Mitt. POLLICHIA	85	7 – 18	5 Abb.		Bad Dürkheim 1998
					ISSN 0341-9665

Jahn J. HORNUNG

Encrinus liliiformis LAMARCK (Echinodermata: Crinoidea), *Antalis laevis* (SCHLOTHEIM) (Mollusca: Scaphopoda) und Ooide als Indikatoren für Fazies und Paläogeographie im unteren Hauptmuschelkalk (Mittlere Trias) der Haardt (Rheinland-Pfalz)

Kurzfassung

HORNUNG, J. J. (1998): *Encrinus liliiformis* LAMARCK (Echinodermata: Crinoidea), *Antalis laevis* (SCHLOTHEIM) (Mollusca: Scaphopoda) und Ooide als Indikatoren für Fazies und Paläogeographie im unteren Hauptmuschelkalk (Mittlere Trias) der Haardt (Rheinland-Pfalz). – Mitt. POLLICHIA, **85:** 7–18, Bad Dürkheim

Für den Muschelkalk der Haardt zwischen Neustadt a. d. Weinstr. und Bad Bergzabern wird, basierend auf paläontologischen und sedimentologischen Hinweisen, ein Faziesmodell entworfen, das eine kleinräumige regionale Gliederung zur Zeit der Ablagerung des basalen Oberen Muschelkalks (mo) (Trochitenkalk-Formation – Untere Ceratitenschichten) erkennbar macht: Während für den südlichen Teil eine Position auf der distalen Rampe, jedoch oberhalb der Sturmwellenbasis angenommen wird, war die Region um Neustadt ein Hochgebiet im obersten Subtidal, das von einer *Encrinus*-Kolonie besiedelt wurde. Eingeregelte Gehäuse von *Antalis laevis* (SCHLOTHEIM) werden als Anzeiger für sturmbeeinflußte Sedimentation (sensu AIGNER 1985) interpretiert.

Abstract

HORNUNG, J. J. (1998): *Encrinus liliiformis* LAMARCK (Echinodermata: Crinoidea), *Antalis laevis* (SCHLOTHEIM) (Mollusca: Scaphopoda) und Ooide als Indikatoren für Fazies und Paläogeographie im unteren Hauptmuschelkalk (Mittlere Trias) der Haardt (Rheinland-Pfalz)

[*Encrinus liliiformis* LAMARCK (Echinodermata: Crinoidea), *Antalis laevis* (SCHLOTHEIM) (Mollusca: Scaphopoda) and ooids indicating facies and palaeogeographic conditions in the lower main Muschelkalk (Middle Triassic) of the Haardt (Rhineland-Palatinate)]. – Mitt. POLLICHIA, **85:** 7–18, Bad Dürkheim

HORNUNG: *Encrinus liliiformis* LAMARCK, *Antalis laevis* (SCHLOTHEIM) und Ooide als Indikatoren für Fazies und Paläogeographie im unteren Hauptmuschelkalk der Haardt

Based upon paleontological and sedimentological markers, a facies model has been established herein for the Upper Muschelkalk between Neustadt a. d. Weinstrasse and Bad Bergzabern that is showing an intensive regional differentiation during sedimentation of the basal Upper Muschelkalk (Trochitenkalk Formation – Lower *Ceratites* beds): In the southern area (south of Landau) it is concluded, that the paleogeographic position was on the distal carbonate ramp (analogue to conditions in northwestern Baden-Württemberg, e. g. HAGDORN 1991). The area around Neustadt a. d. Weinstrasse was a regional high (uppermost subtidal) with oolithic sedimentation, settled by a colony of *Encrinus*. Oriented shells of *Antalis laevis* (SCHLOTHEIM) are interpreted herein as to be indicators for a storm influenced sedimentation (sensu AIGNER 1985).

Résumé

HORNUNG, J. J. (1998): *Encrinus liliiformis* LAMARCK (Echinodermata: Crinoidea), *Antalis laevis* (SCHLOTHEIM) (Mollusca: Scaphopoda) und Ooide als Indikatoren für Fazies und Paläogeographie im unteren Hauptmuschelkalk (Mittlere Trias) der Haardt (Rheinland-Pfalz)

[*Encrinus liliiformis* LAMARCK (Echinodermata: Crinoidea), *Antalis laevis* (SCHLOTHEIM) (Mollusca: Scaphopoda) et ooides en tant qu'indicateurs pour le facies et la paléogéographie dans le Muschelkalk principal inférieur (Trias moyen) de la Haardt (Rhénanie-Palatinat)]. – Mitt. POLLICHIA, **85:** 7–18, Bad Dürkheim

Se basant sur les indices paléontologiques et sédimentologiques, un modèle de faciès a été concu pour la région du Muschelkalk du Palatinat entre Neustadt an der Weinstrasse et Bad Bergzabern, montrant l'importante différenciation régionale datant de l'époque de la sédimentation du Muschelkalk supérieur basal (Formation de Trochitenkalk – untere Ceratiten-Schichten). Alors que l'on suppose que le partie sud se trouvait sur la rampe distale au-dessus de la base des vagues lors de tempête, la région autour de Neustadt a été une région haute dans l'infratidal supérieur colonisé par une colonie d'*Encrinus*. Des coquilles stratifiées d'*Antalis laevis* (SCHLOTHEIM) sont considérées comme étant des indices d'une sédimentation influencée par des tempêtes.

1. Einleitung

Der Obere Muschelkalk der Vorderpfalz (umfassend bearbeitet von GRIESSEMER 1987) ist aufgrund der sehr schlechten Aufschlußverhältnisse nur schwer erforschbar. Die kleinräumliche Faziesausbildung des Germanischen Muschelkalks ist direkt kaum nachvollziehbar, da z. Zt. nur noch ein Primäraufschluß (der Steinbruch SEMAR, Gleiszellen-Gleishorbach) im mo existiert. Dennoch soll versucht werden, aufgrund paläokologisch signifikanter Fossilien und sedimentologischer Befunde einige grundsätzliche Aussagen zu Paläogeographie und Fazies des mo dieser Region zu treffen.

