

Die Plattenkalk-Lagerstätten von Solnhofen unter besonderer Berücksichtigung der Oberkimmeridge-Vorkommen bei Brunn/Oberpfalz

von Martin Röper

Zusammenfassung: Auf der Grundlage von lithologisch-makropaläontologischen Säulenprofilen werden innerhalb der Oberjura-Plattenkalke von Bayern vier verschiedene Plattenkalk-Typen unterschieden. Die Vorkommen bei Brunn stellen einen eigenständigen Lagerstätten-Typ dar.

Abstract: Four different types of plattenkalks within the Franconian Alb (South Germany, Bavaria) are described. The Brunn deposits do not belong to the famous lithographic limestones but represent a special type of plattenkalks within the Solnhofen area.

Einführung

Die in diesem Band enthaltenen Arbeiten über die südfränkischen und die Brunner Plattenkalke wurden bereits Anfang 1996 verfaßt, die neueren Untersuchungsergebnisse kommen darin noch nicht zum Ausdruck. Die spätere Herausgabe ermöglicht nun einen Nachtrag mit dem aktuellen Kenntnisstand über die Fossilagerstätte Brunn und ihre Beziehung zu anderen Plattenkalkvorkommen des fränkischen Oberjura.

Seit 1991 wurde das Oberkimmeridge-Vorkommen (*subeumela*-Subzone) vornehmlich von Monika ROTHGAENGER durch horizontierte Aufsammlungen systematisch dokumentiert (RÖPER 1992 b, unpubl. Gutachten). Eine Fülle fossiler Erst- und Neufunde führte schon frühzeitig zu einer ersten Darstellung der neuen Fundsituation (RÖPER & ROTHGAENGER 1995 a,b). Auch wenn bislang nur der tiefere Abschnitt der Lagerstätte bearbeitet ist (RÖPER & ROTHGAENGER, in diesem Heft), gehört Brunn schon jetzt zu den gut dokumentierten Plattenkalklokalitäten (RÖPER, ROTHGAENGER & ROTHGAENGER 1996). Offensichtlich gibt die kleine Lagerstätte des Oberpfälzer Jura Einblick in ein süddeutsches Vorkommen, das im Oberkimmeridgium Verbindung zu einem flachen Korallenriffgürtel hatte. Mit seinem überschaubaren geologischen Rahmen erscheint Brunn als prädestiniertes Studienobjekt, von dem möglicherweise auch grundlegende Erkenntnisse für die allgemeine Plattenkalkproblematik abgeleitet werden können.

Stand der Projektforschung

Das Becken von Pfraundorf-Heitzenhofen (MÜLLER 1961) und die Brunner Ablagerungen sind Bestandteil des bayerischen Plattenkalkgürtels, der von Regensburg im Osten bis nach Langenaltheim im Westen reicht. In früheren Zeiten wurden diese gesamten Ablagerungen gewöhnlich unter dem Oberbegriff "Solnhofener Plattenkalke" zusammengefaßt, jedoch zeigte sich mittlerweile, daß es sich dabei um unterschiedliche Fazies- und Lagerstätten-Typen handelt (RÖPER 1996 b). Bedingt durch die ehemals generalisierende Betrachtungsweise gibt es bis heute unterschiedliche Auffassungen über die Entstehungs- und Ablagerungsgeschichte und die Paläoökologie gerade der Solnhofener Plattenkalke. Weil der alte "Solnhofen" - Begriff -

wie er beispielsweise auch in neuerer Literatur (FRICKHINGER 1994) noch großzügig ausgelegt wird - sehr heterogene Ablagerungen umfaßt, können scheinbar gegensätzliche Auffassungen durchaus nebeneinander ihre Berechtigung haben, je nachdem, welcher Ausschnitt aus dem Gesamtgeschehen betrachtet wird. Bedingt durch Komplexität und Vielfalt der Plattenkalke können Grundlagenmodelle (vergl. Diskussion bei VIOHL 1983) älterer wie neuerer Herkunft kein befriedigendes Allgemeinbild über die Gesamtproblematik vermitteln. Weder die Ansicht eines beständigen Trockenlaufens noch die einer generell größeren Wassertiefe unterhalb der Sturmwellenbasis sind auf alle vorgefundenen Ablagerungstypen anwendbar; jegliche Absolutheitsansprüche engen den Horizont der jeweiligen Auffassungen ein. Erst eine Diskussion über "sowohl als auch" (MAYR 1967) ebnet den Weg für eine Synthese aller Beobachtungen, Befunde und Ergebnisse zu einem Gesamtbild, das die Realität wiedergibt: denn Plattenkalke konnten in unterschiedlichen Faziesbereichen und bei unterschiedlichen Wassertiefen entstehen (RÖPER 1997).

Noch vor 20 Jahren war man allgemein von einer Bildung der jurassischen Plattenkalke in größerer Wassertiefe ausgegangen (mindestens 20 m, in der Regel 40-80 m; BARTHEL 1978). Entsprechend dieser später mehrfach modifizierten und ergänzten Vorstellung (VIOHL 1994, 1996) wird das partielle oder vollständige Aussetzen der Bioturbation auf eine über dem Meeresboden befindliche, lebensfeindliche tiefere Wasserschicht zurückgeführt. Alle bisherigen Untersuchungen in den Plattenkalken von Brunn zeigen, daß dieses Modell geschichteter Wasserkörper das Aussetzen der Bioturbation nicht befriedigend erklären kann. Deshalb müssen in die Diskussion um die Entstehung der Plattenkalke auch Bildungstiefen unterhalb 20 Metern miteinbezogen werden. Ein Hauptargument zur Erklärung der fehlenden Bioturbation - eines charakteristischen Merkmals aller Plattenkalklagerstätten - wäre dann eine teilweise bis weitgehende Restriktion von der offenen See; eine solche Abschottung konnte bereits den Wasseraustausch in lagunären Becken einschränken. Bei dieser Vorstellung könnten auch Randbereiche der Becken den Meeresspiegel überragt haben, wie bereits von FESEFELDT (1962) befürwortet. Weitere Ursachen für das Aussetzen der Bioturbation wären in schwankenden Sauerstoff- und Salzgehalten des Meerwassers innerhalb solcher Becken gegeben, vermutlich aber auch in der Konsistenz des Sedimentes selbst, einem teilweise schlammig-klebrigen Karbonatschlick. Die in Brunn erfaßte Spuren- und Grabgangfazies ist derart heterogen, daß nur eine Kombination mehrerer Faktoren die ökologischen Schwankungen innerhalb des Profils erklären kann.

Ähnlich heutigen Tropengewässern kann in auftauchnahen Bereichen - zumindest in den Randzonen der Becken - ein möglicher Einfluß von Tiden auf die Ökosysteme nicht generell von der Diskussion ausgeschlossen werden. Schließlich geben die Koprolithen und Fraßreste, deren Zusammensetzung bei verschiedenen Lagerstätten sehr unterschiedlich sein kann, einen deutlichen Hinweis auf vielleicht eingeschränkte, aber zumindest zeitweilig intakte Nahrungsketten. Folglich muß auch nach einem physikalischen Motor für einen wiederholten partiellen Wasseraustausch gefragt werden. Dafür kommen nach wie vor Tiden in Betracht, wobei ein möglicher Einfluß durch Spring- und Nipptiden erst noch geprüft werden müßte. Manche auffällige Erscheinungen wie Saccocomen-Horizonte und Anreicherungen kleiner Schwarmfische können jedenfalls durch schwankende Sauerstoff- und Salzgehalte des Meerwassers infol-

ge von Wasserspiegelschwankungen und Niedrigwasserständen gut erklärt werden.

