

- INGMAN M, KAESSMANN H, PÄÄBO S & GYLLENSTEIN U (2000) Mitochondrial genome variation and the origin of modern humans. *Nature* 408, 708-713.
- KRINGS M, GEISERT H, SCHMITZ RW, KRAINITZKI H & PÄÄBO S (1999) DNA sequence of the mitochondrial hypervariable region II from the neandertal type specimen. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A* 96, 5581-5585.
- KRINGS M, STONE A, SCHMITZ RW, KRAINITZKI H, STONEKING M & PÄÄBO S (1997) Neandertal DNA sequences and the origin of modern humans. *Cell* 90, 19-30.
- LOEWE L & SCHERER S (1997) Mitochondrial Eve: the plot thickens. *Trends Ecol. Evol.* 12, 422-423.
- MARTINEZ NAVARRO B, TURQ A, BALLESTER JA & OMS O (1997) Fuente Nueva-3 (Orce, Granada, Spain) and the first human occupation of Europe. *J. Hum. Evol.* 33, 611-620.
- MOYA-SOLA S & KOHLER M (1997) The Orce skull: anatomy of a mistake. *J. Hum. Evol.* 33, 91-97.
- OVCHINNIKOV IV, GOTHERSTROM A, ROMANOVA GP, KHARITONOV VM, LIDEN K & GOODWIN W (2000) Molecular analysis of Neanderthal DNA from the northern Caucasus. *Nature* 404, 490-493.
- RELETHFORD JH (2001) Ancient DNA and the origin of modern humans. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A* 98, 390-391.
- REPENNING CA & FEJFAR O (1982) Evidence for earlier date of 'Ubeidiya, Israel, hominid site. *Nature* 299, 344-347.
- RIGHTMIRE GP (1997) Deep roots for the Neanderthals. *Nature* 389, 917-918.
- ROSAS A & BERMUDEZ DE CASTRO JM (1998) On the taxonomic affinities of the Dmanisi mandible (Georgia). *Am. J. Phys. Anthropol.* 107, 145-162.
- ROSAS A & BERMUDEZ DE CASTRO JM (1999) The ATD6-5 mandibular specimen from Gran Dolina (Atapuerca, Spain). Morphological study and phylogenetic implications. *J. Hum. Evol.* 37, 567-590.
- SCHRENK F (2000) Europa von den Hominiden in Schüben besiedelt. *FAZ* 12. 7. 2000.
- SMITH FH, TRINKAUS E, PETTITT PB, KARAVANIC I & PAUNOVIC M (1999) Direct radiocarbon dates for Vindija G(1) and Velika Pecina late Pleistocene hominid remains. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A* 96, 12281-12286.
- SWISHER CC, CURTIS GH, JACOB T, GETTY AG, SUPRIJO A & WIDIASMORO (1994) Age of the earliest known hominids in Java, Indonesia. *Science* 263, 1118-1121.
- TEMPLETON A (2002) Out of Africa again and again. *Nature* 416, 45-51.
- THORNE AG & WOLPOFF MH (1992) Multiregionaler Ursprung der modernen Menschen. *Spektrum d. Wiss. Juni*, 72-79.
- VLCSEK E, MANIA D & MANIA U (2000) A new find of a Middle Pleistocene mandible from Bilzingsleben, Germany. *Naturwissenschaften* 87, 264-265.
- WADDLE D (1994) Matrix correlation tests support a single origin for modern humans. *Nature* 368, 452-455.

Zur Bildungsdauer des Nusplinger Plattenkalks

Teil 2: Einbettung der Belemniten, Sedimentationsgeschwindigkeit und Kalkverfestigung

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

Zusammenfassung: Im Nusplinger Plattenkalk wurden die sehr häufigen Belemniten zumeist schräg oder senkrecht eingebettet. Zwischen dem Eindringen des Belemniten-Rostrums ins Sediment und dem Abknicken des Luftkammerapparats auf einer höheren Plattenkalk-Ebene hat sich nach den Bearbeitern ca. 15 mm Sediment „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 einigen Jahrzehnten entstanden sein. Die Bearbeiter nehmen jedoch schwer begründbare Größenordnungen von einigen zehntausend Jahren an (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 34). Wie u.a. Befunde an gerutschten Plattenkalken zeigen, müssen ganze Plattenkalk-Pakete schon bald nach der Ablagerung eine zähplastische Konsistenz angenommen haben.

