

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Serie B (Geologie und Paläontologie)

Herausgeber:

Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-7000 Stuttgart 1

Stuttgarter Beitr. Naturk.	Ser. B	Nr. 187	10 S., 4 Abb.	Stuttgart, 31. 8. 1992
----------------------------	--------	---------	---------------	------------------------

Fossile Krokodil-Eischalen aus der Unteren Süßwasser-Molasse (Untermiozän) von Ulm (Ulm-Westtangente, Baden-Württemberg)

Fossil Crocodylian Eggshells from the Lower Freshwater Molasse (Early Miocene) of Ulm (Ulm-Westtangente, Baden-Württemberg)

Von Rolf Kohring, Berlin

Mit 4 Abbildungen

Summary

Fossil eggshells from the Lower Freshwater Molasse (Lower Miocene) of Ulm (Baden-Württemberg) are described. Due to their microstructure, dimension, and architecture, they are assigned to crocodiles. Their paleoecological significance is discussed briefly.

Zusammenfassung

Fossile Eischalen aus der Unteren Süßwasser-Molasse (Untermiozän) von Ulm (Baden-Württemberg) werden beschrieben. Aufgrund ihrer Mikrostruktur, ihrer Dimension und Architektur werden sie Krokodilen zugeordnet. Ihre palökologische Bedeutung wird kurz diskutiert.

1. Einleitung

Die Fundstelle Ulm-Westtangente ist Anfang 1987 entdeckt worden. Bei den anschließend vom Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart (SMNS) durchgeführten Grabungen, die bis in den Dezember 1987 andauerten, konnte eine reiche Wirbeltierfauna geborgen werden, die als die umfangreichste aus dem Untermiozän in Deutschland gilt (HEIZMANN et al. 1989). Nach dem Faunenbestand und der geologischen Situation konnten die Ablagerungen der Unteren Süßwassermolasse (Untermiozän) zugeordnet werden. Das präzise Alter der Schichten wird von HEIZMANN et al. (1989) mit Agenium (Niveau MN 2a) angegeben (WERNER 1992). Der überwiegende Teil des Materials stammt aus einer Kalkmergellage, in der sich etwa 10 000 Reste von Groß- und Kleinwirbeltieren fanden. Einige wenige Schichtoberflächen sind vollständig mit dunkelgefärbten Schalenresten bedeckt, die in der

Arbeit von HEIZMANN et al. (1989) als Eischalen bezeichnet werden. Nach einer Auskunft von H. H. SCHLEICH (München) in der zitierten Arbeit soll es sich dabei „um Eier verschiedener Reptilien“ handeln.

Eine korrekte Zuordnung dieser Eischalen zu den aus Ulm-Westtangente nachgewiesenen Reptilientaxa erschien nicht nur interessant wegen der Seltenheit solcher Objekte in der fossilen Überlieferung, sondern auch wegen der Möglichkeit, zu genetischen Aspekten der Fossilagerstätte, besonders zur Rekonstruktion des Paläoenvironments, beizutragen.

Dank

Das Material der Fossilagerstätte Ulm-Westtangente wurde mir freundlicherweise durch die Herren Dr. E. P. J. Heizmann und Dr. R. Böttcher (beide Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart) zur Bearbeitung überlassen. Rezentes Vergleichsmaterial erhielt ich von Herrn Dr. K. F. Hirsch (Denver) und Herrn H. Jes (Aquarium Köln).

Herr Dr. G. Bloos (Stuttgart) hat durch kritische Rückfragen und Anregungen zur Klärung mancher Fragen beigetragen.

Das Photo zu Abb. 1 wurde freundlicherweise von Herrn H. Lumpe (Stuttgart) angefertigt. Allen genannten Personen sei recht herzlich gedankt.

2. Beschreibung und Zuordnung der Eischalen

2.1. Allgemeines

Die Eischalen amnioter Wirbeltiere bestehen in den meisten Fällen aus charakteristischen Schaleneinheiten, deren Feinbau und chemische Zusammensetzung für systematische Zuordnungen genutzt werden können (HIRSCH & PACKARD 1987; SCHLEICH & KÄSTLE 1988). Während die Eischalen monotremater Säugetiere, vieler Schlangen und Eidechsen, der Brückenechse *Sphenodon* und einiger mariner Schildkröten nicht oder nur wenig verkalken und daher fossil unbekannt sind, bestehen die Eischalen von Schildkröten, Krokodilen, einiger Eidechsen, Dinosaurier und von Vögeln aus festem Kalk und werden daher als rigid bezeichnet. Jede fossile Eischale gehört zu diesem Typ. Während die Eischalen von Schildkröten aus aragonitischen Bausteinen bestehen (HIRSCH 1983), sind die Eischalen aller anderen Gruppen aus Kalzit aufgebaut (ERBEN 1970). Anhand charakteristischer Mikrostrukturen (cf. HIRSCH & PACKARD 1987) lassen sich fossile Eischalen, auch wenn nur Fragmente vorliegen, recht genau bestimmen.