2. Die palökologische Signifikanz von *Encrinus liliiformis* LAMARCK

Der articulate Crinoide *Encrinus liliiformis* LAMARCK besiedelte während des unteren Hauptmuschelkalks (Trochitenkalk-Formation, sensu HAGDORN et al. 1993) in Kolonien mit hoher Individuenzahl die Küstenbereiche des Germanischen Muschelkalkmeeres in Südwestdeutschland. Während bereits frühere Untersuchungen zeigten, daß *E. liliiformis* stark faziesgebunden ist (z. B. LINCK 1965) und daher zur Biostratigraphie nur bedingt verwendbar ist (z. B. GRIESSEMER 1987), stellten HAGDORN & OCKERT (1993) heraus, daß es sich bei diesem Crinoiden um einen Flachwasserbewohner (5–50 m) handelte, der den Bereich der Normalwellenbasis bevorzugte, um ständig mit frischem Plankton versorgt zu werden. In den tieferen Beckenbereichen fehlt er daher.

Nach dem aktuellen Faziesmodell (HAGDORN 1991, HAGDORN & OCKERT 1993) war der Ablagerungsraum des Trochitenkalks in Württemberg von einer, der SW-NE verlaufenden Küste des Vindelicischen Landes vorgelagerten, Karbonatsandrampe geprägt, deren beckenwärtige Seite von *E. liliiformis*-Kolonien besiedelt wurden, die u. a. durch küstenparallele, sturmbedingte Strömungen (AIGNER 1985) mit Plankton versorgt wurden.

Die Tatsache, daß Echinodermen-Skelette binnen weniger Stunden nach dem Tod in ihre Sklerite zerfallen, führte zur Annahme tempestitischer Obrutions-(Verschüttungs)-Lagerstätten für den Muschelkalk (SEILACHER 1988, 1993), bei denen lebende Echinodermen (vor allem Crinoiden, Ophiuren und Seesterne) von aufgewirbelten Sedimentpartikeln abgetötet und anschließend an Ort und Stelle einsedimentiert wurden. Trat dies nicht ein (in der Mehrzahl aller Fälle), zerfielen die Skelette in ihre Sklerite und die Erhaltung artikulierter Echinodermen war praktisch ausgeschlossen.

Zusammenfassend kann die Aussage getroffen werden, daß das Vorkommen artikulierter Echinodermen (hier speziell *Encrinus liliiformis*) immer ein autochthones Vorkommen dieser Tiere impliziert (HAGDORN 1988, SEILACHER 1993). Im speziellen Fall von *E. liliiformis* bedeutet dies eine Wassertiefe von 5–50 m für die Bildung der entsprechenden Schicht an der jeweiligen Lokalität (HAGDORN & OCKERT 1993).

3. Die Funde von *Encrinus liliiformis* LAMARCK im Muschelkalk der Haardt

Für eine Übersicht des Gebiets s. Abb. 1.

Aus historischer Zeit (18./19. Jhdt.) sind für den Muschelkalk im Gewann Vogelsang nahe dem Stadtteil Haardt bei Neustadt a. d. Weinstraße Funde von kompletten *Encrinus*-Kronen verbürgt (ANONYMUS 1843, 1844, CRON 1740, HEPP 1844) (Abb. 2a). Auch GÜMBEL (1897) hob diese Funde noch hervor, allerdings waren zu seiner Zeit die Kalksteinbrüche am Haardter Schlößchen bereits verfüllt. Seit damals wurden, soweit bekannt, keine Funde kompletter Kronen in Neustadt mehr gemachtund leider ging sämtliches Material in den Sammlungen der POLLICHIA und der geol. Bezirkssammlung Neustadt verloren oder wurde im 2. Weltkrieg zerbombt (GRIESSEMER 1987). Allerdings finden sich auf den Weinbergen am Leopold-Reitz-Weg bis heute die Trochiten, die vielen Neustadtern als „Mühlsteinchen" bekannt sind (Abb. 2b–e). Diese sind etwas robuster gebaut als bei den durchschnittlichen württembergischen Populationen und besonders die distalen Columnalia scheinen weniger und dafür kräftigere Crennulae zu tragen. Diese Merkmale

