

## Säugetiere, Fisch-Otolithen, Ostracoden, Mollusken und Charophyten aus den Süßwasser-Schichten (Oligozän) von Wolfsheim im Mainzer Becken

Mammals, fish-otoliths, ostracods, mollusks and charophytes from the Süßwasser-Schichten (Oligocene) of Wolfsheim (Mainz Basin)

CLEMENS MÖDDEN, Mainz; PETER SCHÄFER, Mainz; BETTINA REICHENBACHER, Karlsruhe; JÜRGEN SCHWARZ, Frankfurt a.M. & DIETRICH KADOLSKY, South Croydon

Mit 6 Abbildungen

**Abstract:** The Süßwasser-Schichten (Freshwater Beds) (Oligocene) in the Mainz Basin are a paleontologically poorly studied formation. A succession of predominantly lacustrine marls from Wolfsheim can be attributed to the Süßwasser-Schichten on basis of a palaeoecological and biostratigraphic analysis of its mammal teeth, fish otoliths, ostracods, mollusks, foraminifera and charophytes. The occurrence of the mammal species *Toeniodus* aff. *hexalophodus* and *Issiodoromys minor* (primitive form) enables an attribution of the Süßwasser-Schichten to the reference level MP 24 of the eurasiatic mammal biostratigraphic zonation. As the reference fauna of level MP 24 is believed to occur in a lithostratigraphically markedly lower horizon, viz. the basal Cyrenenmergel (*Cyrena* Marl), a re-examination of its origin is suggested. The mammal age of the so-called Süßwasser-Schichten from the locality Heimersheimer Berg is MP 30. Therefore, we suggest a correlation of Heimersheimer Berg with the Mittlere Cerithien-Schichten (Middle *Cerithium* Beds). The fish fauna of Wolfsheim shows close biogeographical relationships with the fish fauna of Saint-Martin-de-Castillon in southern France and indicates an age around the Rupelian/Chattian boundary. It cannot be decided at the moment whether the Süßwasser-Schichten are of late Rupelian or early Chattian age.

**Kurzfassung:** Innerhalb des Mainzer Beckens gehören die oligozänen Süßwasser-Schichten zu den paläontologisch wenig untersuchten Einheiten. Eine Schichtenfolge vorwiegend lakustriner Sedimente in Wolfsheim wird auf der Basis einer paläoökologischen und biostratigraphischen Bewertung der dort vorkommenden Säuger-Zähne, Fisch-Otolithen, Ostracoden, Mollusken, Foraminiferen und Charophyten in die Süßwasser-Schichten gestellt. Das dortige Vorkommen der Säuger-Arten *Toeniodus* aff. *hexalophodus* und *Issiodoromys minor* (primitive Form) erlaubt darüber hinaus eine Einstufung der Süßwasser-Schichten in das Referenz-Niveau MP 24 der eurasischen Säugetier-Stratigraphie. Die Fischfauna zeigt enge paläobiogeographische Beziehungen zur Fischfauna aus Saint-Martin-de-Castillon in Südfrankreich und weist stratigraphisch