Die in der vorliegenden Arbeit dokumentierten Eischalen der Lokalität Ulm-Westtangente sind nicht gleichmäßig in den Ablagerungen verteilt, sondern konzentrieren sich auf wenige Schichtflächen (Abb. 1). Da die Funde aus losen Blöcken stammen, ließen sich weder Anzahl noch Ausdehnung solcher Konzentrationsflächen feststellen. Die Schalen sind alle stark fragmentiert und liegen für gewöhnlich in eckiger Form vor. Sie sind nicht alle in einer Ebene eingeregelt, sondern können in flachen Winkeln zueinander angeordnet sein. Die Größe variiert von 4 mm² bis zu maximal 1 cm².

Das Material wird unter den Inventar-Nummern 58739–58747 im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart aufbewahrt. Die Schalen wurden mit dem Rasterelektronen-Mikroskop (REM) und im Dünnschliff (normales und polarisiertes Licht) untersucht. Zur Beschreibung der Mikrostruktur wird die Terminologie von HIRSCH & PACKARD (1987) verwendet.

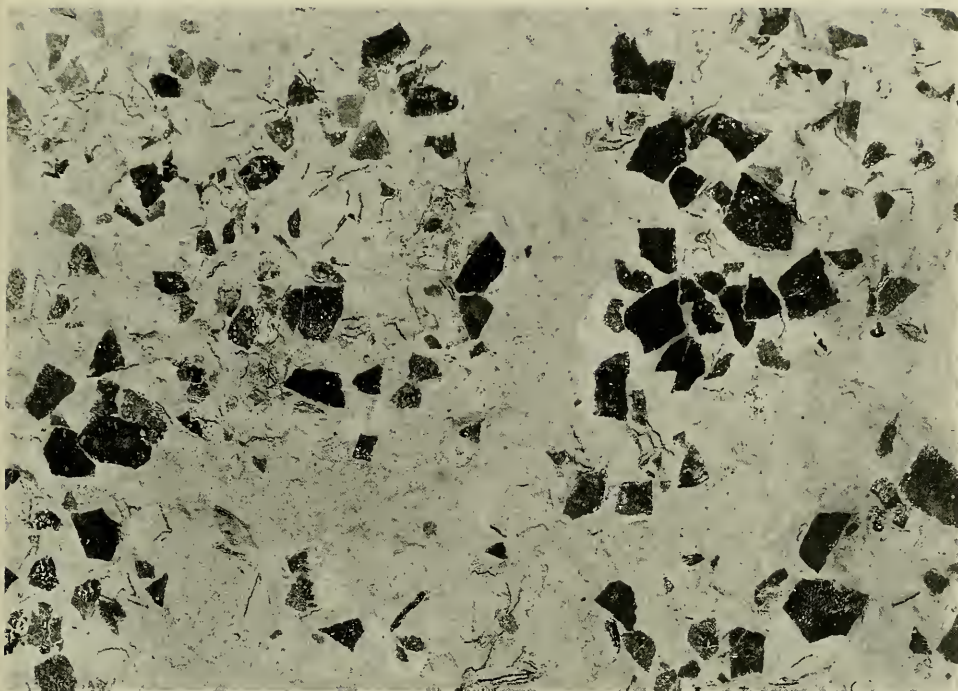


Abb. 1. Ansammlung fossiler Krokodil-Eischalen aus der Unteren Süßwasser-Molasse (Untermiozän) von Ulm (Ulm-Westtangente, Baden-Württemberg). Auf der entsprechenden Gegenplatte befindet sich etwa die gleiche Menge an Stücken, so daß die Dichte insgesamt doppelt so hoch ist. — x 1.

2.2. Zur Mikrostruktur der Eischalen

Die Eischalen sind dunkelbraun gefärbt und weisen eine Dicke von durchschnittlich 330 μm auf. Sie bestehen aus Kalzit, was durch Anfärbeversuche der Dünnschliffe bestätigt werden konnte.

Im Querschnitt läßt sich sowohl im REM als auch im Dünnschliff eine Zusammensetzung der Schale aus einzelnen Kalzitkörpern erkennen, die hier „Schalenbausteine“ genannt werden („shell units“ bei HIRSCH & PACKARD 1987). Die Umgrenzung dieser Schalenbausteine ist allerdings oft nicht deutlich erkennbar (Abb. 2.5). Die Form der Schalenbausteine ist mehr oder minder säulig, nahe der Innenseite der Schale wird sie kegelförmig. Die Dimensionen werden am besten in Abb. 4.3b deutlich. Erkennbar ist, daß auch diese Kalzitkörper in mehrere spitz zulaufende Keile differenziert sind (s. u.). Gelegentlich sind Porenkanäle angeschnitten.

Die Schalenbausteine sind aus dünnen Einzellagen aufgebaut, deren Stärke 2–6 μm aufweist. Die Einzellagen sind sowohl im REM als auch im Dünnschliff erkennbar (Abb. 2.2 und 2.5). Sie durchziehen die Schalen relativ gleichmäßig mit nur geringeren Wellungen und sonstigen Unregelmäßigkeiten. Sie werden deshalb als „tabular“ charakterisiert. Dort, wo die Schaleneinheiten an der Schaleneinnenseite kegelförmig konvergieren, sind die Zwischenräume zwischen den Kegeln mit nicht laminiertem, wahrscheinlich diagenetischem Kalzit gefüllt (Abb. 4.3a).