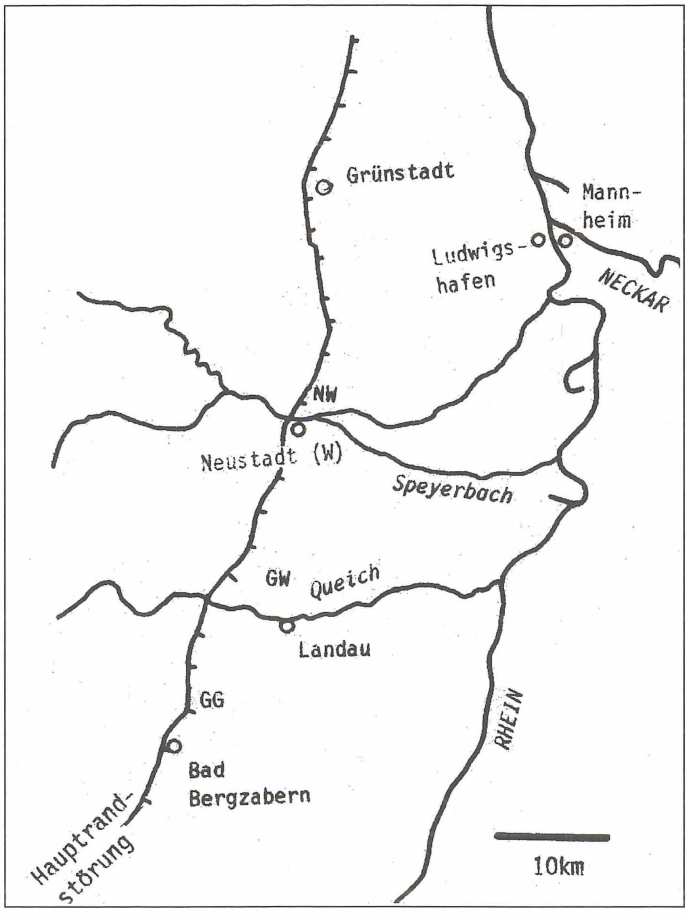


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet mit den erwähnten Aufschlüssen.
NW = Neustadt-Haardt, GG = Gleiszellen-Gleishorbach, GW = Geilweilerhof/Siebeldingen

liegen aber sicher noch in der intraspezifischen Variationsbreite von *E. liliiformis*. Möglicherweise sind sie ökologisch bedingt und eine Anpassung an bewegteres Wasser.

Darüberhinaus fand sich in den Lesesteinen am Vogelsang eine reiche Muschelkalkfauna, die vom Verfasser 1992–1996 besammelt wurde.

HEPP (1844) gab eine etwas genauere Beschreibung der Fundumstände der *Encrinus*-Kronen. Demnach kamen zahlreiche artikulierte Exemplare in einem „Encriniten-Kalk" (HEPP) am Top eines liegenden Ooliths vor. Der Oolith kann auch heute noch als Lesegestein aufgefunden werden und führt selbst zahlreiche Trochiten.

Die Bildung der Neustadter Encriniten-Bank kann wohl zwanglos als Obrutionslagerstätte gedeutet werden. Eine Kolonie von *E. liliiformis* besiedelte den oolithisch geprägten Meeresboden und wurde von einem Sturmereignis in der oben beschriebenen Weise abgetötet und verschüttet. Für die geringe Wassertiefe spricht neben den Encrininen der Oolith selbst, für den allgemein eine Bildung in lagunärer Fazies angenommen wird

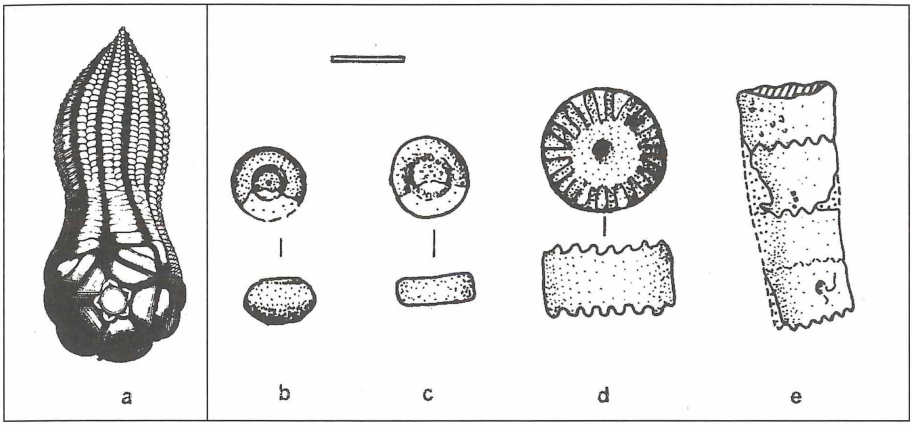


Abb. 2: *Encrinus liliiformis* LAMARCK, Trochitenkalk-Form., Liegendoolith-Member (?), Haardt bei Neustadt/Weinstr., **a:** Komplette Krone, aus CRON (1740), **b:** Nodale, NW 24/1, **c:** Internodale, NW 24/2, **d:** Distales Columnale, NW 24, **e:** Polycolumnale mit zahlreichen Bohrspuren, NW 55; b–e: In d. Samml. d. Verf., Maßstab (b–e): 5 mm.

(s. u.). Darüber hinaus sind in den Lesesteinfossilien* typische Faunenelemente der proximalen Karbonatrampe vertreten, wie etwa *Septifer eduliformis* (SCHLOTHEIM), *Lyriomyophoria elegans* (DUNKER) und die, in Württemberg charakteristisch mit *E. liliiformis* vergesellschafteten (Biohermbildung, HAGDORN 1978, 1991), austernartigen Terquemiidae *Enantiostreon difforme* (SCHLOTHEIM) und *Newaagia noetlingi* (FRECH).

Im Oberen Muschelkalk vom Geilweilerhof bei Siebeldingen, sowie dem „Wacholderbusch" bei Pleisweiler, kommen nach REIS (1923) bzw. SPUHLER (1957) ebenfalls Trochiten vor, Funde artikulierter Crinoiden sind jedoch nicht bekannt. Der ehemalige Steinbruch ist seit langem verfüllt, der Verfasser konnte lediglich eine einzige Trochite auffinden.

Im unteren Steinbruch Semar, Gleiszellen-Gleishorbach, fand GRIESSEMER (1987: Abb. 51) eine sehr kleine, artikulierte *Encrinus*-Krone, 3,80–3,90 m oberhalb der Grenze mm/mo. GRIESSEMER (1987: 90) hob hervor, daß in den von ihm beprobten Profilen im Bruch Semar die Zahl der Columnalia gegenüber der von Brachialia und Pinnulae deutlich überwiegt. Dies läßt auf Strömungssortierung und allochthone Herkunft der Sklerite schließen. Einen weiteren Hinweis gab SPUHLER (1957: 210), der eine linsenartige Anreicherung von Trochiten im basalen mo1 von Gleiszellen-Gleishorbach erwähnte, die er auf Zusammenschwemmung zurückführte.

