x 200 mm) und einige Fanghäkchen aus einer Armkrone von *Acanthoteuthis* vertreten.

Xiphosura:

Aus der Lage 1/17 stammt ein juveniler *Mesolimulus* cf. *walchi* (DESMAREST). Er ist der stratigraphisch älteste Pfeilschwanz und der erste Nachweis dieser Tiergruppe in den östlichen Gebieten bayerischer Plattenkalkvorkommen. RÖPER (1992) war der Auffassung, daß *Mesolimulus* weitgehend auf die Solnhofener Plattenkalke beschränkt sei. Neufunde im Untertithonium (*moernsheimensis*-Subzone) von Hienheim bei Neustadt an der Donau (KUTSCHER & RÖPER 1995) belegen nun aber eine wesentlich größere Verbreitung als bisher angenommen, sowohl in stratigraphischer als auch in regionaler Hinsicht.

Crustacea:

Sie sind durch Rankenfußkrebse (Cirripedia) und höhere Krebse (Eumalacostraca) vertreten:

- Cirripedia: *Pollicipes* sp.
- Isopoda: 1 unbestimmte Assel
- Decapoda/Reptantia: *Eryma*, *Glyphaea*, *Mecochirus*

Festsitzende und gepanzerte Rankenfußkrebse, die an treibenden Gegenständen haften, sind in Plattenkalken bislang Ausnahmen geblieben. Wenige Exemplare, *Archaeolepas redtenbacheri* OPPEL, auch von BARTHEL (1978, Taf.39, Fig.2) in neuerer Zeit beschrieben, sind aus

Kelheim bekannt geworden, darunter eine Kolonie auf einem Ammoniten aufgewachsen. Die vermutlich kleinere und zierlichere Cirripedier-Gattung *Pollicipes* wird nun erstmals aus den östlichsten Vorkommen nachgewiesen. Sie hebt sich durch eine stärkere Gliederung ihrer Körper-Panzerplatten von *A. redtenbacheri* ab. Der Panzer sitzt auf einem beweglichen Stiel, der durch kleine Panzerplättchen stabilisiert wird. Wie bei den "Entenmuscheln" üblich heftete sich *Pollicipes* bevorzugt an treibende Ammonitengehäuse an, und zwar häufig in Form von Kolonien (vgl. Beschreibung der Besiedelung von Ammonitengehäusen). *Pollicipes*, pseudoplanktonisch lebend, ist der häufigste Crustaceentyp. Schwimmkrebse (Natantia) wurden im Profil nicht gefunden. Mit Ausnahme einer Assel gehören die nachfolgenden Crustaceen zu den benthisch bzw. endobenthisch lebenden Krebsen. Von 8 Funden sind 6 fragmentarisch. Zwei Scheren konnten wir *Eryma* zuordnen, die übrigen Funde werden zu *Glyphaea* und *Mecochirus* gestellt.

*Glyphaea*: Unser Profil enthält eine unbeschriebene, außergewöhnlich große Art bis zu etwa 160 mm Körperlänge (RÖPER & ROTHGAENGER 1995, Taf.1, Fig.3). Ein vollständiges Exemplar stammt aus der Lage 1/5. Eine ähnliche Art dieser aus anderen bayerischen Vorkommen unbekanntes *Glyphaea* ist bei Cerin (BERNIER & BARALE 1985, S.59) gefunden worden.

*Mecochirus* (1 Exemplar): Bei der vorliegenden Art entsprechen die Beinlängen ungefähr der Körperlänge. Berücksichtigt man die Tatsache, daß die Grabgänge im Profil von endobenthischen Krebsen angelegt wurden, können wir von einer artenarmen, aber individuenreichen Panzerkrebsfauna ausgehen, die an die ökologischen Verhältnisse innerhalb der Plattenkalkfazies angepaßt war.

#### Epökie von Ammonitengehäusen:

Von insgesamt 600 registrierten Ammonitengehäusen zeigen 137 Exemplare eine Besiedelung mit Austern und/oder Cirripediern. Im Einzelnen wurden gefunden:

Epökie *Liostrea* (81 x), *Liostrea* und *Pollicipes* (6 x) und *Pollicipes* (50 x). *Liostrea* und *Pollicipes* treten sowohl gemeinsam als auch getrennt auf. Besonders häufig sind Aspidoceraten mit *Pollicipes* zwischen den Lagen 1/19 und 1/22. Die Lage 1/21 enthält einen *Pollicipes*-Horizont mit ca. 2 Exemplaren/m<sup>2</sup>. 60 % der Ammoniten mit Epökie besitzen noch ihren Aptychus in der Wohnkammer. Der zeitliche Abstand zwischen Tod und Einbettung im Sediment dürfte bei Ammoniten ohne Aptychus größer sein als bei solchen mit Aptychen. Da bei letzteren die Epökie bedeutend häufiger anzutreffen ist, wird eine Lebendbesiedelung dieser Ammoniten durch *Pollicipes* in Betracht gezogen. Detaillierte Angaben sind erst möglich, wenn die Untersuchungen des Gesamtmaterials abgeschlossen sind (KEUPP & RÖPER 1997, in Vorb.). Die Besiedelung geht bevorzugt von zwei Punkten aus:

Externseite/im Bereich der Wohnkammer und Nabelbereich/beidseitig. Einzelindividuen sitzen auf der Externseite der Wohnkammer. Bei einigen Exemplaren geht die Koloniebildung auf die Externseite des Phragmokons über. Soweit wir bisher beobachten konnten, bleiben die Flanken der Ammonitenschalen weitgehend unbesiedelt. Bei zahlreichen Kolonien sind einzelne *Pollicipes*-Individuen abgefallen und liegen isoliert im Sediment.

#### Echinodermata:

Der Grabungsbericht belegt Crinoiden und Echiniden, die meist bruchstückhaft vorliegen.

#### Crinoidea:

Vermutlich gehören vorliegende 37 Crinoidenreste, die unregelmäßig (statistisch) im Profil verteilt sind, zu einer einzigen Art von Comatuliden. Nach freundlicher schriftlicher Mitteilung von Dr. Hess (Basel) handelt es sich möglicherweise um Vertreter von *?Solanocrinites gracilis*. Sämtliche Exemplare dieser Art sind zerfallen und liegen nur bruchstückhaft vor. Bei den meisten von ihnen handelt es sich vermutlich um Fraßreste von Räubern. Centrodorsalia wurden bislang nicht gefunden.

Echiniden:

Seeigel kommen in den Oberkimmeridgium-Plattenkalken der östlichen Gebiete erheblich häufiger vor als in den Vorkommen von Solnhofen und Eichstätt. Während BANTZ (1969) nur 32 Echinidenfunde aus allen Plattenkalkrevieren vorlagen, liefert allein unser Vorkommen mehr Individuen als je zuvor beschrieben worden sind. Die Häufigkeit von Echiniden zeichnete sich bereits bei den Probegrabungen ab und wird durch die Profilaufnahme, aus der folgende Funde hervorgegangen sind, bestätigt:

- vollständige Coronen (3 x),
- unvollständige Coronen und Coronareste mit Stacheln (23 x),
- isoliert eingebettete Primärstacheln (113 x),
- Echinidenreste in Koprolithen und Speiballen (13 x).

Bei weitem überwiegen isolierte Stacheln, gefolgt von eingebetteten Corona- und Gebißteilen, die oft über mehrere Quadratmeter verstreut liegen. Soweit die meist noch unpräparierten Fundstücke bestimmt werden können, enthält das Profil mindestens fünf Gattungen:

a) reguläre Echiniden,

- Cidariden-Stacheln,
- unbestimmte Echinidenstacheln,
- *Pseudosalenia* cf. *aspera* (AGASSIZ), Lage 1/12,
- *Pseudodiadema* cf. *pseudodiadema* (LAMARCK), Lage 1/18, 1/21.

*Pseudosalenia*: Leicht zu erkennen ist dieser kleine Echinide aus der Ordnung Salenioida an seinem exzentrisch verschobenen After im Scheitelschild, daß durch zusätzliche Suranalplatten verstärkt ist. Charakteristisch erscheinen die sehr schmalen bandförmigen Ambulacralia, sowie die wenigen deutlich hervortretenden gekerbten Primärwarzen auf den Interambulacralia. Der vorliegende 20 mm große Echinide aus der Lage 1/12 ähnelt *Acrosalenia*, jedoch verlaufen die Ambulacralia wellig, und die Plättchen des Scheitelschildes sind ohne Warzen. Die Anordnung der Platten im Scheitelschild sowie der Habitus der Corona entsprechen weitgehend *Pseudosalenia aspera* bei HESS (1975).

*Pseudodiadema*: Ein zweiter regulärer Seeigel aus dem Profil (Lage 1/21) mißt 14 mm und wird größtenteils von einer feinen Kalkhülle verdeckt, die Angaben über die Porenzonen nicht möglich macht. Trotzdem stimmen einige Merkmale gut mit der Beschreibung von *Pseudodiadema pseudodiadema* (LAMARCK) bei BANTZ (1969, Taf.4, Fig.5) überein. So sind beim vorliegenden Stück aus der Lage 1/21 die Ambulacralia am Ambitus halb so breit wie die Interambulacralia (IA). Auf den IA sind je eine Reihe crenulierter, durchbohrter Warzen ausgebildet, die nur etwas größer sind als auf den Ambulacralia. Typisch erscheint das kleine Scheitelschild, das wie bei dem Exemplar von BANTZ etwa 20 % des Gesamtdurchmessers ausmacht. Der After liegt zentral, umrahmt von den 5 Genitalplatten. Aus der Lage 1/18 stammt eine unpräparierte *Pseudodiadema* mit vollständig erhaltenem Stachelkleid. Die Stacheln sind lang und dünn, leicht längsgestreift und zeigen keinen ausgeprägten Hals.

## b) irreguläre Echiniden

- *Pygurus* sp., Lage 1/16,
- *Nucleolites* sp., Lage 1/7 (RÖPER & ROTHGAENGER 1996 b).

Die beiden übrigen Coronen sind irreguläre Formen. Nach den Beschreibungen von BANTZ (1969:22) existiert aus den Solnhofener Plattenkalken in älteren Sammlungen lediglich ein einziger, zu *Collyropsis* gestellter irregulärer Seeigel. Erst in neuer Zeit sind weitere bilateral-symmetrische Tiere bekannt geworden FRICKHINGER (1994:179-180). Einer davon ist unkenntlich; der zweite aus den Eichstätter Plattenkalken gehört zu *Pygurus*.

*Pygurus* wird nun auch aus Brunn nachgewiesen. Das vorliegende Exemplar (Lage 1/16) ist unvollständig und besteht aus der in zwei Teilen zerbrochenen Oberseite. Mit einer Länge von 70 mm ist es im Profil der größte Seeigelfund. Gut erkennbar sind die petaloiden, unten offenen Ambulacralia mit ihren gejochten Poren, von denen die inneren rund und sehr klein, die äußeren schlitzförmig und groß sind. Ebenfalls gut sichtbar ist die Position des Apikalschildes, das leicht nach vorne verlagert ist. Der Gehäuseumriß war gerundet-herzförmig, mit einem leicht ausgezogenen Hinterrand.

*Nucleolites*: Dieser leicht zu erkennende kleine irreguläre Seeigel wird erstmals aus einem Plattenkalkvorkommen in Bayern erwähnt. Das vorliegende Exemplar aus der Lage 1/7 zeigt einen abgerundet-vierseitigen bis leicht ovalen Gehäuseumriß. Als charakteristisches Merkmal zeigt unser *Nucleolites* das ovale Periprokt, das apikal in einer Furche liegt, die sich vom Scheitel bis zum Hinterrand hinzieht.

Soweit bisher im Rahmen der Profilaufnahme untersucht, gehören die meisten hier nicht weiter beschriebenen Echinidenreste überwiegend zu *Pseudosalenia* und *Pseudodiadema*, zu denen wahrscheinlich auch die meisten der isoliert vorkommenden Stacheln gehören. Das untersuchte Plattenkalkprofil ist das erste, welches in nennenswerter Anzahl Seeigel enthält. Ihre Lebensräume waren nicht fern, wie durch mehrere Befunde gestützt wird.

- *Pseudodiadema* wurde mit vollständigem Stachelkleid gefunden. Nach BANTZ (1969) überstehen derartig gut erhaltene Tiere keinen längeren postmortalen Transport, ohne daß sich dabei Zerfallserscheinungen zeigen,
- die Seeigel sind Bestandteile in vielen Koprolithen und Fraßresten,
- die regulären Formen wurden inzwischen (im Anschluß an die Profilgrabung) in mehreren juvenilen Exemplaren bis 10 mm Durchmesser nachgewiesen.

Für *Nucleolites* und *Pygurus* kann eine benthische Lebensweise in oder auf karbonatischen Weichböden angenommen werden. Eine vergleichbare Seeigelzusammensetzung bietet Cerin, wo *Pseudodiadema* und *Pygurus* (BOURSEAU et al. 1993) vorkommen. *Pseudosalenia aspera* wird von ROMAN (1993) aus den Plattenkalken von Canjuers in Südfrankreich beschrieben.

## 5.2.2. Vertebrata, Pisces

Fische sind gleichmäßig über das Profil verstreut, nur drei Horizonte zeigen Anreicherungen von kleinen Knochenfischen. Im einzelnen wurden folgende Fischfossilien geborgen:

- 1 *Eugnathus* cf. *praelongus* (L: 500 mm, Erhaltungszustand D, Lage 1/12),
- 1 *Notagodus* cf. *denticulatus* (L: 120 mm, Zstd D, Lage 1/7),
- 2 *Pholidophorus* sp. (L: 180 mm, Zstd D, Lage 1/19),
- 1 *Aspidorhynchus acutirostris* (L: 700 mm, Zstd D, Lage 1/5),
- 1 *Thrissops* (L: 120 mm, Zstd D, Lage 1/25),

- 34 *Tharsis* cf. *dubius* (BLAINVILLE),
- 53 *Leptolepides* cf. *sprattiformis* (BLAINVILLE).

Die Lage 1/20 enthält einen Fossilhorizont mit juvenilen *Tharsis* und einen zweiten mit juvenilen *Leptolepides*, die Lage 1/29 ebenfalls einen Horizont mit *Leptolepides* auf einem Grabganghorizont. Fischanreicherungen sind nicht mit Anreicherungen anderer Organismen gekoppelt. Daß die Fischfaunen in Bezug auf Plattenkalkbiotope autochthon sind, wird bereits durch mehrere Untersuchungen in anderen Vorkommen (RÖPER 1991, 1996, GERHARD & MÖRS 1991, MÖRS 1993) sicher belegt. Demnach sind Koprolithen, die von Fischen ausgeschieden wurden, stets häufiger als die Fische selbst, auch im vorliegenden Profil.