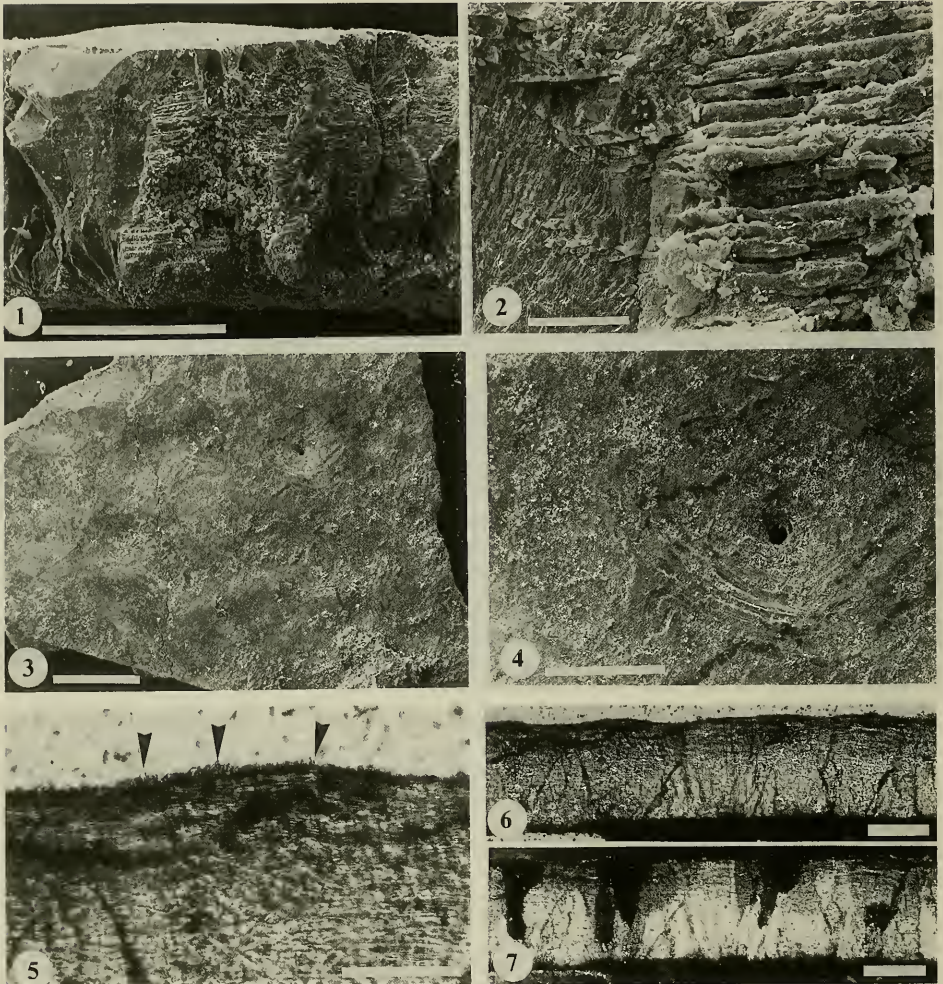


Abb. 2. REM- und Dünnschliffaufnahmen der Eischalen von Ulm-Westtangente.
 2.1.–2.4.: REM-Aufnahmen. – 2.1.: Querbruch einer Eischale. Außenseite ist oben. Deutlich sind die horizontalen Kalzitlagen erkennbar. Maßstab = 200 μm . – 2.2.: Querbruch im Detail. Horizontale Lagen. Maßstab = 20 μm . – 2.3.: Aufsicht auf die Schalenaußenseite. Maßstab = 500 μm . – 2.4.: Detail der Außenansicht. Um eine Porenöffnung ist durch Biokorrosion eine kraterähnliche Vertiefung entstanden. Maßstab = 200 μm .
 2.5.–2.7.: Dünnschliffaufnahmen. – 2.5.: Detail der Schalenaußenseite. Neben den Wachstumslinien sind winzige Kristalle (Pfeile) sichtbar, welche die Bildung einer diagenetischen Sekundärlage einleiten. Maßstab = 100 μm . – 2.6.: Dünnschliff einer Eischale. Maßstab = 150 μm . – 2.7.: Das gleiche Objekt wie in Abb. 2.6., jedoch unter polarisiertem Licht mit charakteristischen Auslöschungsfeldern. Maßstab = 150 μm .