Dieser Deutung steht auch der Fund der kompletten Krone nicht im Weg: Mit nur etwa 6 mm Länge liegt sie am untersten Ende der von *E. liliiformis* bekannten Kronenlängen (HAGDORN 1988). Es mußte sich um ein sehr junges Individuum handeln, möglicherweise kurz nach der Metamorphose von der freischwimmenden Larve. In diesem Stadium waren die Stiele der Kleinst-Seelilien noch sehr fragil (s. a. HAGDORN & OCKERT 1993: Abb. 1.4). Er konnte bei starker Strömung leicht abgerissen werden, was allerdings nicht den sofortigen Tod der Seelilie zur Folge haben mußte (HAGDORN & OCKERT 1993). So kann also die kleine Krone im lebenden Zustand verdriftet worden sein, bis sie schließlich an ihrem heutigen Fundort eingebettet wurde. Diese Annahme wird auch dadurch gestützt, daß das erwähnte Exemplar m. W. trotz jahrzehntelanger Abbautätigkeit bislang die einzige artikulierte Crinoidenkrone aus Gleiszellen-Gleishorbach ist.

* Die Angaben über die Lesesteinfauna basieren auf der Sammlung des Verfassers, die noch einer ausführlichen Auswertung bedarf.

Nach den Befunden an Crinoiden muß für Gleiszellen-Gleishorbach also größere Wassertiefe angenommen werden als für Neustadt.

3. *Antalis laevis* (SCHLOTHEIM) als Indikator für tempestitische Sedimentation

Aus dem aufgelassenen oberen Bruch in Gleiszellen-Gleishorbach stammt ein Handstück* dicht gepackter Biomikrit mit zahlreichen Exemplaren des Scaphopoden *Antalis laevis* (SCHLOTHEIM). Außerdem enthält die Schichtfläche, die mit einer dünnen Mergelschicht überzogen ist, die Bivalven *Palaeonucula goldfussi* (ALBERTI), *Paleoneilo elliptica* (GOLDFUSS), *Myophoria* sp. und die Gastropoden „*Omphaloptycha*" sp. sp. Die genaue Lage im Profil läßt sich leider nicht mehr feststellen, sie dürfte aber im Bereich der unteren Ceratitenschichten liegen.

A. laevis ist im mo von Gleiszellen-Gleishorbach eine sehr häufige Species, besonders in den unteren Ceratitenschichten ist das Gestein zahlreich mit seinen elefantenzahnartigen Gehäusen durchsetzt. Dabei sind sie meist regellos orientiert, wenn überhaupt, so ist eher eine diagonale oder vertikale Ausrichtung zu erkennen. Dies entspricht der Lebensweise von *A. laevis*, der als filtrierendes Mitglied der Infauna vertikal im (feinkörnigen) Sediment steckte, wobei das obere Ende des Gebäudes über die Sedimentoberfläche hinausragte, um durch eine Einströmöffnung dem Tier Atemwasser und Nahrung zuzuführen (schematische Darstellung s. Abb. 3A). Bei normaler Sedimentation fossilieren die Gehäuse abgestorbener Scaphopoden ± in Lebendstellung (beispielsweise auch bekannt von *Antalis torquata* (SCHLOTHEIM) aus dem mu, SCHMIDT 1928: 211).

Im vorliegenden Fall sind die horizontal auf der Schichtfläche liegenden Gehäuse allerdings deutlich strömungsgerichtet (Abb. 3B). Um diese Erhaltungsweise zu erklären, müssen komplexere Vorgänge angenommen werden, als einfache Zusammenspülung leerer Gehäuse:

1. Zunächst müssen die Gehäuse aus dem Sediment ausgegraben worden sein. Dazu kann angenommen werden, daß die Tiere bereits abgestorben waren, da sie sich sonst der Freilegung hätten entziehen können. Die Freilegung erfolgte offenbar durch eine Aufwühlung des Sediments, wie sie durch Strumereignisse erklärt werden kann (AIGNER 1985).
2. Die freigelegten Gehäuse wurden von einer bodennahen Strömung (Rückstrom?) eingeregelt und schließlich bei nachlassender Strömung mit Feinklastika zusedimentiert.

Die Freilegung der Gehäuse im 1. Schritt impliziert eine relativ hochenergetische Bewegung des Wasserkörpers unmittelbar über dem Grund. Damit muß die Wassertiefe geringer als die maximale Sturmwellenbasis gewesen sein. Dies wird auch durch das Vorkommen von cm-mächtigen Schillagen in zahlreichen Profilabschnitten in Gleiszellen-Gleishorbach belegt, die sich als distale Tempestite (AIGNER 1985) deuten lassen. Leider kann die geographische Richtung der bodennahen Strömung nicht mehr nachvollzogen werden, da das Handstück nicht dem Anstehenden entnommen wurde.

Analog zu dem württembergischen Karbonatrampenmodell muß für Gleiszellen-Gleishorbach eine Position auf der distalen Rampe angenommen werden, die Sedimentation ist von pelitischen Kalkschlämmen (mit einer entsprechenden Faunengemeinschaft aus *Hoernesia socialis* (SCHLOTHEIM), *Bakevellia* sp. u. a. m.) dominiert, Kalkarenite sind seltener, gröbere oder oolithische Sedimente fehlen fast völlig (s. a. GRIESSEMER 1987).