Besonders gut sind die Erhaltungszustände von Knochenfischen untersucht. JANICKE (1969) und RÖPER (1992, 1996) grenzen verschiedene Stadien voneinander ab, die sich auf Fischfossilien von Brunn übertragen lassen. Die Zustände A und B beschreiben vollständige Fische, C Grätenfische ohne Schuppenkleid, D teilweise zerfallene und E bis F weitgehend bis vollständig zerfallene Knochenfische. Im Profil wurden die verschiedenen *Tharsis* von 55 - 150 mm Größe sowie *Leptolepides* zwischen 25 und 70 mm näher untersucht:

- 1) *Tharsis* (34 Exemplare), Zustand A-B: 12 x; Zstd C: 2 x; Zstd D-E: 20 x,
- 2) *Leptolepides* (53 Exemplare), Zustand A-B: 21 x; Zstd C: 12 x; Zstd D-F: 20 x.

Bezogen auf beide Gattungen erreichen A und B 38 %, C 16 % und D, E, F zusammen 46 %. Fast 50 Prozent aller Knochenfische zeigen bereits deutliche Zerfallserscheinungen, die nach BARTHEL (1969) bereits während des Treibens in der Wassersäule einsetzen können. Je nachdem wie lange die Zeitspanne zwischen Tod und Einbettung im Meeresboden andauerte, wird die Erhaltung des jeweiligen Fischkörpers besser oder schlechter sein. Im Profil können auf einer Schichtfläche Erhaltungsstadien von A bis D nebeneinander vorkommen. Dieser Beleg zeigt verschiedene Todeszeitpunkte einzelner Fische an und spricht gegen ein plötzliches und allgemeines Fischsterben. Ein plötzlicher Tod ist lediglich bei solchen Fischlagen anzunehmen, bei denen jeweils nur eine Fischart in einer Größe und guter Erhaltung (A oder B) angereichert ist. Auf einer ganzen Reihe von Schichtflächen in den Mergeln sind Fischleichen am Ort der Einbettung unter Stillwasserbedingungen zerfallen (RÖPER & ROTHGAENGER 1995, Taf.4). Damit verbundene Erhaltungszustände sind auf E und F beschränkt. Sie kommen auf einer Schichtfläche nicht gemeinsam mit anderen Zuständen vor.

### 5.3. Koprolithen, Speiballen, Fraßreste

Für paläoökologische Aussagen, die bei systematischen Profilaufnahmen erarbeitet werden sollen, sind Koprolithen, Speiballen und Speisereste von entscheidender Bedeutung, da sie Leben verschiedener Tiergruppen in der Plattenkalkfazies belegen.

Drei Typen von Koprolithen kommen vor:

- a) gestreckt-phosphatische Fischkoprolithen (1200 Exemplare)
  - b) bohnenförmige Koprolithen (7 Exemplare 35 x 15, 40 x 30, 17 x 12, 18 x 12)
  - c) Koprolithen aus Echinodermenresten (3 Exemplare 20 x 1 mm, 35 x 1 mm, 15 x 0,5 mm)
- Gestreckt-phosphatische Koprolithen, die häufig kleine Fischknochen und -wirbel enthalten und nach GERHARD (1990) und RÖPER (1996) Fischen zugeordnet werden können, sind die häufigsten Überreste vergangenen Lebens. In jedem Horizont sind sie vertreten. Ihre Maße reichen von 5 x 1 mm bis 95 x 3 mm, im Mittel 20 x 2 mm. Etwa 5 % zeigen noch Formen von Darmwindung. Bohnenförmige Koprolithen, eine in Kieselpaltenkalke bei Schamhaupten

und Mörsheim auf der Südlichen Frankenalb häufige Koprolithenform (RÖPER 1996) bleiben selten. Nur sieben Exemplare stammen aus dem Profil, davon allein 5 von der Trennschichtfläche zwischen den Lagen 1/5 und 1/6. Die restlichen Exemplare kommen aus der Lage 1/25 (10 x 5 mm) und 1/13 (8 x 6 mm). Bohnenförmige Koprolithen zeichnen sich durch ihre körperliche Erhaltung aus, sie umfassen Fischreste (Knochen, Wirbel). Eine Vermutung geht dahin, daß derartige Koprolithen möglicherweise von Reptilien ausgeschieden wurden. Gänzlich aus dem Rahmen fallen die drei erwähnten fadenförmigen Koprolithen. Sie bestehen ausschließlich aus kleinen Skelettelementen von Echinodermen.

#### Speiballen und Fraßreste:

Unter dieser Rubrik werden Überreste tierischer Hartteile beschrieben, die wahrscheinlich von Fischen ausgewürgt oder ausgespuckt wurden. Ihr Erscheinungsbild ist in der Brunner Fazies vielgestaltig. Wir klassifizieren sie nach Überresten der Tiergruppen, aus denen sie bestehen:

- aus zerknackten Schalenresten von Brachiopoden und Bivalven (12 Exemplare; *Chlamys*, Taf.6, Fig.2), statistisch im gesamten Profil verteilt, Durchmesser 5 - 20 mm, Mittelwert 10 mm. Am häufigsten ist der *Terebratula*-Typ, gefolgt von Pectiniden,
- aus zerknackten Aptychen (3 Exemplare mit *Laevaptychus* Taf.6, Fig.3 und 7, 3 *Laevaptychus* nebeneinander). In allen Fällen sind mehrere Aptychen, sowohl zerknackt als auch unverseht, in einem regellosen Haufen angereichert, meist 20 x 20 mm,
- aus *Pollicipes*-Resten (10 Exemplare, Taf.6, Fig.5). Dieser Typ tritt vor allem in Lagen auf, in denen *Pollicipes*-Kolonien auf Ammonitengehäusen angereichert sind; 50 % aller Speisereste mit *Pollicipes*, meist aus dicht übereinandergepackten Panzerplatten bestehend (etwa 10 mm Dm), stammen aus der *Pollicipes/Aspidoceras*-Lage 1/21,
- aus Panzerkrebsen (1 Exemplar, 16 x 14 mm, Taf.6, Fig.6). Reste von Carapax und Abdomen sind dicht zusammengedrückt. Erhalten sind beide großen Schreitfüße, links oben mit der beweglichen Krallen in situ, unten mit dislozierter Krallen. Weitere, im Kapitel Crustaceen beschriebenen Krebsfragmente sind möglicherweise ebenfalls Speisereste. Mit einer Ausnahme gehören die Reste zu *Glyphaea*, dem wohl häufigsten Panzerkrebs im Brunner Plattenkalk,
- aus Echinodermenresten (13 Exemplare); Taf.6, Fig.1 und Fig.4. Sie enthalten vorzugsweise Skelettelemente von regulären Seeigeln (Coronabruchstücke, Asseln, Primärstacheln, Sekundärstacheln, Gebißzangen, Rotula). Die Bruchränder liegen nicht immer entlang der Plattengrenzen, sondern gehen in einigen Fällen mitten durch die Platten. Zum Zeitpunkt des Aufbrechens der Echiniden waren diese vollständig, vermutlich lebend,
- aus Fischresten (180 Exemplare), bestehend aus Knochen und Wirbeln (5 - 20 mm, Mittelwert 10 x 10 mm); statistisch im gesamten Profil verteilt. Unzweifelhaft gehören die Überreste in den Koprolithen, Speiballen und Speiseresten zu Tierarten im ökologischen Spektrum der untersuchten Fundstätte, die auch als vollständige Organismen eine große Rolle spielen.

#### 5.4. Fossilhorizonte

Einzelne Schichtflächen haben auffällige Fossilkonzentrationen. Für solche Anreicherungen, im vorhergehenden Kapitel ausführlich beschrieben, hat RÖPER (1991) die Bezeichnung "Fossilhorizonte" vorgeschlagen. Insgesamt betrachtet enthält das Profil 30 Fossilhorizonte:

- Horizont mit Pflanzenhäckseln (8 x)
- Horizont mit *Aspidoceras* (9 x)
- Horizont mit *Zamites feneonis* (1 x)
- Horizont mit *Pollicipes* (1 x)

- Horizont mit "Wattschnecken" (7 x)
- Horizont mit Teleosteern (2 x)
- Horizont mit kleinen Muscheln (2 x)

Es ist immer nur eine Art auf einer Schichtfläche konzentriert. Besonders deutlich wird dies beim Vergleich von "Wattschnecken" und kleinen Muscheln, über mehrere Lagen im Profil:

1/12: 1 Horizont nur Gastropoden, 2 Hor. nur Muscheln,

1/14: nur "Wattschnecken",

1/15: Top: einzelne "Wattschnecken" u.a. Schnecken, einzelne Muscheln, verschiedene Arten,

1/16: 1 Horizont nur "Wattschnecken",

1/18: 1 Horizont nur Muscheln,

1/19: 2 Horizonte mit einzelnen "Wattschnecken" und Muscheln,

1/22: 2 Horizonte mit kleinen Kegelschnecken und einzelnen juvenilen Pectiniden,

1/25: 1 Horizont mit "Wattschnecken",

1/26: 2 Horizonte mit "Wattschnecken".

Lediglich in Horizonten mit sehr wenigen Individuen/m<sup>2</sup> kommen verschiedene Arten vor (Lagen 1/15, 1/19, 1/22). Tritt auf einer Schichtfläche eine deutlich erhöhte Sterberate in Erscheinung, ist davon immer nur eine Tierart betroffen (Ausnahme bei Epökien, Ammoniten/*Pollicipes*, *Liostrrea*). Belege für Massensterben, von dem nach biologischer Definition gleichzeitig mehrere Arten betroffen sein müßten, fehlen. Demnach enthalten die Fossilhorizonte keine Events im Sinne eines Massensterbens.

## 6. Ergebnisse, Aussagen zum Biotop

Für den Brunner Plattenkalk können wir eine Altersdatierung im Oberkimmeridgium/*subeumella*-Subzone angeben. Die Ablagerungen sind also erheblich älter als die bekannten Solnhofener Vorkommen in Franken, von denen sie sich durch eine unterschiedliche Sedimentausbildung, Spuren- und Grabgangassoziation, Makrofauna und -flora unterscheiden. Beide Vorkommen sind grundlegend verschieden. Ein sehr auffälliger Unterschied besteht im extrem geringmächtigen, blättrigen Plattenkalktyp. Er enthält zahlreiche Nachweise von Bodenleben. Charakteristisch sind Grabganglabyrinth endobenthisch lebender Krebse. Das Sediment hatte offensichtlich genügend Standfestigkeit für das Anlegen von Grabbauten und war zumindest zeitweise entsprechend gut durchlüftet. Autochthones Bodenleben wird auch durch sporadisch in Erscheinung tretende Muschel- und Schneckenhorizonte sowie durch die reichhaltige Spurenfauna angezeigt. Koproolithen und Fraßreste von Räubern belegen Leben in der Wassersäule. Das Biotop war durchaus belebt. Ein durch allgemeine Lebensfeindlichkeit verursachtes gleichzeitiges Massensterben verschiedener Tierarten konnte bei den bisherigen Grabungen in keinem einzigen Horizont nachgewiesen werden. So liegen beispielsweise Anreicherungen mit Organismen des vagilen Benthos (Schneckenhorizonte) und solche mit Organismen des Nektons (kleine Knochenfische) auf verschiedenen Schichtflächen in der Profilsäule übereinander, aber nicht gleichzeitig nebeneinander. Es hat den Anschein, als werden einzelne Tierarten am Ort von Sterbeereignissen betroffen, ohne daß andere davon berührt werden.

Das wechselhafte Profil mit hohem Anteil von Grabgängen, Spuren und zerfallenen Fischen spricht gegen Bedingungen, wie sie allgemein für reine Konservatagerstätten gelten, und gegen größere Wassertiefen weit unterhalb der Sturmwellenbasis. Dort wären konstantere Verhältnisse anzunehmen, als wir durch die Profilgrabung belegen konnten (Abb.5). Störungen im

Gefüge der Feinschichtung (Taf. 1, Fig. 4) und das wiederholt ausgebreitete Bodenleben können in geringeren Tiefen erklärt werden. Im Einklang dazu steht das gehäufte Vorkommen von *Clypeina jurassica* FAVRE. Rezente Vertreter der Dasycladaceae zeigen durchweg geringe Wassertiefen von 3-5 m an (FLÜGEL, 1982:332). Sie gelten allgemein als sicherer Beleg für sehr flachmarine Biotope mit tropischen bis subtropischen Wassertemperaturen. Nach FLÜGEL (1982) sind Dasycladaceae typisch für abgeschnittene Lagunen und reef flats. BERNIER et al. (1985) beschreiben *C. jurassica* aus den französischen Oberjura-Plattenkalken von Cerin/Department Ain. In sehr dünnen Lagen zeigen diese Ablagerungen auf ihren Schichtflächen Strukturen, die vergleichbar sind mit den in unserem Profil vorkommenden Polygonen vom Typ 2 (Taf. 3, Fig. 1 und 2). GAILLARD et al. (1994:340, Fig. 10a und b) vergleichen die Ceriner Polygonstrukturen mit *Microcoleus*-Matten, wie sie im rezenten Aldabra-Atoll des Seychellen-Archipels bei Wasserrückzug freiliegen und durch Austrocknung aufreißen, wobei polygonale Netzleistenmuster entstehen. Innerhalb der Schichtabschnitte unseres Profils, in denen die Polygone vom Typ 2 auftreten, liegen sämtliche Schneckenhorizonte (Abb. 5). Die Gehäuseform der kleinen, meist nur 10 mm großen Schnecken erinnert an die rezente *Hydrobia ulvae*, die sich im rezenten Nordseewatt von Blaualgen und Diatomeen ernährt (JANKE & KREMER, 1990). Mikrobenmatten als Nahrungsgrundlage sind auch für die "Wattschnecken" denkbar. Diese Annahme würde dadurch gestützt, daß im untersuchten Profilbereich oberhalb der Lage 1/10 mit den Polygonen vom Typ 2 gleichzeitig die Schneckenhorizonte aussetzen. Der Brunner Plattenkalk zeigt mit seiner Grabgang- und Spurenassoziation, *Clypeina*, Polygonen und den Schneckenhorizonten einige Eigentümlichkeiten, die im Flachwasserbiotop mit Gezeiteneinfluß erklärbar sind. Vereinbar mit dieser Deutung ist eine "Kinderstubenfauna", deren juvenile und/oder kleinwüchsige Arten eine erhebliche Rolle am Gesamtspektrum der Lagerstätte einnehmen. Es ist nicht auszuschließen, daß Jungtiere das Biotop für ihre Zeit des Heranwachsens genutzt haben, bevor sie in tiefere Bereiche abgewandert sind. Zusammengefaßt ergibt sich für den tieferen Abschnitt der Brunner Lagerstätte zwischen Bank A und B folgendes ökologisches Spektrum; die Gliederung ist angelehnt an das Schema von SEILACHER, REIF & WESTPHAL (1985):

- a) Polygone (Typ 2, ? Mikrobenmatten),
- b) Dasycladaceae: *Clypeina jurassica*, *Goniolina*, *Petrascula*,
- c) Kontinuierliche Grabgangfazies, ohne Verursacher: *Thalassinoides*,
- d) Spurenfazies, ohne Verursacher: Mollusken, ? Meereswürmer, unbekannte Organismen,
- e) Endobenthos: grabende Bivalven, *Glyphaea*, *Mecochirus*, möglicherweise *Nucleolites* (episodisch),
- f) Vagiles Epibenthos: Gastropoden, *Mesolimulus*, möglicherweise *Pygurus* (episodisch),
- g) Wassersäule: Ammoniten, *Pollicipes*, *Liostrea*, Fischfauna,
- h) Koprolithen/Fraßreste.