Die Schalen mit ihrer Laminierung werden von schrägen, teils auch vertikalen Linien durchsetzt, bei denen es sich nicht durchweg um die Begrenzung der Schalen-einheiten, sondern oft auch einfach um diagenetische Klüfte handelt. Eine Unterscheidung beider ist nicht immer einfach. In Abb. 2.5 dürfte eine Begrenzungslinie

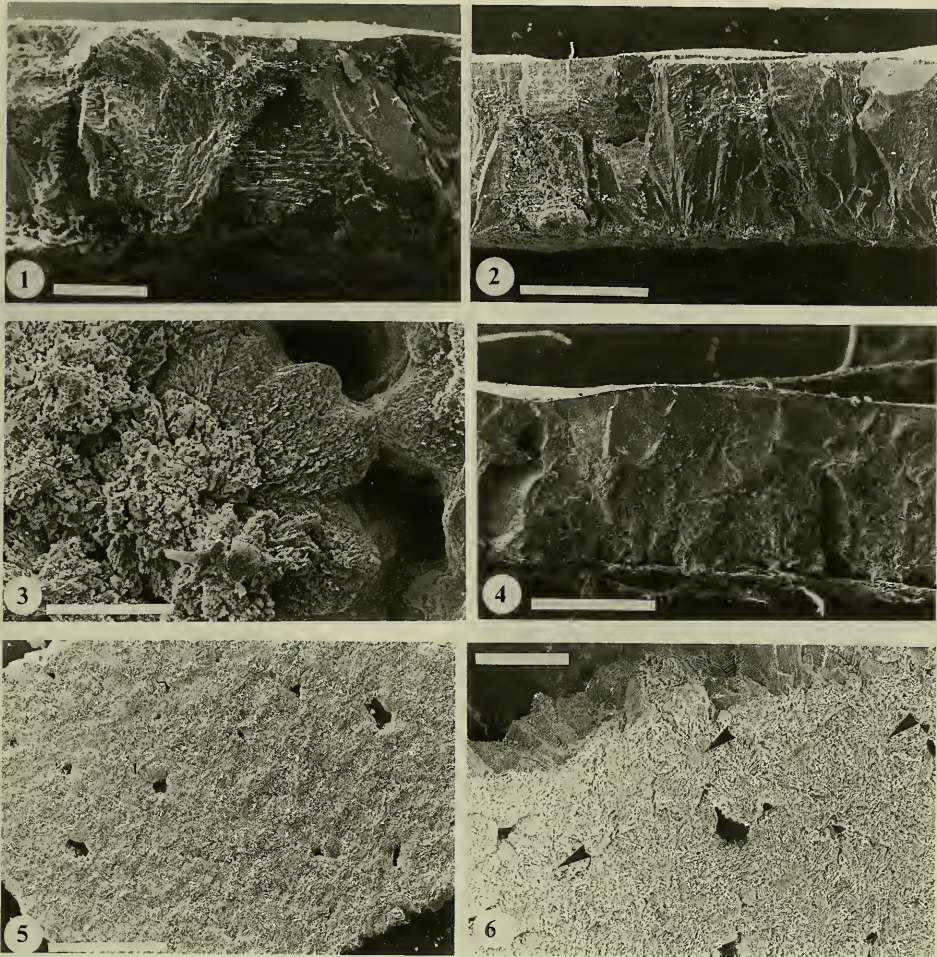


Abb. 3. 3.1.: Moderne Eischale von *Crocodylus niloticus* (Nilkrokodil). Querbruch. REM. Maßstab = 200 µm. – 3.2.: Fossile Eischale von Ulm-Westtangente. Querbruch. REM. Maßstab = 200 µm. – 3.3.: Eischale von *Alligator mississippiensis*. Innenansicht der Schale mit Ausbildung von Basalplatten. REM. Maßstab = 100 µm. – 3.4.: Eischale von *Tomistoma schlegelii* (Sunda-Gavial). Querbruch. REM. Maßstab = 500 µm. – 3.5.: Innenseite einer fossilen Eischale von Ulm-Westtangente. Basalplatten sind nicht zu erkennen. REM. Maßstab: 500 µm. 3.6.: Innenseite einer fossilen Eischale von Ulm-Westtangente. An einigen Stellen (Pfeile) sind sternförmige Strukturen erkennbar, die sich als Relikte von Basalplatten interpretieren lassen. REM. Maßstab = 200 µm.

vorliegen. An ihr ist zu erkennen, daß die Laminae ganz leicht aufbiegen. Da die einzelnen Schalenbausteine zwar unabhängig voneinander, aber synchron nach außen wachsen und dabei jeweils die wechselnden biochemischen Konditionen im Muttertier reflektieren, entsteht der Eindruck, daß die gesamte Schale gleichmäßig von solchen Laminae durchzogen ist. Der Aufbau der Schale aus einzelnen Körpern wird durch diese Laminae einerseits und die zusätzlich diagenetisch gebildeten Klüfte andererseits oft undeutlich.