Eigentlich entstehen Plattenkalke weder durch allochthone noch durch autochthone Karbonatbildung, sondern erst durch ein partielles oder völliges Fehlen von Bioturbation im Meeresboden. Nicht die Frage nach der Sedimentgenese ist für die Erklärung der Fossilagerstätten von Plattenkalcken entscheidend, sondern die Frage, warum sich während der Stillstände der Sedimentation kein oder nur ein unerhebliches Bodenleben mit angepassten Spezialisten ausgebreitet hat. Soweit bisher untersucht, liegen alle wesentlichen Fossilhorizonte und Sterbe-events einzelner Tierarten immer auf den Sedimentoberflächen. Gerade auch die Untersuchungen im Solnhofener Plattenkalk haben keinen Zusammenhang zwischen lithologischen Änderungen im Profil und dem Auftreten von Sterbe-events ergeben. Vielmehr spiegeln sich in den Fossilhorizonten der Profile ökologische Schwankungen während der Sedimentationspausen wider. Nach allem, was aus den bereits vorliegenden paläoökologischen Säulenprofilen ablesbar ist, stellten die jurassischen Biotope hochsensible, veränderliche Ökosysteme dar. Die heutige Plattenkalkforschung, soweit sie sich speziell mit der Paläoökologie und Paläofaunistik von Lagerstätten im bayerischen Oberjura auseinandersetzt, tendiert dazu, sich zunehmend von einer reinen Bearbeitung selektiv gewonnener Sammlungsbestände zu lösen, zugunsten von vergleichenden, kartierungsmäßigen Erfassungen der Floren und Faunen in lithologisch-makropaläontologisch kombinierten Säulenprofilen, und zugunsten von differenzierten, systematischen Dokumentationen einzelner Plattenkalkaufschlüsse.

Die Differenzierung von Solnhofen auf der Grundlage von Profilen

War BARTHEL (1978) noch generell von lebensfeindlichen Meeresgebieten ausgegangen, sprach sich bereits VIOHL (1985) für eine Besiedlung höherer Wasserschichten durch eine Fischfauna aus. Bestätigt wurde diese Ansicht eigentlich schon recht früh durch die ersten Profiluntersuchungen im Solnhofener Plattenkalk *sensu strictu*. RÖPER (1990: 132) hielt eine Anpassung der nektonisch lebenden Tiergruppen an wechselnde Lebensbedingungen in den oberen Wasserschichten für wahrscheinlich. Das differenzierte Bild zeichnete sich frühzeitig aus der gleichzeitigen Bearbeitung von zwei verschiedenen Plattenkalktypen am Mörsheimer Hummelberg ab:

- a) Lithographische Solnhofener Plattenkalke, Zeta 2b,
- b) Mörsheimer Platten- und Bankkalke, Zeta 3.

Damals ging man noch von einer Lebensfeindlichkeit tieferer und einer Belebtheit höherer Wasserschichten aus; nach heutiger Auffassung des Autors ist eine Annahme geschichteter Wasserkörper für die Erklärung der Ökologie nicht mehr zwingend. Doch in den Untersuchungen am Mörsheimer Hummelberg zeigte sich bereits eine erste Differenzierung von Solnhofen durch den Faunenvergleich aus den Profilen der Solnhofener und Mörsheimer Schichten: "Die nektonische Fauna der Plattenkalke des Zeta 2b und Zeta 3 ist vermutlich direkt in ihrem Lebensraum überliefert (autochthon), nur die benthischen Faunenelemente in den Bankkalcken des Zeta 3 sind aus nahen Riffbereichen der Lagune eingeschwemmt worden. Eine Einschwemmung der Organismen von der offenen See ist wahrscheinlich auszuschließen" (RÖPER 1990: 132).

Was sich hier abzeichnete, war ein direkter Einfluß naher, mit Benthosorganismen belebter

Hartgründe zur Zeit der Mörsheimer Schichten, den es zuvor - noch zu Zeiten des Zeta 2b in den Solnhofener Plattenkalken - im gleichen Ablagerungsgebiet nicht gegeben hat. Aus diesem Vergleich ergab sich auch, daß die Zahl benthonischer Organismen sowie von fein verteiltem Detritus in den Sedimenten in riffnahen Lagerstätten erheblich höher ist als im Solnhofener Plattenkalk sensu strictu. RÖPER (1991) hat bereits darauf hingewiesen, daß für eine Interpretation der Solnhofener Lagerstätten im Malm Zeta 2b auch die jüngeren Mörsheimer Schichten im Malm Zeta 3 berücksichtigt werden sollten. Die Betrachtung unterschiedlicher Plattenkalke nebeneinander erbringt wertvolle Vergleichsmöglichkeiten, die bei einer ausschließlichen Bearbeitung nur der Solnhofener Plattenkalke sensu KEUPP (1977) noch nicht gegeben waren. Inzwischen ist die Differenzierung des Solnhofen-Begriffs weiter vorangeschritten, auch durch ein Projekt "Spuren- und Grabgangsschiefer", das der Verfasser von 1993-1997 in den Plattenkalken von Brunn und Hienheim durchgeführt hat. Wurden in der Zeit von 1985-1992 am Institut für Paläontologie der Universität Bonn vornehmlich Plattenkalke ohne nennenswertes Bodenleben untersucht, konnte das Nachfolgeprojekt, durchgeführt am Naturkundemuseum Ostbayern in Regensburg, hauptsächlich Plattenkalke mit deutlich ausgeprägter partieller Bioturbation erfassen. Auf der Grundlage von dreizehnjährigen Profiluntersuchungen in Bonn und Regensburg können heute verschiedene lithologisch-makropaläontologisch kombinierte Säulenprofile und damit verschiedene Grundtypen von Plattenkalken gegeneinander abgegrenzt werden.

Typ A. *Lithographische Plattenkalke*

Feinstkörnige, homogene Schichten mit Flinz- und Fäulelagen; partielle Bioturbation nur in marginalen Randbereichen bekannt; bislang keine Riffbeeinflussung nachgewiesen; häufige Fossilhorizonte: Saccocomen, kleine Schwarmfische. Prototyp: Solnhofener Plattenkalk sensu KEUPP (1977). Bisherige Profildokumentationen:

Profil Mörsheim 1, fränk. Malm Zeta 2b: BARFELD (1988), BRÜLL (1988), PÖSGES (1988), RÖPER (1990-1997). - Profil Schernfeld 1a, fränk. Malm Zeta 2b: GERHARD (1990, 1992), GERHARD & MÖRS (1991), RÖPER (1992-1997). - Profil Schernfeld 1b, fränk. Malm Zeta 2b: KRÜGER (1992), RÖPER (1997). - Profil Schernfeld 1c: PEITZ (1992), STOLZENBURG (1992), RÖPER (1997). - Profil Schernfeld 2: PEITZ (1992), STOLZENBURG (1992), vergl. RÖPER (1997). Die Beschreibung von Typ A wird ergänzt durch eine Darstellung der untertithonischen Ablagerungen in ihrem östlichen Vorbereitungsgebiet bei Painten (RÖPER 1997).