Im Muschelkalk von Neustadt findet sich *A. laevis* sehr viel seltener, in oolithischen Lesesteinen fehlt er ganz. Er tritt in hellgrauen, mikritischen Kalksteinen auf, die vermutlich den Ceratitenschichten angehören. In diesen Mikriten findet sich auch eine typische Infauna (vor allem *Bakevellia (Bakevellia) costata* (GOLDFUSS)) sowie tempestitische Schillagen, entsprechend den Verhältnissen in Gleiszellen-Gleishorbach. Offenbar spiegelt sich

* coll. Hornung, GHO 66

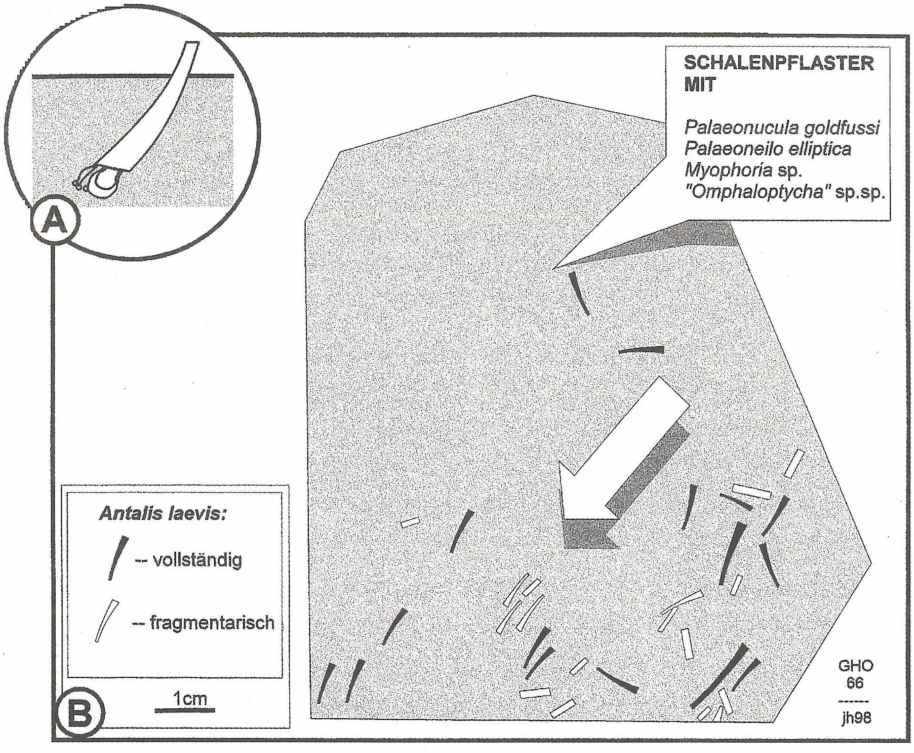


Abb. 3A: *Dentalium* sp., rezenter Scaphopode in Lebendstellung, schematisiert. Umgezeichnet u. verändert n. WEBB et al. 1980. **B:** Schematisierte Zeichnung eines Handstücks aus den unteren (?) Ceratitenschichten von Gleiszellen-Gleishorbach mit zahlreichen eingeregelten Exemplaren von *Antalis laevis* (SCHLOTHEIM), der Pfeil zeigt die Paläoströmungsrichtung an. In d. Samml. d. Verf., GHO 66.

hier der Anstieg des Meeresspiegels wider, der während des gesamten Trochitenkalks anhielt (transgressive systems tract, AIGNER 1985) und bei Neustadt bei Ablagerung der Ceratitenschichten soweit angestiegen war, daß eine distal ramp Fazies ausgeprägt wurde.

4. Die oolithische Ausbildung des mo1 bei Neustadt

Ein weiterer Hinweis auf eine lagunäre Fazies im Trochitenkalk im Bereich Neustadt wird durch das Vorkommen von massigen Oolithen gegeben. Aufgrund der Beschreibung durch HEPP (1844) sah GRIESSEMER (1987) einen Zusammenhang mit dem Basaloolith (Liegendoolith-Member, moTL sensu HAGDORN et al. 1993). Dieses Formationsglied ist typisch im südlichen Beckenrandbereich (Breisgau-SE-Schwarzwald-Donaueschingen) (GEYER & GWINNER 1968) und dem Saarland (SCHNEIDER 1957) ausgebildet. Ebenfalls in den Trochitenkalk fällt die Bildung des Marbach-Ooliths (Marbach-Member, moTM, HAGDORN et al. a.a.O.) im Raum Villingen-Schwenningen (oberer Neckar), sowie vereinzelter Oolithbänke im Bereich der proximalen Karbonatrampe (Zwergfaunaschichten [OCKERT 1993], Region zwischen den Wellenkalkbänken und der *Spiriferina*-Bank [GEYER & GWINNER 1968]) zwischen Stuttgart und Heilbronn sowie der Hohenlohe (s. Abb. 4). Ähnliche Oolithbildungen kommen auch im mo2 und mo3 vor.