Darüberhinaus enthält die Grabgemeinschaft Organismen, die unregelmäßig bzw. ohne erkennbare Gesetzmäßigkeiten in der Sedimentsäule verstreut vorkommen. Hierzu gehören die Brachiopoden, die normalerweise spärlich im Faunenspektrum bayerischer Oberjura-Plattenkalke vorkommen. Ihre Häufigkeit im vorliegenden Profil kann durch räumliche Nähe zu deren Lebensräumen erklärt werden. Sie dürften in der unmittelbaren Umrandung der Brunner Plattenkalkfazies gelegen haben. Dafür sprechen Anschnitte von Brachiopoden in Intraklasten, die in Mergellagen auftreten (RÖPER & ROTHGAENGER 1996b). Zu den Benthosorganismen

der Umrandung gehörten vermutlich auch reguläre Seeigel sowie die Crinoide *Solanocrinites*, die wie Brachiopoden in Fraßresten von Räufern nachgewiesen werden konnten. Wahrscheinlich haben z.B. Raubfische am Beckenrand gefressen, wo sie ihr spezielles Nahrungsangebot gefunden haben, und anschließend die Schalenreste über dem Kalkschlick abgelegt. So gibt die Grabgemeinschaft nicht nur Auskunft über das untersuchte Biotop, sondern gleichzeitig Einblicke in die Randbiotope.

Als allochthon betrachten wir die raren Tintenfischschulpe und Belemnitenrostren. Ihre Seltenheit deutet vielleicht auf eine gewisse Abschottung des Biotops von der See hin. Das Brunner Sediment zeigt keine Einflüsse vom Festland, mit Ausnahme einer Tonzufuhr; gleichwohl gehört es zu den landpflanzenreichen Vorkommen, und die in bayerischen Oberjura-Plattenkalken ein-malige terrestrische Flora zeigt mit ihrer Vielseitigkeit und Häufigkeit Inseln in der Umgebung an. Diese müssen trockene Standorte gehabt haben, von denen die Fragmente großwüchsiger Nadelholzgewächse, Samenfarne sowie Bennettiteen und Cycadeen stammen.

Vergleich von Brunn mit den Plattenkalken von Kapfelberg/Donau:

Der Kapfelberg bietet das vollständigste Profil östlich von Kelheim. Nach RUTTE (1962) zeigen dort die unteren Schichten eine Wechsellagerung von Plattenkalken und Riffschuttsedimenten. Derartige Verzahnungsbereiche von Riffschuttaureolen und Schichtsedimenten sind nach BAUSCH & ZEISS (1966) typisch für das Kelheimer Gebiet. Fauna und Flora detritischer Gesteine vom Kapfelberg deuten auf flaches bewegtes Wasser mit günstigen Lebensbedingungen hin (SCHAIRER & LUPU 1970). In den oberen Schichten überwiegen feine Sedimente mit papierdünnen Einzellagen. Lithologisch entsprechen sie dem Brunner Plattenkalk. Da faziell ähnliche Plattenkalke vergleichbare Grabgemeinschaften aufweisen können (RÖPER 1997), erscheint es möglich, daß die Brunner Floren- und Faunenassoziation auch am Kapfelberg und in seiner weiteren Umgebung auftreten könnte, zumal BARTHEL (1978) mit *Pollicipes* und *Zamites feneonis* von Kelheim und Bad Abbach Fossilien beschreibt, die wir bei Brunn nachweisen konnten. Für die Übereinstimmung von Brunn mit den höheren Kapfelbergschichten spricht auch das gemeinsame Vorkommen von *Clypeina jurassica* (cf. FLÜGEL et al. 1978).

Vergleich mit den französischen Plattenkalken von Cerin/Department Ain:

Der Ceriner Plattenkalk ist ungleich mächtiger als der Brunner Papierschiefer. Trotz der lithologischen Unterschiede zeichnen sich interessante Übereinstimmungen in der Fossilzusammensetzung beider Vorkommen ab, insbesondere bei der Flora und den Invertebraten. Zu den Fossilfunden, die nach BERNIER et al. (1985) in Cerin auftreten, gehören unter anderem:

- Polygonstrukturen (Taf.3, Fig.1, 2)
- *Clypeina jurassica*
- *Zamites feneonis*
- *Cycalacis*
- *Cycadopteris*
- *Palaeocyparis*
- *Pagiophyllum*
- *Lacunosella*
- Terebratulidae
- Doppelklappige Muschel
- *Glyphaea*
- *Solanocrinites*
- *Pseudodiadema*
- *Eugnathus* cf. *praelongus*

Die Gemeinsamkeiten sind mit Cerin größer als mit Solnhofen. Wir sind bestrebt, die Untersuchung fortzuführen, um einen genauen Vergleich der Lagerstätten zu ermöglichen.

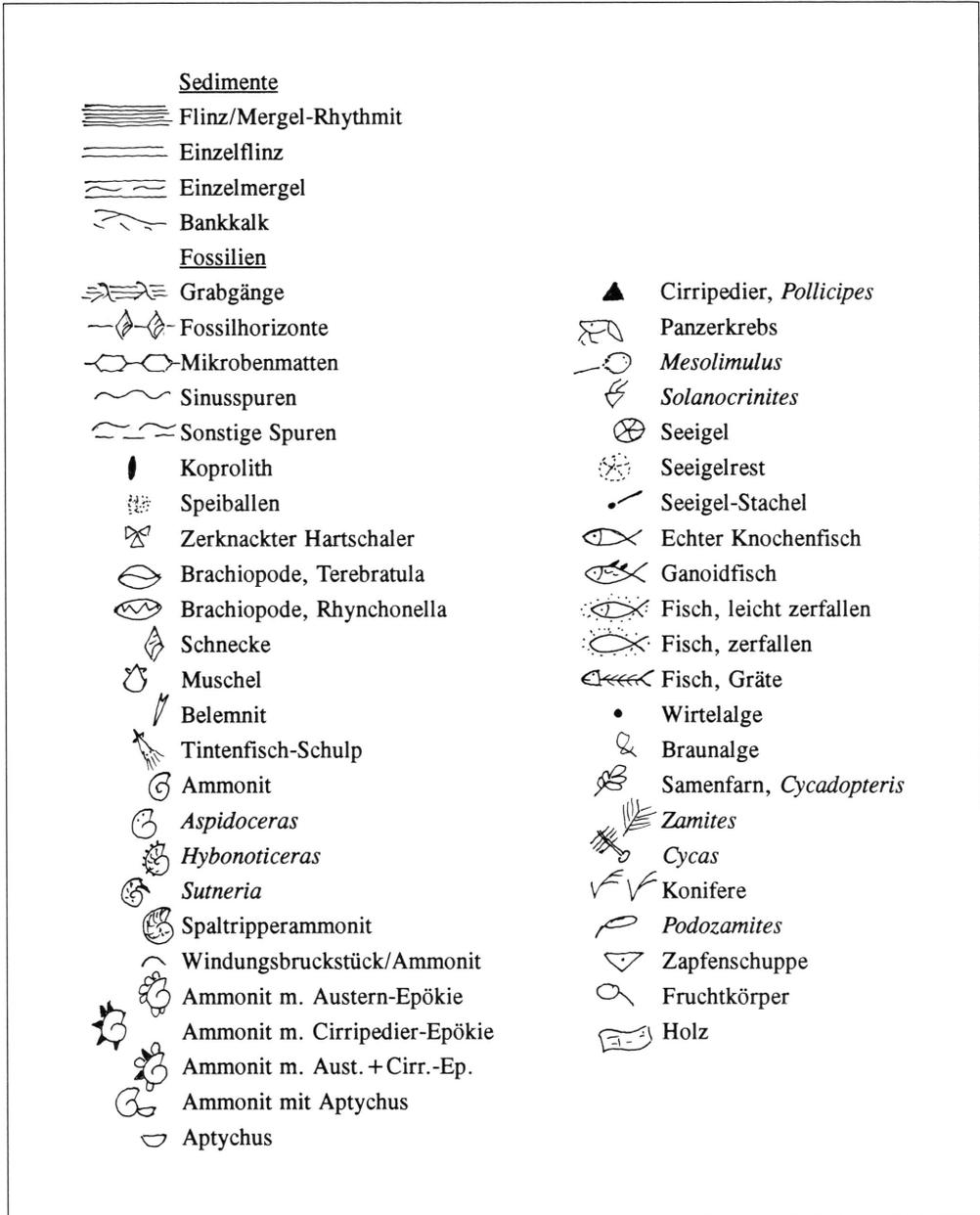


Abb.5: Paläoökologisches Säulenprofil, Profilschnitt 1 zwischen Bank A und B (vgl. Abb.4), Oberes Kimmeridgium/*subeumela*-Subzone; Steinbruch Kohlstatt, Brunn; dargestellt vom Hangenden (Schicht 1/1) zum Liegenden (Schicht 1/30); untersuchte Grabungsfläche: 10 m<sup>2</sup>; Profilsäule im Maßstab 1:1

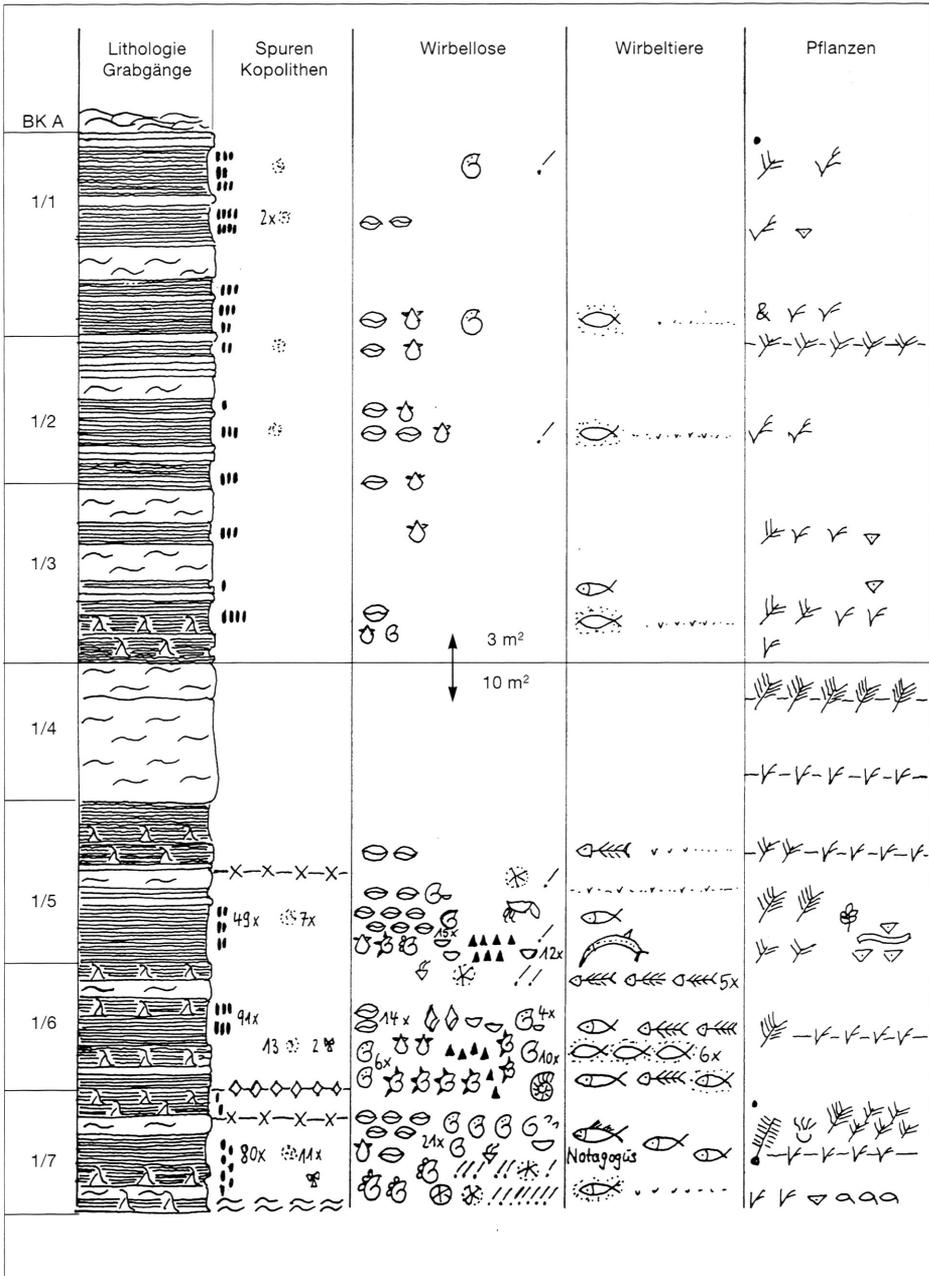


Abb.5 ff.: Plattenkalklage 1, Schicht 1/1 bis 1/7; Mächtigkeit 15,5 cm (Anmerkung: Die geringe Fossilichte in den Schichten 1/1 bis 1/4 ist auf eine kleinere Grabungsfläche von 3 m<sup>2</sup> zurückzuführen)