Typ B. *Kieselplattenkalke*

Grobkörnige, heterogene Schichten, lokal mit Einschaltungen von Bankkalken und Fossilenschuttlagen; partielle Bioturbation möglich; Riffbeeinflussung nachgewiesen; Fossilhorizonte schwer feststellbar. Prototyp im Oberkimmeridgium: Kieselplattenkalke von Painten und Schamhaupten. Prototyp im Untertithonium: Kieselplattenkalke der Mörsheimer Schichten in ihrem westlichen Verbreitungsgebiet bei Daiting, Mörsheim, Solnhofen und Langenaltheim. Bisherige Profildokumentationen:

Profil Mörsheim 2, fränk. Malm Zeta 3: RÖPER (1990-1997). - Grenzprofil Langenaltheimer Haardt, Hartgrund an der Grenze Zeta 2b/3: GERHARD (1992), RÖPER (1992-1997). - Teilprofil Schamhaupten, fränk. Malm Epsilon: GERHARD (1992), RÖPER (1992-1997). Die

Beschreibung von Typ B wird ergänzt durch eine Darstellung der Oberkimmeridge-Kieselplattenkalke von Painten (RÖPER 1997).

Typ C. Mergelige Plattenkalke

Feinkörnige, sehr tonreiche Schichten mit kalkiger Randfazies; ausgeprägte partielle Bioturbation; Riffbeeinflussung fraglich, Einflüsse naher Hartgrundbiotope in marginalen Randbereichen nachgewiesen (bislang keiner Fazieszone zugeordnet); Fossilhorizonte: Ophiuren, Asteriden, Gastropoden, Bivalven, Spuren- und Grabgänge. Prototyp: Mergelige Plattenkalke der Mörsheimer Schichten in ihrem östlichen Verbreitungsgebiet bei Hienheim, Weltenburg und Kelheim. Bisherige Profildokumentationen:

Profil Hienheim, fränk. Malm Zeta 3a: KUTSCHER & RÖPER (1995), RÖPER & ROTHGAENGER (1998a). - Profil Ried, fränk. Malm Zeta 3b: RÖPER & ROTHGAENGER (1998a).

Typ C zeichnet sich durch autochthone Echinodermen-Bodenbiotope aus (RÖPER 1997 c). Am deutlichsten zeigt Typ C auch Übergänge von einer Plattenkalk- zu einer normalmarinen Bankkalk-Fazies; ausführliche Beschreibung von Typ C bei RÖPER & ROTHGAENGER (1998a, in Vorbereitung).

Typ D. Rhythmische Plattenkalke

Fein- bis mittelkörnige, teils grobkörnige Wechselfolge hauchdünner Kalk- und Mergellagen (A-B-Rhythmik); partielle Bioturbation sehr ausgeprägt; Einflüsse von Hartgrund- und Riffbiotopen nachgewiesen; häufige Fossilhorizonte: Mikrogenmatten, Gastropoden, Bivalven, Pflanzenhäcksel, Spuren- und Grabgänge. (Prototyp???) Bisherige Profildokumentationen:

Profil Brunn/ Plattenkalklage 1, fränk. Malm Epsilon 1: RÖPER et al. (1996), RÖPER & ROTHGAENGER (1997). - Profil Brunn/ Plattenkalklage 7 (Bearbeitung durch M. ROTHGAENGER).

Die Fazies von Brunn (Typ D) erscheint auch in den höchsten Kapfelbergschichten, die bislang noch im Untertithonium datiert sind (RÖPER 1997). Typ D wird nachfolgend noch näher beschrieben.

Die Typen A - D zeigen erhebliche Unterschiede in der Lithologie sowie in der Zusammensetzung ihrer pflanzlichen und tierischen Überreste im Sediment: Floren und Faunen sind verschieden, jeder Lagerstättentyp verfügt über seine eigene, signifikante Fossilgemeinschaft. Ähnliches gilt speziell für die Koprolithen und Fraßreste, deren Spektrum in den verschiedenen Lagerstätten unterschiedlich ist. Die Erfassung solcher Lebensspuren spielt bei den ökologischen Untersuchungen eine immer größere Rolle, besonders im Hinblick auf mögliche, randlich gelegene Hartgrundbiotope.

RÖPER (1997, in diesem Band) konnte anhand der Typen A und B bereits ein erstes Faziesmodell entwerfen, bei dem einzelne Lagerstättentypen Fazieszonen in unterschiedlichen paläogeographischen Positionen zugeordnet sind. Entsprechend der Faziesregel von Johannes WALTHER konnten also verschiedene Typen von Plattenkalken nebeneinander im Raum entstehen. Dies ergibt sich auch aus der Fazieszonierung bei RÖPER (1992), nur mußte diese Zonierung in ihrer paläogeographischen Situation teilrevidiert werden (RÖPER 1997).

Beschreibung von Typ D

Ähnlich wie weite Abschnitte der Unteren Hienheimer Schichten könnte man die höchsten Kapfelberg-Schichten (Untertithonium?) und die Brunner Ablagerungen rein deskriptiv eher als "Papierschiefer" denn als "Plattenkalke" ansprechen. Nur ist die Lithologie von Typ D und Typ C nicht ohne weiteres vergleichbar. Insbesondere Typ D enthält einfache Rhythmik, wobei die kalkigen, oft gradierten Flinze durch weichere Mergel-Zwischenlagen getrennt sind. Zusammen mit der bei RÖPER et al. (1996) ausführlich dargestellten Fossilgemeinschaft kennzeichnet dieser Habitus den Plattenkalktyp D. Bis sich eine treffendere Bezeichnung findet, wird hier der vorläufige Arbeitsbegriff "Rhythmische Plattenkalke" vorgeschlagen.

Kapfelberg und Brunn sind räumlich eng begrenzte Plattenkalkvorkommen innerhalb der ostbayerischen Korallenriff-Fazies. Eine genauere Aussage über die paläogeographische Positionsbestimmung von Typ D erscheint derzeit noch nicht möglich. Trotzdem gibt es einige Anhaltspunkte für eine Bildung in kleinen, zeitweilig abgeschotteten Becken, landschaftlich vergleichbar mit Atoll-Lagunen, auch wenn zu rezenten Hochsee-Atollen kein genetischer Zusammenhang besteht. Die jurassischen Riffe der Fränkischen Alb sind allesamt Plattformriffe, deren Höhenwachstum durch Subsidenz der Plattform und/oder durch Anstieg des Meeresspiegels begünstigt wurde. Unsere bisherigen Grabungen in Brunn ergaben eine extreme Seltenheit von Organismen der offenen Tethys, Funde von höher entwickelten Cephalopoden und Saccocomen sind Ausnahmeerscheinungen geblieben. Dafür ist ein Reichtum an Resten von Landpflanzen ebenso nachgewiesen wie der Einfluß naher Riff- und Hartgrundbiotope. Insel- und Riffnähe sind gleichermaßen sehr wahrscheinlich. Bemerkenswert ist die Dominanz kleinwüchsiger und/oder juveniler mariner Organismen innerhalb des untersuchten Ökosystems.

Die Darstellung von Typ D in einem Faziesmodell ist sicher nur ein vorläufiges Zwischenergebnis, das durch seine Bildhaftigkeit auch zu Kritik anregen soll. Letztlich wird erst eine kontroverse Diskussion zu einem Motor für den sich stetig und rasch wandelnden Kenntnisstand all jener Plattenkalklagerstätten, die man früher unter dem Namen "Solnhofen" zusammengefaßt hat (cf. RÖPER 1997, Abb.29, in diesem Heft).