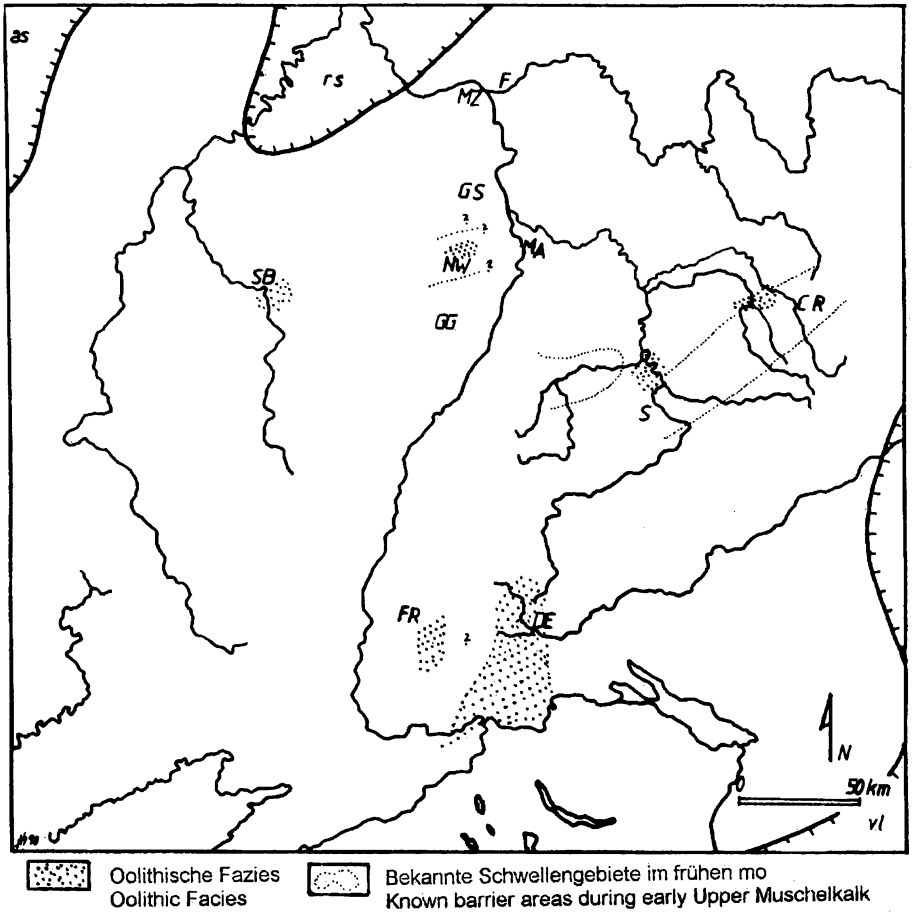


Abb. 4: Die Verbreitung von Oolithen und Schwellenregionen im mo1 SW-Deutschlands. Der Beckenrand entspricht während der Anfangsphase der mo-Transgression nicht der Küstenlinie, kombiniert nach verschiedenen Autoren.
as = Ardennen-Schwelle, CR = Crailsheim, DE = Donaueschingen, F = Frankfurt, FR = Freiburg/Brg., GG = Gleiszellen-Gleishorbach, GS = Grünstadt, NW = Neustadt a. d. Weinstr., rs = Rheinische Schwelle, S = Stuttgart, SB = Saarbrücken, vl = Vindelicisches Lens.

Möglicherweise ist der Trochitenkalk von Neustadt zum größten Teil aus Oolithen aufgebaut und müßte als eigenes Member, ähnlich dem Marbach-Oolith, im moT geführt werden.

Die Bildung von marinen Ooiden ist an den sub- bis intertidalen Bereich lagunärer Bildungsräume gebunden (RICHTER 1983). Mittels einer Untersuchung des Lagenbaus von Ooiden kann auf den Bildungsbereich (bewegtes, extremes Flachwasser, oder ruhiges, etwas tieferes Flachwasser) rückgeschlossen werden (REIJERS & TEN HAVE 1983). Eine solche Analyse wurde bislang m. W. nur in den Oolithen des Trochitenkalks im Steinbruch Haueda, 25 km NW Kassel durchgeführt (RICHTER 1983: Tab. 1). Sie ergab Ooide mit

radialer Struktur, die nach der Interpretation von REIJERS & TEN HAVE (1983) auf unbewegteres Wasser deuten. Für SW-Deutschland fehlen solche Analysen jedoch bislang. Die Wassertiefe lag auf jeden Fall im photischen Bereich (< 50 m), was für den Trochitenkalk durch das Vorkommen von Korallen im Marbach-Member bei Donaueschingen (ECK 1880, GEYER & GWINNER 1968) und phytogener Onkoide unterstrichen wird. Eine übereinstimmende Deutung des Environments gaben CALVET et al. (1990) für Oolithe in küstennahen Ablagerungen der germanotypen Mitteltrias in NE-Spanien (Rojals und Benifallet Units), die mit dem unteren mo chronostratigraphisch korreliert wurden.

Daß im Trochitenkalk zwischen Neustadt und Gleiszellen-Gleishorbach eine Faziesgrenze verläuft, wird wiederum dadurch deutlich, daß im mo1 von Gleiszellen-Gleishorbach Ooide nur ganz untergeordnet vorkommen (GRIESSEMER 1987 u. eigene Beob.).

5. Diskussion und Zusammenfassung

Offenbar lag der Neustadter Raum während der Ablagerung des Trochitenkalks in einem regionalen Hochgebiet, das während der ersten Phase der mo-Transgression nur flach von Wasser überdeckt war. Dies bot einer Kolonie von *Encrinus liliiformis* gute Lebensbedingungen und führte auch zu ihrer Konservierung in einer Obrutionslagerstätte. Da im gesamten Vorderpfälzer Muschelkalkgebiet von Grünstadt bis Schweigen-Rechtenbach die Funde kompletter, adulter Kronen dieses Crinoiden nur von Neustadt bekannt sind, muß zumindest für die N-S-Ausdehnung angenommen werden, daß das Hoch auf den Neustadter Raum begrenzt war. Das wird auch durch die tonige bis mikritische Faziesausbildung im Norden (Raum Grünstadt, GRIESSEMER 1987) gestützt, die wieder für tieferes Wasser sprechen. Die W-E-Ausdehnung kann in unmittelbarer Umgebung aufgrund mangelnder Aufschlüsse nicht nachvollzogen werden. Ein Rekonstruktionsversuch der Faziesverhältnisse ist in Abb. 5 anhand eines N-S-Schnittes von Grünstadt nach Bad Bergzabern wiedergegeben.

Während der Transgressionsphase des basalen Oberen Muschelkalks war das Beckenrelief kleinräumig gegliedert und während des niedrigen Wasserstands bildeten sich Untiefen (z. T. intertidaler bis supratidaler Bereich) (z. B. GEYER & GWINNER 1968, HAGDORN & OCKERT 1993). Die Morphologie war größtenteils durch Antiklinal/Synklinalstrukturen des paläozoischen Untergrunds vorgegeben (VOLLRATH 1955).