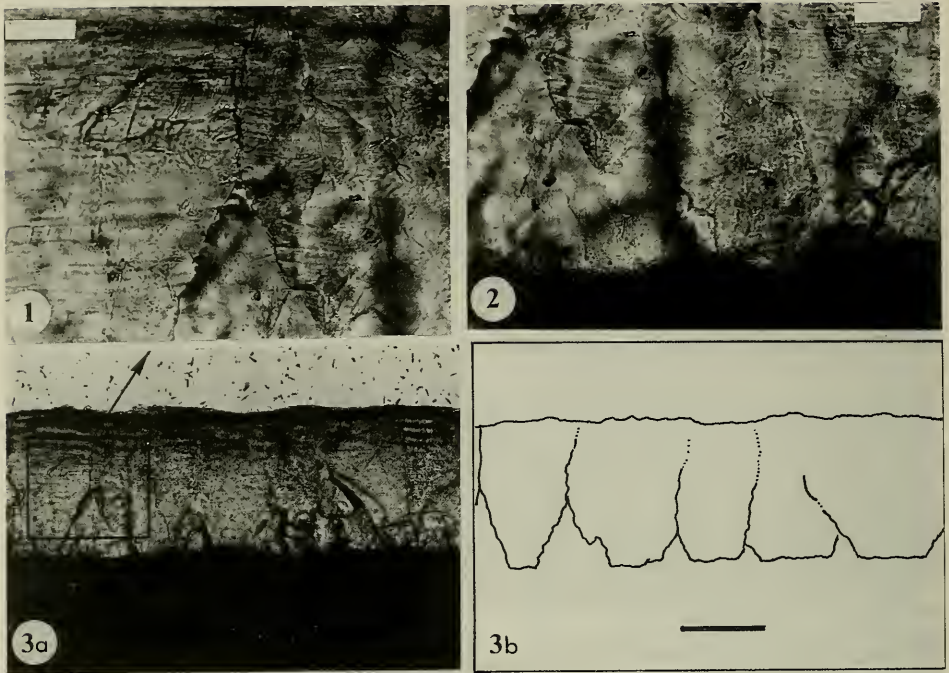


Abb. 4. Fossile Krokodileischalen von Ulm-Westtangente. Dünnschliff-Aufnahmen. 4.1.: Detailaufnahme des Grenzbereiches zweier Schalenbausteine. Im oberen Teil ist das Zusammenwachsen der beiden Bausteine sichtbar. Maßstab = 50 μm . – 4.2.: Basis eines Schalenbausteins. Maßstab = 50 μm . Abb. 4.1 und 4.2 sind Ausschnitte aus 4.3a.–4.3: Eischale im Dünnschliff (a) mit zeichnerischer Interpretation (b) der Schalenbausteine. Maßstab = 150 μm .

Auf der äußeren Schalenoberfläche sind im Dünnschliff winzige Kristalle zu sehen, die wohl die ersten Anzeichen der Bildung einer diagenetischen Sekundärschicht darstellen (Abb. 2.5). Eine solche ist von fossilen Krokodil-Eischalen (HIRSCH & KOHRING 1992), aber auch von anderen fossilen Eischalen nachgewiesen (HIRSCH & QUINN 1990; KOHRING 1991). Im polarisierten Licht werden die Schalenbausteine durch unregelmäßig geformte Auslöschungsfelder durchzogen (Abb. 2.7), die an der Schalenaußenfläche auch in die erwähnten winzigen Kristalle wandern. Das Auslöschungsmuster zeigt offenbar keine Beziehungen zu den Schalenbausteinen, sondern dokumentiert lediglich deren polykristallinen Aufbau. Im Vergleich mit den Literaturdaten ergeben sich im polarisierten Licht keine Unterschiede zu anderen fossilen und modernen Krokodil-Eischalen.

Die Basalplatten an der Schaleninnenseite, die ein kennzeichnendes Merkmal rezenter Krokodil-Eischalen darstellen, sind im vorliegenden Material nicht mehr erhalten, sondern entweder bei einem möglichen Transport (s. u.) erodiert bzw. später diagenetisch weggelöst oder durch die Embryonen zur Aufrechterhaltung ihres Kalk-Haushaltes zerstört worden. Lediglich an einem Stück konnten sternförmige Strukturen beobachtet werden, die sich als Relikte von Basalplatten interpretieren lassen (Abb. 3.3 und 3.6).

Die Außenseite der Schale weist eine prinzipiell glatte bis leicht wellige Oberfläche auf, in der gelegentlich die Öffnungen der Porenkanäle zu sehen sind. Die kreisrunden Porenkrater haben einen Durchmesser von durchschnittlich 30–35 μm . Interessant ist die Ausbildung konzentrischer Ringe um solche Porenöffnungen; hierbei handelt es sich offenbar um Anlösungserscheinungen der einzelnen Lagen (Abb. 2.3 u. 2.4).

Die beschriebenen Merkmale treten rezent nur bei den bislang untersuchten Krokodil-Eiern auf (SCHMIDT & SCHÖNWETTER 1942; SCHLEICH & KÄSTLE 1988). Zum Vergleich sind in Abb. 3.1, 3.3 und 3.4 einige REM-Aufnahmen rezenter Krokodil-Eischalen (*Tomistoma schlegeli*, *Crocodylus niloticus*, *Alligator mississippiensis*) zusammengestellt. Bei allen anderen modernen rigiden Eischalen hingegen sind Merkmale wie die tabulare Struktur und das charakteristische Korrosionsmuster an den Poren noch nicht beobachtet worden.