Stand der Arbeiten in Brunn

Als Monika ROTHGAENGER 1991 mit ihren Untersuchungen in Brunn begann, war die Flora und Fauna des Plattenkalktyps D kaum bekannt. Das bei Brunn aufgeschlossene Profil im Steinbruch der Forstdirektion Pielenhofen besteht zu großen Teilen aus Bankkalken mit aufgearbeitetem Plattenkalk. Eingeschaltet sind 8 dünne Plattenkalklagen von 0,1 bis 0,8 Meter Dicke, aus denen die gesamte fossile Flora und Fauna stammt (ausführliche Beschreibung bei RÖPER & ROTHGAENGER 1996, RÖPER et al. 1996). Nachfolgend werden die bisherigen paläontologischen Grabungsbefunde in den einzelnen Lagen tabellarisch zusammengefaßt. Die Abbildungs-Angaben in Klammern beziehen sich auf die Abbildungen in der Arbeit RÖPER, ROTHGAENGER & ROTHGAENGER (1996), "Die Plattenkalke von Brunn".

Plattenkalklage 1:

Grabungen 1991-1995, paläoökologisches Säulenprofil vorhanden (RÖPER & ROTHGAENGER, in diesem Band, dortige Abb. nachfolgend zitiert); Dicke 0,6 m (Abb.20). Störungen im

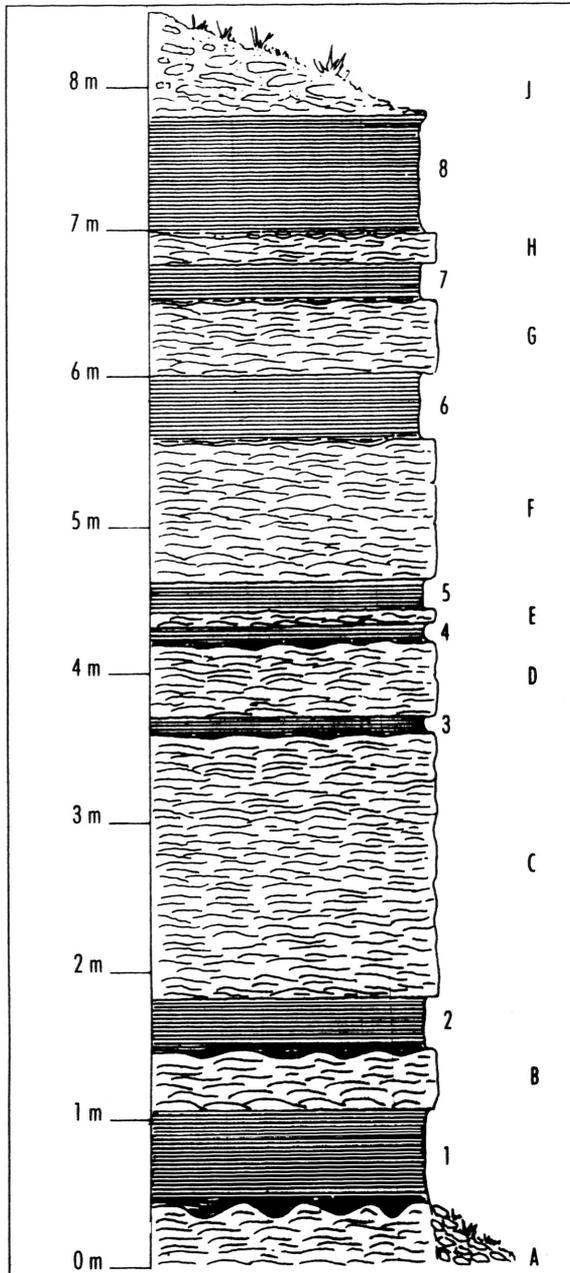


Abb.1: Aus Teilabschnitten rekonstruiertes lithologisches Gesamtprofil der Schichtkalke im Steinbruch des Forstamtes Pielenhofen in der Kohlstatt, Gemarkung Brunn, Landkreis Regensburg. Gesamthöhe etwa 8,5 m; A-I: Bankkalke, 1-8: Plattenkalklagen.

Schichtlagerungsgefüge häufig, partielle Bioturbation (Abb.22), Intraklasten lagenweise häufig (Abb.21, 59). Grabgänge sehr häufig (Abb.27), verschiedene Spurentypen (Abb.28-32), Polygonstrukturen (Abb.33-35) häufig, Netzleistenstrukturen (Polygonstr.III) sehr selten. Dasycladaceen relativ häufig (Abb.36,37,38), Landpflanzen ebenfalls häufig: *Cycadopteris* (Abb.41,42), *Zamites* (Abb.44), *Cycas* (Abb.45,46), Koniferen (Abb.48-55). Brachiopoden (Abb.56-59), Bivalven (Abb.60-64), Bivalven- und Gastropodenhorizonte (Abb.65,66), Gastropoden (Abb.67,68), Ammoniten (Abb.69-73) - vor allem Aspidoceraten -, Leitammonit *Sutneria subeumela* SCHNEID (Abb.71). Tintenfische (Abb.74,75), Cirripedier (Abb.86,88), Panzerkrebse: *Mecochirus* (Abb.89), *Eryma* (Abb.90) und *Glyphaea* (Abb.92), sowie ein einzelner Schwimmkrebs (Abb.93), ein Einzelexemplar *Mesolimulus* (Abb.99); *Solanocrinites* (relativ häufig Fragmente, Abb.100); reguläre Echiniden: *Pseudodiadema* (Abb.101-103) und *Pseudosalenia* (Abb.104,105); irreguläre Echiniden: *Nucleolites* (Abb.106) und *Pygurus* (Abb.107). Knochenschmelzschupper: *Notagogus* (Abb.109), *Eugnathus* (Abb.110), *Pleuropholis* (Abb.111), *Aspidorhynchus*, *Belonostomus* (Abb.113), *Gyrodus* (nicht *Proscinetes*, Abb.115), *Pholidophorus* (Abb.116,122). Echte Knochenfische: *Leptolepides* (Abb.117), *Tharsis* (Abb.120,121,123), *Anaethalion*, *Thrissops*. Humerus eines *Pterodactylus* (Abb.124), sowie zwei kleine zerfallene Meeresschildkröten. Koproolithen (Abb.127) und ein vielseitiges Spektrum an Fraßresten (Abb.128-130). - Lage 1 repräsentiert eine Spuren- und Grabgangfazies.

Plattenkalklage 2:

Praktisch kaum aufgeschlossen, bislang keine Grabungen. Lithologisch ähnlich der Lage 1. Bisherige Kenntnisse: Polygonstrukturen und Grabgänge; Dasycladaceen (*Goniolina*, Abb.39); *Zamites*, Koniferen; *Terebratula*, *Lacunosella*, *Aspidoceras*, Laevaptychen, Cirripedier-Kolonien auf Aspidoceraten, Echinidenstacheln, *Tharsis*. - In der Lage 2 kann eine Fazies erwartet werden, die in vielen Punkten mit Lage 1 übereinstimmt; daher sind dort Grabungen vorerst nicht vorgesehen.