Senkrechte bzw. schräge Einbettung der Belemniten und Ablagerungstempo

Belemniten sehr häufig schräg bzw. senkrecht im Sediment. Sie gehören zu den häufigsten Fossilien und „finden sich in nahezu allen Schichten des Nusplinger Plattenkalks“ (SCHWEIGERT 1999a, 2f.). Sämtliche Belemniten der Nusplinger Lagerstätte gehören zu der Art *Hibolithes semisulcatus*. Bei den fingerförmig-länglichen, spitz zulaufenden Belemniten-Rostren handelt es sich um kalzitische Innenskeletteile ausgestorbener Tintenfische (Abb. 17). „Die Fossildichte ist manchmal so groß, daß in bestimmten Plattenkalk-Schichten pro Quadratmeter ein Rostrum vorkommt“ (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 47; vgl. 104). Erstaunlich ist, daß von mehr als ca. 1000 aller bis 1999 gefundenen Belemniten-Rostren im Nusplinger Plattenkalk ca. 2/3 schräg oder sogar senkrecht im Sediment stecken, und zwar handelt es sich

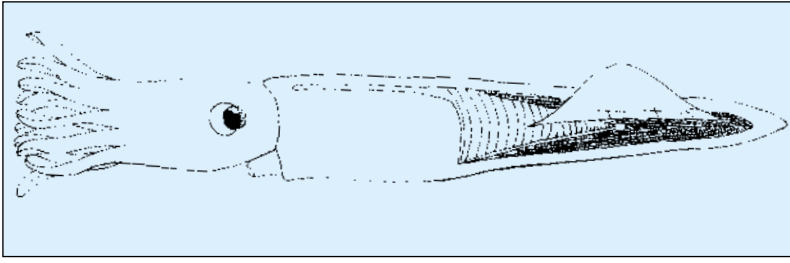
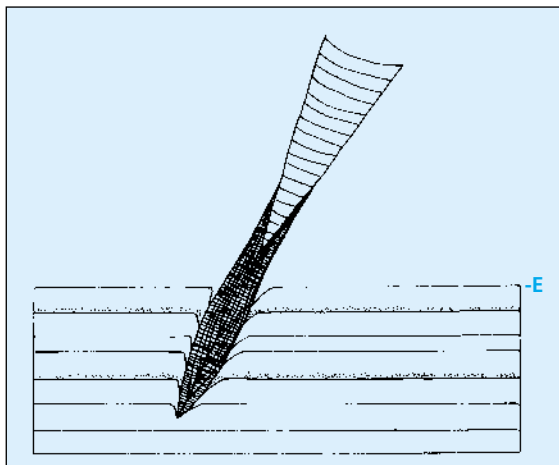


Abb. 17: Schematisches Lebensbild eines Belemniten mit Fangarm-besetztem Kopf sowie Flossen. Die ausgestorbenen Belemniten werden zu den zehnnarmigen Tinten-„fischen“ (Dibranchiaten) gestellt. Anders als die heutigen, äußerlich ähnlichen Kalmare besaßen sie ein großes Innenskelett, bestehend hauptsächlich aus dem massiven Rostrum (allgemein als Belemnit bezeichnet) und dem anschließenden gekammerten Phragmokon. Dieser gasgefüllte Kammerapparat diente zu Lebzeiten der Regulierung des Auftriebs. (Nach ZIEGLER 1991)

dabei ganz überwiegend um größere Exemplare (SCHWEIGERT 1999a, 7-9). ALDINGER (1930, 265) gab sogar an, 90% der Belemniten des Nusplinger Plattenkalks seien schief oder schräg mit der Spitze nach unten eingebettet. Dieses Phänomen wird von SCHWEIGERT (1999a, 9) folgendermaßen erklärt: Das vor allem durch Verwesungsprozesse vom Weichkörper des Tintenfischs abgelöste Belemnitenrostrum sank mit dem noch teilweise gasgefüllten Kammerapparat (Phragmokon) ab. Dann bohrte sich das spitze Rostrum etwa bis zur Hälfte in den noch weich-plastischen (aber nicht suppigen) Kalkschlamm und wurde durch den noch „eine gewisse Zeit“ gasgefüllten Kammerapparat aufrecht gehalten (Abb. 18). Denn die senkrecht, mit der Spitze voran, im Kalkschlick steckenden Rostren besitzen im Gegensatz zu waagrecht eingebetteten Exemplaren „stets noch ihren Phragmokon.“

Mehrere Plattenkalk-Lagen in wenigen Wochen gebildet. Der Kammerapparat des aufrecht eingebetteten Rostrums blieb jedoch nicht senkrecht stehen, sondern befindet sich umgeknickt auf einer Plattenkalkenebene. Dazu äußert SCHWEIGERT (1999a, 14): „Der ursprünglich gasgefüllte Phragmokon sollte sich nun in der Ebene befinden, in der das Rostrum in das Sediment eindrang, wenn man davon ausgeht, daß ein längerer Zeitraum zwischen einzelnen Sedimentationsereignissen lag. Dies ist jedoch nicht der Fall, vielmehr findet man den noch am Rostrum befindlichen Phragmokon einige Lagen höher in einer Vertikaldistanz von bis zu etwa 1,4 cm. Diese Sedimentmächtigkeit wurde also in einem Zeitraum