Charakteristisch für rezente Krokodil-Eischalen ist deren Aufbau aus \pm kegelförmigen Schalenbausteinen, in denen einzelne tabulare Lagen deutlich sichtbar sind („tabular crystal structure“ HIRSCH & KÖHRING 1992). Die Anlösung der obersten Lagen an der Schalenaußenseite kann zu bizarren Korrosionsstrukturen führen, die von SCHMIDT & SCHÖNWETTER (1942) als Lakunensystem bezeichnet und als syngenetisches Korrosionsphänomen interpretiert werden, deren biologische Funktion aber noch unklar ist. Dieses labyrinthartige System ist am vorliegenden Material nicht entwickelt. Andere Muster, wie z. B. an der Eischale eines rezenten *Crocodylus niloticus*, sind konzentrische Ringe um die Poren auf den Schalenaußenseiten. FERGUSON (1981) hat am Beispiel von *Alligator mississippiensis* den Nachweis führen können, daß diese Biokorrosion durch Bakterien im Nestbereich verursacht wird. Mit zunehmender Brutdauer vergrößern sich die konzentrischen Porenringe entsprechend. Bei diesen Lösungsvorgängen handelt es sich also nicht notwendigerweise um eine diagenetische Struktur. Ähnliche Ringstrukturen an der Schalenoberfläche konnten auch bereits an einigen anderen fossilen Krokodil-Eischalen nachgewiesen werden (HIRSCH & KÖHRING 1992; KÖHRING, in Vorber.). Die Bildung von Krokodileischalen verläuft mutmaßlich ähnlich wie bei anderen Eischalen amnioter Wirbeltiere. Eine Übersicht über moderne Konzepte zur Biomineralisation von Eischalen gibt MIKHAILOV (1991).

Nach den beobachteten Merkmalen (Morphologie der Schalenbausteine, tabularer Aufbau, Dimensionen, Korrosionserscheinungen an Poren) können die Eischalen der Lokalität Ulm-Westtangente sicher auf Krokodile zurückgeführt werden.

3. Diskussion

In der fossilen Überlieferung sind Krokodil-Eischalen sehr selten dokumentiert. Sie sind aus den fluviatilen Ablagerungen des Barremium von Galve (SE-Spanien) (KÖHRING 1990) sowie aus der Oberkreide von S-Frankreich beschrieben worden (KEROURIO 1987) und von drei Fundstellen des Eozän nachgewiesen: aus dem Lutetium des Geiseltales (HELLER 1934; KÖHRING & HIRSCH, in Vorber.), aus dem Eozän von Colorado (HIRSCH 1985) und aus der mitteleozänen Bridger Formation, Wyoming (HIRSCH & KÖHRING 1992).

Damit ist Ulm-Westtangente weltweit erst die sechste Lokalität, in der fossile Krokodil-Eischalen identifiziert und dokumentiert werden konnten. Erstaunlich ist

dabei das lokal massenhafte Auftreten der Schalen, das aber klar an wenige Schichtflächen gebunden ist. HEIZMANN et al. (1989) bieten für die Lokalität Ulm-Westtangente folgendes Entstehungsmodell an: Die Sedimente wurden in einem See abgelagert, der aufgrund seiner Position an der Schwäbischen Alb ein sehr kalkreiches Wasser geführt haben dürfte. Der Arten- und Individuenreichtum wird auf eine spezifische Grenzsituation zwischen verschiedenen Biotopen (See, Fluß, Niederungen) zurückgeführt. Das Zusammenschwemmen von Kadavern kann durch saisonale Unwetter erklärt werden, durch die auch die Krokodilnester frei- und fortgespült worden sein könnten. Rezente Krokodile bevorzugen Nistplätze in Ufernähe, gewöhnlich einige Meter über der Wasserlinie (SCHERPNER 1971).

Der Transport, der vielleicht zur Fragmentierung der Schalen geführt hat (sofern diese nach einem möglichen Ausschlüpfen nicht ohnehin schon zerkleinert worden waren), kann aber nicht sehr lang angedauert haben, da sonst die Schalenreste viel weiter verstreut und nicht derart dicht auf engem Raume konzentriert worden wären. Möglicherweise hat die zunächst noch vorhandene Eihaut einen gewissen Zusammenhalt der Fragmente gewährleistet. Solche noch im Zusammenhalt befindlichen Reste könnten sich z. B. in kleinen Vertiefungen gesammelt haben, dort vollends zerfallen und dann eingebettet worden sein.

Denkbar ist auch, daß die Nester von Räufern durchwühlt wurden, wobei es zwar zur Zerstörung und Fragmentierung, nicht aber zum längeranhaltenden Abtransport der Schalen gekommen wäre. SCHERPNER (1971) beschreibt, daß z. B. Nilwarane innerhalb kurzer Zeit zahlreiche Gelege von *Crocodylus niloticus* zerstören können. Dafür spricht vielleicht auch die Feststellung, daß sich alle untersuchten Schalen ähneln und so möglicherweise auf den gleichen Verursacher hinweisen. Bei durch Unwetter gesteuerten Überspülungen wären auch Nester anderer Reptilien und bodenbrütender Vögel mitgerissen und zerstört worden. Die Limitierung der Eischalen auf wenige Schichtflächen dokumentiert jedenfalls klar, daß Fragmentierung und Ablagerung an kurzfristige Ereignisse gebunden waren, die beobachteten monotypischen Eischalen-Assoziationen also nicht zum „normalen“ Inventar gehören.