Plattenkalklage 3:

Bislang nur eine kleine Probegrabung auf etwa 1 qm Fläche; im unverwitterten Zustand schlecht spaltbar; es überwiegt ungestörte Feinschichtung. Bisherige Kenntnisse über Flora und Fauna gering: bekannt sind lediglich Cirripedier-Kolonien, an *Aspidoceras* festgeheftet, ein Fragment von *Caturus* sowie einige Terebrateln.

Plattenkalklage 4:

Nur an einer Stelle angeschnitten, kaum spaltbar. Erkenntnisse über den Fossilinhalt liegen noch nicht vor, mit Ausnahme von Cirripedier-Kolonien, die anscheinend in allen Lagen des unteren und mittleren Profilschnitts zum gängigen Fundgut gehören.

Plattenkalklage 5:

Grabungen von M. ROTHGAENGER 1992 in den schlecht spaltbaren, teils sehr kalkigen Schichten; oft ungestörte Feinschichtung. Bisherige Kenntnisse über den Fossilinhalt: Vereinzelt Grabgänge; *Zamites* (sehr häufig), *Palaeocypris*; Terebrateln, Cirripedier (teils große Exemplare, Abb.87), Cirripedier-Kolonien sowohl auf Aspidoceraten wie Perisphinctiden;

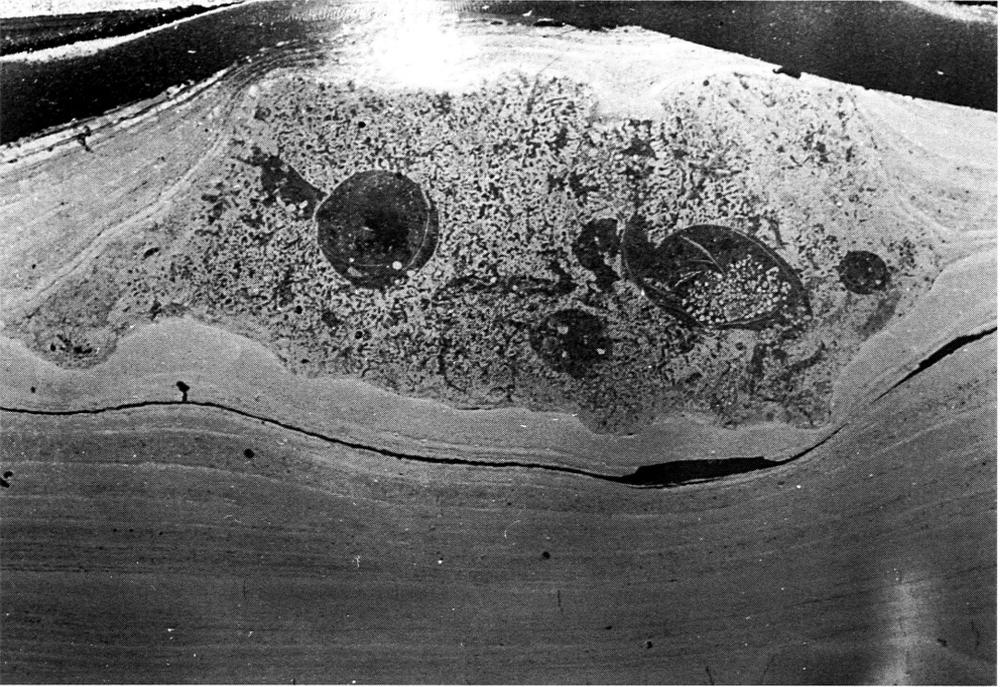


Abb.2: Gesteinsdünnschliff (Höhe 32 mm): Intraklast mit Brachiopodenanschnitt in feinstlaminiertem Brunner Plattenkalk; Lage 1; Brunn (Abb.1-4: BSP 1993 XVIII)

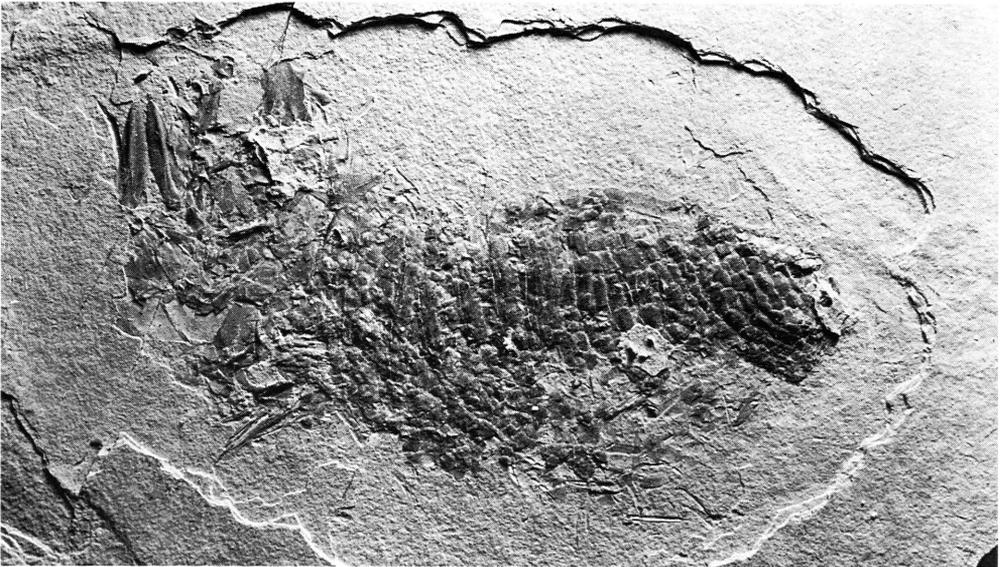


Abb.3: Knochenschmelzschuppe *Pholidophorus*, 18 cm, teilweise zerfallen; Lage 1; Brunn

erstes gehäuftes Vorkommen von Perisphinctiden im Gesamtprofil, sowohl Aspidoceraten wie Perisphinctiden mit mehreren größeren Exemplaren; Seeigel *Pseudodiadema*; kleine Teleosteer (vereinzelt); Schwanzwirbel eines Reptils (Abb.125).

Plattenkalklage 6:

Grabungen von M. ROTHGAENGER 1991 in gut spaltbaren, wieder mergeligen Schichten; Störungen im Schichtlagerungsgefüge erkennbar, partielle Bioturbation, Grabgänge sehr häufig; Landpflanzen häufig: *Zamites*, *Cycadopteris*, *Brachyphyllum*, *Palaeocyparis*, Koniferenzapfen, Häckselhorizonte mit Fragmenten von Koniferen. Ausgeprägte Horizonte mit Kriechspuren, Polygonstrukturen, gleichzeitige Anreicherungen von kleinen Gastropoden und Bivalven (Gastropoden bis zu einer Dichte von 2000 Ex./qm); *Pollicipes* wieder auf Aspidoceraten, bislang nur wenige Perisphinctiden nachgewiesen; Panzerkrebs *Mecochirus* und *Glyphaea* (Abb.95, Farbtafel 1), Schwimmkrebs *Aeger* (1 unvollständiger Einzelfund); zerbissene reguläre Echiniden (Fraßreste), irreguläre Echiniden (?*Holectypus*). Knochenschmelzschupper *Aspidorhynchus*; echte Knochenfische: *Tharsis*, *Leptolepides*, *Thrissops*. Ähnlich wie die Plattenkalklage 1 repräsentiert Lage 6 eine Spuren- und Grabgangfazies und ein vermutlich sehr heterogenes Teilprofil.