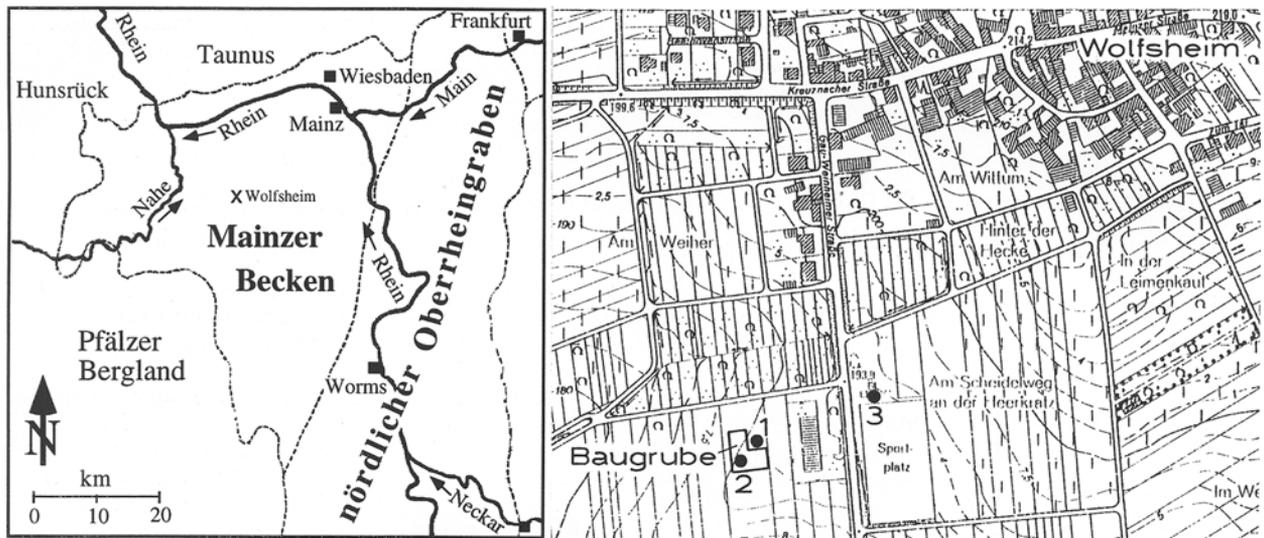
auf den Grenzbereich Rupelium/Chattium hin. Ob die Süßwasser-Schichten dem späten Rupelium oder dem frühen Chattium zuzurechnen sind, muß derzeit noch offen bleiben.

### Einleitung

Im Mainzer Becken folgen über den Ablagerungen des Cyrenenmergels die unterschiedlich mächtigen Süßwasser-Schichten. In einer 1988 abgeteuften Kernbohrung bei Lautersheim (TK 25, Blatt 6414 Grünstadt-West) im südlichen Teil des Mainzer Beckens wiesen die Süßwasser-Schichten eine Mächtigkeit von 23,3 m auf; nach SONNE (1989: 18) können im Bereich der TK 25, Blatt 6015 Mainz Mächtigkeiten von 36 bis 68 m erreicht werden. Sie bestehen im allgemeinen aus grauen, schluff- und feinsandhaltigen, zum Teil ockerfarbenen gefleckten Tonmergeln, in die Feinsande und lokal auch Kalkbänke eingeschaltet sind (WAGNER 1954; ROTHAUSEN & SONNE 1984; SONNE 1988: 28; SCHÄFER & KADOLSKY 1998: 125). Meistens sind die Süßwasser-Schichten schlecht aufgeschlossen, doch ist ihre weitflächige Verbreitung im Mainzer Becken aus mehreren Bohrungen bekannt (SONNE 1989; SCHÄFER & KADOLSKY 1998). Ein im Jahre 1996 neu entdeckter Aufschluß in den Süßwasser-Schichten ist eine Baugrube am südlichen Ortsrand von Wolfsheim im Mainzer Becken (Abb. 1) (TK 25 Blatt 6114 Wörrstadt, R: 3430960, H: 5526400). In dieser Baugrube ist nachstehende Schichtenfolge aufgeschlossen (vgl. Abb. 2):

- Boden;
- 30 cm Tonmergel und Kalkstein, teilweise schluffig, hellbeige bis hellgrau (Schicht Wo-1);

Anschriften der Verfasser: DR. CLEMENS MÖDDEN, Institut für Geowissenschaften, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, D-55099 Mainz; DR. PETER SCHÄFER, Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Emy-Roeder-Straße 5, D-55129 Mainz; PD DR. BETTINA REICHENBACHER, Geologisches Institut, Universität Karlsruhe, Kaiserstraße 12, D-76131 Karlsruhe; DR. JÜRGEN SCHWARZ, Habsburgerallee 106, D-60385 Frankfurt; DIETRICH KADOLSKY, 'The Limes', 66, Heathhurst Road, South Croydon, Surrey CR2 0BA, Great Britain.



**Abb. 1.** Geographische Lage der fossilführenden Fundstelle Wolfsheim (Baugrube) und der Bohrungen 1-3. Abgrenzungen des Mainzer Beckens und nördlichen Oberrheingrabens nach GOLWER (1968).