Abb. 18: Das spitz zulaufende Belemniten-Rostrum hat beim Eindringen in den weich-plastischen Kalkschlick (Oberfläche E) die einzelnen Kalkschichten nach unten gebogen („geschleppt“). An das Rostrum schließt sich nach oben der Kammerapparat (Phragmokon) an. (Nach SCHWEIGERT 1999a)



abgelagert, als der Phragmokon noch teilweise gasgefüllt war. Man muß daraus wohl schließen, daß dieses Sediment sehr rasch abgelagert wurde“ (Abb. 19). Das Abbrechen des Kammerapparats wird so erklärt: Er wurde vermutlich durch Verfüllung seiner Gaskammern mit feinem Kalkschlick infolge einiger Sedimentationsereignisse schon recht bald zu schwer. Dadurch knickte er vom Rostrum ab, fiel zur Seite und wurde durch den nächsten Sedimentschub bedeckt (SCHWEIGERT 1999a, 9). Als zweite Möglichkeit für das Abknicken des Kammerapparats wird angegeben, er sei „im Verlauf einiger Zeit, vielleicht weniger Wochen, porös“ geworden, „so daß Gas aus ihm entweichen konnte, er abbrach und zur Seite kippte“ (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 96).

Der Nusplinger Plattenkalk könnte in einigen Jahrzehnten entstanden sein.

Nach den Bearbeitern gewinnt man aus dem zeitlichen Abstand zwischen dem Eindringen des Belemniten-Rostrums in den Kalkschlick und dem Herunterknicken des Luftkammerapparats auf eine höhere Kalklage „eine gewisse Vorstellung über die Sedimentationsgeschwindigkeit der Plattenkalk-Ablagerung“. Vom Einbohren des Rostrums bis zum Abknicken des Kammerapparats ist „bis zu 15 Millimeter Kalkschlick abgelagert worden“ (Abb. 20). Diese 15 mm Kalkschlick sind, wie angenommen wird, im Verlauf „vielleicht weniger Wochen“ gebildet worden (DIETL & SCHWEIGERT (2001, 96). Geht man von 3-4 Wochen aus und rechnet diese Zahlen hoch, dann könnte der Nusplinger Plattenkalk, dessen Gesamtmächtigkeit zwischen 10,5 und 17 m beträgt (s. Teil 1), in ca. 40 bis 90 Jahren, also in der Größenordnung von Jahrzehnten, entstanden sein.

Widersprüchliches in der Diskussion zur Sedimentbildungsdauer

Belegen flachliegende Belemniten Ablagerungspausen? SCHWEIGERT (1999a, 14) betont, der dargestellte Befund bedeute nicht zwangsläufig, die Sedimentation des gesamten Nusplinger Plattenkalks sei kontinuierlich in diesem raschen Tempo abgelaufen. Er rechnet vielmehr immer wieder mit längeren Ablagerungspausen, bei denen das Sediment verfestigt wurde und entwässerte (s. aber Abschnitt „Frühe zähplastische Verfestigung...“). Während solcher Phasen seien Belemnitenrostren vermutlich vorwiegend waagrecht eingebettet worden. Jedoch: Diese Rostren wurden im allgemeinen wohl durch Raubfische

(gedacht wird an Chimären) vom Kammerapparat abgebissen (SCHWEIGERT 1999a, 6f.): Man hat sie mit der zertrümmerten Bißstelle (Chimären-Quetschgebiß!) „in großer Zahl“ gefunden (SCHWEIGERT 1999b, 124). Da sie nicht durch den gasgefüllten Kammerapparat in aufrechter Position gehalten wurden, lagerten sie sich so gut wie immer waagrecht ab. Die Annahme von Sedimentationsunterbrechungen dürfte hier also unnötig sein.

Bodenbewohner besiedelten bestimmte Lagen nur kurzzeitig. Es ist kaum zu begründen, das gesamte Nusplinger Plattenkalk-Paket sei wohl in „einigen zehntausend Jahren abgelagert worden“ (DIETL & SCHWEIGERT (2001, 34). Das wird schon durch die in nahezu allen Plattenkalklagen vorkommenden, sehr häufigen und zu ca. 2/3 schräg oder aufrecht eingebetteten Belemniten sehr unwahrscheinlich (s.o.). Auch wenn man immer wieder mit gewissen Ablagerungsunterbrechungen bzw. Phasen reduzierter Sedimentation rechnet, ist kaum verständlich, warum diese Pausen zu einer Erhöhung der Gesamt-Ablagerungszeit um ca. das Tausendfache (!) führen müßten. Dafür reichen auch nicht die wenigen Lagen mit Wühlorganismen bzw. eine Plattenkalkoberfläche mit kurzzeitig lebenden, unbestimmbaren kleinen Muscheln aus. Wie die speziell angepaßten Bodenwühler, die vor allem in den untersten Plattenkalkabschnitten als „Pioniersiedler“ gefunden wurden, konnten die Muscheln vorübergehend günstigere Sauerstoffverhältnisse nutzen (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 40). Solche Bedingungen stellten sich besonders nach dem heftigen Eingleiten von Trübeströmen episodisch ein. Es handelt sich aber „jeweils nur um den Beginn einer Besiedlungs-Sukzession... die sogleich wieder durch sich verschlechternde Verhältnisse abgebrochen wurde“ (SCHWEIGERT 1998, 24); die Tiere „starben nach kurzer Zeit eines plötzlichen Massentods“ (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 40; s. Teil 1). Ansonsten wird nur von *einer* Schichtfläche eine Seeigel-Kolonie beschrieben, die hier etwas mehr als eine Generation siedelte (s.u.). Zudem kann nicht ausgeschlossen werden, daß ein Teil der Plattenkalkpakete noch schneller als im Fall der gemessenen Belemniten-Einbettung sedimentiert wurde. Dann könnte möglicherweise die von DIETL & SCHWEIGERT (2001, 96) genannte Ablagerungsgeschwindigkeit von 15 mm in wenigen Wochen einen *ungefähren Mittelwert* für das Sedimentationstempo des gesamten Nusplinger Plattenkalks darstellen.

