

Zur Bildungsdauer des Nusplinger Plattenkalks

Teil 1: Einführung, Sedimente sowie Zerfall und Einbettung von Fossilien

Manfred Stephan, Lerchenweg 26, D-71394 Kernen i.R.

Zusammenfassung: Der Nusplinger Plattenkalk (Oberjura; westliche Schwäbische Alb) ist eine kleinräumige Konservat-Fossilagerstätte mit teilweise sehr gut erhaltenen Fossilien. Der Plattenkalk besteht großenteils aus zerfallenen Skelettteilen planktonischer Goldalgen (*Coccolithophoriden*) und untergeordnet auch der Schweb-Seelilie *Saccocoma*. Jede papierdünne bis einige cm-mächtige Plattenkalk-Lage ist das Resultat eines raschen Ablagerungsvorgangs. Auch die zwischen Plattenkalk-Paketen eingeschalteten „Dickten Bänke“ wurden als Turbidite (Trübestrome) jeweils sehr schnell sedimentiert. Zuletzt ist das Plattenkalk-Areal durch eine meterdicke Blocklage verschüttet worden, was auf heftige Seebeben zurückgeführt wird.

Zahlreiche auf dem Boden der tropisch-warmen Plattenkalkwanne zerfallene Fische belegen Ablagerungspausen von einigen Tagen zwischen vielen Sedimentationsereignissen. Bodenleben gab es fast nur im untersten Plattenkalk-Abschnitt als Kurzzeit-Besiedlungen von an extreme Bedingungen angepassten Endobionten (Bodenwühlern). Das Gehäuse der besonders zahlreichen Ammoniten löste sich schon in den ersten Wochen auf, etwa zeitgleich mit dem Zerfall der Weichteile. In dieser Zeit wurde es mit weiteren Plattenkalk-Lagen bedeckt.

Abb 1: Das Blockbild zeigt die westliche Schwäbische Alb mit Nusplingen und Egesheim; dazwischen der Westerberg, auf dessen Hochfläche der Plattenkalk ansteht. Albhochfläche und Talflanken werden ebenso wie der Steilanstieg der Alb im Raum Reutlingen – Balingen – Spaichingen vom Oberen (= Weißen) Jura gebildet (vgl. Abb. 15). Gestaffelt davor (z.B. zwischen Tübingen und Reutlingen) sind die Schichtstufen des Unteren (= Schwarzen) und Mittleren (= Braunen) Jura angedeutet. (Nach DIETL & SCHWEIGERT 1999b; nach ZIEGLER)



Eine Konservat-Fossilagerstätte

Im Unterschied zu den ausgedehnten Arealen des Solnhofener Plattenkalks (Südliche Frankenalb) ist von der Schwäbischen Alb fast nur das kaum 1,5 km² große Vorkommen bei Nusplingen bekannt (DIETL et al. 1998b, 2-4; Abb. 1). Es wurde 1983 wegen seiner wertvollen Fossilien behördlich als Grabungsschutzgebiet ausgewiesen (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 21.72). Der Nusplinger Plattenkalk gehört in den Oberen bzw. Weißen Jura (zur genauen Einstufung s. Kasten S.34). Er zählt – wie andere Plattenkalk-Vorkommen – zu den Konservat-Lagerstätten. Diese sind gekennzeichnet durch unvollständige Zersetzung der Eiweißstoffe (sog. „Weichteil“-Überlieferung) und führen oft zusammenhängende, gut erhaltene Skelette (SEILACHER 1970; vgl. 1999, 301f.).

Lokalitäten, Sedimentmächtigkeiten und Entstehungsräume

Grabungsstellen und Schichtmächtigkeiten. Nach jahrzehntelanger Unterbrechung führt seit 1993 wieder eine paläontologische Institution, das Staatliche Museum für Naturkunde in Stuttgart, jährliche Grabungskampagnen durch (vgl. DIETL et al. 1995; DIETL & SCHWEIGERT 2001, 22-26). Die Forschungsgrabungen finden im Nusplinger und im Egesheimer Steinbruch statt, zwei kleinen Brüchen, die nur 150 m voneinander entfernt sind. Im Egesheimer Steinbruch ist der untere Teil der Plattenkalkabfolge mit 5 m Mächtigkeit erschlossen. Im Nusplinger Steinbruch steht der obere Teil der Plattenkalke an (Abb. 2). Eine unmittelbar daneben abgeteufte Bohrung ergab hier eine Plattenkalk-Mächtigkeit von 10,5 m (DIETL et al. 1998b, 7). Durch die aktuellen Grabungen sind davon derzeit nur die oberen 5 bis 6 m aufgeschlossen (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 29; Abb. 3 und 4). Die Gesamtmächtigkeit des Plattenkalks ist, wie verschiedene Forschungsbohrungen auf dem Westerberg ergaben, lokal verschieden und schwankt nach bisheriger Kenntnis zwischen 10,5 und 17 m (DIETL et al. 1998b, 12.17-21).

Ablagerungsräume. Für die Entstehungszeit im Oberjura werden paläogeographisch zwei West-Ost verlaufende „Wannen“ (Becken) rekonstruiert mit einer Länge von maximal 1-2 km sowie wenigen Hundert Meter Breite und bis zu 80 m Meerestiefe, in denen die Plattenkalke abgelagert wurden. Der Nusplinger Steinbruch liegt mehr im Zentrum und der Egesheimer Steinbruch ziemlich am Rand der sog. Westerbergwanne. Nur von ihrer Sedimentfüllung blieb ein beträchtlicher Teil erhalten. Dagegen besteht von der südlichen Wanne nur noch ein Relikt vorkommen am Hang des Großen Kirchbühl (DIETL et al. 1998b, 2-23.26).

In der Westerbergwanne lagerten sich auf den „Oberen Felsenkalken“ zunächst noch ca. 20 m „Liegende Bankkalken“ ab (DIETL & SCHWEIGERT 1999b, 260). Darüber setzte „ganz plötzlich, ohne jeden Übergang“ die Plattenkalk-Sedimentation ein (Abb. 5). „Die Verhältnisse müssen sich drastisch geändert haben, da das gesamte Bodenleben aufhörte. Wir nehmen an, daß die wannenbegrenzenden Schwamm-/Algen-Riffe, die ursprünglich in größerer Wassertiefe entstanden sind, nun in die Nähe der Wasseroberfläche gelangten und wie Barrieren gegen das offene Meer gewirkt haben“, interpretieren DIETL & SCHWEIGERT (1999a, 18/20)¹. Vermutet wird als Ursache eine rasche Absenkung des Meeresspiegels oder eine schnelle Hebung des Meeresbodens bzw. beides (SCHWEIGERT 1998a, 23; DIETL et al. 1998b, 29f.). Dies dürfte rasch zu verminderter Durchmischung des Meerwassers in den Wannen und einer lebensfeindlichen Situation mit stark herabgesetztem Sauerstoffgehalt auf den Wannenböden geführt haben (Stagnation).

Da aber der Übergang von den „Liegenden Bankkalken“ zu den Plattenkalken „abrupt“ erfolgt, sollte man m.E. von einer raschen Hebung des Meeresbodens ausgehen; allerdings hätte sie den gesamten Schwäbischen Oberjura betroffen (vgl. DIETL et al. 1998b, 7; vgl. 6-14.29f.). Auch heutige Seebeben können plötzliche, drastische Vertikalbewegungen des Meeresbodens bewirken (SEIBOLD 1995, 46).

Brekzienbänke: Durch enorme Ablagerungs-Ereignisse entstanden

Die Nusplinger Plattenkalke bestehen aus der eigentlichen Plattenkalk-Abfolge, der ein knappes Dutzend „Dicke Bänke“ in unregelmäßigen Abständen zwischengeschaltet sind. Sie können zwischen ca. 10 cm und etwa 1 m mächtig sein, bestehen zum Teil aus größeren, eckigen Kalkstein-Komponenten (Brekzien) und werden daher auch Brekzienbänke genannt. Sie weisen häufig eine gradierte Schichtung auf, d.h., die Komponenten sind unten gröber und werden nach oben feiner (BANTEL et al. 1999, 7-13). Sie entstanden aus