**Fig. 1.** Geographic position of the fossiliferous site at Wolfsheim (excavation pit and drillholes 1-3). Limits of the Mainz Basin and the northern Upper Rhine Graben according to GOLWER (1968).

- 40 cm Tonmergel, grünlichgrau (Schicht Wo-2);
- 30 cm Tonmergel, dunkelgrün (Schicht Wo-3);
- 50 cm Schluff, weißgrau (Schicht Wo-4);
- 55 cm Tonmergel, hellgrau mit orangebraunen Flecken (Schicht Wo-5).

Die Fundstelle Wolfsheim lieferte eine recht diverse Fossilgemeinschaft: Säugetierzähne (Wo-1, -2, -3), zahlreiche Fisch-Otolithen (Wo-2, -3), eine reiche Charophytenflora (Wo-1) sowie Ostracoden und Mollusken. In einer Lage (Wo-4) fanden sich aus älteren Schichten umgelagerte Foraminiferen. Die stratigraphische Position der Fundstelle in den Süßwasser-Schichten wurde durch mehrere Bohrungen in der unmittelbaren Umgebung überprüft.

Im folgenden werden die Ergebnisse der Bohrungen vorgestellt und Teile der Säugerfauna, die Fischfauna und die Charophyten-Flora dokumentiert. Die Ostracoden- und Mollusken-Faunen werden kurz beschrieben und alle genannten Fossilgruppen paläoökologisch und biostratigraphisch ausgewertet.

Die Säugetier-Zähne (Theridomyiden) aus den Süßwasser-Schichten der Baugrube in Wolfsheim befinden sich in der Sammlung des Instituts für Geowissenschaften, Universität Mainz (GPIM). Die Fisch-Otolithen (Sagitten) aus dieser Fundstelle sind in der Sammlung des Forschungsinstituts und Naturmuseums Senckenberg in Frankfurt am Main (SMF) und in der Sammlung des Geologischen Landesamtes Rheinland-Pfalz, Mainz (GLRP) hinterlegt. Die Charophyten befinden sich in der Sammlung REICHENBACHER (Karlsruhe).

### Lithologie und stratigraphische Position der Fundschichten innerhalb des Mainzer Beckens

In der Baugrube südlich von Wolfsheim und in der näheren Umgebung (Abb. 1) wurden drei flache Kernboh-

rungen niedergebracht. Diese erschließen eine etwa 10 m mächtige Abfolge von überwiegend olivgrauen Tonmergeln mit wiederholt eingeschalteten, deutlich heller grauen, schluffigen Horizonten. Nur im obersten Bereich der Bohrung 1 tritt ein stärker kalkiger, beigefarbener Mergel bis Kalkmergel auf, und wenig oberhalb des Niveaus mit Säugetier-Resten ist ein dünnes Kalksteinbänkchen ausgebildet. Die innerhalb der Baugrube aufgeschlossenen fossilführenden Schichten wurden bei den Bohrungen vollständig durchteuft und können so mit dem Bohrprofil korreliert werden. In den in Abb. 2 dargestellten Säulenprofilen wird eine Korrelierung mit dem zusammenfassenden Profil der Baugrube hergestellt.