Das Neustadter Hoch könnte mit einer Schwellenzone im Zusammenhang stehen, die bereits VOLLRATH (1955) für den Bereich Karlsruhe-Bruchsal („Nordschwarzwälder Schwelle") im mo vermutete. Dies läßt sich aufgrund der Aufschlußverhältnisse jedoch kaum verifizieren.

Als Ursache für die Aufwölbung könnte auch eine Kuppe aus paläozoischen Sedimenten vermutet werden (unterkarbonische Kulmschiefer, SPUHLER 1957, ZAMINER 1957), die im Raum Neustadt permische Schichten durchbricht. Zwar nahm SPUHLER (1957) einen Reliefausgleich durch Überdeckung mit klastischen Sedimenten bereits im Unteren Buntsandstein an, schloß aber eine spätere Vertikalbewegung nicht aus. Dadurch könnte auch im Muschelkalk noch eine Antiklinale gegeben gewesen sein, die während der ersten Phase der mo-Transgression als Untiefe über den Meeresboden aufragte und von einer *Encrinus*-Kolonie besiedelt wurde.

6. Ausblick

Die oben dargestellten Ergebnisse machen deutlich, daß der pfälzische Muschelkalk noch sehr viele Probleme und ungelöste Fragen birgt, vor allem, da er zumindest in manchen Regionen von der „typischen" Ausbildung in SW-Deutschland abweicht. Seine weitere Untersuchung wird umso schwieriger, je mehr Aufschlüsse verschwinden. Der Verfasser hofft daher, daß sich in Zukunft weitere Erkenntnisse aus der Untersuchung der Lesesteinfauna ergeben.

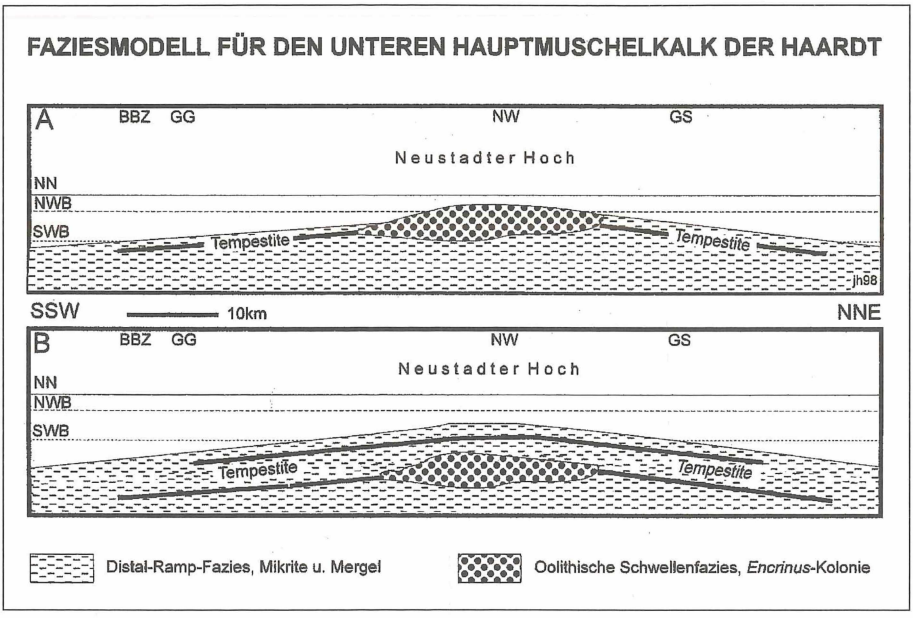


Abb. 5: Rekonstruiertes Faziesmodell für den unteren Hauptmuschelkalk entlang eines N-S-Profils von Grünstadt nach Bad Bergzabern. A: Während der Ablagerung des Trochitenkalks, B: Während der Ablagerung der unteren Ceratitenschichten. Stark vereinfacht, überhöht und schematisiert. NN = Normaler Meeresspiegel, NWB = Normalwellenbasis, SWB = Sturmwellenbasis.

7. Dank

Der Verfasser ist folgenden Personen für ihre wertvolle und freundliche Unterstützung zu Dank verpflichtet: Frau List, Bad Dürkheim, Herrn Schneider, Neustadt-Königsbach, Herrn Dr. Stapf, Mainz. An dieser Stelle soll auch den zahlreichen Personen gedankt werden, die mich bei den Aufsammlungen und Untersuchungen im Feld begleiteten und unterstützten.

8. Literaturverzeichnis

AIGNER, T. (1985): Storm Depositional Systems. Dynamic Stratigraphy in Modern and Ancient Shallow-Marine Sequences. – Lecture Notes in Earth Sci., **3:** 1–174, Berlin

ANONYMUS (1843): Die Sammlungen des Vereins. – Jber. POLLICHIA, **1:** 5–8, Landau

ANONYMUS (1844): Die Sammlungen des Vereins. – Jber. POLLICHIA, **2:** 6–10, Landau

CALVET, F., TUCKER, M. E. & HENTON, J. M. (1990): Middle Triassic carbonate ramp systems in the Catalan Basin, northeast Spain: facies, systems tracts, sequences and controls. – Int. Assoc. Sedimentol., Spec. Publ., **9:** 79–108, Oxford

CRON, J. C. (1740): Prolusio oryctographiae neostadiensis, oder Versuch in Beschreibung einiger zu Neustadt an der Haardt ohnlängst entdeckten Fossilien und versteinerten Sachen. Mit dazu gehörigen Kupffern. Nebst einem gedoppelten Anhang: 1. Von den vortrefflichen Goldgründen in Chur-Pfaltz Und wie das Goldwaschen in bessere Auffnahm, zur Vermehrung der churfürstlichen Einkünften, gebracht werden könte. 2. Von künstlicher Erzeugung des Salpeters und leichter Anlegung sehr einträglicher Salpeterhütten. – 53 S., Speyer

ECK, H. (1880): Beitrag zur Kenntnis des Süddeutschen Muschelkalks. – Z. deutsch. geol. Ges., **32:** 32–55, Stutgart

GEYER, O. F. & GWINNER, M. P. (1968): Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg. – 2. Aufl., 228 S., Stuttgart

GRIESSEMER, Th. W. (1987): Der Muschelkalk (Mittlere Trias) am Ostrand des Pfälzerwaldes. – Diplomarbeit, 184 u. XIV S., Mainz (unveröff.)