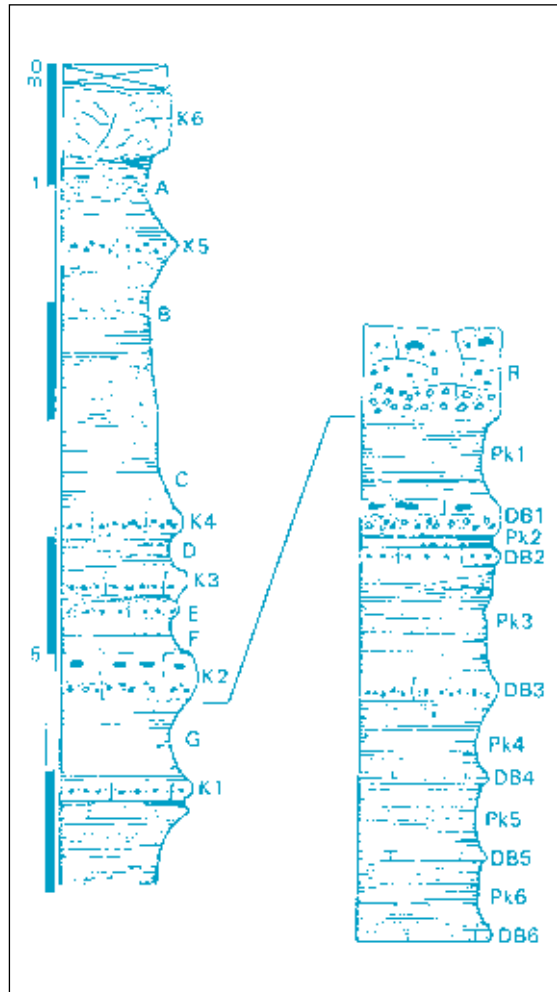


Abb. 2: Links: Schichtenfolge im Nusplinger Steinbruch, soweit sie nach unten durch die Grabungen erschlossen ist. In die Plattenkalk-Pakete sind in unregelmäßigen Abständen „Dicke Bänke“ eingeschaltet, die zum Teil aus größerem Material bestehen. Im oberen Teil ist die waagerechte Schichtung der Plattenkalke zum Teil gestört. Ganz oben endet der Schichtstapel mit einer mächtigen Blockschuttlage (s. Abschnitt „Brekzienbänke“). Die Schichtbezeichnungen gehen auf ALDINGER (1930) zurück. Ganz links Maßstab in Metern. Rechts: Abfolge der Schichten im Egesheimer Steinbruch. Der Plattenkalk beginnt direkt über den Liegenden Bankkalken (s.u.) und schließt oben mit der „Dicke Bank“ R ab, die aufgrund von Bohrbefunden mit der Bank K2 im Nusplinger Steinbruch korreliert wird. Auffällig ist, daß die parallelschieferbaren Dicken Bänke im Egesheimer Steinbruch mächtiger sind (s. dazu Abschnitt „Die Ablagerung einer Plattenkalk-Lage...“). Die Schichtbezeichnungen gehen hier auf die neuen Grabungen zurück (vgl. DIETL et al. 1998b). (Aus SCHWEIGERT 1998b)



Abb. 3: Plattenkalkabfolge im Nusplinger Steinbruch mit den nummerierten „Dicken Bänken“ K1-K3.

Abb. 4: Plattenkalkprofil im Egesheimer Steinbruch mit den „Dickten Bänken“ DB 1 und 2.



Abb. 5: Rekonstruierte, vereinfachte Darstellung der Westerbergwanne. Sie liegt in ungeschichtetem Massenkalk und ist mit gebankten Oberen Felsenkalken, Liegenden Bankkalken und Nusplinger Plattenkalk (alles Weißer Jura) teilweise gefüllt (vgl. Abb. 15). (Nach DIETL & SCHWEIGERT 1999b).

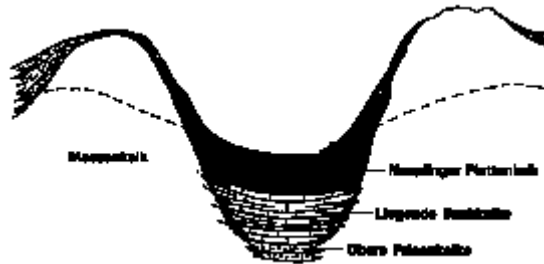


Abb. 6: Blockschuttmassen, die mehrere Meter mächtig sein können, haben den Plattenkalk zuletzt komplett verschüttet. Als Auslöser werden heftige Seebeben angenommen. Nusplinger Steinbruch.



Abb. 7: Coccolithophoriden-Gehäuse. Es handelt sich um mikroskopisch kleine planktonische Meeresalgen, die durch Massenvermehrungen wichtige Kalkbildner sein können. Die Gehäuse heißen Coccosphären; die abgebildete ist aus einzelnen Scheiben aufgebaut, den Coccolithen. (AUS GEYER 1973)

hochenergetischen, schweregleitenden Turbiditen (Trübestürmen; TEMMLER 1964, 22-32; 1966, 895; WESTPHAL 1992, 66f.). Von Zeit zu Zeit hat sich, wie DIETL (1998, 132) vermutet vielleicht durch stärkere Seebeben, vom höhergelegenen (inzwischen abgetragenen) Wannenrand Material abgelöst und als Sedimentlawine über das gesamte Plattenkalkareal verteilt. Jedes Turbidit-Ereignis bildete eine Brekzienbank (vgl. Abb. 2 bis 4).

Abschluß der Plattenkalkbildung. Zuletzt wurde die Plattenkalk-Sedimentation „offensichtlich durch ein katastrophales Ereignis beendet“ (DIETL et al. 1998b, 12). Denn von den Rändern stürzten und glitten z.T. kubikmetergroße Blockschuttmassen in die Wanne und verschütteten das gesamte Plattenkalk-Areal vollständig (Abb. 6). Auslöser könnte nach DIETL & SCHWEIGERT (2001, 34) eine Serie gewaltiger und länger andauernder Seebeben gewesen sein (vgl. DIETL 1998, 132).

Zur Herkunft des Kalksediments

Kalkgehäuse von Goldalgen. Der eigentliche Nusplinger Plattenkalk besteht aus feinkörnigen, papierdünnen bis einige cm-mächtigen Kalkplatten. Auf vielen Oberflächen, aber auch in den Platten, sind kleine Partikel, besonders Schwammnadeln, angereichert (FUCHS 1937, 54; SCHWEIGERT et al. 1998, 32; DIETL & SCHWEIGERT 2001, 49)². Nach rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen dürfte „ein erheblicher Teil der mikritischen [feinstkörnigen] Grundmasse des Nusplinger Plattenkalks ... auf vollständig zerfallene Coccosphären zurückgehen“ (BANTEL et al. 1999, 14); nach DIETL & SCHWEIGERT (2001, 30) besteht der Kalk „überwiegend“ daraus. Es handelt sich um kalzitische Gehäuse planktonischer Goldalgen, der Coccolithophoriden (Abb. 7). Auch der Solnhofener Plattenkalk geht zumindest zu einem Teil darauf zurück (VIOHL 1998, 47). Im heutigen tropischen Atlantik stellen sie fast die Hälfte des pflanzlichen Planktons (ZIEGLER 1991, 22).

Schwebseelilie Saccocoma. Zerfallene Skelettelemente der im Wasser schwebenden Klein-Seeelilie *Saccocoma* „können ebenfalls einen erheblichen Anteil am Sediment erreichen“; in den Brekzien-Bänken stellen ihre Reste sogar „eine Hauptkomponente dar“ (BANTEL et al. 1999, 24). Sie können in bestimmten Schichten massenhaft auftreten, sind aber im Gegensatz zum Solnhofener Plattenkalk im Gelände oft kaum zu erkennen (vgl. ALDINGER 1930, 265; FAHRION 1937, 60). Ihr Erhaltungszustand ist meist nicht so gut und wechselt von Schicht zu Schicht (Abb. 8). Saccocomen ernährten sich nach HESS (2000, 351) vor allem von Coccolithophoriden.

Die Ablagerung einer Plattenkalk-Lage war ein einziges rasches Ereignis

Nach DIETL (1998, 132) sind auch die Kalkplatten wahrscheinlich ähnlicher Entstehung wie die Brekzienbänke (s. Abschnitt „Brekzienbänke“). Die Bearbeiter nehmen an, daß „zumindest periodisch das Meerwasser massenhaft als sogenannte Algenblüte erfüllt“ war, also Massenvermehrungen von Coccolithophoriden (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 31). Allerdings seien hier keine Seebeben nötig gewesen, sondern es genügten Hurrikans oder Monsunstürme, um in flacheren Meeresbereichen Kalkschlick, der aus solchen Planktonblüten stammt, aufzuwirbeln (DIETL 1998, 132). Die aufgewühlte, schwebende Feintrübe könnte sich dann weiträumig im Meer verteilt haben und gelangte auch in die Plattenkalkareale. Dort sank der Kalk auf den ruhigen, tiefer liegenden Wannenboden und bildete jeweils eine Sedimentlage (DIETL & SCHWEIGERT 1999b, 261).

Sedimentverfrachtung durch seismische Wogen?

Als Auslöser des Kalkschlick-Transports könnte man möglicherweise auch (zusätzlich) an (kurzfristig verlaufende?) Abfolgen tektonischer Ereignisse denken (Seebeben), für die es vermehrt Hinweise im süddeutschen Oberjura gibt (s. Abschnitte „Lokalitäten“ und „Brekzienbänke“; STEPHAN 2001, 93). Dabei wären durch die ausgelösten *Tsunamis* (seismische Wogen) immer wieder enorme Strömungen und damit Transportbedingungen im Meer initiiert worden³.

Der Absatz der winzigen Kalkpartikel aus zerfallenen Coccolithen dauert heute bei 80 m Meerestiefe nur ca. einen halben Tag, wenn sie (als Verdauungsrückstände) in Kotpillen eingepackt sind (ZIEGLER 1991, 25; vgl. BANTEL et al. 1999, 14). Die Bohrerergebnisse zeigen, daß „sowohl die Mächtigkeiten einzelner Brekzienbänke als auch die zwischengelagerten Plattenkalkpakete vom Rand zum Zentrum der Wanne abnehmen, was für eine weitgehend allochthone Herkunft des Sediments spricht“ (DIETL et al. 1998b, 26; vgl. BANTEL et al. 1999, 7), d.h. für einen Transport sowohl des gröberen Brekzienbank-Materials als auch der feinkörnigen Plattenkalk-Komponenten von außen in die Ablagerungswanne (vgl. Abb. 2). Die einzelnen Plattenkalk-Lagen sind also anerkanntermaßen schnell entstanden (DIETL & SCHWEIGERT 1999a, 23; vgl. VIOHL 2000, 148).