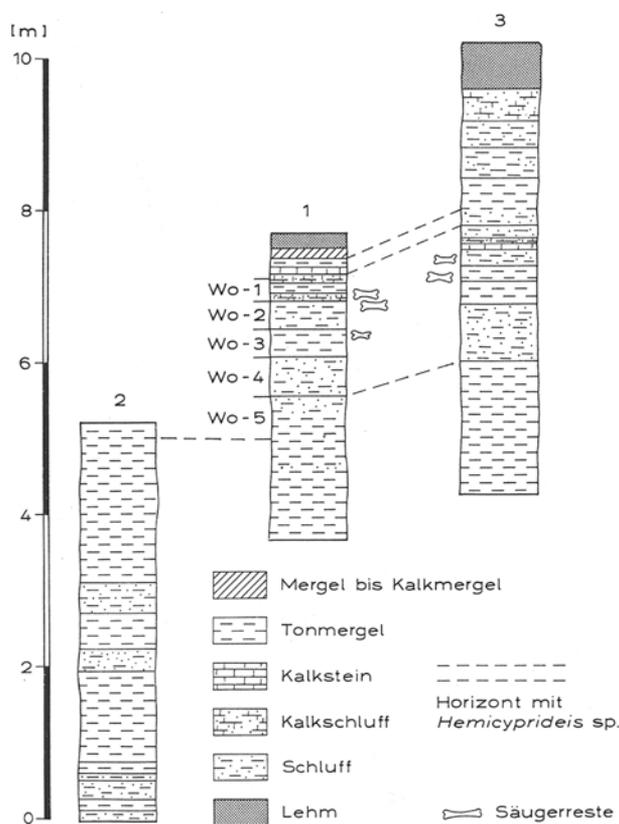
Als eindeutige Indikatoren für das ehemalige Ablagemilieu finden sich in den Bohrkernen fast durchgängig Süßwasser-Ostracoden, wenn auch abschnittsweise nur als Bruchstücke. Autochthone Foraminiferen fehlen. Vor allem in den schluffigen Lagen der Sedimentfolge treten umgelagerte Foraminiferen-Faunen auf, die sich zum großen Teil aus planktonischen, untergeordnet aber auch benthonischen Arten zusammensetzen. Das Vorkommen von allochthonen Foraminiferen bei gleichzeitigem Fehlen von autochthonen Arten ist im Mainzer Becken typisch für das stratigraphische Niveau der Süßwasser-Schichten (ROTHAUSEN & SONNE 1984).

#### Bohrung Wolfsheim 1

Lage: R: 3430982, H: 5526408 (Abb. 1). Höhe über NN: 191,1 m.

Alle Proben enthielten Schalenbruchstücke von Süßwasser-Ostracoden.

- |            |  |
|------------|--|
| 0 – 0,23 m | Lehm, graubraun  |
| – 0,33 m   | Mergel bis Kalkmergel, beige, mit einigen hellbraunen Flecken  |
| – 0,54 m   | Tonmergel, oliv, mit einigen hellbraunen Flecken, einzelne Mn-Schlieren, im unteren Drittel mit dünnem, ca. 1 cm mächtigem |



**Abb. 2.** Lithologische Profile der Bohrungen 1-3 in Wolfsheim (Mainzer Becken). Die Proben Wo-1 bis Wo-5 wurden der Wand der Baugrube entnommen und mit dem Profil der nahegelegenen Bohrung 1 korreliert. Bohrung 2 wurde auf dem Boden der Baugrube niedergebracht.

**Fig. 2.** Lithological sections of drillholes 1-3. Samples Wo-1 to Wo-5 were taken from the face of the building pit and are here correlated to the adjacent drillhole No. 1. Drillhole No. 2 was drilled from the bottom of the pit.

- 0,62 m Kalksteinbänkchen, hellbeige-grau bis hellbräunlich-beige, teilweise mürbe und nach oben kalkmergelig werdend, *Hemicyprideis* sp. sehr häufig
- 0,74 m Kalkschluff, grau, im höheren Teil hellbräunlich-beige
- 0,74 m Tonmergel, leicht schluffig, hellolivgrün, mit einigen hellbraunen Flecken, einzelne Mn-Schlieren
- 0,84 m Kalkschluff, graubeige, nach unten dunkelgrau-braun mit kleinen hellbraunen Flecken, häufig Säugerreste
- 1,22 m Tonmergel, teilweise etwas schluffig, dunkelolivgrau bis braunoliv, mit einigen braunen Flecken, nicht selten Säugerreste
- 1,60 m Tonmergel, olivgrün, mit einigen braunen Flecken, vereinzelt Säugerreste
- 2,10 m Schluff, tonig, grau, schwach olivstichig
- 4,00 m Tonmergel, im höheren Teil leicht schluffig, grau bis olivgrau, ab 2,15 m viele hellbraune Schlieren, nach unten toniger werdend mit dünner, hellgrauer, schluffiger Einschaltung bei 2,95 m

Bohrung Wolfsheim 2  
Lage: R: 3430968, H: 5526393 (Abb. 1). Höhe über NN: 188,6 m.