Biostratonomische Untersuchungen zur Fragmentierung, Transport und Sedimentation von Eischalen fehlen bislang fast völlig. Kürzlich kamen TOKARYK & STORER (1991) zu dem überraschenden Ergebnis, daß selbst größere Eischalenfragmente bis zu 70 km transportiert werden können, ohne ihre Größe zu verändern.

Die Schalendicke rezenter Krokodil-Eischalen variiert zwischen 400 und 950 µm (HIRSCH & KOHRING 1992; SCHMIDT & SCHÖNWETTER 1942). Die wenigen bislang dokumentierten fossilen Krokodil-Eischalen können diese Werte aber unter- und überschreiten. Die Schalen der von HIRSCH (1985) aus der DeBeque-Formation (Eozän) von Colorado beschriebenen Krokodileier können minimal sogar Dicken von nur 250 µm aufweisen. Mit Schalendicken von 330–350 µm liegen die Eischalen von Ulm-Westtangente also noch innerhalb der Variationsbreite fossiler Krokodil-Eischalen. Ähnlich verhält es sich mit den Werten der Porendurchmesser.

Ein gewisser Unterschied zu rezenten Krokodileischalen besteht in der Form der Schaleneinheiten. Während bei vielen modernen Krokodilen diese im Schnittbild spitz keilförmig sind (SCHLEICH & KÄSTLE 1988: 22), finden sich im Material aus Ulm eher massige, fast rechtwinkelig erscheinende Kalzitkörper. Jeder Baustein läßt sich aber auf einen Punkt auf der (ehemaligen, fossil nicht überlieferten) organischen Membran zurückführen. Vielleicht ist dieses massig wirkende Gefüge sogar verantwortlich für den fossilen Erhalt der Eischalen.

Aufgrund der starken Fragmentierung kann weder die Form noch die Dimension der Eier rekonstruiert werden. Die Beschaffenheit der Schaleninnenseite läßt auch keine sichere Aussage zu, ob sich in den Eiern Embryonen entwickelt haben. Die fortgeschrittene Biokorrosion der Porenbereiche auf der Außenseite dokumentiert aber deutlich, daß sich die Eier zumindestens einige Zeit in einem Nest befunden haben, wo sie dem Einfluß bakterieller Korrosion ausgesetzt waren. Die an einigen fossilen Krokodil-Eischalen beobachtete Bildung einer diagenetischen Lage auf der Außenseite (cf. HIRSCH & KOHRING 1992) konnte auch am vorliegenden Material im REM und im Dünnschliff in ihren ersten Anfängen beobachtet werden.

Von der Lokalität Ulm-Westtangente sind nach HEIZMANN et al. (1989) zwei Krokodilarten überliefert: *Diplocynodon* sp. und ?*Gavialosuchus* sp. Eine Zuordnung der Krokodil-Eischalen zu einer der beiden Arten erscheint nicht möglich. Insgesamt sind die Merkmale der wenigen bislang detailliert untersuchten rezenten Krokodil-Eischalen (cf. SCHLEICH & KÄSTLE 1988) sehr einheitlich bei verschiedenen Arten ausgebildet. Beim Vergleich des Materials von Ulm-Westtangente mit den fossilen Krokodil-Eischalen des Geiseltales (KOHRING & HIRSCH, in Vorber.) lassen sich jedoch nur wenige Gemeinsamkeiten feststellen, obwohl auch von dieser Lagerstätte die Gattung *Diplocynodon* nachgewiesen ist (HELLER 1934). Die Krokodil-Eischalen aus dem Geiseltal wirken weniger massiv, die einzelnen Schaleneinheiten sind deutlicher voneinander abgesetzt. Die ebenfalls vorhandenen Wachstumsstreifen sind nicht eben, sondern deutlich gewellt. Im Geiseltal-Material finden sich darüberhinaus, bedingt durch die guten Erhaltungsbedingungen, noch die Basalplatten. Mit Werten von 0,2 bis 0,3 mm sind die Krokodil-Eischalen aus dem Geiseltal nur unwesentlich dünner als jene von Ulm-Westtangente. Über den Transport der Eischalen in der Geiseltaler Braunkohle ist wenig bekannt, einige Eier konnten dort sogar noch in den Muttertieren geborgen werden.

Es zeigt sich, daß Krokodil-Eischalen möglicherweise in der fossilen Überlieferung häufiger sind als bislang bekannt. Mutmaßlich sind sie aufgrund ihrer unscheinbaren Morphologie oft übersehen worden. Ihre genauere Erfassung erscheint wünschenswert, um durch Vergleiche palökologische Interpretationen zu erleichtern oder gar erst zu ermöglichen.