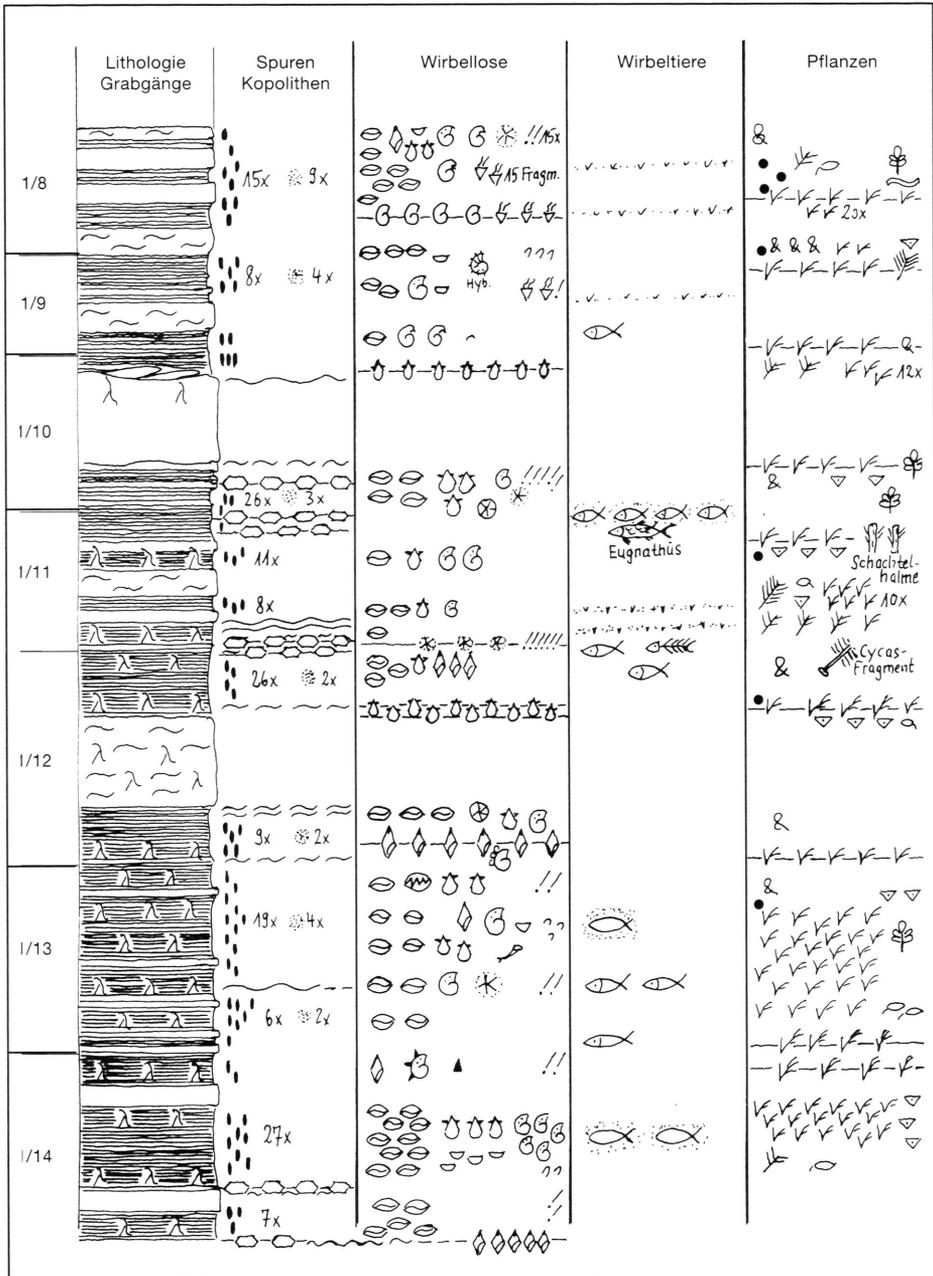


Abb.5 ff.: Plattenkalklage 1, Schicht 1/8 bis Schicht 1/14, Mächtigkeit 15,9 cm

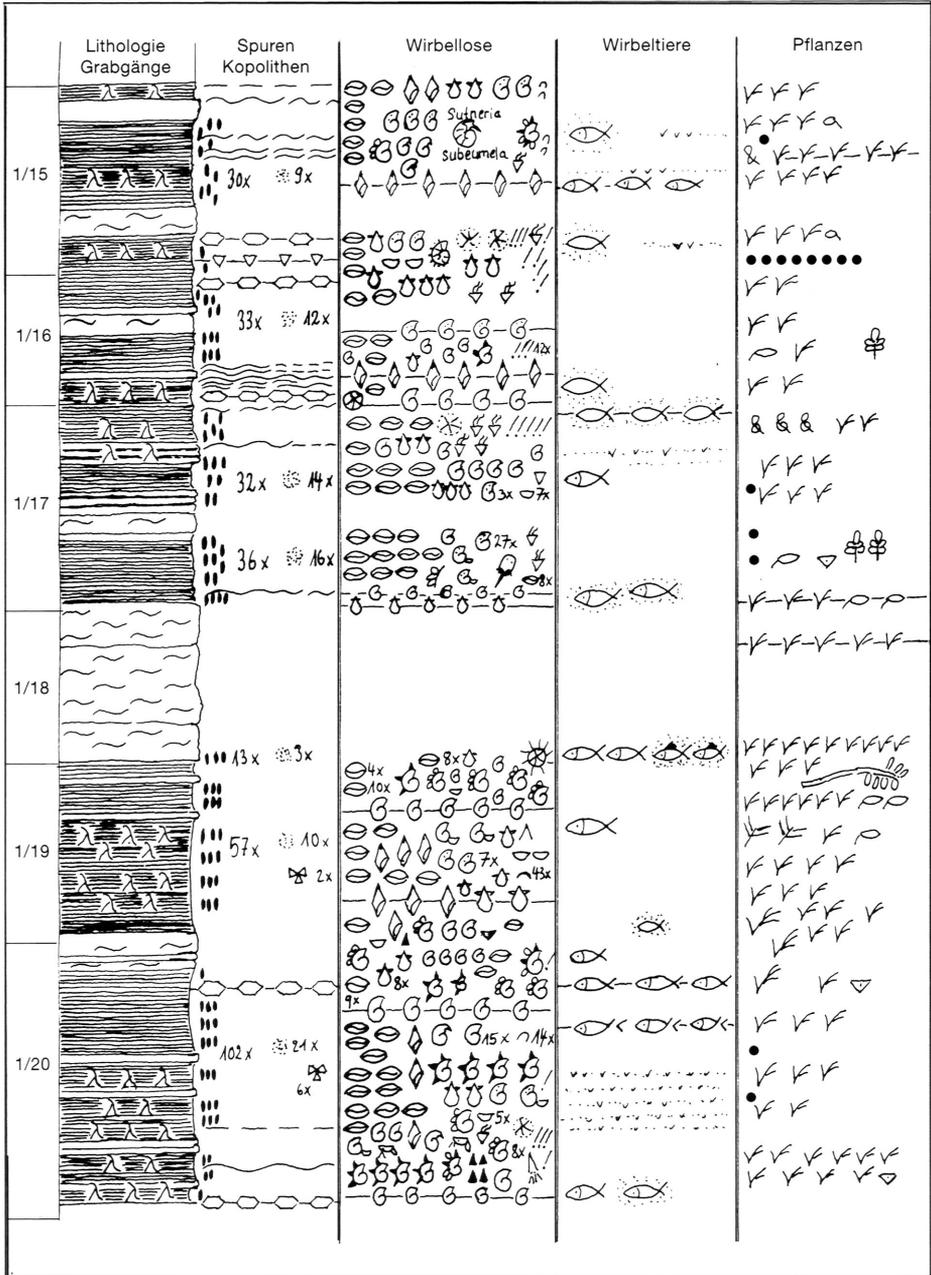


Abb.5 ff.: Plattenkalklage 1, Schicht 1/15 bis Schicht 1/20, Mächtigkeit 15,3 cm



## 7. Grabungsbericht der Profilaufnahme

Der Bericht enthält eine Kurzfassung der im Gelände verzeichneten Daten, registrierten Fossilien und Spurenhorizonte, die in der Profildarstellung wiedergegeben sind. Die Schichten 1/30 bis 1/4 wurden auf durchschnittlich 10 qm Grundfläche untersucht, die Schichten 1/3 bis 1/1 auf nur 4 qm, weshalb sie in der Profilgrafik (Abb.5) scheinbar fossilärmer als die übrigen Schichten erscheinen. Aufgrund der sehr feinen Lamination und schlechter Spaltbarkeit der Schichten durch Grabgänge konnte die Kleintierfauna im untersuchten Profilverbereich nicht vollständig erfaßt werden. Koproolithen, kleine Terebrateln, Bivalven, Gastropoden, Aspidoceras und Pflanzenhäcksel sind wesentlich häufiger, als dies aus dem nachfolgenden Bericht hervorgeht. Ähnliches gilt für Spurenhorizonte, die nicht selten auf kaum spaltbaren Schichtflächen liegen. Die Beschreibung der Einzelschichten erfolgt vom Liegenden (Schicht 1/30) zum Hangenden (1/1), die dabei benutzten Abkürzungen bedeuten:

M: Mächtigkeit, FM-Wf: Flinz/Mergel-Wechselfolge, Fgm: Fragment, Dm: Durchmesser, L: Länge, Blg: Besiedelung (von Ammonitengehäusen), Wk: Wohnkammer (von Ammoniten), Wbs: Windungsbruchstück (von Ammoniten), Zstd: Erhaltungszustand (bei Fischen), g-ph: gestreckt-phosphatisch (bei Fischkoprolithen), juv: juvenil, ubst: unbestimmt, Hor: Horizont, Ebl: Einzelblatt

Schicht 1/30 (M: 3 mm, schwankend):

Sediment: FM-Wf, auf Bankkalk (Basis des untersuchten Profils) aufliegend; Mergel mit Anreicherungen von Detritus

Flora: 1 Koniferenrest

Fauna: 4 *Terebratula*, 1 juv. Pectinidenschale, 5 *Liostrea*, 4 *Aspidoceras*, 1 *Aspidoceras* mit *Laevaptychus*, 1 *Laevaptychus*, 1 unbestimmter Ammonit mit Detritus in Wk, 1 Ammoniten-Wbs, 1 Ammonit mit Austern-Blg; 4 *Leptolepides* (Zstd B), 1 *Leptolepides* (Zstd C)

Schicht 1/29 (M: 6 mm, schwankend):

Sediment: FM-Wf, Mergel mit Anreicherungen von Detritus; 1 Hor. mit Grabgängen (Typ 1, bis 10 mm Dm)

Flora: 1 Hor. mit Pflanzenhäcksel, 5 unb. Algen, 5 *Cycadopteris*-Fgm, 4 *Zamites*-Fgm, 27 *Podozamites*-Ebl, 5 Koniferen-Fgm, 1 Zapfenschuppen

Fauna: 11 *Terebratula*, 1 turmförmige Gastropode, 1 *Globularia*, 13 *Aspidoceras*, 2 *Aspidoceras* mit *Laevaptychus*, 4 *Laevaptychus*, 1 *Glochiceras*, 6 Ammoniten mit Austern-Blg, 1 zerbrochener *Pollicipes*, ein Hor. mit *Leptolepides sprattiformis* (3 Ex., Zstd A) auf Grabgangschicht

Koprolithen und Speiballen: 21 g-ph. Fischkoprolithen, 1 Speiballen (Fischreste), 1 Speiballen (*Pollicipes*)

Schicht 1/28 (M: 17 mm, schwankend):

Sediment: FM-Wf mit zwei mächtigeren Mergeln; Mergel mit 18 Detritus-Anreicherungen, 3 Hor. mit Grabgängen (Typ 1, bis 10 mm Dm)

Flora: 1 *Zamites*, 1 *Podozamites*-Ebl, 7 Koniferen-Fragmente

Fauna: 34 *Terebratula*, 4 *Liostrea*, 2 juv. Pectiniden, 8 *Aspidoceras*, 11 *Aspidoceras* mit *Laevaptychus*, 1 *Aspidoceras* mit zerknacktem *Laevaptychus*, 7 *Glochiceras*, 8 Ammoniten mit Austern-Blg, 1 Ammonit mit *Pollicipes*-Blg, 2 *Pollicipes*, 5 Echinidenstacheln; 1 Holosteer-Fgm, 1 *Tharsis* (Zstd A, L 120 mm), 1 *Tharsis* (Zstd F), häufig: isolierte Skelettelemente von kleinen Teleosteen

Koprolithen und Speiballen: 42 g-ph. Fischkoprolithen, 13 Speiballen mit Fischresten, 2 zerbissene Aptychen, 1 Koprolith (bestehend aus Echinodermenresten)

Schicht 1/27 (M: 16 mm, schwankend):

Sediment: FM-Wf mit einem mächtigerem Mergel, Detritus-Anreicherungen in den Mergeln, (5 mm); 3 Hor. mit Polygonstrukturen, (Typ 1, ? Algenmatten), 5 Hor. mit Grabgängen (Typ 1, bis 10 mm Dm), Grabgänge im gesamten Profilverbereich 1/27 (Typ 2, bis 50 mm Dm), 4 Hor. mit Spuren (Typ 2, bis 1mm Dm), 2 Hor. mit Spuren (Typ 3)

Flora: 1 *Podozamites*-Ebl, 8 Koniferen-Fgm, 1 Fruchtkörper

Fauna: 12 *Terebratula*, 1 Hor. mit "Wattschnecken", 3 turmförmige Gastropoden, 1 kegelförmige Gastropode, 6 Pectiniden, 2 *Liostrea*, 7 *Aspidoceras*, 1 *Aspidoceras* mit *Laevaptychus*, 4 *Laevaptychus*, 1 *Glochiceras*, 1 *Taramelliceras*, 4 Ammoniten mit Austern-Blg, 4 Ammoniten mit *Pollicipes*-Blg, 1 *Pollicipes*, 1 *Mecochirus*, 1 Crustaceenrest, 1 Echinidenstachel, 1 *Leptolepides* (Zstd B), 1 *Leptolepides* (Zstd D), 1 *Tharsis* (Zstd B), 1 *Tharsis* (Zstd D)

Koprolithen und Speiballen: 27 g-ph Fischkoprolithen, 2 Speiballen

Schicht 1/26 (M: 14 mm, schwankend):

Sediment: FM-Wf; 8 Detritus-Anreicherungen in den Mergeln, 1 Hor. mit Polygonstrukturen (Typ 2) 1 Hor. mit Grabgängen (Typ 1, bis 10 mm Dm), Grabgänge im gesamten Profilbereich (Typ 2, bis 50 mm Dm), 1 Hor. mit Spuren (Typ 2, bis 1 mm Dm), 2 Hor. mit Spuren ("Sinus"-Typ 5), davon 1 Hor. mit Spuren (Typ 4)

Flora: 1 *Clypeina*-Fgm, 1 *Zamites*-Fieder, 5 Koniferen, 1 Zapfenschuppen, 2 Fruchtkörper

Fauna: 12 *Terebratula*, 2 Hor. mit "Wattschnecken", 5 *Liostrea*, 3 *Aspidoceras*, 1 Ammoniten-Wbs, 2 *Laevaptychus*, 1 *Taramelliceras*, 1 *Hybonotoceras*, 9 Ammoniten mit Austern-Blg, 1 Ammonit mit *Pollicipes*-Blg, 5 Echiniden-Stacheln, Coronareste und Stacheln eines regulären Echiniden, 1 *Leptolepides* (Zstd A), 1 *Tharsis* (Zstd F)

Koprolithen und Speiballen: 30 g-ph Fischkoprolithen, 2 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 2 Speiballen mit Schalenresten

Schicht 1/25 (M: 14 mm, schwankend):

Sediment: FM-Wf mit einem mächtigerem Mergel; 8 Detritus-Anreicherungen, 1 Hor. mit Polygonstrukturen (Typ 2) 4 Hor. mit Grabgängen (Typ 1, bis 10 mm Dm), Grabgänge im gesamten Profilbereich (Typ 2, bis 50 mm Dm), 2 Hor. mit Spuren (Typ 2), 2 Hor. mit Spuren ("Sinus"-Typ 5), davon 1 Hor. zusätzlich mit Spur (Typ 4)

Flora: 1 *Clypeina*-Fgm, 1 *Zamites*-Fieder, 2 *Podozamites*-Ebl, 5 Koniferen, 1 Zapfenschuppen