Diese Bohrung wurde auf dem Boden der Baugrube niedergebracht und erschließt das Liegende der Schicht WO-5. Alle Proben enthielten Schalenbruchstücke von Süßwasser-Ostracoden.

- 0 – 2,10 m Tonmergel, tonig, grau bis olivgrau, viele hellbraune Schlieren, vereinzelt schwarze Mn-Schlieren
- 2,50 m Tonmergel, stark schluffig, mit schwach hellbraunen Flecken, häufig umgelagerte Foraminiferen
- 4,45 m Tonmergel, tonig, grau bis olivgrau, abschnittsweise mit vielen hellbraunen Flecken, schwach Mn-fleckig, schluffige Einschaltung von 2,95 – 3,30 m
- 4,60 m Tonmergel, dunkelgrau mit olivgrauen Schlieren
- 4,70 m Tonmergel, im Basisbereich schluffig, olivgrau mit hellbraunen und dunkelgrauen Schlieren
- 4,95 m Schluff, hellgrau, mit hellbraunen Flecken, häufig umgelagerte Foraminiferen
- 5,10 m Tonmergel, olivgrau, mit hellbraunen Flecken
- 5,25 m Tonmergel, schluffig, hellgrau, mit braunen Flecken

**Bohrung Wolfsheim 3**

Lage: R: 3431081, H: 5526450 (Abb. 1). Höhe über NN: 193,6 m.

Alle Proben enthielten Schalenbruchstücke von Süßwasser-Ostracoden.

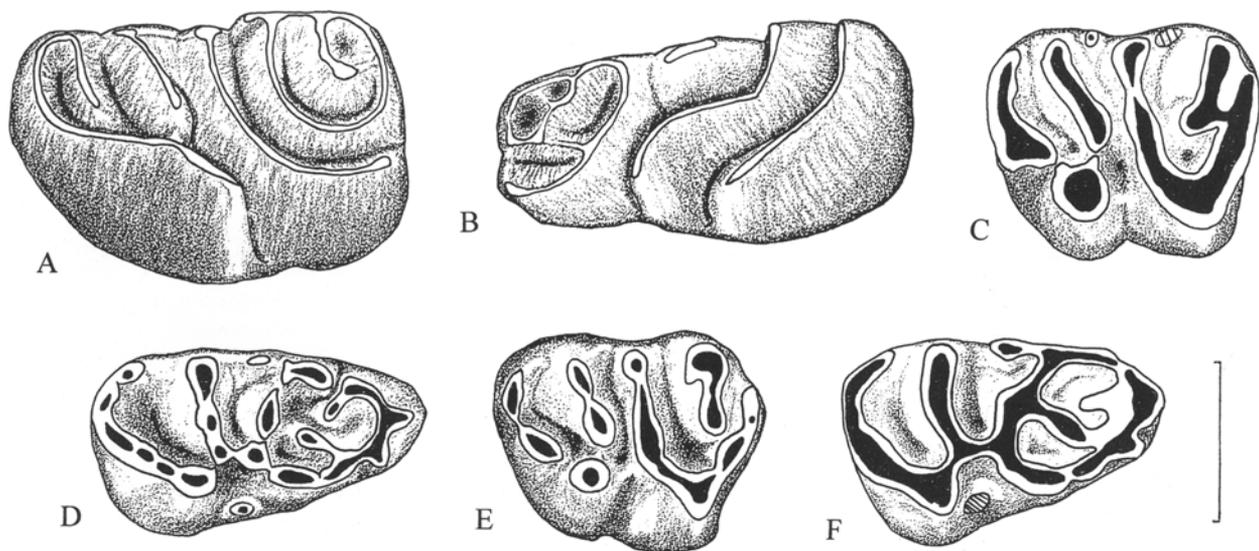
- 0 – 0,60 m Lehm, graubraun, im Basisbereich beige-grau Kalkschluff- und Mergelbeimengungen
- 1,00 m Kalkschluff, weißgrau bis beige-grau, an der Basis mit hellbraunen Flecken
- 1,35 m Tonmergel, schluffig, hellgrau bis hellbeige-grau, mit hellbraunen Flecken, an der Basis stärker schluffig
- 1,75 m Tonmergel, olivgrau, hellbraun gefleckt, einzelne hellgraue, schluffige Einschaltungen
- 2,38 m Tonmergel, grau bis olivgrau, mit vielen hellbraunen Flecken, im Basisbereich leicht schluffig und einigen hellbraunen Flecken, *Hemicyprideis* sp. sehr häufig
- 2,53 m Schluff, tonig, hellgrau bis hellbeige-grau, schwach hellbraunfleckig
- 2,65 m Kalkschluff, grau bis hellgrau, mit eingeschaltetem Kalksteinbänkchen
- 2,85 m Tonmergel, schwach schluffig, dunkelolivgrau, schwach hellbraun bis schwarz gefleckt, nicht selten Säugerreste
- 3,05 m Tonmergel, olivgrau, schwach hellbraunfleckig, nicht selten Säugerreste
- 3,35 m Tonmergel, oliv, hellbraunfleckig
- 4,10 m Schluff, tonig, grau bis hellgrau, stellenweise schwach hellbraunfleckig, an der Basis in schluffigen Tonmergel übergehend
- 5,85 m Tonmergel, hellgrau bis grau, schwach olivstichig, stark hellbraunfleckig