Zur Zerfallsdauer von Plattenkalk-Fischkadavern

Fische vielfach zerfallen. Viele Fossilien sind nicht so gut erhalten, wie manche abgebildeten Prachtstücke suggerieren. Unter den Funden sind Fische „nicht allzu selten“ (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 126). Zwar ist bei Schmelzschuppenfischen „in vielen Fällen noch das gesamte Schuppenkleid erhalten“ (DIETL & SCHWEIGERT 1999b, 265). Nach DIETL (1998, 136) sind sie dennoch – das gilt besonders für „echte“ Knochenfische – „meistens mehr oder weniger stark zerfallen. Ihre Kadaver sind in der Regel vor der Überdeckung durch Sediment längere Zeit am Meeresboden frei gelegen, an Ort und Stelle verwest und dabei auseinandergefallen“ (Abb. 9; vgl. WEIGELT 1930, 97). Die einzelnen Skeletteile wurden jedoch wegen fehlender Bodenströmungen in der Ablagerungswanne nicht verdriftet (s. vorigen Abschnitt). Nur die Kadaver, die sofort überdeckt wurden, zerfielen nicht. Sie finden sich aber zumeist innerhalb einer Kalkplatte „und werden bei der Fundbergung daher leicht übersehen“ (DIETL 1998, 136). Einzig Haie sind wegen ihrer sehr zerfallsbeständigen Haut mit Zähnenbesatz meistens komplett erhalten.

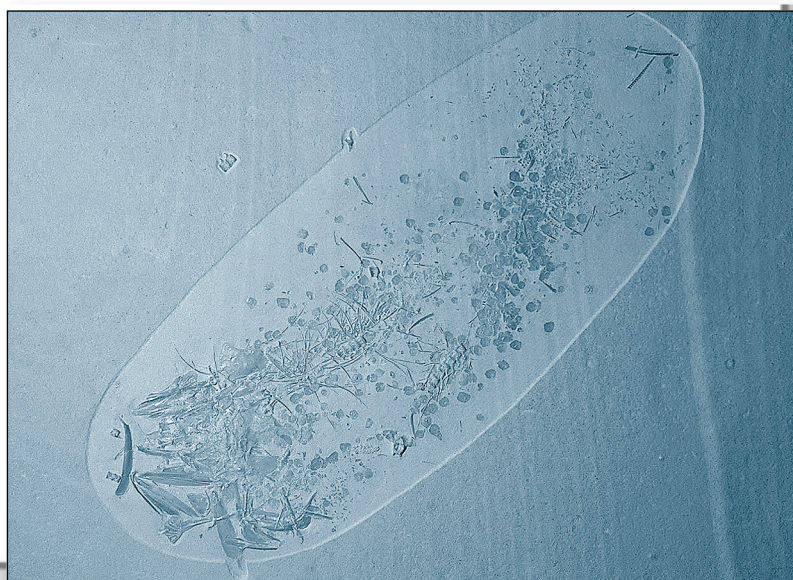


Krebse besser erhalten. Krebsfunde sind häufiger als Fische, „an manchen Grabungstagen werden in bestimmten Schichten mehr als ein Dutzend Krebse pro Tag gefunden“ (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 51). Schon nach FAHRION (1937, 60) sind Krebse die häufigsten Fossilien. Neben Ammoniten und Belemniten ist die Großgarnele *Antrimpos* das häufigste Wirbellosen-Fossil (Abb. 10). Sie umfaßt mehr als 80% aller Krebsfunde (SCHWEIGERT 2001, 2) und ist „in der Regel ausgezeichnet erhalten“ (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 51). Es ist auffällig, daß diese Krebse zumeist einen viel besseren Erhaltungszustand zeigen als Fische. Jedoch sind die allermeisten kompletten Funde von *Antrimpos* Exuvien (Häutungshemden), bei denen natürlich kein Zerfallsprozeß abläuft wie bei einem Weichteil-Organismus (SCHWEIGERT 2001, 6-9; DIETL & SCHWEIGERT 2001, 51, 104). Ansonsten wechselt auch der Erhaltungszustand von Krebsen stark (FAHRION 1937, 60).

Zerfallsdauer heutiger Fischkadaver. Nordseefische zerfallen in Meerwasser bei ca. 15-18 °C je nach Gattung unterschiedlich schnell in etwa 17-33 Tagen *vollständig* (SCHÄFER 1962, 63-67). „Ist andererseits die Wassertemperatur recht hoch, so setzt die Gasentwicklung in der Leibeshöhle fast

Abb. 8: Die kleine stiellose Schweb-Seelilie *Saccocoma*, die im Solnhofener Plattenkalk viele Schichtflächen massenhaft bedeckt, ist im Nusplinger Plattenkalk weniger gut erhalten.

Abb. 9: Dieser Knochenfisch *Anaethalion* ist vor der Überdeckung mit der nächsten Kalkschlicklage auf dem Wannenboden völlig zerfallen; allerdings ist der Zerfall nicht bei allen Knochenfischen so stark. Bisher wurden nur aus einer Lage im Nusplinger Plattenkalk heringartige Knochenfische (*Tharsius dubius*) in hervorragender Erhaltung gefunden (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 64). (Copyright Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart)



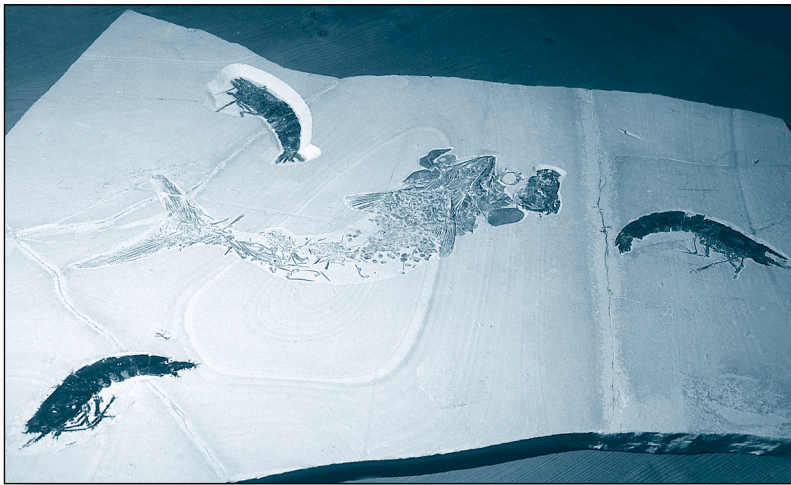


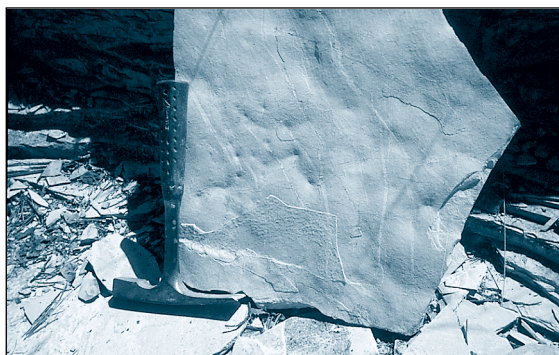
Abb. 10: Ein einmaliger Fund: Drei Großgarnelen Antrimpos „umringen“ einen teilweise zerfallenen, 50 cm langen Schmelzschuppenfisch Caturus. Anders als der Raubfisch sind die Garnelen gut erhalten; es handelt sich wohl um Exuvien (Häutungshemden). Zu beachten ist, daß die obere Garnele auf einer tieferen Schichtfläche liegt und freipräpariert werden mußte. (Copyright Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart)

Abb. 11: Das Spurenfossil Parahaentzschelina egesheimense setzt sich aus zahlreichen zu Gruppen angeordneten, kleinen napfförmigen Vertiefungen zusammen und kommt flächenhaft verbreitet vor (Massenvermehrung!), allerdings nur in den untersten Schichten (Pk 6 und DB 6). Es dürfte sich um Ausmündungen eines Gangsystems handeln; der Erzeuger ist unbekannt (vgl. SCHWEIGERT 1998a, 8f.). Egesheimer Steinbruch.

explosionsartig ein“, d.h. der Zerfall verläuft dann wesentlich schneller und die Kadaver schwimmen zumeist auf. Zersetzung durch anaerobe Mikroben (Fäulnis) im sauerstofffreien Milieu und/oder Wasserdruck bei über 10 m Tiefe verhindern ein Aufblähen und Aufschwimmen (SCHÄFER 1962, 68; FRANZEN & SCHAAL 2000, 18). Sauerstofffreies Milieu dürfte auf dem Plattenkalk-Wannenboden voraussetzen sein (s.u.). WEIGELT (1930, 181-185) beobachtete in einem durch verheerenden Kälteeinbruch entstandenen Leichenfeld am Rand eines Sees in Texas, daß Knochenfische (z.B. Karpfen) deutlich schneller zerfallen als danebenliegende *Lepisosteus*-Schmelzschuppenfische. Das stimmt mit den Befunden im Nusplinger Plattenkalk überein (s.o.). WEIGELT stellte bei seinen (allerdings erst 2-3 Monate nach der Katastrophe durchgeführten) Untersuchungen aber auch den praktisch *kompletten* Zerfall (einschließlich Schmelzschuppenkleid) von *ständig unter Wasserbedeckung* liegenden Schmelzschuppen fest. Bei früher trockengefallenen Kadavern war der stabile Schmelzschuppen-schlauch noch mehr oder weniger gut erhalten. Weil der Wasserspiegel erst spät sank, konnte WEIGELT nur zum Teil zeitliche Zerfallsstadien dokumentieren; außerdem lief in Texas die Verwesung in den vergleichsweise kühleren Wintermonaten langsamer ab (Dezember bis März).