Fauna: 9 *Terebratula*, 1 Hor. mit "Wattschnecken" flächendeckend, 6 *Liostrea*, 1 doppelklappige kleine Muschel, 2 isolierte Muschelschalen, 5 *Aspidoceras*, 1 *Aspidoceras*-Wbs, 3 *Laevaptychus*, 1 glattschaliger Ammonit, 1 *Laevaptychus* mit Austern- und *Pollicipes*-Blg, 1 Echinidenrest (Gebißteile, Asseln, Stacheln), 7 Echinidenstacheln; 1 *Tharsis* (Zstd F), 1 *Thrissops* (Zstd D, L 120 mm), 1 Teleosteerrest

Koprolithen und Speiballen: 54 g-ph Fischkoprolithen, 1 bohnenförmiger Koprolith, 4 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 2 Speiballen (bestehend aus Echinodermenresten)

Schicht 1/24 (M: 15 mm, schwankend):

Sediment: FM-Wf mit einem mächtigerem Mergel (5 mm) in der Mitte von 1/24; 10 Detritus-Anreicherungen

Flora: 5 *Clypeina*-Fgm, 5 *Cycadopteris*, 2 *Zamites*-Fiedern, 1 *Podozamites*-Ebl, 4 Koniferen-Fgm, 1 Zapfenschuppen, 1 Fruchtkörper

Fauna: 20 *Terebratula*, 1 unbestimmte Muschel, 5 *Liostrea*, 1 *Liostrea*-Kolonie, 2 *Aspidoceras*, 2 *Aspidoceras* mit *Liostrea*-Blg, 1 Wurm (*Annelidae*), 1 *Pollicipes*, 1 unvollständige *Pseudosalenia* mit Stachelresten, 2 Echinidenstacheln, 1 *Leptolepides* (Zstd E), 40 Teleosteerschuppen

Koprolithen und Speiballen: 80 g-ph Fischkoprolithen, 4 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 1 Speiballen (bestehend aus Schalenresten)

Schicht 1/23 (M: 17 mm, schwankend):

Sediment: FM-Wf mit einem mächtigeren Mergel (5 mm); 1 Hor. mit Polygonstrukturen (Typ 2, ? Algenmatten), 3 Hor. mit Grabgängen, (Typ 1, bis 10 mm Dm), Grabgänge im unteren Abschnitt 1/23 (Typ 2 bis 50 mm Dm) 1 Hor. mit Spuren ("Sinus"-Typ 5), 5 Detritusanreicherungen in den Mergeln, z.T. mit Echinodermen- und *Clypeina*-Resten

Flora: mehrere *Clypeina*-Fgm, 1 *Zamites*, 1 *Zamites*-Fgm, 1 *Podozamites*-Ebl, 10 Koniferen-Fgm

Fauna: 9 *Terebratula*, 1 unbestimmte Muschel, 3 *Liostrea* 4 *Aspidoceras*, 2 *Aspidoceras* mit *Liostrea*-Blg, 1 *Pollicipes*, 1 Crustaceenrest, 2 Echinidenstacheln; 1 Schnabelfischkiefer, 1 *Leptolepides* (Zstd B), 1 *Tharsis* (Zstd E), 30 Teleosteerschuppen

Koprolithen und Speiballen: 43 g-ph Fischkoprolithen, 2 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 2 Speiballen (bestehend aus Schalenresten)

Schicht 1/22 (M: 20, leicht schwankend):

Sediment: FM-Wf, eingeschaltet eine 2 mm mächtige Tonlage; 1 Hor. mit Polygonstrukturen (Typ 2, ? Algenmatten), 5 Hor. mit Grabgängen (Typ 1, bis 10 mm Dm), 18 Detritus-Anreicherungen

Flora: 4 *Clypeina*-Fgm, 1 Algenfaden, 1 *Phyllohallus*, 2 *Cycadopteris*, 1 *Zamites*, 1 *Podozamites*-Ebl, 24 Koniferen-Fgm, 5 Zapfenschuppen, 1 Fruchtkörper

Fauna: 23 *Terebratula*, 1 Hor. mit "Wattschnecken" und kleinen Bivalven (Trennfuge 1/22 - 1/21), 12 kegelför-

mige Gastropoden, 1 "Wattschnecke", 2 Pectiniden, 11 kleine unbest. Bivalven, 9 *Liostrea*, 1 *Liostrea*-Kolonie, 58 *Aspidoceras* (Ammoniten-Horizont), 1 *Aspidoceras* m. Detritus in Wk, 1 *Aspidoceras* m. *Laevaptychus* und Detritus in Wk, 8 *Aspidoceras* mit *Aptychus*, 9 *Aspidoceras*-Fgm, 1 Wbs eines großen *Aspidoceras*, 15 *Laevaptychus*, 1 *Hybonoticeras*-Fgm, 6 *Glochiceras*, 1 zerknackter *Glochiceras*, 1 *Glochiceras* mit *Lamellaptychus*, 7 Ammoniten mit Austern-Blg, 8 Ammoniten mit *Pollicipes*-Blg, 8 *Pollicipes*, 1 Assel, 1 Echiniden-Corona-Fgm, 2 Echinidenstacheln, 2 *Leptolepides* (Zstd B), 1 *Leptolepides* (Zstd D), 3 *Leptolepides* (Zstd E), 1 *Tharsis* (Zstd C), 1 *Tharsis* (Zstd E), 1 Teleosteer-Rest

Koprolithen und Speiballen: 80 g-ph. Fischkoprolithen, 1 Koprolith mit Echinodermenresten, 10 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 2 Speiballen (bestehend aus Schalenresten), 1 Speiballen (bestehend aus *Pollicipes*)

Schicht 1/21 (M: 23 mm, leicht schwankend):

Sediment: FM-Wf; 6 Hor. mit Polygonstrukturen, 30 - 150 mm Dm (Typ 2, ? Algenmatten), Grabgänge im untersten Bereich von 1/21 (Typ 2, bis 50 mm Dm), 1 Hor. mit unbestimmten Spuren (Typ 6: Taf.5, Fig.2), 1 Hor. mit Grabgängen (Typ 1), 38 Detritus-Anreicherungen, Intraklaste bis in den cm-Bereich

Flora: 4 *Clypeina*-Fgm, 3 unbest. Algenreste, 2 *Cycadopteris*, 1 *Zamites*, 13 Koniferen-Fgm, 4 Zapfenschuppen, 2 Fruchtkörper

Fauna: 32 *Terebratula*, 1 Hor. mit "Wattschnecken" und kleinen Bivalven (Trennfuge 1/22 - 1/21, 1 unbestimmte Gastropode, 2 "Wattschnecken", 6 kleine unbestimmte Bivalven, 14 *Liostrea*, 1 *Liostrea*-Kolonie, 2 Ammoniten-Hor. mit 55 *Aspidoceras*, 7 *Aspidoceras* mit *Laevaptychus*, 6 *Aspidoceras* mit Detritus in Wk, 23 *Laevaptychus*, 3 *Glochiceras*, 3 *Glochiceras* mit *Lamellaptychus*, 1 *Glochiceras* mit Detritus in Wk, 16 Wbs von unbestimmten Ammoniten, 8 Ammoniten mit *Liostrea*-Blg, 18 Ammoniten mit *Pollicipes*-Blg, 2 Ammoniten mit *Liostrea*- und *Pollicipes*-Blg, 3 Wbs mit *Pollicipes*-Blg, 1 *Laevaptychus* mit *Pollicipes*-Blg, 32 *Pollicipes*, 1 Crustaceenbein (isoliert), 1 Tintenfischschulp, 3 Crinoiden-Fgm, 1 *Pseudodiadema*; 2 *Tharsis* (Zstd B), 1 zerfallener Teleosteer (Zstd E), 1 Teleosteer-Rest

Koprolithen und Speiballen: 76 g-ph. Fischkoprolithen, 18 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 1 Speiballen bestehend aus Schalenresten, 7 Speiballen (bestehend aus *Pollicipes*)

Schicht 1/20 (M: 38 mm):

Sediment: FM-Wf (sehr gleichmäßige Folge), 1 Hor. mit Netzleistenstrukturen (Typ 3), 1 Hor. mit Polygonstrukturen Dm > 100 mm (Typ 2, ? Algenmatten), Schichtfläche im unteren Bereich von 1/20, mit Spuren (Typ 3, bis 3 mm Dm), die von Grabgängen ausgehen (Typ 2), 24 Detritus-Anreicherungen

Flora: 2 *Clypeina*-Fgm, 30 Koniferen-Fgm, 2 Zapfenschuppen

Fauna: 28 *Terebratula*, 1 biplakate *Terebratula*, 1 "Wattschnecke", 2 unbestimmte Gastropoden, 4 unbestimmte kleine Bivalven (davon 2 doppelklappige Exemplare), 1 Pecte, 6 *Liostrea*, 3 *Liostrea*-Kolonien, 63 *Aspidoceras*, 11 *Aspidoceras* mit *Laevaptychus*, 1 *Aspidoceras* mit Detritus in Wk, 2 angebissene *Aspidoceras*, 18 *Laevaptychus*, 15 *Glochiceras*, 1 *Glochiceras* mit *Aptychus*, 30 Wbs von Ammoniten, 13 Ammoniten mit *Liostrea*-Blg, 13 Ammoniten mit *Pollicipes*-Blg, 3 Ammoniten mit *Liostrea*- und *Pollicipes*-Blg, 8 *Pollicipes*, 2 Krebscheren, *Acanthoteuthis*-Fanghäkchen, 2 Crinoiden-Fgm, 2 Echiniden-Fgm, 2 Echinidenstacheln; 3 *Leptolepides* (Zstd A), 1 *Leptolepides* (Zstd B), 1 *Leptolepides* (Zstd D), 1 *Tharsis* (Zstd F), sehr häufig: Teleosteerreste (2 Hor. mit Teleosteer)

Koprolithen und Speiballen: 102 g-ph. Fischkoprolithen, 21 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 6 Speiballen (bestehend aus *Pollicipes*)

Schicht 1/19 (M: 24 mm):

Sediment: FM-Wf (regelmäßige Folge); 5 Hor. mit Grabgängen (Typ 1, bis 10 mm Dm), Grabgänge im unteren Bereich von 1/19 (Typ 1, bis 50 mm Dm), 18 Detritus-Anreicherungen

Flora: 1 *Phyllothallus*, 2 *Zamites*-Fiedern, 3 *Podozamites*-Ebl, 25 Koniferen-Fgm, 1 Keilblatt-*Zamia*? (2,2 Meter lang, mit etwa 10 cm großen ovalen Blättern)

Fauna: 21 *Terebratula*, 3 "Wattschnecken", 1 unbestimmte Gastropode, 8 kleine unbestimmte Bivalven (davon 1 Exemplar doppelklappig), 18 *Aspidoceras*, 4 *Aspidoceras* mit *Laevaptychus*, 1 *Aspidoceras* mit Detritus in Wk, 5 *Laevaptychus*, 1 *Glochiceras*, 1 Ammoniten-Wbs, 3 Ammoniten mit Austern-Blg, 1 Ammonit mit *Pollicipes*-Blg, 1 *Pollicipes*, 1 Crinoiden-Fgm, 1 Echinidenstachel; 2 zerfallene Holosteer (?*Pholidophorus*, Zstd D), 1 *Leptolepides* (Zstd A), 2 *Tharsis* (Zstd B)

Koprolithen und Speiballen: 57 g-ph. Fischkoprolithen, 1 Koprolith bestehend aus Echinodermenresten, 10 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 1 Speiballen (bestehend aus Schalenresten)

Schicht 1/18 (M: 23 mm):

Sediment: mächtiger Mergel, der nach Frosteinwirkung zweimal spaltet; wird am Top und an der Basis von Laminiten begrenzt; 7 Detritus-Anreicherungen

Flora im Mergel: 2 Hor. mit unbestimmbaren Pflanzenhäcksel und Koniferen-Fgm

Flora in den Laminiten: 12 Koniferen-Fgm, 1 *Podozamites*-Ebl

Fauna im Mergel: Teleosteerschuppen

Fauna in den Laminiten: 9 *Terebratula*, 1 *Liostraea*, 1 Hor. mit kleinen unbestimmten Bivalven am Top des Mergels, 23 *Aspidoceras* (1 Hor. mit Ammoniten), 3 *Glochiceras*, 2 Ammoniten mit Austern-Blg, 1 *Laevaptychus*, 1 *Pollicipes*, 1 Crinoiden-Fgm, 1 *Pseudodiadema* mit vollständig erhaltenem Stachelkleid, 1 *Tharsis* (Zstd D)

Koprolithen und Speiballen: 19 g-ph. Fischkoprolithen, 2 Speiballen (bestehend aus Fischresten)

Schicht 1/17 (M: 27 mm):

Sediment: FM-Wf, mit einem mächtigeren Mergel (2,5 mm), Grabgänge im oberen Bereich von 1/17 (Typ 2, bis 50 mm Dm), 1 Hor. mit Spuren (Typ 2, bis 1 mm Dm), 1 Hor. mit hervorragend erhaltenen Spuren ("Sinus"-Typ 5), assoziiert mit Spuren (Typ 4) und Grabgängen (Typ 2), 24 Detritus-Anhäufungen

Flora: 3 unbest. Algenreste, 2 *Cycadopteris*-Fgm, 1 *Podozamites*-Ebl, 16 Koniferen-Fgm, 1 Zapfenschuppen

Fauna: 23 *Terebratula*, 7 kleine unbestimmte Bivalven, 2 *Liostraea*, 1 *Liostraea*-Kolonie, 25 *Aspidoceras*, 2 *Aspidoceras* mit *Laevaptychus*, 2 *Aspidoceras* mit Detritus in Wk, 7 *Laevaptychus*, 2 glattschalige Ammoniten (davon eine angebissen), 9 *Glochiceras*, 1 *Glochiceras* mit *Lamellaptychus*, 1 Ammoniten-Wbs, 1 *Mesolimulus*, 7 Crinoiden-Fgm, 1 Fgm eines regulären Echiniden, 6 Echinidenstacheln, 1 Teleosteerkopf, 1 Teleosteerrest, 1 *Leptolepides* (Zstd A), 4 *Tharsis* (Zstd F), häufig isolierte Skelettelemente von Teleosteern

Koprolithen und Speiballen: 68 g-ph. Fischkoprolithen, 27 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 2 Speiballen (bestehend aus Schalenresten), 1 Speiballen (bestehend aus Echinidenresten)

Schicht 1/16 (M: 19 mm):

Sediment: FM-Wf, schwankende Schichtmächtigkeiten bei hauchdünnen Einzelflinzen (von 0,1 bis 1,5 mm); 1 Hor. mit Netzleistenstrukturen (Typ 3), 1 Hor. mit Polygonstrukturen (Typ 2, ? Algenmatten), 3 Hor. mit Spuren (Typ 2, bis 1 mm Dm), 3 Hor. mit Spuren ("Sinus"-Typ 5, davon 2 Hor. assoziiert mit Spuren Typ 4), Grabgänge im unteren Bereich von 1/16 (Typ 2) bis 50 mm Dm), 6 Detritus-Anreicherungen

Flora: 1 Hor. mit verstreutliegenden *Clypeina*-Fgm, 1 *Cycadopteris*-Fgm, 1 *Podozamites*-Ebl, 7 Koniferen-Fgm