GÜMBEL, C. W. v. (1897): Kurze Erläuterungen zum Blatte Speyer (Nr. XVIII) der Geognostischen Karte des Königreiches Bayern. – 77 S., München

HAGDORN, H. (1978): Muschel/Crinoiden-Bioherme im Oberen Muschelkalk (mo1, Anis) von Crailsheim und Schwäbisch Hall (Südwestdeutschland). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **156**, 31–86, Stuttgart

HAGDORN, H. (1988): Der Crailsheimer Trochitenkalk. – In WEIDERT, W. K. (Ed.): Klassische Fundstellen der Paläontologie, Bd. **I:** 45–54, Korb

HAGDORN, H. (1991): The Muschelkalk in Germany – An Introduction. – In: HAGDORN, H., SIMON, T. & SZULC, J. (Ed.): Muschelkalk. A Field Guide: 7–21, Korb

HAGDORN, H. & OCKERT, W. (1993): *Encrinus liliiformis* im Trochitenkalk Süddeutschlands. – In: HAGDORN, H. & SEILACHER, A. (Ed.): Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991, Sonderbände Ges. Naturkunde Württemberg, **2**: 245–261, Stuttgart, Korb

HAGDORN, H., HORN, M. & SIMON, T. (1993): Vorschläge für eine lithostratigraphische Gliederung und Nomenklatur des Muschelkalks in Deutschland. – In: HAGDORN, H. & SEILACHER, A. (Ed.): Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991, Sonderbände Ges. Naturkunde Württemberg, **2**: 39–47, Stuttgart, Kolb

HEPP (1844): Über die bei Neustadt vorkommenden Oolithen und die Entstehungsart derselben. – Jber. POLLICHIA, **2**: 15–19, Landau

LINCK, O. (1965): Stratigraphische, stratinomische und ökologische Betrachtungen zu *Encrinus liliiformis* LAMARCK. – Jh. geol. Landesamt Baden-Württ., **7**: 123–148, Freiburg i. Br.

REIJERS, T. J. A. & TEN HAVE, A. H. M. (1983): Ooid zonation as indicators for environmental conditions in a Givetian-Frasnian carbonate shelf-slope transition. – In: PERYT, T. M. (Ed.): Coated Grains: 188–199, Berlin

REIS, O. M. (1923): Über Böden, Gesteine, Schichtenfolge und Gebirgsbau der östlichen Hälfte des Blattes Speyer 1:100 000. – Geogn. Jh., **36**: 131–168, München

RICHTER, D. K. (1983): Calcarereous Ooids: A Synopsis. – In: PERYT, T. M. (Ed.): Coated Grains – 71–100, Berlin

SCHMIDT, M. (1928): Die Lebewelt unserer Trias. – 461 S., Öhringen

SCHNEIDER, E. (1957): Beiträge zur Kenntnis des Trochitenkalks des Saarlandes und angrenzender Gebiete. – Ann. Univ. Sarav. Sci., **6**: 185–257, Saarbrücken

SEILACHER, A. (1988): Schlangensterne (*Aspidura*) als Schlüssel zur Entstehungsgeschichte des Muschelkalks. – In: HAGDORN, H. (Ed.): Neue Forschungen zur Erdgeschichte von Crailsheim. – Sonderbände Ges. Naturkunde Württemberg, **1**: 85–98, Stuttgart

SEILACHER, A. (1993): Fossillagerstätten im Muschelkalk. – In: HAGDORN, H. & SEILACHER, A. (Ed.): Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991, Sonderbände Ges. Naturkunde Württemberg, **2**: 215–222, Stuttgart, Kolb

SPUHLER, L. (1957): Einführung in die Geologie der Pfalz. – Veröff. pfälz. Ges. Förder. Wiss., **34**: 432 S., Speyer

STIER, E. W. (1986): Lithostratigraphische Leithorizonte im Oberen Hauptmuschelkalk (Trias) in Südwestdeutschland. – Arb. Geol. Paläont. Inst. Univ. Stuttgart, N. F., **81**: 51–113, Stuttgart

VOLLRATH, A. (1955): Zur Stratigraphie des Trochitenkalks in Baden-Württemberg. – Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **1**: 169–189, Freiburg i. Br.

WEBB, J. E., WALLWORK, J. A. & ELGOOD, J. H. (1980): Guide to Invertebrate Animals. – 305 S., London

ZAMINER, C. (1957): Geologisch-petrographische Untersuchungen im Grundgebirge der Pfalz. – Mitt. POLLICHIA, **III, 4**: 7–34, Grünstadt

(Bei der Schriftleitung eingegangen am 04. 03. 1998)

Anschrift des Verfassers:
Jahn Hornung, Wittichweg 45, 55128 Mainz, e-mail: hornj005@mail.uni-mainz.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: 85

Autor(en)/Author(s): Hornung Jahn Jochen

Artikel/Article: Encrinus liliiformis Lamarck (Echinodermata: Crinoidea), Antalis laevis (Schlotheim) (Mollusca: Scaphopoda) und Ooide als Indikatoren für Fazies und Paläogeographie im unteren Hauptmuschelkalk (Mittlere Trias) der Haardt (Rheinland-Pfalz) 7-18