Plattenkalklage 7:

Probegrabung von RÖPER 1992, weitere Probegrabungen: M. ROTHGAENGER und A. BÖTTCHER 1996. Feinstlaminierte Schichten mit ungestörter Feinschichtung, teilweise schlecht spaltbar. Fossilarme Fazies mit wenigen gut erhaltenen Ausnahmefossilien; Fossilien durch die starken Verwitterungseinflüsse der knapp darüber liegenden Ablehmdecke oft versintert und zerbrochen, Grabungen sehr mühselig. Bisherige Kenntnisse: Grabgänge (sehr selten), Netzleistenstrukturen bzw. Polygontyp 2 (nur ein einziger Horizont, Abb.26), kein Polygontyp 1, keine Bivalven- und Gastropoden-Horizonte und auch keine Aspidoceraten und Cirripedier. Dasycladaceen, v.a. *Petrascula* und *Goniolina* (Abb.40); Landpflanzen: *Zamites*, *Cycas*, Koniferen. Brachiopoden (vereinzelt *Terebratula*); Perisphinctiden; Panzerkrebs *Eryma* (Abb.91) in überdurchschnittlich großen Exemplaren, kleine Schwimmkrebse relativ häufig (Abb.94,95); ein regulärer Echinide mit Stachelkleid, zerbissene Seeigel. Ein Hai (Abb.108); *Notagogus* (Abb.82), *Macrosemius* (Abb.83), Fragmente von *Lepidotes*, *Aspidorhynchus* und *Caturus*, unbestimmte Knochenschmelzschupper (Abb.112), *Orthocormus cornutus* (Abb.114); echte Knochenfische: *Leptolepides*, *Tharsis*, *Thrissops* (Abb.118) sowie *Anaethalion*; Meeresschildkröte (Abb.126). Im Gegensatz zu Plattenkalklage 1 sind hier die Wirbeltiere in der Regel vollständig; zerfallene Fische wurden bislang nicht nachgewiesen. Lage 7 repräsentiert eine fossilarme, typische Konservatlagerstätte.

Plattenkalklage 8:

Diese Lage ist wegen Verwitterungseinflüssen kaum zu untersuchen, zumal sie nach 0,8 m Dicke in eine lehmige Überdeckung mit Bankkalkresten übergeht. Probegrabung von RÖPER 1996: ähnlich wie Lage 7 mit ungestörter Feinschichtung; wiederholte Einschaltung etwas dickerer, feinkörniger werdender Flinze (leichter Umschlag zu einer mehr lithographischen Plattenkalkfazies); bislang keine Bioturbation nachgewiesen; einige Horizonte stark verkieselt. Fossilarme Schicht, bisherige Fundobjekte: Dasycladaceen (ausschließlich gut erhaltene *Gonio-*



Abb.4: Gut erhaltener Knochenschmelzschupper *Notagogus denticulatus* AGASSIZ, 10 cm; Lage 7; Brunn

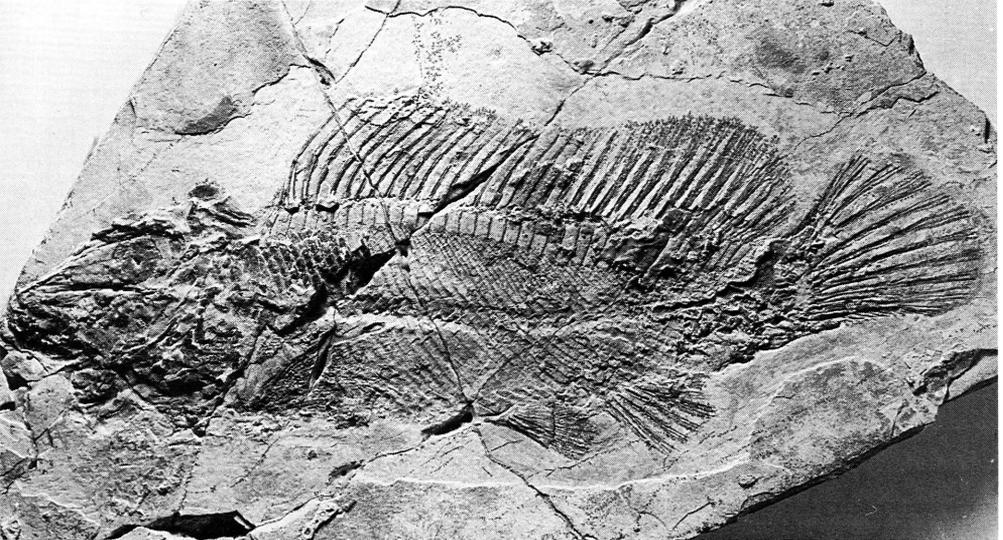


Abb.5: Gut erhaltener Knochenschmelzschupper *Macrosemius rostratus* WAGNER, 26 cm; Lage 7; Brunn

lina, mehrere Ex.); *Zamites* (1 Horizont mit mehreren Fiederblättern); Terbrateln, zerbissene Seeigel; wenige kleine Teleosteer. Ähnlich wie in Lage 7 wurden weder Aspidoceraten noch Cirripedier nachgewiesen.

Die Gesamtbeschreibung ist für den südöstlichen Abschnitt des Steinbruchs zutreffend. Nach Nordost/Nord zieht das beschriebene Profil mit den Lagen 1 bis 6 durch den Aufschluß durch. Oberhalb davon sind die Lagen 7-8 an der nördlichen Ecke des Steinbruches ersetzt durch andere Ablagerungen, vermutlich in einer größeren rinnenartigen Struktur. Leider standen keine Finanzen zur Verfügung, um den Steinbruch von seinen Halden und Verwitterungsdecken zu befreien und so die Gesamtschichtlagerungen besser erkennbar zu machen.

Diskussion

Profiluntersuchungen im Plattenkalktyp A bei Schernfeld und Mörsheim ergaben innerhalb der untersuchten Profile nur geringfügige Änderungen der Fazies. Anders ist die Situation in Brunn, hier zeichnen sich erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Lagen ab. Sie werden besonders deutlich, wenn man die Plattenkalklagen 1 und 7 vergleicht (WUNDERER, RÖPER & ROTHGAENGER 1997).

Lage 1 enthält eine strömungsbeeinflusste Spuren- und Grabgangfazies mit Mikrobenmatten, Muschel- und Schneckenhorizonten. Charakterfossilien sind die Cirripedier-Kolonien auf Aspidoceraten. Bemerkenswert erscheint die absolute Dominanz der Panzerkrebse *Mecochirus* und *Glyphaea*, bei gleichzeitiger Seltenheit von Schwimmkrebsen. Intraklasten, Brachiopoden, reguläre Seeigel und eine Fülle von Fraßresten belegen nahegelegene Hartgrundbiotope. Zusammengenommen sprechen die Ergebnisse für einen flachen, marginalen Becken- bzw. Lagunenabschnitt (Brunner Randfazies) in der Nähe eines Durchlasses (nahegelegt durch teils erhöhte Tongehalte).