Fauna: 8 *Terebratula*, 1 Hor. mit flächendeckend auftretenden "Wattschnecken", 7 kleine unbestimmte Bivalven, 2 *Liostraea*, 2 Ammoniten-Hor., 3 *Aspidoceras*, 1 *Aspidoceras* mit Detritus in Wk, 9 *Laevaptychus*, Anhäufung von 4 zusammengeklappten *Laevaptychen* in einem Grabgang, 1 Ammonit mit *Pollicipes*-Blg, 1 Wbs mit *Pollicipes*-Blg, 2 Crinoiden-Fgm (davon eines auf einer Fläche von 200 x 200 mm disloziert), 2 *Rhabdocidaris*-Stacheln, 1 *Pseudosalenia*, 1 *Pygurus*, 8 lanzettförmige Echinidenstacheln, 4 *Pseudosalenia*-Stacheln, 1 Echiniden-Fgm (Gebißteile), 1 *Tharsis* (Zstd F), 7 Teleosteer-Fgm

Koprolithen und Speiballen: 32 g-ph. Fischkoprolithen, 11 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 1 kugelförmiger Koprolith, 1 Speiballen (bestehend aus Echinidenresten)

Schicht 1/15 (M: 26 mm):

Sediment: FM-Wf, mit einem mächtigeren zähen Mergel (3,6 mm) im unteren Bereich; 2 Hor. mit Polygonstrukturen (bis 150 bzw. bis 300 mm (Typ 2, ? Algenmatten), 1 Hor. mit Grabgängen (Typ 1 bis 10 mm Dm), Grabgänge im gesamten Profilbereich 1/15 (Typ 2, bis 50 mm Dm), 4 Hor. mit Spuren (Typ 2, bis 1 mm Dm), 1 Hor. mit Spuren ("Sinus"-Typ 5), 1 Hor. mit Spuren, (Typ 3), von Grabgängen abgehend, 1 Hor. mit Spur (Typ 7: Taf.4, Fig.2) 7 Detritus-Anreicherungen

Flora: 1 unbest. Algenrest, 16 Koniferenreste, 2 Fruchtkörper

Fauna: 10 *Terebratula*, 2 Hor. mit "Wattschnecken" (obere Schicht: 3 - 8 mm, untere Schicht: 6 - 9 mm), 2 kleine unbestimmte Gastropoden, 2 kleine unbestimmte Bivalven, 1 *Liostraea*, 1 *Liostraea*-Kolonie, 8 *Aspidoceras*, 1 *Hyboniticeras*, 1 *Sutneria subeumela*, Anhäufung von 4 kleinen *Glochiceras*, 5 Ammoniten-Wbs (4 glatt, 1 berippt), 3 *Laevaptychen*, 1 Ammonit mit *Liostraea*- und *Pollicipes*-Blg, 2 Crinoiden-Fgm, 8 Echinidenstacheln, 1 Fgm. eines regulären Echiniden (Coronarest und Stacheln), isolierte Gebißteile von regulären Echiniden; 1 *Leptolepides* (Zstd D), 1 *Leptolepides* (Zstd F), 3 *Tharsis* (Zstd A); 5 Teleosteerreste

Koprolithen und Speiballen: 30 g-ph. Fischkoprolithen, 6 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 1 Speiballen (bestehend aus Schalenresten), 2 Speiballen (bestehend aus Echinidenresten)

Schicht 1/14 (M: 27 mm):

Sediment: FM-Wf, mit 2 Einzelflinzen (3 mm); 1 Hor. mit Polygonstrukturen (bis 150 mm Dm (Typ 2, ? Algenmatten, Taf.3, Abb.1, 2), 2 Hor. mit Spuren (Typ 2), 2 Hor. mit Spuren ("Sinus"-Typ 5, davon 1 Hor. assoziiert mit Spuren Typ 4), Grabgänge Typ 2 durchgehend, 9 Detritus-Anreicherungen

Flora: 1 Hor. mit Pflanzen-Häcksel, 1 *Clypeina*-Fgm, 1 *Zamites*-Fgm, 1 *Podozamites*-Ebl, 18 Koniferen-Fgm, 3 Zapfenschuppen

Fauna: 14 *Terebratula*, 1 unbestimmte Gastropode, 3 unbestimmte Bivalven, 4 *Aspidoceras*, 1 *Aspidoceras* mit Detritus in Wk, 4 *Laevapychus*, 2 *Glochiceras*, 2 Ammoniten-Wbs, 2 *Aspidoceras* mit *Pollicipes*-Blg, 1 *Pollicipes*, 3 Echinidenstacheln; 2 *Tharsis* (Zstd F) Teleosteereste und -Schuppen

Koprolithen und Speiballen: 34 g-ph. Fischkoprolithen, 1 Speiballen (bestehend aus Fischresten)

Schicht 1/13 (M: 27 mm):

Sediment: FM-Wf, 1 Hor. mit Grabgängen (Typ 1, bis 10 mm Dm) und Spuren (Typ 4, bis 1 mm Dm) sowie weiteren Spuren ("Sinus"-Typ 5), Grabgänge im gesamten Profilbereich 1/13 (Typ 2, bis 50 m Dm), 6 Detritus-Anreicherungen

Flora: 1 Hor. mit Pflanzenhäckseln, 1 *Clypeina*-Fgm, 1 fadenförmige Alge (L: 190 mm), 1 *Cycadopteris*-Fgm, 2 *Podozamites*-Ebl, 27 Koniferen-Fgm, 2 Zapfenschuppen, 2 unbestimmte Pflanzenreste

Fauna: 10 *Terebratula*, 1 *Rhynchonella*, 1 unbestimmte Gastropode, 2 kleine unbestimmte Bivalven, 2 *Liostraea*, 1 *Aspidoceras*, 1 *Aspidoceras* mit Detritus in Wk, 1 *Laevapychus*, 3 Ammoniten Wbs, 4 Echinidenstacheln, 1 Coronabruchstück eines regulären Echiniden, 1 *Serpula*, 2 *Leptolepides* (Zstd A) auf einer Schichtfläche mit Grabgängen, 1 *Leptolepides* (Zstd E), 1 *Tharsis* (Zstd A), ein unbestimmter Reptilknochen

Koprolithen und Speiballen: 24 g-ph. Fischkoprolithen, 1 bohnenförmiger Koprolith, 2 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 2 Speiballen (bestehend aus Schalenresten), 2 Speiballen (bestehend aus Echinidenresten)

Schicht 1/12 (M: 31 mm):

Sediment: FM-Wf, ein 13 mm mächtiger Mergel, in der Mitte von 1/12; 1 Hor. mit Grabgängen (Typ 1, bis 10 mm Dm), Grabgänge im gesamten Profilbereich von 1/12 (Typ 2, bis 50 mm Dm), 5 Hor. mit Spuren (Typ 2, bis 1 mm Dm), 5 Detritus-Anreicherungen

Flora: 1 *Clypeina*-Fgm, 2 unbest. Algenreste, 1 Stiel eines Cycas-ähnlichen Blattes, 20 Koniferen-Fgm, 2 Zapfenschuppen, 1 Zapfen, 1 Fruchtkörper, 1 Hor. mit Pflanzenhäcksel

Fauna: 7 *Terebratula*, 3 "Wattschnecken", 1 Hor. mit "Wattschnecken" (6 - 8 mm), 2 Hor. mit Muschelpflaster (4 x 3 bis 5 x 3 mm), 1 *Astarte*, 1 kleine doppelklappige Bivalve, 1 *Liostraea*, 1 *Aspidoceras* mit *Laevapychus*, 1 *Aspidoceras* mit *Liostraea*-Blg, 1 *Pseudosalenia*, 15 Echinidenstacheln, 3 isolierte Gebißeile von regulären Echiniden, 2 *Leptolepides* (Zstd A), 1 *Leptolepis* (Zstd C),

Koprolithen und Speiballen: 35 g-ph. Fischkoprolithen, 2 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 1 Speiballen (bestehend aus Echinidenresten)

Schicht 1/11 (M: 20 mm):

Sediment: FM-Wf, 1 4,2 mm mächtiger Mergel in der Mitte von 1/11; 4 Hor. mit Polygonstrukturen (50 bis 100 mm Dm, Typ 2, ? Algenmatten, 2 Hor. mit Grabgängen (Typ 1, bis 10 mm Dm), Grabgänge in unteren Abschnitt von 1/11 (Typ 2, bis 50 mm Dm), 1 Hor. mit Spur (Typ 2), 2 Hor. mit Spur ("Sinus"-Typ 5), 2 Detritus-Anreicherungen

Flora: 1 Hor. mit Pflanzenhäckseln, 1 unbest. Algenrest, 2 Schachtelhalm-Fgm, 1 *Cycadopteris*-Fgm, 1 *Zamites*, 3 *Zamites*-Fgm, 10 Koniferen-Fgm, 5 Zapfenschuppen, 1 Fruchtkörper

Fauna: 4 *Terebratula*, 1 unbestimmte doppelklappige Bivalve, 1 *Liostraea*, 3 *Aspidoceras*, 1 Echinidenstachel, 1 *Eugnathus* cf. *praelongus* (Zstd B, mit am Schwanz abgerissener Wirbelsäule: Taf.10, Abb.2), 4 *Tharsis* (Zstd D), 1 Teleosteerkopf, 5 Teleosteereste

Koprolithen und Speiballen: 19 g-ph. Fischkoprolithen

Schicht 1/10 (M: 22 mm schwankend):

Sediment: an Basis und Top FM-Wf, dazwischen vom Liegenden 3 Flinze, darüber ein Flinz (0,1 bis 30 mm mächtig), sowie ein Flinz mit sehr starken Mächtigkeitsschwankungen und lokalen Rutschungserscheinungen im mm-Bereich; 1. Hor. mit Polygonstrukturen Typ 2 (? Algenmatten), Grabgänge in der Mitte von 1/10 Typ 2, bis 50 mm), 1 Hor. mit Spuren (Typ 2, bis 1 mm Dm), 1 Hor. mit Spuren ("Sinus-Typ" 5), 6 Detritus-Anreicherungen

Flora: 1 Hor. mit Pflanzenhäckseln, 1 *Clypeina*-Fgm, 1 unbest. Algenrest, 1 *Cycadopteris* (Taf.6, Abb.2), 2 *Zamites*-Fiedern, 12 Koniferen-Fgm, 2 Zapfenschuppen

Fauna: 4 *Terebratula*, 1 Hor. mit Muschelpflaster (Einzelexemplare bis 8 mm), 3 *Liostraea*, 1 *Aspidoceras*, 6 Echinidenstacheln, 1 *Pseudodiadema*, 1 Corona-Fgm. eines regulären Echiniden, Teleosteerschuppen

Koprolithen und Speiballen: 26 g-ph. Fischkoprolithen, 3 Speiballen (bestehend aus Fischresten)

Schicht 1/9 (M: 11 mm):

Sediment: FM-Wf, ein 4 mm mächtiger zäher Mergel in der Mitte von 1/9; 5 Detritus-Anreicherungen

Flora: 1 Hor. mit Pflanzenhäckseln, 1 unbest. Algenrest, 6 Koniferen-Fgm

Fauna: 3 *Terebratula*, 1 *Aspidoceras*, 2 *Glochiceras*, 1 Ammoniten-Wbs, 1 *Laevapychus*, 2 Crinoiden-Fgm, 1 Echinidenstachel, 1 *Tharsis* (Zstd A), Teleosteerschuppen

Koprolithen und Speiballen: 12 g-ph. Fischkoprolithen, 4 Speiballen (bestehend aus Fischresten)

Schicht 1/8 (M: 21 mm):

Sediment: FM-Wf; 6 Detritus Anreicherungen

Flora: 2 Hor. mit Pflanzenhäckseln, 3 *Clypeina*-Fgm, 3 unbest. Algenreste, 1 *Phyllohallus*, 1 Algenknäuel, 2 *Cycadopteris*-Fgm, 1 *Zamites*, 1 *Zamites*-Fgm, 1 *Podozamites*-Ebl, 20 Koniferen-Fgm, 1 Zapfenschuppen, 2 unbestimmte Äste (davon ein Exemplar 1,5 m lang)

Fauna: 12 *Terebratula*, 1 kegelförmige Gastropode, 2 *Liostrea*, 2 *Aspidoceras*, 3 *Laevaptychus*, 2 *Glochiceras*, 1 *Hyboniticeras*, 3 Ammoniten-Wbs, 1 Ammoniten-Hor, 1 Hor. mit verstreut liegenden Crinoiden-Fgm, in anderen Horizonten 15 weitere Crinoiden-Fgm, 1 Hor. mit einem zerfallenen regulären Echiniden (Coronateile und Stacheln) über mehrere m<sup>2</sup> verstreut liegend, 13 Echinidenstacheln, 5 Gebißteile von regulären Echiniden, 1 IA-Feld und Stacheln von *Pseudosalenia*, Teleosteerreste- und Schuppen

Koprolithen und Speiballen: 37 g-ph. Fischkoprolithen, 6 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 1 Speiballen (bestehend aus zerknackten Aptychen), 2 Speiballen (bestehend aus Echinidenresten).