4. Literatur

- ERBEN, H. K. (1970): Ultrastrukturen und Mineralisation rezenter und fossiler Eischalen bei Vögeln und Reptilien. – *Biomineralisation*, 1: 1–66; Mainz.
- FERGUSON, M. W. J. (1981): Extrinsic Microbial Degradation of the Alligator Eggshell. – *Science*, 214: 1135–1137; New York.
- HEIZMANN, E. P. J., BLOOS, G., BÖTTCHER, R., WERNER, J. & ZIEGLER, R. (1989): Ulm-Westtangente und Ulm-Uniklinik: Zwei neue Wirbeltier-Faunen aus der Unteren Süßwasser-Molasse (Untermiozän) von Ulm (Baden-Württemberg). – *Stuttgarter Beitr. Naturk.*, B, 153: 1–14, 6 Abb.; Stuttgart.
- HELLER, F. (1934): Fossile Eischalenreste aus der eozänen Braunkohle des Geiseltales bei Halle-Saale. – *Nova Acta Leopoldina*, NF, 1: 55–58, 1 Tafel; Halle.
- HIRSCH, K. F. (1983): Contemporary and fossil chelonian eggshells. – *Copeia*, 1983: 382–397; New York.
- (1985): Fossil Crocodylian Eggs from the Eocene of Colorado. – *J. Paleont.*, 59/3: 531–542, 6 Abb.; Tulsa/Oklah.
- HIRSCH, K. F. & KOHRING, R. (1992): Fossil Crocodylian Eggs from the Middle Eocene Bridger Formation, Wyoming. – *J. Vertebrate Paleont.*, 12/1: 59–65; Tulsa/Oklah.

- HIRSCH, K. F. & PACKARD, M. J. (1987): Review of Fossil Eggs and their Shell Structure. – Scanning Microscopy, 1/1: 383–400; Chicago.
- HIRSCH, K. F. & QUINN, B. (1990): Eggs and eggshell fragments from the Upper Cretaceous Two Medicine Formation of Montana. – J. Vertebrate Paleont., 10/4: 491–511; Tulsa/Oklah.
- KEROURIO, P. (1987): Présence d'oeufs de Crocodiliens dans le Rognacien inférieur (Maastriichtien supérieur) du bassin d'Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône, France). Note préliminaire. – Geobios, 20/2: 275–281, 1 Taf.; Lyon.
- KOHRING, R. (1990): Fossile Reptil-Eischalen (Chelonia, Crocodylia, Dinosauria) aus dem unteren Barremium von Galve (Provinz Teruel, SE-Spanien). – Paläont. Z., 64/3–4: 329–344, 9 Abb.; Stuttgart.
- (1991): Lizard egg shells from the Lower Cretaceous of Cuenca Province, Spain. – Palaeontology, 34/1: 237–240; Cardiff.
 - (in Vorber.): Histostructure of Fossil Crocodylian Eggshell Fragments from the Lower Cretaceous of Galve (Spain). –
- KOHRING, R. & HIRSCH, K. F. (in Vorber.): Crocodylian and Avian Eggs and Eggshells from the Eocene of the Geiseltal, Germany. –
- MIKHAILOV, K. E. (1991): Classification of fossil eggshell of amniotic vertebrates. – Acta Palaeontologica Polonica, 36/2: 193–238; Warszawa & Kraków.
- SCHLEICH, H. H. & KÄSTLE, W. (1988): Reptile Egg-Shells. 123 S.; Stuttgart (G. Fischer).
- SCHMIDT, W. J. & SCHÖNWETTER, M. (1942): Beiträge zur Kenntnis der Krokodileier, insbesondere ihrer Kalkschale. – Z. Morphol. u. Ökol. d. Tiere, 40: 17–36, 11 Abb.; Jena.
- SCHERPNER, C. (1971): Krokodile. – In: Grzimeks Tierleben, 6: 128–147; Zürich (Kindler).
- TOKARYK, T. & STORER, J. E. (1991): Dinosaur eggshell fragments from Saskatchewan, and evaluation of potential distance of eggshell transport. – J. Vertebrate Paleont., 11 (Suppl.): 58; Tulsa/Oklah..
- WERNER, J. (1992): Beiträge zur Biostratigraphie der Unteren Süßwasser-Molasse Süddeutschlands. Rodentia und Lagomorpha (Mammalia) aus den Fundstellen der Ulmer Gegend. – Diss. Univ. Stuttgart. – [Mskr.]

Anschrift des Verfassers

R. Kohring, Institut für Paläontologie, Freie Universität Berlin, Malteserstraße 74–100, W-1000 Berlin 46.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Stuttgarter Beiträge Naturkunde Serie B \[Paläontologie\]](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [187_B](#)

Autor(en)/Author(s): Kohring Rolf

Artikel/Article: [Fossile Krokodil-Eischalen aus der Unteren Süßwasser-Molasse \(Untermiozän\) von Ulm \(Ulm-Westtangente, Baden-Württemberg\) 1-10](#)