Stratigraphisch werden die untersuchten Ablagerungen den Süßwasser-Schichten des Mainzer Beckens zugeordnet.

**Säugetiere der Fundstelle Wolfsheim**

**Vorbemerkungen**

Das hier zugrundeliegende Bezugssystem für die biostratigraphische Einstufung der Fundstelle Wolfsheim beruht auf Referenz-Fundstellen von Säugetieren ver-



**Abb. 3.** Säugetier-Zähne (Theridomyiden) aus den Süßwasser-Schichten der Baugrube in Wolfsheim (Mainzer Becken). - **A-B:** *Toeniodus hexalophodus* BAHLO 1972. A: D<sup>4</sup> (sin.), GPIM 4012; B: D<sub>4</sub> (sin.), GPIM 4013. **C-F:** *Issiodoromys minor* FILHOL 1876. C: D<sup>4</sup> (sin.), GPIM 1285; D: D<sub>4</sub> (dex.), GPIM 1286; E: D<sup>4</sup> (sin.), GPIM 1287; F: D<sub>4</sub> (dex.), GPIM 1288.- Maßstab = 1 mm.

**Fig. 3.** Mammal teeth (theridomyids) from the Süßwasser-Schichten [Freshwater Beds] of the excavation pit in Wolfsheim (Mainz Basin). - **A-B:** *Toeniodus hexalophodus* BAHLO 1972. A: D<sup>4</sup> (sin.), GPIM 4012; B: D<sub>4</sub> (sin.), GPIM 4013. **C-F:** *Issiodoromys minor* FILHOL 1876. C: D<sup>4</sup> (sin.), GPIM 1285; D: D<sub>4</sub> (dex.), GPIM 1286; E: D<sup>4</sup> (sin.), GPIM 1287; F: D<sub>4</sub> (dex.), GPIM 1288.- Scale bar = 1 mm.

schiedenen geologischen Alters, durch die das Paläogen in eine Abfolge von 30 verschiedenen MP-Niveaus eingeteilt ist (SCHMIDT-KITTLER ed. 1987). Auf das Oligozän entfallen 10 verschiedene Niveaus (MP 21 - MP 30), mit einem durchschnittlichen Zeitraum von jeweils 1 Million Jahren. Nach ENGESSER & MÖDDEN (1997) ist regional eine noch präzisere biostratigraphische Einstufung möglich, was sich in der Untergliederung des oligozänen Anteils der Unteren Süßwasser-Molasse der Schweiz und Savoyens in derzeit 15 Assemblage-Niveaus mit jeweils einer Referenz-Fauna ausdrückt, deren Genauigkeit sich dort für gut dokumentierte Bereiche auf 500.000 Jahre (durchschnittliche Dauer eines Assemblage-Niveaus im Ober-Oligozän) steigern läßt. Die Referenzfaunen der MP-Niveaus (und der Assemblage-Niveaus) sind jedoch nicht gleichmäßig über die Zeitachse verteilt.