Schicht 1/7 (M: 18 mm):

Sediment: FM-Wf mit 2 ausgeprägten Mergeln, sehr gleichmäßige und mächtigkeitskonstante Folge; 1 Hor. mit Polygon (Typ 1, ?Trockenrisse), 3 Hor. mit Grabgängen (Typ 1, bis 10 mm Dm), Grabgänge im unteren Bereich von 1/7 (Typ 2, bis 50 mm Dm); 2 Hor. mit Spuren (Typ 1, "Sternspuren"), 1 Hor. mit Spuren (Typ 2, bis 1 mm Dm), 19 Detritus-Anreicherungen

Flora: 1 *Clypeina*-Fgm, 1 Algenknäuel, 1 *Cycas*-ähnliches Blatt (unvollständig, 450 mm lang), 1 *Cycadopteris*-Fgm, 1 *Zamites*, 2 *Zamites*-Fgm, 3 *Zamites*-Fieder, 18 Koniferenreste (1 Hor. mit Häcksel), 1 Zapfenschuppen, 3 Fruchtkörper

Fauna: 21 *Terebratula*, 1 *Liostrea*, 4 *Aspidoceras*, 1 *Aspidoceras* mit Detritus in Wk, 1 *Laevaptychus*, 2 Ammoniten-Wbs, 3 Ammoniten mit *Liostrea*-Blg, 1 *Pollicipes*, 1 Crinoiden-Fgm, 1 *Nucleolites*, 2 Echiniden-Fgm, 13 Echinidenstacheln, 1 *Notagodus*, 1 *Leptolepides* (Zstd A), 1 *Leptolepides* (Zstd B), 1 *Tharsis* (Zstd F), 8 Teleosteerreste, Teleosteerschuppen

Koprolithen und Speiballen: 80 g-ph. Fischkoprolithen, 11 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 1 Speiballen (bestehend aus Schalenresten)

Schicht 1/6 (M: 18 mm):

Sediment: FM-Wf, ein 4,4 mm mächtiger Mergel eingeschaltet; 2 Hor. mit Grabgängen (Typ 1, bis 10 mm Dm), Grabgänge (Typ 2, bis 50 mm Dm), 8 Detritus-Anreicherungen

Flora: 1 *Zamites*, 17 Koniferen-Fgm

Fauna: 14 *Terebratula*, 1 "Wattschnecke", 1 *Rissoa*, 1 unbestimmte doppelklappige Bivalve, 2 *Liostrea*, 10 *Aspidoceras*, 4 *Aspidoceras* mit *Laevaptychus*, 3 *Aspidoceras* mit Detritus in Wk, 9 *Laevaptychus*, 1 Perisphinctide, 1 Perisphinctiden-Bruchstück, 12 Ammoniten-Wbs, 1 *Glochiceras*, 1 unbestimmter glattschaliger Ammonit, 2 *Aspidoceras* mit *Liostrea*, 4 *Aspidoceras* mit *Pollicipes*, 6 *Pollicipes*, 1 Crinoiden-Fgm, 2 Echinidenstacheln, mehrere Fragmente von regulären Echiniden, 5 *Leptolepides* (Zstd C), 2 *Leptolepides* (Zstd F), 2 *Tharsis* (Zstd B), 3 *Tharsis* (Zstd C), 1 *Tharsis* (Zstd D), 6 *Tharsis* (Zstd F), 12 Teleosteerreste, Teleosteerschuppen

Koprolithen und Speiballen: 91 g-ph. Fischkoprolithen, 4 bohnenförmige Koprolithen, 13 Speiballen (bestehend aus Fischresten), 1 Speiballen (bestehend aus *Pollicipes*), 1 Speiballen (bestehend aus Echinidenresten)

Schicht 1/5 (M: 17 mm):

Sediment: FM-Wf, ein 2,5 mm mächtiger Mergel eingeschaltet; Grabgänge Typ 2 am Top 1/5 (oberes Drittel), 1 Hor. mit Spuren (Typ 1, "Sternspuren"), 2 Hor. mit Spuren (Typ 2, feine Spuren), 4 Detritus-Anreicherungen

Flora: 2 *Zamites*, 3 *Zamites*-Fgm, 1 *Zamites*-Einzelfieder, 1 *Cycadopteris*-Fgm, 19 Koniferen-Fgm, 3 Zapfenschuppen, 1 großer gerundeter Ast (L: 1380 mm)

Fauna: 10 *Terebratula*, 1 kleine Bivalve, 15 *Aspidoceras*, 3 *Aspidoceras*-Wbs, 1 *Aspidoceras* mit *Laevaptychus*, 12 *Laevaptychus*, 1 *Aspidoceras* mit *Liostrea*-Blg, 1 *Aspidoceras* mit *Pollicipes*-Blg, 7 *Pollicipes*, 1 *Glyphaea* (L: 150 mm), weit verstreute Skelettelemente (Asseln, Stacheln) eines zerfallenen Echiniden, vereinzelt Echinidenreste in anderen Horizonten, 1 *Aspidorhynchus* (Zstd D, L: etwa 500 mm), 1 *Leptolepides* (Zstd B), 2 *Leptolepides* (Zstd C), 3 Teleosteer-Fgm

Koprolithen und Speiballen: 49 g-ph. Fischkoprolithen, 5 bohnenförmige Koprolithen, 7 Speiballen bestehend aus Fischresten

Schicht 1/4 (M: 26 mm):

Sediment: flaseriger Mergel mit einer Mächtigkeit von 20 mm, liegend 6 mm FM-Wf; Grabgänge Typ 2 im unteren Bereich von 1/4

Flora im Mergel: (Frostaufbrüche) 3 *Zamites*-Blätter, 6 *Zamites*-Fgm, 2 Koniferen-Fgm, Pflanzenhäcksel,

(1 *Zamites*-Horizont, Taf.5, Fig.1)

Koprolithen: 1 g-ph. Fischkoprolith im laminierten Bereich

Schicht 1/3 (M: 25 mm):

Sediment: FM-Wf, 2 je 5 mm mächtige Mergel eingeschaltet; Grabgänge Typ 2 (bis 50 mm Dm) im unteren Bereich, assoziiert mit Spuren Typ 3 (vereinzelt), 1 Detritus-Anreicherung

Flora: 1 *Zamites*-Stiel, 2 *Zamites*-Einzelfiedern, 5 Koniferen-Fgm, 2 Zapfenschuppen

Fauna: 1 *Terebratula*, 2 *Liostraea*, 1 *Aspidoceras*, 1 *Leptolepides* (Zstd D), 1 *Tharsis* (Zstd E), Teleosteerreste (Knochen und Schuppen)

Koprolithen und Speiballen: 9 g-ph. Fischkoprolithen

Schicht 1/2 (M: 21 mm):

Sediment: FM-Wf, zwei Mergel (2 bzw. 3 mm mächtig) eingeschaltet; 5 Detritus-Anreicherungen

Flora: 2 Koniferen-Fgm

Fauna: 5 *Terebratula*, 3 *Liostraea*, 1 *Liostraea*-Kolonie, 1 Echinidenstachel, 1 *Tharsis* (Zstd F), 1 Teleosteerrest

Koprolithen und Speiballen: 9 g-ph. Fischkoprolithen, 2 Speiballen, bestehend aus Fischresten

Schicht 1/1 (M: 30 mm):

Sediment: FM-Wf, ein Mergel (5 mm mächtig) eingeschaltet; Grabgänge Typ 2 am Top von 1/1, 1 Hor. mit Spuren (Typ 2, feine Spuren), 1 Detritus-Anreicherung

Flora: 1 *Chypeina*-Fgm, 1 *Zamites*-Blatt, 1 *Zamites*-Stiel, 1 *Zamites*-Fgm, 2 *Zamites*-Einzelfiedern, 8 Koniferen-Fgm, 1 Zapfenschuppe, 1 Hor. mit Pflanzenhäcksel

Fauna: 1 *Terebratula*, 1 *Liostraea*, 2 *Aspidoceras*-Wbs, 1 Echinidenstachel, 1 *Tharsis* (Zstd E), Teleosteerreste (9 Wirbel, einige Schuppen)

Koprolithen und Speiballen: 30 g-ph. Fischkoprolithen

Hangendes: Bankkalk-Abschnitt B

## 8. Tafelerläuterungen

### Tafel 1

Fig.1: Untersuchter Profilabschnitt 1, Lage 1/30 bis 1/10, feinstgeschichteter Brunner Plattenkalk

Fig.2: Bruchfläche im Bankkalk B (12 x 8 mm), Top des untersuchten Profils; Reg.-Nr. VFKO-Z 4

Fig.3: Brunner Plattenkalk, Dünnschliffhöhe 23 mm, Lage 1/10; Reg.-Nr. VFKO-Z 5

Fig.4: Brunner Plattenkalk, Dünnschliffhöhe 24 mm, Lage 1/15; Reg.-Nr. VFKO-Z 7

Fig.5: Brunner Plattenkalk, Dünnschliffhöhe 24 mm, Lage 1/22; Reg.-Nr. VFKO-Z 8

### Tafel 2

Fig.1: Freigelegte Schichtfläche im Steinbruch Kohlstatt, mit deutlich erkennbaren Polygonstrukturen Schicht 2, Durchmesser der Polygone bis 500 mm, Lage 1/14; Frühjahr 1994

Fig.2: Ausschnitt aus Fig.1, 40 x 20 mm, Lage 1/14; Reg.-Nr. VFKO-Y 1

Fig.3: Ammonit (Dm 230 mm) auf Polygonstrukturen Typ 1, Lage 1/7; Reg.-Nr. VFKO-K 157

### Tafel 3

Fig.1: Spur Typ 5, "Sinus-Spuren", Länge 8 mm, Lage 1/17; Reg.-Nr. VFKO-W 22

Fig.2: Spuren Typ 7, 40 x 30 mm, Lage 1/15; Reg.-Nr. VFKO-W 23

Fig.3: Spuren Typ 5 u. 4, Grabgänge Typ 2, Größe 280 x 250 mm, Lage 1/17; Reg.-Nr. VFKO-W 17

### Tafel 4

Fig.1: Spuren Typ 2, Größe der Platte 30 x 10 mm, Lage 1/17; Reg.-Nr. VFKO-W 24

Fig.2: Spuren Typ 6, Größe der Platte 20 x 75 mm, Lage 1/26; Reg.-Nr. VFKO-W 25

Fig.3: Spuren Typ 1, "Sternspuren", 10 x 4 mm, Lage 1/8; Reg.-Nr. VFKO-W 26

Fig.4: Spuren Typ 4, Grabgänge Typ 2, *Aspidoceras*, 50 x 30 mm, Lage 1/ ; Reg.-Nr. VFKO-W 20

Tafel 5

Fig.1: Schneckenhorizont, Größe des Ausschnittes 90 x 65 mm, Lage 1/16; Reg.-Nr. VFKO-O 67

Fig.2: *Sutneria subeumela* SCHNEID, Dm 20 mm, Lage 1/15; Reg.-Nr. VFKO-K 156

Fig.3: Wirtelalge, *Goniolina hexagona*, 4 cm, Lage 1/15; Reg.-Nr. VFKO-Y 10

Tafel 6

Fig.1: Reste einer Muschelschale, *Chlamys*, 20 x 15 mm, Lage 1/23; Reg.-Nr. VFKO-X 6

Fig.2: Reste von *Glyphaea*, 90 x 50 mm, Lage 1/19; Reg.-Nr. VFKO-X 8

Fig.3: Zerknackte *Laevaptychen*, 26 x 26 mm, Lage 1/8; Reg.-Nr. VFKO-X 9

Fig.4: Zerknackter regulärer Seeigel, 80 x 85 mm, Lage 1/17; Reg.-Nr. VFKO-X 4

Alle Fotos: Klaus Rothgaenger, Kallmünz

Inventarnummer der Fossilien: BSP 1993 XVIII

### 9. Literaturverzeichnis

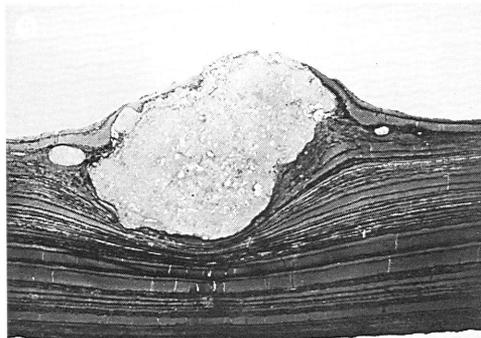
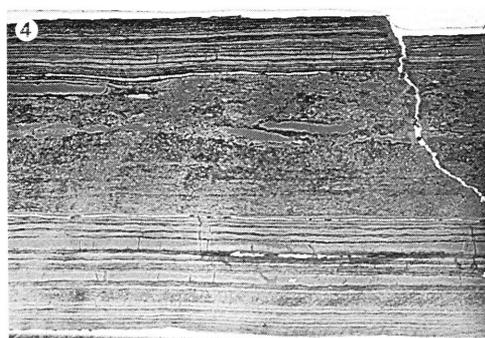
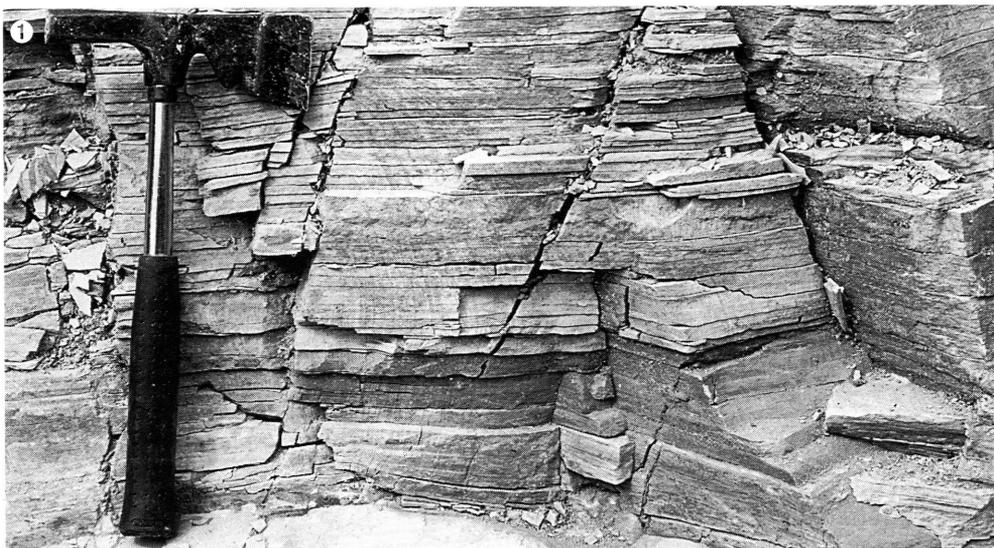
- BANTZ, H.-U. (1969): Echinoidea aus Plattenkalken der Altmühlalb und ihre Biostratonomie. - Erlanger geol.Abh., 78, 35 S., 1 Abb., 7 Taf; Erlangen
- BARTHEL, K.W. (1978): Solnhofen - Ein Blick in die Erdgeschichte. - 393 S., 50 Textabb., 16 Farbt., 64 Taf.; Thun (Ott)
- BARTHEL, K.W., N.H.M. SWINEBURNE & S. CONWAY MORRIS, (1990): Solnhofen. A study in Mesozoic palaeontology. - 236 pp., 144 fig.; Cambridge - New York - Port Chester - Melbourne - Sydney (Cambridge University Press)
- BAUSCH, W.M. & A. ZEISS (1966): Zur Zusammensetzung des Kelheimer Riffkalks. - Geol.Bl. NO-Bayern, 16, 240-242; Erlangen
- BERNIER, P. & G. BARALE, et al. (1985): Cerin - Une Lagune Tropicale au Temps des Dinosaures, 136 S., zahlr.Fig.; Lyon
- BERNIER, P., C. GAILLARD et al. (1994): The underlying substrate of the Cerin lithographic limestone [Le substratum des calcaires de Cerin (Ain, France)]. - GEOBIOS, M.S.16, p.13-24, 4 Fig., 2 Taf.; Lyon
- BOURSEAU, J.-P., P. BERNIER et al. (1993): Taphonomie des Echinides du gisement de Cerin (Kimmeridgien supérieur, Jura méridional, France. Implications environnementales. - GEOBIOS, M.S.16, 37-47, 4 Abb.; Lyon
- BRÜGGER, H. & H. KEUPP (1994): Environmental factors reflected by morphometry of reef brachiopods; in R. LEINFELDER et al. The Origin of Jurassic Reefs: Current Research Developments and Results. - Facies, 31, 38-39, Fig.26; Erlangen
- FESEFELDT, K. (1962): Schichtenfolge und Lagerung des oberen Weißjura zwischen Solnhofen und der Donau (Südliche Frankenalb). - Erlanger Geol.Abh., 46, 80 S., 2 Taf., 2 Tab., 30 Abb.; Erlangen
- FLÜGEL, E. (1982): Microfacies Analysis of Limestones, 633 S.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer)
- FLÜGEL, E. et al. (1975): Kapfelberg, in: International Symposium on Fossil Algae, Guide Book; Erlangen
- FREYBERG, B. von (1968): Übersicht über den Malm der Altmühlalb. - Erlanger geol.Abh., 70, 40 S., 5 Abb., 4 Taf.; Erlangen