Höhere Temperatur: Frösche zerfallen schnell.

Hier führen die detaillierten Untersuchungen von



WUTTKE weiter. Er ermittelte, daß Froschkadaver (*Rana*) im Wasser bei ca. 16-20°C etwa 56 Tage benötigen, bis sie genauso weit zerfallen sind wie tote Frösche im 20-24°C warmem Wasser nach ungefähr 12-16 Tagen (WUTTKE 1983, 540f., 551). Dabei stellt sich durch raschen Sauerstoff-Verbrauch infolge Verwesung sehr schnell anaerobes Milieu, also Fäulnis, ein. Aber das ist für die Abbau-Geschwindigkeit weniger bedeutsam als die Temperatur, die im Versuch „den wesentlichsten Einfluß auf die Zersetzungsgeschwindigkeit hatte“ (WUTTKE 1983, 559).

Sehr rascher Zerfall im [sub]tropischen Meer.

Das süddeutsche Oberjura-Meer wird u.a. wegen seiner hohen Karbonat-Produktionsrate oder dem Auftreten von Riffforallen allgemein als tropisches bis subtropisches Meer angesehen (KEUPP et al. 1990, 148; VIOHL 1998, 43, 64f.). Heutige tropische Riffforallen gedeihen am besten bei 25-29°C (FÜCHTBAUER & RICHTER 1988, 292). Diese Temperatur wird von VIOHL (1987, 52) auch für den Boden der Solnhofener Plattenkalk-Wannen angenommen (vgl. DIETL & SCHWEIGERT 2001, 35). Setzt man etwa diese Temperatur für den Ablagerungsraum der Nusplinger Plattenkalk voraus, dürfte der Zerfall *noch rascher* als in der Versuchsreihe von WUTTKE ablaufen. Man kann m.E. also mit einem sehr schnellen Zerfall der Fischleichen und anderer Meerestiere rechnen und – grob geschätzt – von einer Woche bis ca. 10 Tagen ausgehen. Länger braucht die Sedimentationsunterbrechung in diesem Fall nicht gedauert zu haben. Bereits ALDINGER (1930, 266) äußerte zu den zerfallenen Fischen des Nusplinger Plattenkalks: „Da die Verwesung unter günstigen Bedingungen schon in wenigen Tagen vor sich gehen kann, so spricht das nicht unbedingt dafür, daß die Schichtfläche, auf der der Fisch liegt, eine Unterbrechung der Sedimentation bedeutet.“

Selten: Bodenleben

Nur eine Sedimentfläche von Seeigeln besiedelt.

Eine von Seeigeln bewohnte Oberfläche wurde bisher nur von der Brekzienbank K2 (Nusplinger Steinbruch) beschrieben. Die bioturbate (verwühlte) Kalkbank ist von zerfallenen Gehäusen und langen, so gut wie nicht strömungsorientiert liegenden, fast immer unbeschädigten Stacheln von *Polycidaris nusplingensis* bedeckt. Sie wurden offenbar nicht zusammengeschwemmt, sondern liegen in ziemlich regelmäßigen Abständen. „Die Besiedlung gelang freilich nur einer einzigen Generation“ oder wenig länger; es wurden auch Jugendexemplare beobachtet. Sie waren an reduzierte Sauerstoffgehalte angepaßt und vermehrten sich kurzfristig massenhaft (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 40, 114f.).

Die Seeigel bewegten sich auf ihren langen, dünnen Stacheln fort. Daraus wird abgeleitet, daß die

bis 1 m mächtige Brekzienbank, die durch ein einziges gewaltiges Sedimentationsereignis gebildet worden war, „sich bereits so stark verfestigt hatte, daß die Seeigel nicht darin einsanken“ (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 114). Die Bank muß auch deshalb sehr schnell erhärtet sein, weil die Wasserdurchmischung, die den Sauerstoffgehalt am Meeresboden erhöhte und das Seeigel-Leben kurzzeitig ermöglichte, auf den gleichen Schuttstrom zurückgehen dürfte, durch den die Brekzienbank abgelagert worden war (vgl. DIETL & SCHWEIGERT 2001, 40). Auch andere Befunde belegen besonders schnelle Zementationsprozesse gerade in Brekzienbänken (TEMMLER 1967, 197; DIETL et al. 1998b, 15f.).

Seeigeltod und -zerfall: Plötzlich und rasch.

Die Zeit zwischen Tod und Überdeckung mit Sediment dürfte nicht lang gewesen sein; auch heute können Seeigelgehäuse in wenigen Tagen völlig zerfallen (GRAWÉ-BAUMEISTER et al. 2000, 15). Die Population muß auch rasch abgetötet worden sein – wahrscheinlich durch das Wiedereinsetzen stark anoxischer Verhältnisse. Denn unmittelbar über den Seeigel-Resten folgen feingeschichtete Plattenkalke ohne Bioturbation (Verwühlung); sie belegen vollständiges Fehlen von Bodenleben. Nur in dieser Lage wurden bisher mehrere ausgezeichnet erhaltene „echte“ Knochenfische gefunden (GRAWÉ-BAUMEISTER et al. 2000, 18; DIETL & SCHWEIGERT 2001, 63f.).

Hurzzeitig Bodenwühler in wenigen Bänken.

Einige mehr oder weniger bioturbate Bänke beschränken sich im wesentlichen auf die unteren Lagen im Egesheimer Steinbruch, also den tiefsten Plattenkalk-Abschnitt (SCHWEIGERT 1998a, 4). Öfter finden sich diese Horizonte mit Spurenfossilien im Bereich von Turbiditbänken; bei deren turbulenter Ablagerung war das bodennahe Wasser mit sauerstoffreichem Oberflächenwasser vermischt worden (DIETL et al. 1996, 31). Speziell angepaßte Bodenwühler traten dann unter günstigen Lebensbedingungen massenhaft auf, zumeist verschwanden sie aber ebenso rasch wieder (Abb. 11; vgl. SCHWEIGERT 1998a, 3,23). Abgesehen von Spurenfossilien ist das unterste Plattenkalkpaket (Pk 6) auch fossilärmer als der übrige Plattenkalk (DIETL et al. 1998a, 64; 1999, 28); das könnte auf eine Beseitigung von Kadavern durch Bodenwühler hindeuten (s.o.).

Einbettung der Ammoniten und Sedimentationsgeschwindigkeit

Einbettung relativ häufig mit Unterkiefer und Weichteilen. Im Nusplinger Plattenkalk hat man viele Tausend Ammoniten gefunden, aber nur ein kleiner Teil wurde geborgen (DIETL & SCHWEIGERT 1999c, 78). Erhaltene Kropf- und Mageninhalte zeigen, daß sich ein Teil der Ammoniten von Schweb-

Seelilien (*Saccocoma*) ernährten (SCHWEIGERT & DIETL 1999, 7f.; KEUPP 2000, 117f.; s. Abschnitt „Herkunft des Kalksediments“; Abb. 12). Im Nusplinger Plattenkalk wird der chemisch stabilere kalzitische Ammoniten-Unterkiefer (*Aptychus*) nicht selten noch in der äußeren Windung des Gehäuses, der Wohnkammer des Tieres, oder in seiner Nähe gefunden (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 47,90,94; SCHWEIGERT & DIETL 1999, 6; vgl. schon QUENSTEDT 1856/57, 801f.; 1887/88, 1085). Dies wird oft in Plattenkalken beobachtet, z.B. in der Südlichen Frankenalb (ROTHPLETZ 1909, 315f.; KEUPP et al. 1999, 128-134; SEILACHER & KEUPP 2000, 311f.; vgl. noch GERHARD & MÖRS 1991, 29; Abb. 13). Auch aus Oberjura-Plattenkalken Argentiniens (CIONE et al. 1987, 19) und anderen Konservat-Fossilagerstätten wie dem Unterjura-Posidonien-schiefer Süddeutschlands ist diese Fundsituation bekannt (RIEGRAF et al. 1984, 55f.). Es ist ein Hinweis darauf, daß zumindest solche Ammoniten mit dem Weichkörper, in den der *Aptychus* integriert war, eingebettet wurden (VIOHL 1979; SEILACHER 1990, 116f.; KEUPP et al. 1999, 122). Im Posidonien-schiefer konnten aber selbst dann Weichteile in der Ammoniten-Wohnkammer verbleiben, wenn der *Aptychus* schon herausgefallen war (RIEGRAF et al. 1984, 52-57).