Bei der nachfolgenden Darstellung fossiler Säuger aus Wolfsheim wird nur auf die Gattungen Bezug genommen, die für die biostratigraphische Einstufung der Fundstelle Wolfsheim in das Niveau MP 24 ausschlaggebend waren. Hierbei sind vor allem die in Wolfsheim vorkommenden Vertreter der beiden zu den Rodentia (Nagetiere) zählenden Gattungen *Toeniodus* und *Issiodoromys* von entscheidender Bedeutung. Beide Gattungen gehören in die Familie der Theridomyidae, deren zahlreiche oligozäne Vertreter bezüglich der morphologischen Entwicklung ihrer Backenbezahlungen gut bekannt sind und die im europäischen Raum hervorragend geeignet sind, biostratigraphische Einstufungen vorzunehmen. Die in Wolfsheim gefundenen Zähne von *Issiodoromys* stellen den Erstdnachweis dieser Gattung im Mainzer Becken dar

und erlauben erstmals eine verlässliche Korrelierung zwischen einer oligozänen Säugetier-Fundstelle im Mainzer Becken und einer solchen im südwesteuropäischen Raum.

### Übersicht der für die biostratigraphische Einstufung von Wolfsheim ausschlaggebenden Säuger-Gattungen

Genus *Toeniodus* POMEL 1854

Eine Synonymieliste mit den Angaben für die in der Vergangenheit oftmals falsch wiedergegebene Schreibweise des Gattungsnamens und eine sehr umfangreiche Gattungsdiagnose findet man in MAYO (1987). Die Typusart der Gattung ist *T. curvistriatus* POMEL 1854. Die stratigraphische Reichweite der Gattung kann nach ENGESSER & MÖDDEN (1997: Tab. 2) mit MP 22 - MP 24 angegeben werden. Eine zusammenfassende Darstellung der Gattung fehlt bisher.

Von den anderen Vertretern der Theridomyidae unterscheidet sich *Toeniodus* vor allem durch die fehlende Trennung von Sinusid und Synklinid IV an den unteren Backenzähnen. Von dieser Gattung liegen bisher 10 Zähne bzw. Zahnfragmente vor.

*Toeniodus* aff. *hexalophodus* BAHLO 1972

Eine Synonymieliste, Diagnose und umfassende Beschreibung dieser Art gibt BAHLO (1975). Darüber hinaus gibt BAHLO (1975: 29) an, daß sich die Mandibularbezahlungen der beiden gleichzeitig vorkommenden Arten *Toeniodus hexalophodus* und *T. curvistriatus* nicht

auseinanderhalten lassen, und daß „erst die teilweise hexalophodont gebauten Zahnkronen des Oberkiefergebisses Verf. zu einer spezifischen Abtrennung des Materials von der Typusart und zur Aufstellung der Spezies *T. hexalophodus* veranlaßten.“ Es bleibt jedoch festzuhalten, daß BAHLO (1975) angibt, daß nur etwa die Hälfte der oberen P<sup>4</sup> und M<sup>1-2</sup> von *T. hexalophodus* aus Heimersheim diese 6 Querjochs (bzw. 5 Außensynklinalen) aufweisen; bei den M<sup>3</sup> sind es noch weniger (20 %). Bei der in MAYO (1987) beschriebenen Art *Toeniodus ernii* aus Balm (MP 22) fehlt diese Synklinale VI bei allen oberen Zähnen, weshalb diese Art hier für vergleichende Zwecke nicht näher untersucht werden muß.