- FRICKHINGER, K.A. (1994): Die Fossilien von Solnhofen. - Eine Dokumentation der bekannten Fossilarten. - Korb (Weidert)
- GAILLARD, C., P. BERNIER & Y. GRUET (1994): Le lagon d'Aldabra (Seychelles, Océan Indien), une modèle pour le paléoenvironnement de Cerin (Kimmeridgien supérieur, Jura meridional, France). - GEOBIOS, M.S.16, 331-348, 12 Fig.; Lyon
- GERHARD, U. (1990): Beitrag zur Kenntnis des höheren Malm Zeta 2 b in der Obereichstätter Wanne/Profil Imberg-Schernfeld (Südliche Frankenalb) und Erläuterung zur Geologischen Karte im Raum NE von Altstetten (Südliche Frankenalb). - 103 S., Dipl.-Arb., Univ. Bonn
- GERHARD, U. & T. MÖRS (1991): Ergebnisse einer feinstratigraphischen Profilaufnahme in den Plattenkalke von Schernfeld (Unteres Untertithon, Südliche Frankenalb). - *Archaeopteryx*, 9, 21-34, 7 Abb.; Eichstätt
- HESS, H. (1975): Die fossilen Echinodermen des Schweizer Juras. - Veröff.Naturh.Mus. Basel, Nr.8, 130 S., 57 Abb., 2 Tab., 48 Taf.; Basel
- JANICKE, V. (1969): Untersuchungen über den Biotop der Solnhofener Plattenkalke. - Mitt. Bayer.Staatsslg Paläont.hist.Geol., 9, 117-181, 21 Abb., 5 Taf.; München
- JANICKE, V. & G. SCHAIRER (1970): Fossilierhaltung und Problematica aus den Solnhofener Plattenkalke. - N.Jb.Paläont., Mh. 8, 452-464, 14 Abb.; Stuttgart
- JANKE, K. & B.P. KREMER (1990): Das Watt - Lebensraum, Tiere und Pflanzen. - 127 S. Stuttgart (Franckh) (Kosmos-Naturführer)
- JUNG, W. (1995): Araukarienwälder oder *Brachyphyllum* - Dickichte die Heimat der *Archaeopteryx*? - Ein Beitrag zur Kenntnis des "Solnhofener Schiefers"; - Katalog der 32. Min.-Tage München, 136-151; München
- KEUPP, H. & D. MEHL (1994): *Ammonella quadrata* WALTHER 1904 (Porifera, Hexactinellida) aus dem Solnhofener Plattenkalk von Pfalzpaint: Relikt aus dem Altpaläozoikum?. - *Archaeopteryx*, 12, 45-54, 3 Abb., 1 Taf.; Eichstätt
- KEUPP, H. & M. RÖPER (1997): *Pollicipes*-Epökie auf Ammonoideen des Brunner Plattenkalks (Oberes Kimmeridgium/Oberpfalz). - In Vorbereitung
- KUTSCHER, M. & M. RÖPER (1995): Die Ophiuren des "Papierschiefers" von Hienheim (Malm Zeta 3). - *Archaeopteryx*, 13; S.-, 1 Abb., 5 Taf.; Eichstätt
- MÖRS, T. (1993): Taphonomische Beobachtungen an den Clupeiden (Teleostei, Pisces) aus den Plattenkalke von Schernfeld (Unteres Untertithon, Südliche Frankenalb, Deutschland). - N.Jb.Geol. Paläont., Abh.188, 345-362; Stuttgart
- MOUSSA, T.M. (1970): Nematode Fossil trails from the Green River Formation (Eocene) in the Unita Basis, Utah. - J.Pal.44, 304-307, 2 text-fig.; Utah
- MÜLLER, M. (1961): Die Entwicklung von Malm und Kreide im Raum Parsberg-Kallmünz (Oberpfalz). Nebst Untersuchungen über den Ablauf der postjurassischen Tektonik. - Erlanger geol.Abh., 40, 48 S., 19 Abb., 2 Taf., 1 geol. Spezialkarte; Erlangen
- RÖPER, M. (1991): Zur Kenntnis des Malm Zeta 2 b und Zeta 3 im Steinbruchgebiet "Mörnsheimer Hummelberg" (Unteres Untertithon, Südliche Frankenalb). - *Archaeopteryx*, 9, 1-19, 7 Abb.; Eichstätt
- (1992): Beitrag zur Deutung des Lebensraumes der Plattenkalke der Altmühlalb (Malm Epsilon 2 bis Malm Zeta 3).- Diss.Univ.Bonn, 96 S., 10 Abb., 5 Tab., 14 Taf., 1 Profil-Zeichn. und Grabungs-Ber. Schamhaupten; Bonn

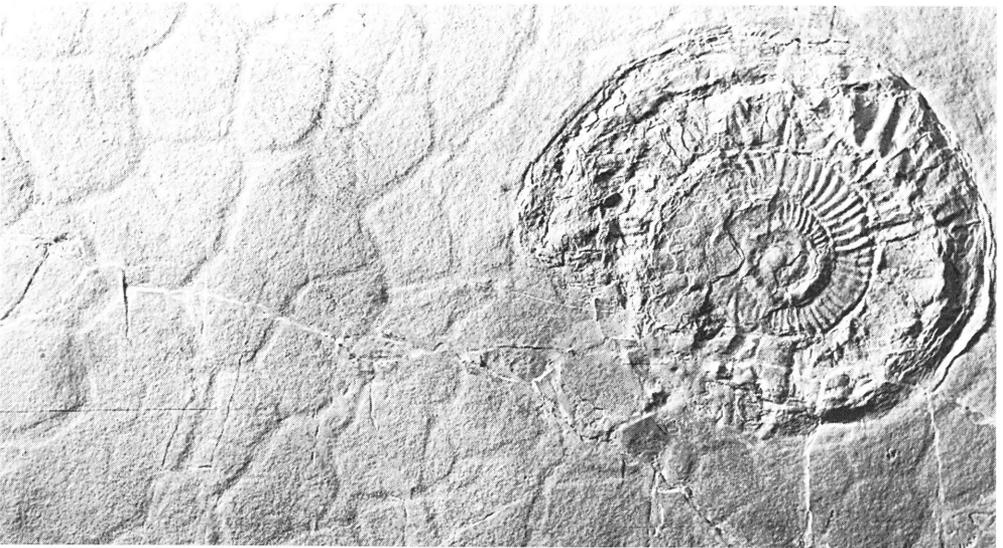
- (1996): Übersicht über eine systematische Aufnahme palökologischer Säulenprofile und über vergleichende Geländestudien in den Oberjura-Plattenkalken von Bayern. - Acta Albertina Ratisbonensis, Bd 50; Regensburg (in diesem Band)
- RÖPER, M. & M. ROTHGAENGER (1995): Eine neue Fossilagerstätte in den ostbayerischen Oberjura-Plattenkalken bei Brunn/Oberpfalz - Erster Forschungsbericht. - J.ber.Mitt.Freunde Bayer. Staatssl. Pal.hist.Geol., 23, 32-46, 1 Abb., 4 Taf.; München
- (1996a): Grabungen in den ostbayerischen Plattenkalken von Brunn bei Regensburg/Oberpfalz. - Fossilien 1/96. - Korb (Weidert)
- RÖPER, M., M. & K. ROTHGAENGER (1996b): Der Brunner Plattenkalk (Landkreis Regensburg). Sensationelle Fossilien aus dem Oberpfälzer Jura. - 102 S., 136 Abb. Eichendorf (Eichendorf Verl.)
- ROMAN, J. (1993): Taphonomie des échinodermes des calcaires lithographiques de Canjuers (Tithonien inférieur, Var, France). - GEOBIOS, M.S.16, 147-155, 3 Abb., 1 Taf.; Lyon
- RUTTE, E. (1962): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr.7037 Kelheim. - 243 S., 25 Abb., 3 Beil.; München 1962 (Bayerisches Geologisches Landesamt)
- SCHAIRER, G. (1968): Sedimentstrukturen und Fossilienbettung in untertithonischen Plattenkalken von Kelheim in Bayern. - Mitt.Bayer.Staatssl. Pal.hist.Geol., 8, 291-304, 13 Abb.; München
- SCHAIRER, G. & M. LUPU (1969): Mikrofazielle Untersuchungen in untertithonischen, geschichteten Kalken von Kapfelberg in Bayern. - Mitt.Bayer.Staatssl. Pal.hist.Geol., 9, 183-199; München
- SHUSTER, C.N. jr. (1982): A pictorial Review of the Natural History and Ecology of the Horseshoe Crab *Limulus polyphemus*, with Reference to other Limulidae. - Progr.Clin.Biol.Res., 81, 1-52
- SCHWEIGERT, G. & A. ZEISS (1994): Ammonite biostratigraphy of the Upper Kimmeridgian to Tithonian of southern Germany. - In: R. LEINFELDER et al. The Origin of Jurassic Reefs. Current Research Developments and Results. Facies, 31, 38-39, Fig.26; Erlangen
- SEILACHER, A., W.-E. REIF & F. WESTPHAL (1985): Sedimentological, ecological and temporal patterns of fossil Lagerstätten. - Phil.Trans.R.Soc.Lond., B 311, 5-23; London
- STREIM, W. (1961): Stratigraphie, Fazies und Lagerungsverhältnisse des Malm bei Dietfurt und Hemau (Südliche Frankenalb). - Erlanger geol.Abh., 38, 49 S., geol. Spkt 1:25000; Erlangen
- WALTHER, J. (1904): Die Fauna der Solnhofener Plattenkalk. Bionomisch betrachtet. - Festschr.-Med.Naturw.Ges. Jena, 11, 135-214; Jena

Verfasser: Dr. Martin Röper, Naturkundemuseum Ostbayern, Am Prebrunnort 4, D-93047 Regensburg  
 Monika Rothgaenger, Freunde und Förderer des Naturkundemuseums Ostbayern, s.o.

Tafel 1



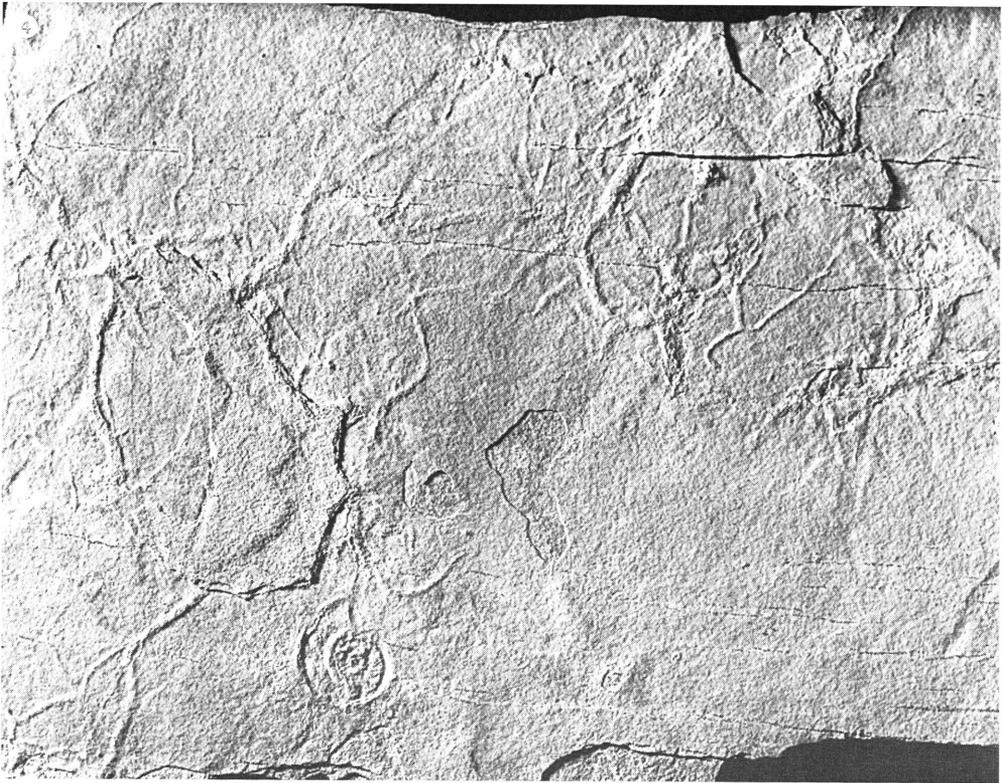
Tafel 2



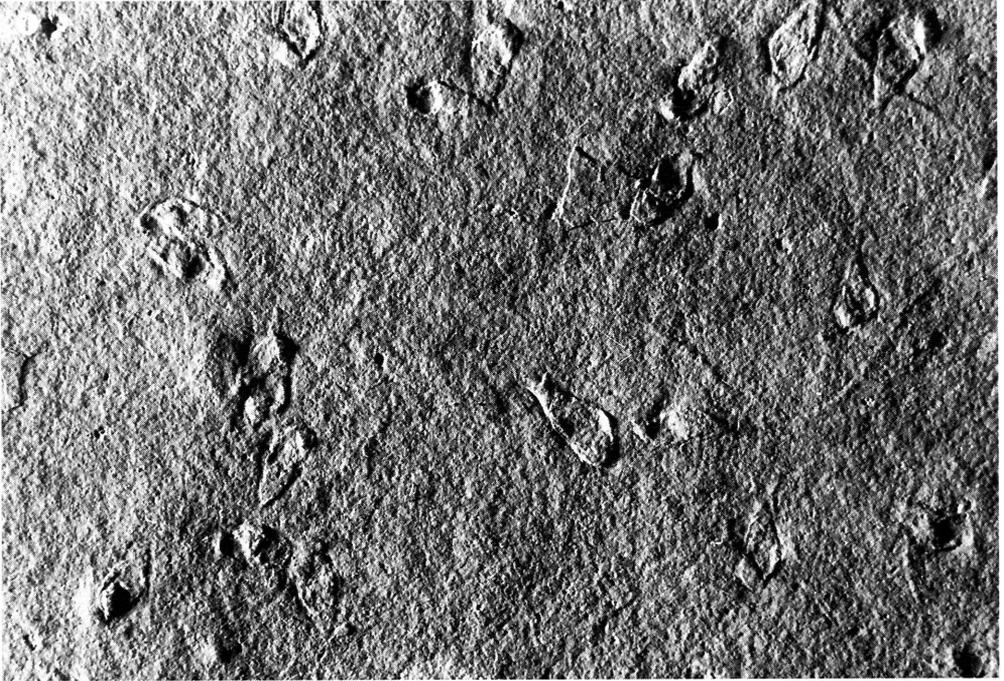
Tafel 3



Tafel 4



Tafel 5



Tafel 6