Nach BANTEL et al. (1999, 26f.) läßt sich zwar die Zeitdauer für die Ablagerung des Nusplinger Plattenkalks nicht exakt angeben, die Autoren äußern aber: „Die Sedimentationsdynamik spricht für eine sehr rasche Sedimentation einzelner Abschnitte, und zwar sowohl für den Plattenkalk als auch erst recht für die Eventlagen“. [= Lagen schneller Ablagerungsereignisse, also „Dicke Bänke“ zwischen

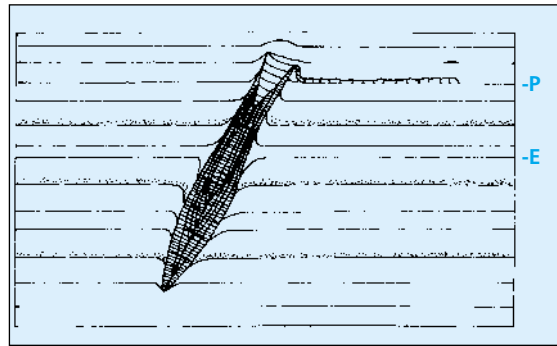


Abb. 19: Nach dem Eindringen des Rostrums in die Fläche E haben sich „im Verlauf einiger Zeit, vielleicht weniger Wochen“ mehrere Plattenkalkschichten abgelagert (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 96). Dann knickte der instabil gewordene Phragmokon (Kammerapparat) ab und legte sich auf die Schichtfläche P. Die Kalklagen über der Schichtfläche E sind durch Anlagerung am Rostrum etwas aufgebogen. (Nach SCHWEIGERT 1999a)

Plattenkalkpaketen, die durch eine einzige Schüttung entstanden sind; s. Teil 1.] „Es muß allerdings auch immer wieder zu längeren Sedimentationsunterbrechungen gekommen sein, die in Gestalt von Trennflächen ... überliefert sind. Viele dieser Trennflächen dürften allerdings nur verhältnismäßig kurze Zeit den Meeresboden gebildet haben“, schlußfolgern die Autoren recht allgemein.

Schnelles „Abbinden“ der Schichtoberflächen.

Für das Letztere spricht insbesondere folgendes: Schon beim aufrechten Eindringen der Belemniten (s. letzten Abschnitt) war der Kalkschlick zwar noch so weich, daß das Rostrum mehrere cm tief eindringen konnte, „andererseits aber doch so zäh, ... daß dieses in derselben Position steckenblieb“. Besonders wichtig ist, daß „zwischen den einzel-

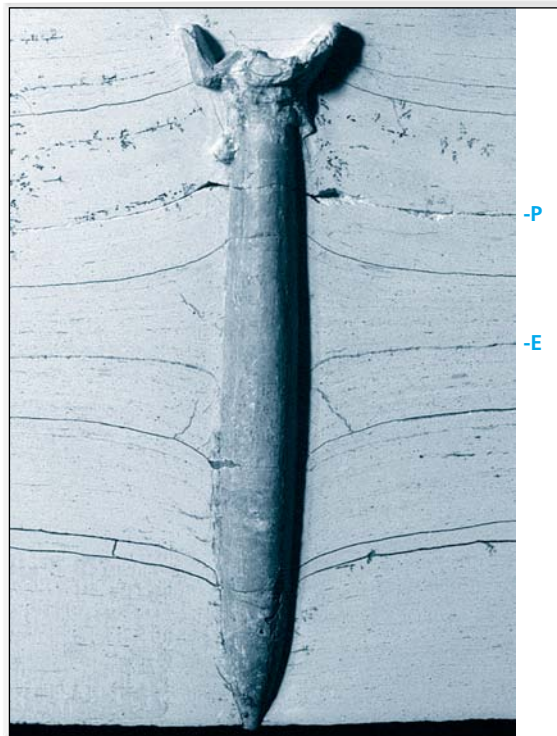


Abb. 20: Foto eines senkrecht in Schicht E eingedrungenen Belemniten. Die beiden darüber liegenden Plattenkalklagen (bis zur Schichtfläche P) sind durch eine Schichtoberfläche voneinander getrennt, die ebenso gut ausgebildet ist wie die tieferen und höheren Trennflächen, obgleich beide Plattenkalk-Lagen höchstens im Verlauf weniger Wochen abgelagert worden sein dürften. Denn auf Schichtoberfläche P (hier 14 mm höher) wurde der abgelenkte Kammerapparat eingebettet. Ferner lassen die senkrecht gesägten Kalkplatten eine interne „Feinstschichtung im Zehntelmillimeterbereich“ erkennen (s. jedoch Abschnitt „Zur Diskussion...“). (Copyright Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart; SMNS Inv.-Nr. 63730)