Gehäuse-Auflösung vor Sediment-Setzung.

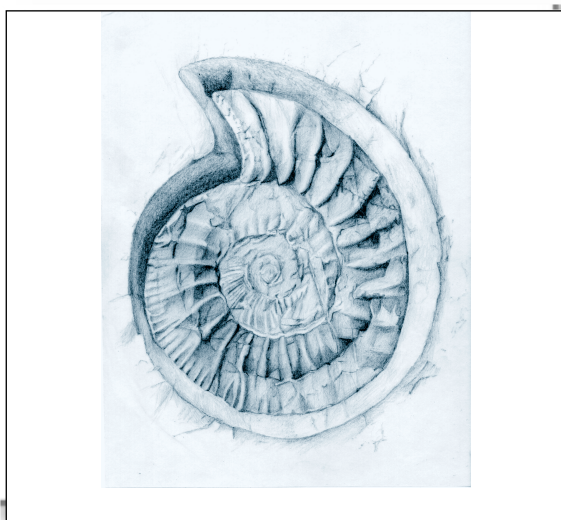
Die chemisch instabilen „ehemaligen Aragonitschalen der Ammonitengehäuse sind in den Plattenkalken... meist schon vor der Kompaktion des Sediments durch den kohlensauren Chemismus des Fäulnisprozesses zersetzt und daher scheinbar bruchlos zu papierdünnen Abdrücken zusammengedrückt worden“, faßt KEUPP (2000, 147f.) den allgemeinen Befund an Plattenkalk-Ammoniten zusammen. Oft war jedoch die äußere Windung des Gehäuses, die Wohnkammer des Ammoniten mit ihrer *dickeren* Schale, zum Zeitpunkt der Kompaktion noch nicht (völlig) aufgelöst und kollabierte durch die Auflast des Sediments in Scherben (SEILACHER et al. 1976).



Abb. 12: Fossile Kotschnur *Lumbricaria* aus dem Nusplinger Plattenkalk. Ursprünglich für ein wurmartiges Tier gehalten, wurde später erkannt, daß es sich um Kotschnüre bestimmter Ammonitenarten handeln dürfte. Sie bestehen im wesentlichen aus Skelettelementen der Schweb-Seelilie *Saccocoma* (vgl. Abb. 8).

Abb. 13: Häufige Erhaltungsform eines Plattenkalk-Ammoniten (es dürfte sich um *Taramelliceras* [Fontannesella] cf. *pro-lithographicum* handeln; die wenigen z.T. erkennbaren geschwungenen Rippen enden alle mit einem Knötchen; vgl. BERCKHEMER & HOLDER 1959, 86; SCHLEGEL-MILCH 1994, 39). Der Ammonit liegt nicht körperlich vor, sondern nur als Abdruck (s. Text). Aber der Lamellen-tragende Unterkiefer (*Lamella-aptychus*) des Ammonitentiers befindet sich noch in Lebensstellung in der Wohnkammer. Vom Weichkörper sind hier keine umgewandelten Reste erhalten, aber die typische „normale“ Unterkieferstellung des *Aptychus* weist auf Einbettung mit Weichteilen hin (vgl. KEUPP 2000, 112f.). Solnhofener Plattenkalk, Oberjura; Südliche Frankenalb.

Abb. 14: *Lithacoceras ulmense*, leitender Ammonit der Ulmense-Subzone; dazu gehört auch der Nusplinger Plattenkalk. Der Ammonit hat im hoelderi-Ammonitenhorizont (s. Abb. 16 und Kasten) seine „typische Fundschicht“ (*stratum typicum*; SCHWEIGERT 1998b, 22). Besonders bei großen Ammoniten wie diesem (31,8 cm Ø) ist der für Plattenkalk typische „Doppelkollaps“ des Ammonitengehäuses gut zu erkennen (s. Text). (Zeichnung: Marion BERNHARDT, nach SCHWEIGERT 1998b)



Gehäuse-Auflösung in wenigen Wochen. Manchmal blieben im Nusplinger Plattenkalk Kropf- / Mageninhalt von Ammoniten, z.T. phosphatisch, erhalten (SCHWEIGERT & DIETL 1999, 7-10). In abgeschlossenen Hohlräumen wie einem Ammonitengehäuse war ein diffusiver Stoffaustausch mit der Umgebung weitgehend unterbunden. Durch den

fortschreitenden Zerfall der organischen Gewebe kam es zu einer zunehmenden Absenkung des pH-Wertes. In diesem kohlensauren Milieu wurde die Lösung der Aragonitschale eingeleitet und es konnte unter bakterieller Beteiligung die Ausfällung von Kalzium-Phosphat (Apatit) initiiert werden. Wie Laborversuche ergaben, kann Apatit „innerhalb von zwei bis vier Wochen sukzessive die organischen Gewebe ebenso wie die Aragonitschalen“ ersetzen (KEUPP 2000, 147). Das aber bedeutet, daß spätestens nach wenigen Wochen die Gehäuse der Plattenkalk-Ammoniten weithin aufgelöst sein konnten, selbst wenn sie im allgemeinen nicht in Apatit umgewandelt wurden.

Gehäuse kurz nach Überdeckung mit Kalkschlick-Lagen aufgelöst. Auch DIETL & SCHWEIGERT (1999a, 29) betonen, daß das Gehäuse der Ammoniten des Nusplinger Plattenkalks „nur mit sehr wenig Sediment verfüllt und die Schale schon früh, kurz nach der Überdeckung mit weiteren Plattenkalklagen, aufgelöst“ wurde (SCHWEIGERT & DIETL 1999, 3; vgl. SCHWEIGERT 2000, 359f.; MAUSER 1984, 9; KEUPP et al. 1999, 127). Die Ammoniten wurden demnach sehr bald mit einer Anzahl Plattenkalk-Lagen so weit bedeckt, daß ihre durch Anlösung schon dünnwandigen Wohnkammern (Außenwindung) unter der zunehmenden Auflast in Scherben kollabierten, wenn sie bis dahin nicht bereits vollständig aufgelöst waren (1. Kollaps). Dagegen waren die inneren Windungen der Ammonitengehäuse durch die Scheidewände der Luftkammern stärker versteift. Sie hielten zu diesem Zeitpunkt der Sedimentlast oft noch stand. Erst nach der kompletten Schalenauflösung wurde auch die länger erhaltungsfähige organische Außenhaut (Periostracum) der inneren Ammonitenwindungen durch Setzung des Sediments bruchlos geplättet (2. Kollaps; SCHWEIGERT 2000, 359-361; SEILACHER 1990, 112f., 116f.; Abb. 14). Fazit: Die Gehäuse konnten nach wenigen Wochen aufgelöst und schon zuvor mit mehreren Kalkschlick-Lagen bedeckt sein.

Ausblick auf Teil 2

Im zweiten Teil dieses Beitrags soll die zumeist senkrechte bzw. schräge Einbettung der sehr häufigen Belemniten beschrieben werden. Zwischen dem Eindringen des spitzen Belemniten-Rostrums ins Sediment und dem Abknicken des Luftkammerteils (Phragmokon) auf einer höheren Plattenkalk-Ebene hat sich nach den Bearbeitern ca. 15 mm Kalkschlick „im Verlauf einiger Zeit, vielleicht weniger Wochen“ abgelagert (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 96). Legt man diese Sedimentationsrate generell zugrunde, so dürfte der Nusplinger Plattenkalk bei einer Gesamtmächtigkeit von ca. 10-17 m in der Größenordnung von Jahrzehnten entstanden sein. Die Bearbeiter nehmen jedoch

Alterseinstufung bzw. stratigraphische Stellung

Der Nusplinger Plattenkalk gehört in den Oberen (oder Weißen) Jura (Abb. 15), und zwar nach leitenden Ammoniten in die Obere Kimmeridgium-Stufe, Beckeri-Zone (Zonen-Ammonit *Hybonoticeras beckeri*), Ulmense-Subzone (Subzonen-Ammonit *Lithacoceras ulmense*; SCHWEIGERT 1998b; SCHWEIGERT & ZEISS 1999; vgl. BERCKHEMER & HÖLDER 1959, 26ff., 52ff.; SCHLEGELMILCH 1994, 10-12; s.o., Abb. 14). Für diese Stufe gibt die „Geological Time Scale“ (1998) der Schulgeologie ein Alter von ca. 152 Millionen radiometrischen Jahren an. Die Ulmense-Subzone wird von SCHWEIGERT (1996, 295, 300-304; 1998b, 7-9) in 3-4 Faunenhorizonte untergliedert (vgl. SCHWEIGERT & ZEISS 1999, 51-53; Abb. 16). Davon wird der Nusplinger Plattenkalk, abgesehen vom untersten Abschnitt, einem Faunenhorizont zugerechnet, dem *hoelderi*-Horizont. Er ist laut SCHWEIGERT (1998b, 22.25) neben *L. ulmense* besonders gekennzeichnet durch *Silicisphinctes hoelderi* und *S. russi* (vgl. QUENSTEDT 1856/57, 801; 1887/88, 1073-1076; BERCKHEMER & HÖLDER 1959, 41f.). Nach DIETL et al. (1998, 20) gehört der unterste Dezimeter Plattenkalk (Egesheimer Steinbruch) noch zum *zio-wepferi*-Horizont. Er ist durch ein Maximum von *Ochetoceras zio*, *Sutneria rebholzii* und des extrem engberippten *Silicisphinctes keratinitiformis*