In Lage 7 dominieren fossilarme "Papierschiefer" mit meist ungestörter Feinschichtung. Spurenhorizonte konnten nicht nachgewiesen werden, Grabganglabyrinth sind Raritäten, Muschel- und Schneckenhorizonte scheinen ebenso zu fehlen wie Polygonstrukturen, die für Lage 1 dagegen typisch sind (Abb.2). Netzleistenstrukturen (Polygontyp 1, RÖPER & ROTHGAENGER 1996) sind in Lage 7 auf einen einzigen Horizont beschränkt (Abb.3). Auch wurden bislang keine Cirripedier gefunden, dafür aber eine Reihe kleiner Schwimmkrebse. Parallel zu dem fast völligen Verschwinden der Grabgänge fehlt bislang auch der Nachweis von *Glyphaea*; sämtliche bisher in Lage 7 entdeckten Panzerkrebse gehören zur Gattung *Eryma*. Nachweise von Brachiopoden und kompletten Seeigeln sind erheblich seltener als in Lage 1, während zerbissene Seeigel, also Fraßreste, mindestens genauso häufig vorkommen. Offenbar lagen zur Entstehungszeit von Lage 7 die Hartgrundbiotope weiter entfernt, wodurch Einschwemmungen vollständig erhaltener Benthosorganismen aus Randbiotopen, wie Brachiopoden und Seeigel, seltener sind. Im Einklang mit dieser Folgerung steht auch ein weiterer Befund, wonach Intraklasten vom Beckenrand in Lage 7 keine Rolle spielen. Enthält Lage 1 vornehmlich zerfallene Wirbeltiere, so befinden sich in Lage 7 in aller Regel vollständig artikulierte Wirbeltiere, typisch für Konservatlagerstätten. Die bisherigen Grabungen sprechen bei Lage 7 für einen jüngeren, zentralen Becken- oder Lagunenbereich (Brunner Zentralfazies) mit einer stärkeren Restriktion der Lagune.

Sowohl in der Rand- wie in der Zentralfazies sind Dasycladaceen relativ häufig. Es ist daher anzunehmen, daß das gesamte Becken relativ flach war (wenige Meter Wassertiefe). In Brunn ist es möglich, innerhalb ein und desselben Lagerstättentyps eine Rand- und Zentralfazies miteinander zu vergleichen.

Im Rahmen des Projekts "Spuren- und Grabgangsschiefer" wurde ein ähnlicher Problemkreis im Plattenkalktyp C bzw. in den Unteren Hienheimer Schichten ansatzweise bearbeitet, allerdings nicht innerhalb des gleichen Steinbruches, sondern anhand von Vergleichen verschiedener Aufschlüsse (RÖPER & ROTHGAENGER 1998 a). Auch Typ C zeigt offenbar erhebliche Unterschiede zwischen Randfazies und zentraler Beckenfazies. Dabei fällt auf, daß in den Unteren Hienheimer Schichten Intraklasten, Brachiopoden-Horizonte, kleine Seeigel und Muschel-Horizonte - soweit sie ökologisch den Brunner Formen entsprechen - auf die Randfazies der Kelheimer Bucht konzentriert sind. Nur ist sie hier erheblich kalkiger als die offene, zentrale Beckenfazies bei Hienheim. Beide, die Hienheimer Randfazies und Brunn, bestehen aus feinstlaminierten "Papierschiefern". Für eine abschließende Beurteilung der bisherigen Befunde sind noch eine Reihe von weiteren Untersuchungsprogrammen notwendig. Klarheit ergibt sich nur darin, daß die sich abzeichnenden Übereinstimmungen zwischen Typ D und C in beiden Lagerstätten (Brunn, Hienheim) jeweils auf lagunen- bzw. beckeninterne, paläoökologische und paläofaunistische Unterschiede hindeuten. In der Ausarbeitung derartiger Differenzierungen liegt heute ein Schwerpunkt der Forschung. Durch kartierungsmäßige Erfassung von Sedimenten, Spuren und Grabgängen, Floren und Faunen, Koprolithen und Fraßresten können Paläoökologie, Paläofaunistik sowie die Einflüsse von Randbiotopen recht gut erfaßt werden. Je mehr diese Randinformationen zu unseren Fossilfunden anwachsen, desto leichter fällt es, erste Zusammenhänge in der Verteilung der Floren und Faunen unterschiedlicher Faziesbereiche zu erkennen (vgl. RÖPER & ROTHGAENGER 1998 b, in Vorber.).

Allein mit solchen Spezialuntersuchungen kann man jedoch die Genese von Lagerstätten nicht klären. Aber diese sehr aufwendige und kostspielige Arbeitsmethodik hat sich mittlerweile bewährt, um Plattenkalktypen voneinander abzugrenzen und fazielle Unterschiede innerhalb eines Typs zu erkennen. In diesem Sinne ergänzt die mehr als ein Jahrzehnt kontinuierlich angewendete Methodik andere Forschungsansätze wie Taphonomie, Analyse von Nanoplankton, Mikrofazies, Sedimentologie. Gerade auch die Geochemie hat in den letzten Jahren eine eigene Klassifikation von Plattenkalktypen hervorgebracht (BAUSCH et al. 1994).

Literatur und Projektübersicht

- BARFELD, R. (1988): Zur Lithologie und Fauna der Oberen Solnhofener Schichten im Steinbruch "Hummelberg", Mörsnheim, Fränkische Alb, und Erläuterungen zur geologischen Karte des Rebdorfer Waldes (Fränkische Alb), Blatt 7132 Dollnstein. - 113 S., Diplomarbeit Univ.Bonn
- BÄRTHEL, K.W. (1978): Solnhofen - ein Blick in die Erdgeschichte. - 393 S., 16 Farbtaf., 64 Taf., 50 Textabb. Thun (Ott)
- BAUSCH, M., G. VIOHL et al. (1994): Eichstätt and Cerin: Geochemical comparison and definition of two different plattenkalk types. - *GEOBIOS*, M.S. 16, 107-125; Lyon