nen Plattenkalklagen, im Bereich der Spaltflächen [= Trennflächen], ... sich bereits vor deren Deformation durch die hineinspießenden Belemnitenrosten Unstetigkeitsflächen gebildet haben“ müssen (unterhalb von E in Abb. 18). Aber es ist sehr unwahrscheinlich, daß dies, wie SCHWEIGERT (1999a, 9) hier fortfährt, „vermutlich während längerer Sedimentationsunterbrechungen“ geschehen sein soll. An einer anderen Stelle der genannten Arbeit (14) schließt SCHWEIGERT nämlich zurecht, daß das Sediment zwischen E und P (Abb. 19) „sehr rasch abgelagert wurde“, und zwar im Verlauf „vielleicht weniger Wochen“ (s. vorigen Abschnitt). Aber diese beiden sehr schnell abgelagerten Kalkschlicklagen (zwischen E und P; Abb. 20) sind durch eine *ebenso gut ausgebildete* Spaltfläche voneinander getrennt wie die Kalkplatten unterhalb von E, zwischen denen längere Sedimentationsunterbrechungen vermutet werden. Schnelle Sedimentation aber bedeutet: Die Oberfläche der zuerst abgelagerten Kalkschlicklage (zwischen E und P) mußte während der kurzen Zeit *nach* ihrer Sedimentation, aber *vor* der Ablagerung der nächsten Lage *ansatzweise* „abgebunden“ haben. Sonst hätte sich zwischen den beiden Kalkschlicklagen keine „Unstetigkeitsfläche“ gebildet, aus der später bei weiterer Sedimenterhärtung eine (spaltbare) Trennfläche entstand.

Kurzzeitiger Mikrobenaufwuchs? Die Trennflächen zwischen einzelnen Plattenkalk-Lagen scheinen in der Regel nicht auf mikrobielle Rasen zurückzugehen, die sich bei Sedimentationspausen auf Schichtflächen gebildet haben könnten. Sie entstehen heute, „namentlich in subtropischen und tropischen Gebieten, innerhalb weniger Stunden“ – „blitzschnell“ (GALL & KRUMBEIN 1992, 42.44). Ständiger, rascher Mikrobenaufwuchs müßte insbesondere auf der Oberfläche der „Dicken Bank“ K2 (Nusplinger Steinbruch) vorausgesetzt werden. Denn für die kurze Zeit von etwas mehr als einer Generation siedelten hier Seeigel, und DIETL & SCHWEIGERT (2001, 40.114f.) vermuten, daß diese hochspezialisierten Tiere Algen- oder Bakterienrasen abweideten. Immerhin bewohnte jeder dieser Seeigel eine Fläche von nur ca. 1m² (s. Teil 1). Mikrobenfilme können Trennflächen verstärken (vgl. zum Solnhofener Plattenkalk VIOHL 1998, 44; RÖPER et al. 1999, 38-43) und besonders zur Konservierung von Fossilien beitragen, wie Untersuchungen in verschiedenen Konservat-Fossilagerstätten ergaben (z.B. WUTTKE 1983; MEHL 1990). Allerdings konnten im Nusplinger Plattenkalk nur ganz vereinzelt sphärische (kugelförmige) Strukturen nachgewiesen werden, die man auf Mikrobenfilme-bildende Cyanobakterien zurückgeführt hat. Deshalb schließen BANTEL et al. (1999, 15), daß sich hier nur gelegentlich Mikrobenrasen bildeten (vgl. DIETL & SCHWEIGERT 1999a, 24; WESTPHAL 1992, 67).