gekennzeichnet, während *Taramellia wepferi* bereits seltener ist und seine typischen Knötchen zurückbildet (SCHWEIGERT & SCHERZINGER 1997, 50; SCHWEIGERT 1998b, 7f., 31f.; SCHWEIGERT & ZEISS 1999, 52f.; vgl. ALDINGER 1930, 259; BERCKHEMER & HÖLDER 1959, 79ff., 100f., 115). Ein solcher Faunenhorizont soll „im Durchschnitt etwa 80.000 bis 100.000 Jahre“ gedauert haben (BANTEL et al. 1999, 26f.; s. aber Teil 2). Insgesamt ist der Nusplinger Plattenkalk eine Ammonitenzone (genauer zwei Subzonen) älter als der Solnhofener Plattenkalk, der in die Unterthion-Stufe gestellt wird (Zonen-Ammonit *Hybonoticeras hybonotum*, Subzonen-Ammonit *Subplanites rüppellianus*; RÖPER et al. 1996, 14; SCHLEGELMILCH 1998, 36; vgl. Abb. 16). Im Deutungsrahmen der herkömmlichen Historischen Geologie wird der Altersunterschied mit „etwa 500.000 Jahren“ angegeben. „Die Ammonitenfaunen beider Plattenkalk-Vorkommen sind so verschieden, daß keine einzige Art übereinstimmt“ (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 34). Infolge neuer Ammoniten-Untersuchungen werden derzeit Revisionen im Bereich der Stufen Kimmeridgium/Tithonium vorgenommen (vgl. u.a. SCHWEIGERT 1993a; b; 1994; SCHWEIGERT & SCHERZINGER 1997; SCHWEIGERT & ZEISS 1999; SCHERZINGER 2002).

schwer begründbare (und in sich widersprüchliche) Größenordnungen von „wenigen Jahrtausenden“ bzw. „100.000 Jahren“ (BANTEL et al. 1999, 26f.) oder „einigen zehntausend Jahren“ an (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 34).

Der Nusplinger Plattenkalk könnte in der Größenordnung von Jahrzehnten entstanden sein.

Eine überschlägige Rechnung zeigt, daß durch Coccolithophoriden, den Hauptbildnern des Kalkschlicks, etwa 1 cm Sediment in 10 Tagen gebildet werden könnte, wenn es im süddeutschen Oberjura Meer Coccolithophoriden-Arten gab, die optimal mit Nährstoffen versorgt wurden und aufgrund noch unbekannter genetischer Ausstattung Zelldichten von etwa $2 \cdot 10^8$ Coccolithophoriden/ml Meerwasser erreichen konnten. Diese Größenordnung müßte als enorme Massenvermehrung (Gradation) bezeichnet werden.

Gradationen neigen bei *gestörten Umweltbedingungen* dazu, extreme Ausmaße anzunehmen. Dadurch könnte auch Licht auf die ständig neuen Artbildungen bei Ammoniten (Mikroevolution) in der Schichtenfolge des Oberjura fallen (vgl. ZIEGLER 1987, 8-41). Bei *heutigen* Lebewesen, die unter *erheblichem Umweltstress* stehen, hat man Formabwandlungen und mikroevolutive Artbildungsprozesse in Größenordnungen von nur *Jahren bzw. Generationen* beobachtet (vgl. z.B. JUNKER 1993; Stichwort „katastrophische Selektion“; FEHRER 1997). Rasche Artbildungsprozesse bei Ammoniten würden in diesem Fall gleichzeitig mit hohen Sedimentationsgeschwindigkeiten einher gehen.

Dank: Dr. Reinhard JUNKER danke ich herzlich für vielfältige Hilfen. Dr. Martin ERNST, Dr. Torsten ROSSMANN und Dipl.-Geol. Achim ZIMMERMANN sage ich ebenso herzlichen Dank für die kritische Durchsicht des Manuskripts und für wertvolle Hinweise. Herzlichen Dank auch an Dipl.-Biol. Laurence LOEWE und Prof. Dr. Siegfried SCHERER für wichtige Hilfen bei biologischen Aspekten.

Anmerkungen

¹ Vergleiche zur generellen Deutung der Massenkalks als Schwamm/Algen-Riffe jedoch den Artikel von STEPHAN (2001) in *Studium Integrale journal* 8, Heft 2.

² Zur (Fehl-)Deutung von TEMMLER (1964, 33-39), der die in vielen Lagen in einer Kalkplatte übereinander auftretenden, waagrecht orientierten länglichen Komponenten (besonders Schwammnadeln) als rhythmische Feinstschichtung im Zehntelmillimeterbereich anspricht, s. Teil 2).

³ Ein in manchem vergleichbares Entstehungsmodell vertritt LOTTMANN (1990, 69-77) für die sog. *pumilio*-Horizonte des europäisch-nordafrikanischen Mittel-Devons.

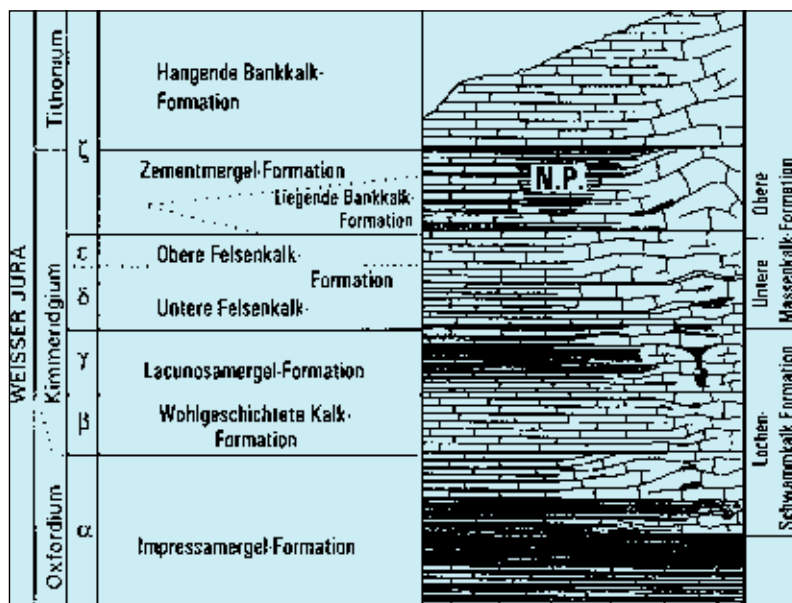


Abb. 15: Abfolge der Formationen des Weißen (= Oberen) Jura der Schwäbischen Alb. Links die internationale Stufengliederung (Oxfordium usw.), daneben die mit griechischen Buchstaben bezeichnete „klassische“ Gliederung von F.A. QUENSTEDT (1843 bzw. 1856/57). Die einzelnen Formationen sind nach ihrer Gesteinsausbildung („Wohlgeschichtete Kalk-formation“) oder nach ihrer Fossilführung („Lacunosamergel-Formation“) benannt. Nahezu im ganzen Weißen Jura kann sich das waagrecht gebankte Sediment mit wellig bis undeutlich geschichtetem bzw. massigem Gestein seitlich verzahnen (Schwammkalk- bzw. Massenkalk-Formation; s. Anm. 1). Der Nusplinger Plattenkalk (N.P.) ist wannenartig eingezeichnet. (Nach DIETL & SCHWEIGERT 1999b)