- BRÜLL, H. (1988): Zur Lithologie und Fauna der Oberen Solnhofener Schichten im Steinbruch "Hummelberg", Mönsheim, Fränkische Alb, und Erläuterungen zur geologischen Karte des Rebdorfer Waldes (Fränkische Alb), Blatt 7132 Dollnstein. - 113 S., Diplomarbeit Univ. Bonn
- FESEFELDT, K. (1962): Schichtenfolge und Lagerung des Oberen Weißen Jura zwischen Solnhofen und der Donau (Südliche Frankenalb). - Erlanger Geol. Abh., 46, 80 S., 2 Taf., 30 Abb. Erlangen
- FRICKHINGER, V.A. (1994): Die Fossilien von Solnhofen. Eine Dokumentation der bekannten Fossilarten. - 336 S. Korb (Goldschneck)
- GERHARD, U. (1990): Beitrag zur Kenntnis des höheren Malm Zeta 2b in der Obereichstätter Wanne/ Profil Imberg-Schernfeld (Südliche Frankenalb) und Erläuterung zur Geologischen Karte im Raum NE von Altstetten (Südliche Frankenalb). - 103 S., Diplomarbeit Universität Bonn
- GERHARD, U. & T. MÖRS (1991): Ergebnisse einer feinstratigraphischen Profilaufnahme in den Plattenkalken von Schernfeld (Unteres Untertithon, Südliche Frankenalb). - *Archaeopteryx* 9, 21-34, 7 Abb., Eichstätt
- KEUPP, H. (1977): Ultrafazies und Genese der Solnhofener Plattenkalke (Oberer Malm, Südliche Frankenalb). - *Abh. Naturhist. Ges. Nürnberg*, 37, 128 S., 30 Taf., 19 Abb., Nürnberg
- KRÜGER, J. (1992): Beitrag zur Kenntnis der Plattenkalke des höheren Malm Zeta 2b/ Profil Imberg/ Schernfeld 1b (Südliche Frankenalb). - 110 S., Diplomarbeit Univ. Bonn
- KUTSCHER, M. & M. RÖPER (1995): Die Ophiuren aus dem "Papierschiefer" von Hienheim (Malm Zeta 3). - *Archaeopteryx* 13, ??, Eichstätt
- MAYR, F.X. (1967): Paläobiologie und Stratonomie der Plattenkalke der Altmühlalb. - Erlanger Geol. Abh. 67, 40 S., 16 Taf., 8 Abb., Erlangen
- 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
- PEITZ, C. (1992): Beitrag zur Kenntnis des Malm Zeta 2b in der Obereichstätter Wanne. Profile "Imberg" und "Am Sportplatz", Schernfeld/ Südliche Frankenalb. - 63 S., Diplomarbeit Univ. Bonn
- PÖSGES, G. (1988): Zur Lithologie und Fauna der Oberen Solnhofener Schichten im Steinbruch "Hummelberg", Mönsheim, Fränkische Alb, und Erläuterungen zur geologischen Karte des Rebdorfer Waldes (Fränkische Alb), Blatt 7132 Dollnstein. - 113 S., Diplomarbeit Univ. Bonn
- RÖPER, M. (1990): Zur sedimentologischen und faunistischen Entwicklung des Malm Zeta 2b und Zeta 3 im Wannenzentrum der Solnhofener Wanne/ Südliche Frankenalb (Profile Hummelberg und Hummelberg-Reserve, Mönsheim). - 132 S., Diplomarbeit Univ. Bonn
- (1991): Zur Kenntnis des Malm Zeta 2 und Zeta 3 im Steinbruchgebiet "Mönsheimer Hummelberg" (Unteres Untertithon, Südliche Frankenalb). - *Archaeopteryx* 9, 1-19, 7 Abb., Eichstätt
 - (1992a): Beitrag zur Deutung des Lebensraumes der Plattenkalke der Altmühlalb (Malm Epsilon 2 bis Malm Zeta 3). - 96 S., 14 Taf., Grabungsbericht Schamhaupten, Diss. Univ. Bonn
 - (1992b): Geologisches Gutachten über die Bedeutung des Fossilvorkommens von Wischenhofen/ Brunn bei Kallmünz (Oberpfalz), unpubl. (Archiv Naturwiss. Verein Regensburg)
 - (1996a): Paläontologie in Regensburg. - *Fossilien* 5/96, 315-322, Korb (Goldschneck)
 - (1996b): Paläoökologische Säulenprofile in den Oberjuraplattenkalken von Bayern. - *Terra Nostra* 96/9, 125, Köln (A. Wegener-Stiftung)
 - (1997a): Paläoökologische Säulenprofile in den Oberjura-Plattenkalken der Südlichen Frankenalb (Oberes Kimmeridgium bis Unteres Tithonium). - *Acta Albertina Ratisbonensia* 50, Regensburg (in diesem Band)

- (1997b): Crinoiden-, Ophiuren- und Asteridenhorizonte in untertithonischen Plattenkalken der Südlichen Frankenalb. - Terra Nostra 97/6, 100-101, Köln (A.Wegener-Stiftung)
- (1997c): Upper Kimmeridgian fishes within the thinly laminated limestones of Brunn (East Bavaria/Southern Germany). - Int. Conference on Mesozoic Fishes, July 1997 at Buckow, Germany
- (1997d): Die Geologie unseres Steinbruches, in : RYGOL, K.: 50 Jahre Kalkwerk Rygol, 36-43. - Jubiläumsbroschüre Kalkwerk Rygol, Painten
- RÖPER, M. & M.ROTHGAENGER (1995a): Eine neue Fossilagerstätte in den ostbayerischen Oberjura-Plattenkalken bei Brunn/Oberpfalz. Erster Forschungsbericht. - Jahr.ber.1994 u. Mitt.d.Freunde d.Bay.Staatsslg.Paläontol.u.hist.Geol. München 24, 32-46, 1 Abb., 4 Taf., München
- (1995b): Neue Fossilagerstätte im Forstamt Pielenhofen entdeckt. - Forstinfo., Bayer.Staatsforstverw. 13/95, 2 S., 2 Abb., München (Bayer.Staatsminist.f.Ernähr., Landwirtsch.u.Forsten)
- (1996a): Grabungen in ostbayerischen Plattenkalken von Brunn bei Regensburg. - Fossilien 1/96, 31-36, Korb (Goldschneck)
- (1996b): Die Oberjura-Plattenkalke von Brunn/Oberpfalz: Altersstellung und Paläoökologie einer neu entdeckten Fossilagerstätte. - Terra Nostra 96/6, 76, Köln (A.Wegener-Stiftung)
- (1997): Zur Altersdatierung und Paläoökologie der Oberjura-Plattenkalke von Brunn (Oberes Kimmeridgium/ Oberpfalz). - Acta Albertina Ratisbonensia 50, Regensburg (in diesem Band)
- (1998a): Die Plattenkalke von Hienheim - Spuren und Echinodermenbiotope im Südfränkischen Jura. - 110 S., 150 Abb., Eichendorf (Eichendorf-Verlag), in Vorber.
- (1998b): Die Plattenkalke von Solnhofen, Mörsnheim, Langenaltheim. - 96 S., Treuchtlingen (Keller-Verlag), in Vorber.
- RÖPER, M., ROTHGAENGER, M. & K. ROTHGAENGER (1996): Die Plattenkalke von Brunn (Landkreis Regensburg) - sensationelle Fossilien aus dem Oberpfälzer Jura. - 102 S., 136 Abb., Eichendorf (Eichendorf-Verlag)
- STOLZENBURG, S. (1992): Beitrag zur Kenntnis des Malm Zeta 2b in der Obereichstätter Wanne - Profile "Imberg" und "Am Sportplatz", Schernfeld/ Südliche Frankenalb. - 83 S., Diplomarbeit Univ. Bonn
- VIOHL, G. (1983): Forschungsprojekt "Solnhofener Plattenkalke". - Archaeopteryx 1, 3-23, 12 Abb., Eichstätt
- (1985): Raubfische der Solnhofener Plattenkalke mit erhaltenen Beutefischen. - Archaeopteryx 5, 33-64, Eichstätt
- (1994): Fish taphonomy of the Solnhofen plattenkalk - an approach to the reconstruction of the palaeo-environment. - Geobios, M.S.n.16, 81-100, Lyon
- (1996): The palaeoenvironment of the late Jurassic fishes from the southern Franconian Alb (Bavaria, Germany). - In: ARRATIA, G. & G. VIOHL (1996): Mesozoic fishes - systematics and palaeoecology, 513-528, 15 figs., München
- WUNDERER, H. & M. RÖPER (1997): Paläontologie am Naturkundemuseum Ostbayern in Regensburg. - Paläontologie aktuell, H.35, 52-53, Stuttgart
- WUNDERER, H., RÖPER, M. & M. ROTHGAENGER (1997): Zwischenbericht über die Ausgrabungen im Brunner Plattenkalk. - Terra Nostra 97/6, 167, Köln (A.Wegener-Stiftung)

Verfasser: Dr. Martin Röper, Naturkundemuseum Ostbayern, Am Prebrunntor 4, 93047 Regensburg