Feinstschichtung im Zehntelmillimeter-Bereich? TEMMLER beschreibt eine „sehr gleichmäßige Feinstschichtung“ im Nusplinger Plattenkalk aus hellen und dunklen Lagen im Zehntelmillimeterbereich. Feinstschichtung (Lamination) wird in der Sedimentologie oft auf eine äußerst langsame Ablagerung zurückgeführt. Immerhin drückt TEMMLER sich zurückhaltend aus. Denn er stellt fest, bei Vergrößerung sehe man diese Schichtung „teils als geschlossene Lagen durchziehen, teils in feine horizontbeständige Fläsern aufgelöst“. Die Unsicherheit seiner Deutung verstärkt sich, wenn er von „Schwankungen der Grenzflächen und damit der Stärke der Einzellagen“ spricht, „die zudem noch sehr wechselnd deutlich in Erscheinung treten“, was zu „beträchtlichen Schwierigkeiten“ führt (TEMMLER 1964, 34). Am wichtigsten aber ist, daß sich auf den stark vergrößerten Fotos bei TEMMLER (Taf. 7 u. 8) die „mm-Rhythmite“ optisch geradezu auflösen. Dafür sind übereinander zahllose helle Lagen mit *rundlichem*, größerem Detritus (organisches Zerreibsel) und *waagerechten*, länglichen Komponenten zu erkennen. (Nach TEMMLER handelt es sich u.a. um Bestandteile zerfallener Schwämme wie Rhaxen und Schwammnadeln.) Diese Komponenten sind in die dunklere Grundmasse des Kalks eingelagert (vgl. BANTEL et al. 1999, 21; FUCHS 1937, 54; WESTPHAL 1992, 65). Wenn das Sediment kurzzeitig gestaffelt nacheinander herantransportiert wurde (s. Teil 1) und dann schubweise bei bzw. nach ausklingender Wasserbewegung herabregnete, dürften die zahlreichen winzigen länglichen Komponenten sich beim Absatz im wesentlichen waagerecht orientiert (= eingeregelt) haben. Makroskopisch entsteht so eine gewisse Ähnlichkeit mit einer Feinstschichtung (vgl. auch BANTEL et al. 1999, 24f.). Das, was TEMMLER „mm-Rhythmit“ nennt, ist z.B. auch in den Plattenkalken von Abb. 20 (zwischen E und P) erkennbar, obgleich gerade diese beiden Kalklagen das Resultat von zwei in kurzer Zeit sedimentierten Ereignissen sind. TEMMLERS Arbeit ist leider rein petrographisch (gesteinskundlich) ausgerichtet und berücksichtigt z.B. nicht den Zerfall und die Einbettung von Fossilien (vgl. SCHWEIGERT 1999a, 2; s.o. und Teil 1).

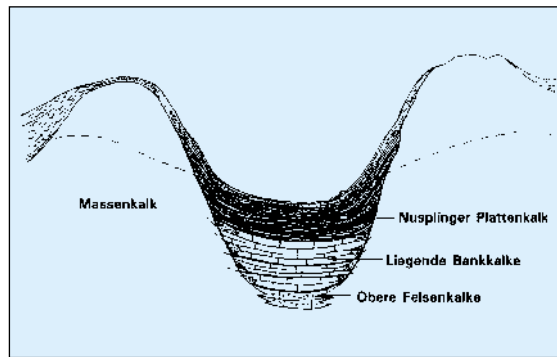
Frühe zähplastische Verfestigung des Sediments

„Tischtuch-Falten“ im Plattenkalk. Offenbar hat sich also eine soeben gebildete Kalklage schon vor der Ablagerung der nächsten Sedimentwolke *etwas* verfestigt, so daß sich eine „Unstetigkeitsfläche“ bildete, selbst wenn diese heute als Trennfläche zwischen zwei Platten schwer aufspaltbar ist. Für schnelle, ansatzweise Verfestigung spricht weiter der Umstand, daß im Nusplinger Plattenkalk

stellenweise ein komplettes Plattenkalk-Paket aufgrund des geneigten Untergrunds zum Wannenzentrum „abgleiten konnte und sich dabei wie ein Tischtuch in Falten legte“. Solche Falten finden sich isoliert mitten in der normalgeschichteten Plattenkalk-Abfolge. Man kann daran nach DIETL & SCHWEIGERT (1999a, 24) „erkennen, daß der Kalkschlick schon gleich nach der Ablagerung eine zähplastische Konsistenz annahm und die Verdichtung nicht erst nach der Auflast durch weiteres Sediment einsetzte“ (vgl. DIETL et al. 1998, 19; SCHWEIGERT 1998, 23). Denn hätten die Plattenkalk-Pakete beim Abgleiten noch aus ganz weichem Kalkschlick bestanden, wären sie wohl unter Auflösung der Einzelschichtung zu einer chaotischen Masse vermengt worden. Bereits ALDINGER (1930, 262) stellte jedoch fest, daß die Gleitbewegung „eine kräftige Striemung auf den Gleitflächen“ bewirkte, was nur durch eine gewisse Verfestigung erklärt werden kann (so auch DIETL & SCHWEIGERT 2001, 32).