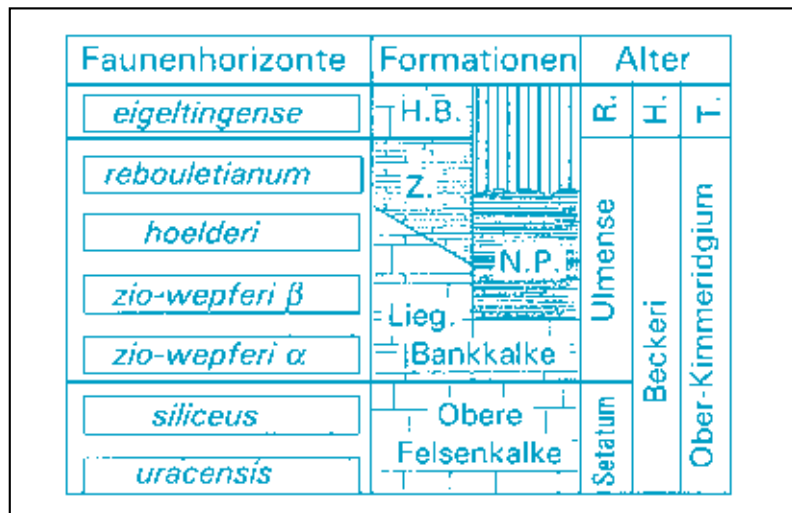


Abb. 16: Detaillierte Untergliederung des Weißen Jura der südwestlichen Schwäbischen Alb etwa im Niveau des Nusplinger Plattenkalks (N.P.) mit Hilfe der Ammoniten-Abfolge (Biostratigraphie). Formationen: Die Liegenden Bankkalke unterlagern den Nusplinger Plattenkalk (s. Abb. 5), aber ihr höherer Teil und die darüber liegenden Zementmergel (Z.) sind in etwa altersgleich mit dem Plattenkalk. Ganz oben das höchste Schichtglied der Schwäbischen Jura, die Hangende Bankkalk-Formation (H.B.; s. Abb. 15). Unmittelbar über dem Nusplinger Plattenkalk sind jüngere Schichten bereits abgetragen, also nicht mehr vorhanden (senkrecht schraffiert). Rechts: Die nach *Lithoceras ulmense* benannte Subzone repräsentiert den höheren Teil der Beckeri-Zone (nach *Hybonotoceras beckeri*). Damit endet die Kimmeridgium-Stufe. Darüber die höchste Oberjura-Stufe, das Tithonium (T.), beginnend mit der *Hybonotum*-Zone (H., nach *Hybonotoceras hybonotum*) bzw. der *Riedense*-Subzone (R., nach *Lithoceras riedense*). Links: Die neueste Entwicklung der Biostratigraphie, die noch detailliertere Untergliederung in zahlreiche Faunenhorizonte, benutzt nicht einzelne Leitammoniten, sondern die sehr rasch wechselnden Zusammensetzungen der gesamten Ammonitenvergesellschaftung (vgl. DIETL & SCHWEIGERT 2001, 34). Sie versucht dabei, die feinsten Trends der Gehäuseabwandlungen bzw. Artneubildungen der Ammoniten zu erfassen (s. Abschnitt „Ausblick“ und Kasten). (Nach SCHWEIGERT 1998b)

Literatur

- ALDINGER H (1930) Über die Entstehung der Kalkschiefer des oberen weißen Jura von Nusplingen in Württemberg. *Centrbl. für Mineral. Geol. Paläont. B*, 1930, 257-267.
- BANTEL G, SCHWEIGERT G, NOSE M & SCHULZ H-M (1999) Mikrofazies, Mikro- und Nannofossilien aus dem Nusplinger Plattenkalk (Ober-Kimmeridgium, Schwäbische Alb). *Stuttgarter Beitr. Naturk. B* 279, 1-55.
- BERCKHEMER F & HOLDER H (1959) Ammoniten aus dem Oberen Weißen Jura Süddeutschlands. *Beih. Geol. Jb.* 35, 1-135.
- CIONE A, GASPARINI Z, LEANZA H & ZEISS A (1987) Marine oberjurassische Plattenkalke in Argentinien. *Archaeopteryx* 5, 13-22.
- DIETL G (1998) Der Nusplinger Plattenkalk – eine Fossilagerstätte im Oberjura der Schwäbischen Alb. In: HEIZMANN EPJ (Hg) Vom Schwarzwald zum Ries. *Erdgeschichte mitteleuropäischer Regionen*, 2, 129-138. München.
- DIETL G, DIETL O, KAPITZKE M, RIETER M, SCHWEIGERT G, BANTEL G & HUGGER R (1999) Der Nusplinger Plattenkalk (Weißer Jura) – Grabungskampagne 1998. *Jh. Ges. Naturkde. Württemberg* 155, 27-39.
- DIETL G, KAPITZKE M & RIETER M (1995) Neue Grabungen im Nusplinger Plattenkalk (Weißer Jura, Ober-Kimmeridgium) der südwestlichen Schwäbischen Alb – ein Zwischenbericht. *Jh. Ges. Naturkde. Württemberg* 151, 107-126.
- DIETL G, KAPITZKE M, RIETER M, SCHWEIGERT G & HUGGER R (1996) Der Nusplinger Plattenkalk (Weißer Jura) – Grabungskampagne 1995. *Jh. Ges. Naturkde. Württemberg* 152, 25-40.
- DIETL G, KAPITZKE M, RIETER M, SCHWEIGERT G, ZÜGEL P. & HUGGER R (1998a) Der Nusplinger Plattenkalk (Weißer Jura) – Grabungskampagne 1997. *Jh. Ges. Naturkde. Württemberg* 154, 63-74.
- DIETL G & SCHWEIGERT G (1999a) Nusplinger Plattenkalk. Eine tropische Lagune der Jura-Zeit. *Stuttgarter Beitr. Naturk. C* 45, 1-62.
- DIETL G & SCHWEIGERT G (1999b) Der Nusplinger Plattenkalk und seine Fossilien (Weißer Jura, Ober-Kimmeridgium). *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver. N.F.* 81, 257-271.
- DIETL G & SCHWEIGERT G (1999c) Ein Nautilus mit in-situ liegendem, vollständigen Kieferapparat aus dem Nusplinger Plattenkalk (Oberjura, SW-Deutschland). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 211, 75-87.
- DIETL G & SCHWEIGERT G (2001) Im Reich der Meerengel. Der Nusplinger Plattenkalk und seine Fossilien. München.
- DIETL G, SCHWEIGERT G, FRANZ M & GEYER M (1998b) Profile des Nusplinger Plattenkalks (Oberjura, Ober-Kimmeridgium, Südwestdeutschland). *Stuttgarter Beitr. Naturk. B* 265, 1-37.
- FAHRION H (1937) Ein Beitrag zur Entstehung der Nusplinger Kalkschiefer auf Grund neuer Fossilfunde. *Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver. N.F.* 26, 60-65.
- FEHRER J (1997) Explosive Artbildung bei Buntbarschen in ostafrikanischen Seen. *Stud. Int. J.* 4, 51-55.
- FRANZEN JL & SCHAAL S (2000) Der eoazäne See von Messel. In: MEISCHNER D (Hg) *Europäische Fossilagerstätten*, 177-183. European Palaeontological Association. Berlin.
- FUCHS B (1937) Geologische Beobachtungen bei Nusplingen und sedimentpetrographische Untersuchungen über die Entstehung der Nusplinger Plattenkalke. *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver. N.F.* 26, 51-59.
- FÜCHTBAUER H & RICHTER DK (1988) Karbonatgesteine. In: FÜCHTBAUER, H (Hrsg) *Sedimente und Sedimentgesteine. Sediment-Petrologie, Teil II*, 233-434. Stuttgart.
- GERHARD U & MORS T (1991) Ergebnisse einer feinstratigraphischen Profilaufnahme in den Plattenkalken von Schernfeld (Unteres Untertertithon, Südliche Frankenalb). *Archaeopteryx* 9, 21-34.
- GRAWE-BAUMEISTER J, SCHWEIGERT G & DIETL G (2000) Echiniden aus dem Nusplinger Plattenkalk (Ober-Kimmeridgium, Südwestdeutschland). *Stuttgarter Beitr. Naturk. B* 286, 1-39.
- HESS H (2000) Saccocomen aus dem Malm Süddeutschlands und ihre Lebensweise. *Fossilien* 17, 347-358.
- JUNKER R (1993) Prozesse der Artbildung. In: SCHERER S (Hg) *Typen des Lebens*, 31-45. Berlin.
- KEUPP H, KOCH R & LEINFELDER R (1990) Steuerungsprozesse der Entwicklung von Oberjura-Spongiolithen Süddeutschlands: Kenntnisstand, Probleme und Perspektiven. *Facies* 23, 141-174.
- KEUPP H, RÖPER M & SEILACHER A (1999) Paläobiologische Aspekte von *syn vivo*-besiedelten Ammonoiten im Plattenkalk des Ober-Kimmeridgiums von Brunn in Ostbayern. *Berliner geowiss. Abh. E* 30, 121-145.
- KEUPP H, unter Mitwirkung von WEITSCHAT W (2000) Ammoniten. Paläobiologische Erfolgsspiralen. *Thorbecke-Species*, Bd. 6. Stuttgart.
- LOTTMANN J (1990) Die *pumilio*-Events (Mittel-Devon). *Göttinger Arb. Geol. Paläont.*, 44, 1-98.
- MAUSER M (1984) Die Malm-Zeta-Plattenkalke von Jachenhausen bei Riedenburg (Südliche Frankenalb). *Archaeopteryx*, 1984, 1-12.
- QUENSTEDT FA (1856/57) *Der Jura*. Tübingen. Nachdruck als Textband (I) und Atlas/Tafelband (II). Korb 1987.
- QUENSTEDT FA (1887/88) *Die Ammoniten des Schwäbischen Jura*. III. Bd.: *Der Weiße Jura*, 815-1140. Mit Atlas-Bd. III, Taf. 91-126. Stuttgart. Nachdruck Stuttgart 1973.
- RIEGRAF W, WERNER G & LÖRCHER F (1984) *Der Posidonien-schiefer. Biostratigraphie, Fauna und Fazies des südwestdeutschen Untertoarciums (Lias ε)*. Stuttgart.
- RÖPER M, ROTHGAENGER M & ROTHGAENGER K (1996) *Die Plattenkalke von Brunn*. Eichendorf.
- ROTHPLETZ A (1909) Ueber die Einbettung der Ammoniten in den Solnhofener Schichten. *Abh. k. Bayer. Akad. Wiss., II. Kl., II. Abt.* 24, 313-337.
- SCHÄFER W (1962) *Aktuo-Paläontologie nach Studien in der Nordsee*. Senckenberg-Buch 41. Frankfurt/M.
- SCHERZINGER A (2002) Neues zur Stratigraphie des Oberjura. *Fossilien* 19, 119-123.
- SCHLEGELMILCH R (1994) *Die Ammoniten des süddeutschen Malms*. Stuttgart.
- SCHLEGELMILCH R (1998) *Die Belemniten des süddeutschen Jura*. Stuttgart.
- SCHWEIGERT G (1993a) Die Ammonitengattungen *Gravesia* (SALFELD) und *Tolviceras* (HANTZPERGUE) und ihre Bedeutung für den Grenzbereich Oberkimmeridgium/Untertertithonium im Schwäbischen Jura. *Geol. Bl. NO-Bayern* 43, 167-186.
- SCHWEIGERT G (1993b) Subboreale Faunenelemente (Ammonoidea) im Oberen Weißjura (Oberkimmeridgium) der Schwäbischen Alb. *Profil* 5, 141-155.
- SCHWEIGERT G (1994) Über einige bemerkenswerte Ammoniten im Oberkimmeridgium der Schwäbischen Alb. *Stuttgarter Beitr. Naturk. B* 203, 1-15.
- SCHWEIGERT G (1996) Die Hangende Bankkalk-Formation im schwäbischen Oberjura. *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver. N.F.* 78, 281-308.
- SCHWEIGERT G (1998a) Die Spurenfaua des Nusplinger Plattenkalks (Oberjura, Schwäbische Alb). *Stuttgarter Beitr. Naturk. B* 262, 1-47.
- SCHWEIGERT G (1998b) Die Ammonitenfauna des Nusplinger Plattenkalks (Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Ulmense-Subzone, Baden-Württemberg). *Stuttgarter Beitr. Naturk. B* 267, 1-61.
- SCHWEIGERT G (2000) Ungewöhnliches Leben und ungewöhnliche Diagenese – Aragonitschalen-Ammonit. *Fossilien* 17, 359-362.
- SCHWEIGERT G (2001) Eine neue Art der Gattung *Antrimpos* MÜNSTER (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) aus dem Nusplinger Plattenkalk (Oberjura, Ober-Kimmeridgium, SW-Deutschland). *Stuttgarter Beitr. Naturk., B* 307, 1-33.
- SCHWEIGERT G & DIETL G (1999) Zur Erhaltung und Einbettung von Ammoniten im Nusplinger Plattenkalk (Oberjura, Südwestdeutschland). *Stuttgarter Beitr. Naturk. B* 272, 1-31.
- SCHWEIGERT G, DIETL G & RÖPER M (1998) *Muensteria vermicularis* STERNBERG (Vermes, Sabellidae) aus oberjurassischen Plattenkalen Süddeutschlands. *Mitt. Bayer.*