Steile Wannenränder – warum blieb der Kalkschlick liegen? Die Plattenkalke im Egesheimer Steinbruch fallen mit 10-15° zum Wannen tiefsten ein (DIETL et al. 1998, 19). Trotz der beschriebenen Rutschungen einzelner Plattenkalk-Pakete ist es angesichts dieser Neigung erstaunlich, daß es nicht zu *dauernden* Abgleitungen von Kalkschlick-Schichten ins Zentrum der Wanne gekommen ist. Besonders merkwürdig ist aber: Am Rand der zweiten rekonstruierten Plattenkalkwanne „lagert der Plattenkalk ganz außergewöhnlich steil“ (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 30), und zwar „bis zu 45° im Gebiet des Großen Kirchbühl, wie man dort heute noch im Gelände beobachten kann“ (DIETL & SCHWEIGERT 1999b, 261; Abb. 21). Kein Wunder, daß hier Plattenkalkpakete ins Rutschen kamen und mit Gleitstriemen überzogen sind (DIETL & SCHWEIGERT 2001, 30). Aber noch viel erstaunlicher ist, daß angesichts dieser sehr steilen Lagerung die Plattenkalkpakete ganz überwiegend liegen geblieben und nicht komplett ins Wannen tiefste abgeglitten sind! Daraus müßte m.E. geschlossen werden, daß hier die einzelnen Kalkschlick-Lagen nach der Ablagerung jeweils rasch eine sehr zähplastische, nahezu feste Konsistenz angenommen haben.¹

Ölsardinendose im Kalkstein. Auch heute kann sich Kalkschlick im Meer – in diesem Fall im Persischen Golf – unter günstigen Bedingungen sogar schnell *vollständig* verfestigen. Wie SEIBOLD (1991, 201f.) launig erzählt, hielten ihm Kollegen einmal „einen etwas porösen, aber festen Kalkstein unter die Nase“ und fragten nach dem geologischen Alter. SEIBOLD „schätzte nach dem Gesamteindruck auf Tertiär. Großes Gelächter! Beim Umdrehen sah man, daß darin eine Ölsardinendose eingebacken war.“



Ausblick auf Teil 3 (Schluß)

Im dritten und letzten Beitrag soll gezeigt werden, daß die mikroskopisch kleinen Hauptbildner des Kalkschlicks (Goldalgen; Coccolithophoriden) etwa 1 cm Sediment in ca. 10 Tagen bilden könnten, wenn es im süddeutschen Oberjurameer Goldalgen-Arten gab, die optimal mit Nährstoffen versorgt wurden und aufgrund noch unbekannter genetischer Ausstattung Zelldichten von etwa $2 \cdot 10^8$ pro ml Meerwasser erreichen konnten. Das dürfte mit (*massiv*) gestörten Umweltbedingungen einhergegangen sein. Heutige Coccolithophoriden-Arten scheinen diese Zelldichten nicht zu erreichen, jedoch andere Mikroorganismen. Forschungsgrabungen in den etwa gleich alten Plattenkalcken der südlichen Frankenalb belegen, daß es in diesen Meeresgebieten zu „stärksten Umweltschwankungen“ mit zahlreichen Massensterbe-Ereignissen kam (z.B. RÖPER et al. 2000, 50).

Gestörte Umweltbedingungen könnten auch eine Erklärung für die ständig neuen Artbildungen bei Ammoniten in der Schichtenfolge des Oberjura darstellen. Bei heutigen Lebewesen, die unter erheblichem Umweltstreß stehen, wurden Formabwandlungen und mikroevolutionäre Artbildungsprozesse teilweise in nur wenigen Jahren bis einigen Generationen beschrieben (z.B. JUNKER 1993; FEHRER & LOEWE 1999). Rasche Artbildungsprozesse, vor allem bei Ammoniten, würden in diesem Fall gleichzeitig mit hohen Sedimentationsraten des Plattenkalks einhergehen.

Am Schluß von Teil 3 sollen die Argumente für eine schnelle Sedimentation des Nusplinger Plattenkalks zusammengefaßt werden. Danach liegt die Gesamtbildungszeit in der Größenordnung von etlichen Jahrzehnten.

Dank: Dr. Reinhard JUNKER danke ich herzlich für wertvolle Hinweise und vielfältige weitere Hilfen. Ebenso gilt mein herzlicher Dank Dr. Martin ERNST, Dr. Michael HEISIG, Dipl.-Biol. Laurence LOEWE, Dr. Klaus NEUHAUS, Dr. Torsten ROSSMANN, Prof. Dr. Siegfried SCHERER und Dipl.-Geol. Achim ZIMMERMANN für die kritische Durchsicht des Manuskripts und für wertvolle Hinweise. SDG.

Abb. 21: Schematische Darstellung einer Plattenkalkwanne mit bis zu 45° steilen Rändern. Sehr erstaunlich ist, daß dennoch die frisch abgelagerten Plattenkalklagen auch auf den Wannenrändern zumeist liegen geblieben und nicht komplett ins Wannen tiefste abgeglitten sind. Sie müssen frühzeitig eine ziemlich starke Verfestigung erfahren haben. (Nach DIETL & SCHWEIGERT 1999b)

¹ Auch außerhalb der Plattenkalkgebiete sind im höheren Weißjura Süddeutschlands die geschichteten (gebankten) Kalke nicht selten derart steil (bis zu über 50°!) am Rand der massigen Kalke gelagert. Diese übersteile Neigung wird manchmal mit *zusätzlicher Setzung* der gebankten Kalke begründet (z.B. HILLER 1964, 68; KEUPP et al. 1990, 147; SELG & WAGENPLAST 1990, 180). Dadurch wäre das zweifellos vorhandene untermeerische Relief möglicherweise *nachträglich* noch weit stärker versteilt worden. Die Problematik kann hier nur andiskutiert werden: *Wenn* die Ränder der Nusplinger Plattenkalkwannen ursprünglich (wesentlich) weniger steil gewesen wären, könnte sich dadurch möglicherweise das überaus seltsame Phänomen des *nur gelegentlichen* Abgleitens von Plattenkalkpaketen erklären. Auch müßte sich der Kalkschlick in diesem Fall eventuell nicht ganz so rasch *sehr* zähplastisch verfestigt haben.

Literatur

- ALDINGER H (1930) Über die Entstehung der Kalkschiefer des oberen weißen Jura von Nusplingen in Württemberg. *Centralbl. 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.
- 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 ζ, Ober-Kimmeridgium). *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver. NF* 81, 257-271.
- DIETL G & SCHWEIGERT G (2001) Im Reich der Meerengel. Der Nusplinger Plattenkalk und seine Fossilien. München.
- DIETL G, SCHWEIGERT G, FRANZ M & GEYER M (1998) Profile des Nusplinger Plattenkalks (Oberjura, Ober-Kimmeridgium, Südwestdeutschland). *Stuttgarter Beitr. Naturk. B* 265, 1-37.
- FEHRER J & LOEWE L (1999) Evolution in ökologischen Zeitskalen. *Stud. Int. J.* 6, 41-42.
- FUCHS B (1937) Geologische Beobachtungen bei Nusplingen und sedimentpetrographische Untersuchungen über die Entstehung der Nusplinger Plattenkalke. *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver. NF* 26, 51-59.
- GALL J-C & KRUMBEIN WE (1992) Weichkörperfossilien. *Fossilien* 9, 35-49.
- HILLER K (1964) Über die Bank- und Schwammfazies des Weißen Jura der Schwäbischen Alb (Württemberg). *Arb. Geol.-Paläont. Institut TH Stuttgart, NF* 40, 1-190.
- JUNKER R (1993) Prozesse der Artbildung. In: SCHERER S (Hg) *Typen des Lebens*. Berlin, S. 31-45.
- KEUPP H, KOCH R & LEINFELDER R (1990) Steuerungsprozesse der Entwicklung von Oberjura-Spongiolithen Süddeutschlands: Kenntnisstand, Probleme und Perspektiven. *Facies* 23, 141-174.
- MEHL J (1990) Fossilerhaltung von Kiemen bei *Plesioteuthis prisca* (RÜPPEL 1829) (Vampyromorpha, Cephalopoda) aus untertithonen Plattenkalcken der Altmühlalb. *Archaeopteryx* 8, 77-91.
- RÖPER M, LEICH H & ROTHGAENGER M (1999) Die Plattenkalke von Pfalzpaint. Eichendorf.
- RÖPER M, ROTHGAENGER M & ROTHGAENGER K (2000) Die Plattenkalke von Schernfeld. Eichendorf.
- SCHWEIGERT G (1998) Die Spurenfauna des Nusplinger Plattenkalks (Oberjura, Schwäbische Alb). *Stuttgarter Beitr. Naturk. B* 262, 1-47.
- SCHWEIGERT G (1999a) Erhaltung und Einbettung von Belemniten im Nusplinger Plattenkalk (Ober-Kimmeridgium, Beckeri-Zone, Schwäbische Alb). *Stuttgarter Beitr. Naturk. B* 273, 1-35.
- SCHWEIGERT G (1999b) Belemniten-Schicksale im Nusplinger Plattenkalk (Oberjura, Schwäbische Alb). *Fossilien* 16, 123-125.
- SEIBOLD E (1991) Das Gedächtnis des Meeres. Boden-Wasser-Leben-Klima. München-Zürich.
- SELG M & WAGENPLAST P (1990) Beckenarchitektur im Süddeutschen Weißen Jura und die Bildung der Schwammriffe. *Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg* 32, 171-206.
- TEMLER H (1964) Über die Schiefer- und Plattenkalke des Weißen Jura der Schwäbischen Alb. *Arb. Geol.-Paläont. Institut TH Stuttgart NF* 43, 1-106.
- VIOHL G (1998) Die Solnhofener Plattenkalke – Entstehung und Lebensräume. *Archaeopteryx* 16, 37-68.
- WESTPHAL F (1992) Nusplingen. Entstehung einer Fossilagerstätte im Oberjura-Plattenkalk. *Kaupia* 1, 63-70.
- WUTTKE M (1983) „Weichteil-Erhaltung“ durch lithifizierte Mikroorganismen bei mittel-eozänen Vertebraten aus den Ölschiefern der „Grube Messel“ bei Darmstadt. *Senck. leth.* 64, 509-527.
- ZIEGLER B (1991) Einführung in die Paläobiologie, Teil 2. Spezielle Paläontologie. Protisten, Spongien und Coelenteraten, Mollusken (2. Aufl.). Stuttgart.