- Staatsslg. Paläont. hist. Geol. 38, 25-37.
- SCHWEIGERT G & SCHERZINGER A (1997) Ein *Aulacostephanus autissiodorensis* (COTTEAU) aus der Wirbelberg-Formation (Beckeri-Zone, Ober-Kimmeridgium) des Randen (Schweiz, Kt. Schaffhausen). Jber. Mitt. oberrh. Geol. Ver. N.F. 79, 45-52.
- SCHWEIGERT G & ZEISS A (1999) *Lithacoceras ulmense* (OPPEL) (Ammonitina) – eine wichtige Leitart des Ober-Kimmeridgiums. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 211, 49-73.
- SEIBOLD E (1995) Entfesselte Erde. Vom Umgang mit Naturkatastrophen. Stuttgart.
- SEILACHER A (1970) Begriff und Bedeutung der Fossil-Lagerstätten. N. Jb. Geol. Paläont., Mh. 1970, 34-39.
- SEILACHER A (1990) Der Holzmadener Posidonienschiefer – Entstehung der Fossilagerstätte und eines Erdölmutergesteins. In: WEIDERT WK (Hrsg) Klassische Fundstellen der Paläontologie, Bd. 2, 107-131. Korb.
- SEILACHER A (1999) Fossilagerstätten im Muschelkalk. In: HAUSCHKE N & WILDE V (Hg) Trias. Eine ganz andere Welt. Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter, 299-308. München.
- SEILACHER A, ANDALIB F, DIETL G & GOCHT H (1976) Preservational history of compressed Jurassic ammonites from Southern Germany. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 152, 307-356.
- SEILACHER A & KEUPP H (2000) Wie sind Ammoniten geschwommen? Fossilien 17, 310-313.
- STEPHAN M (2001) Neue Interpretation der Massenkalkes des süddeutschen Oberjura. Können die Massenkalkes in kürzerer Zeit entstanden sein? Stud. Int. J. 8, 91-94.
- TEMLER H (1964) Über die Schiefer- und Plattenkalke des Weißen Jura der Schwäbischen Alb. Arb. Geol.-Paläont. Institut T.H. Stuttgart, N.F. 43, 1-106.
- TEMLER H (1966) Über die Nusplinger Fazies des Weißen Jura der Schwäbischen Alb (Württemberg). Z. deutsch. Geol. Ges. 116, 891-907.
- TEMLER H (1967) Zur Entstehung der oberjurassischen Kalkschiefer der Schwäbischen Alb. Ein Beitrag zur frühdiagenetischen Verformung von Kalken. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 129, 185-206.
- VIOHL G (1979) Abteilung F: Solnhofener Plattenkalke. Jura-Museum, Eichstätt.
- VIOHL G (1987) Raubfische der Solnhofener Plattenkalke mit erhaltenen Beutefischen. Archaeopteryx 5, 33-64.
- VIOHL G (1998) Die Solnhofener Plattenkalke – Entstehung und Lebensräume. Archaeopteryx 16, 37-68.
- VIOHL G (2000) Die Solnhofener Plattenkalke, oberer Jura. In: MEISCHNER D (Hrsg) Europäische Fossilagerstätten, 143-150. European Palaeontological Association. Berlin.
- WEIGELT J (1930) Rezenten Wirbeltierleichen und ihre paläobiologische Bedeutung. Leipzig. 3. Aufl. Bad Vilbel 1999.
- WESTPHAL F (1992) Nusplingen. Entstehung einer Fossilagerstätte im Oberjura-Plattenkalk. Kaupia 1, 63-70.
- WUTKE M (1983) Aktuopaläontologische Studien über den Zerfall von Wirbeltieren. Teil I: Anura. Senck. leth. 64, 529-560.
- ZIEGLER B (1987) Der Weiße Jura der Schwäbischen Alb. Stuttgarter Beitr. Naturk. C 23, 1-71.
- ZIEGLER B (1991) Einführung in die Paläobiologie, Teil 2. Spezielle Paläontologie. Protisten, Spongien und Coelenteraten, Mollusken. Stuttgart.

KURZBEITRÄGE

Vögel – gefiederte Dinos?

Seit der Entdeckung des berühmten fossilen „Urvogels“ *Archaeopteryx* in den 60er Jahren des 19. Jahrhunderts wurde die stammesgeschichtliche Herkunft der Vögel kontrovers diskutiert. Im Mittelpunkt stand dabei häufig die Frage nach der Flugfähigkeit von *Archaeopteryx*, insbesondere hinsichtlich einer vermuteten Abstammung von zweibeinig laufenden Dinosauriern (Theropoden, z.B. *Compsognathus*; nach späterer Ansicht Thecodonten; HEILMANN 1926). Basierend auf den frühen anatomisch-morphologischen Studien HUXLEYS im 19. Jahrhundert wurde diese Vorstellung bis in die jüngste Vergangenheit wiederholt von Taxonomen bzw. Paläozoologen aufgegriffen und eine gute Flugleistung zugunsten einer theropoden Herkunft bezweifelt (z.B. BAKKER 1975, OSTROM 1985). Demgegenüber haben andere Evolutionsbiologen bereits frühzeitig auf die „modernen“ Gefiedereigenschaften von *Archaeopteryx* einschließlich eines gut entwickelten Flugvermögens hingewiesen (vgl. HEINROTH 1926), so daß dessen Rolle als Bindeglied in der frühen Vögelevolution grundsätzlich in Frage gestellt werden muß (FEDUCCIA & TORDOFF

1979). Auch die Anatomie der Füße und Klauen (stärker gebogen als bei Laufvögeln) weist *Archaeopteryx* als Vertreter der modernen, flugfähigen und baumlebenden Vögel aus (s. z.B. FEDUCCIA 2001a).

Ungeachtet der umstrittenen stammesgeschichtlichen Position von *Archaeopteryx* haben andere kürzlich entdeckte Fossilien aus der Kreidezeit, die sog. enantiornithinen Vögel, die Diskussion um den Ursprung der Vögel wiederbelebt. Die neuen Funde zeichnen sich gegenüber – gleichzeitig auftretenden(!) – modernen Formen durch

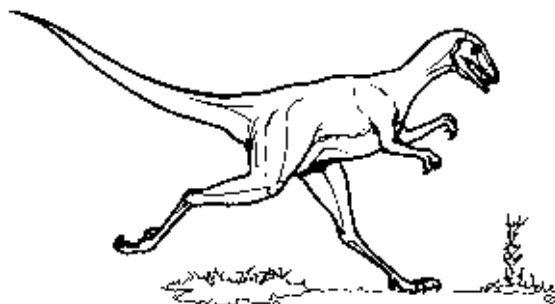


Abb. 1:
Compsognathus