Abgesehen von der Schwierigkeit, innerhalb des oftmals stark korrodierten und fragmentarisch erhaltenen Materials aus Wolfsheim aus der Masse der Oberkieferbackenzähne einige der Gattung *Toeniodus* zuzuordnen, ist festzuhalten, daß es hier unter den oberen Prämolaren und Molaren von Theridomyiden bisher keine gibt, die über 5 Außensynklinalen (und damit 6 Querlophen) verfügen. Lediglich bei den oberen Milchzähnen (D<sup>4</sup>), die im vorliegenden Material der Gattung *Toeniodus* zugeordnet werden, tritt eine Synklinale VI auf, was von BAHLO (1975) in der Diagnose als charakterisierend für *T. hexalophodus* angegeben wird (siehe Abb. 3).

Da aber auch die unteren Milchzähne (D<sub>4</sub>) aus Wolfsheim denen von *T. hexalophodus* aus Heimersheim sehr ähneln (siehe Abb. 3), wird eine weitgehende artliche Identität zwischen dem *Toeniodus*-Material aus Heimersheim und dem aus Wolfsheim angenommen, die vor allem mit dem Vorkommen einer sechsten Außensynklinale am D<sup>4</sup> begründet wird. Der fehlende Nachweis von 6 Querjochs (bzw. 5 Außensynklinalen) an den oberen P<sup>4</sup>, M<sup>1-2</sup> und M<sup>3</sup> von *Toeniodus* aus Wolfsheim ist jedoch eine deutliche Einschränkung der Ähnlichkeit und führt zu der hier verwendeten Artbezeichnung *T. aff. hexalophodus*.

Da die in den Süßwasser-Schichten liegende Fundstelle Wolfsheim stratigraphisch jünger ist als die nach BAHLO & NEUFFER (1978) an der Basis des Cyrenenmergels liegende Fundstelle Heimersheim (siehe Abb. 6), würden diese stratigraphischen Zusammenhänge für die Gattung *Toeniodus* bedeuten, daß der Anteil an oberen P<sup>4</sup>, M<sup>1-2</sup> und M<sup>3</sup> mit 6 Querjochs (bzw. 5 Außensynklinalen) bei den von *T. hexalophodus* abstammenden Individuen im Verlauf der phylogenetischen Entwicklung möglicherweise sehr stark abgenommen hat.

Genus *Issiodoromys* CROIZET in BLAINVILLE (1840)

Spätestens seit STEHLIN & SCHAUB (1951), die anhand der Zähne vier Evolutionsniveaus von *Issiodoromys* unterscheiden und hervorragende Abbildungen der Zähne liefern, ist klar, daß sich im Oligozän die Arten dieser Gattung gut für biostratigraphische Zwecke nutzen lassen. Diese beiden Autoren liefern jedoch nur recht allgemein gehaltene Artabgrenzungen. Weitere, für die verbesserte biostratigraphische Nutzbarkeit dieser Gattung wichtige

Arbeiten sind VIANEY-LIAUD (1976), SCHMIDT-KITTLER & VIANEY-LIAUD (1987), VIANEY-LIAUD & SCHMIDT-KITTLER (1987) und MAYO (1987). Die sich aus diesen und anderen Arbeiten ergebenden taxonomischen und systematischen Probleme werden von MÖDDEN (1994) zusammenfassend untersucht. Die Bearbeitung von *Issiodoromys*-Zähnen aus der Fundstelle Saint-Martin-de-Castillon durch HUGUENEY & MÖDDEN (1996) bringt eine erste Beschreibung von Zähnen dieser Gattung aus dem Niveau von MP 24.

SCHMIDT-KITTLER et al. (1997) legen eine morphometrische Untersuchung der verschiedenen Arten von *Issiodoromys* vor. Dabei wird bei der im Niveau MP 22 und MP 23 vorkommenden Art, die bis dahin als *Elfomys medius* bezeichnet wurde, die Gattungsbezeichnung *Elfomys* zugunsten der älteren Gattungsbezeichnung *Issiodoromys* aufgegeben. Dies geschieht deshalb, weil diese morphometrische Untersuchung zeigt, daß man für die Art *Issiodoromys medius* und die anderen Arten der Gattung *Issiodoromys* eine einheitliche Entwicklungslinie annehmen kann, die erst im Niveau MP 30 endet. Von dieser Gattung liegen aus Wolfsheim bisher 52 Zähne bzw. Zahnfragmente vor.

*Issiodoromys minor* FILHOL 1876

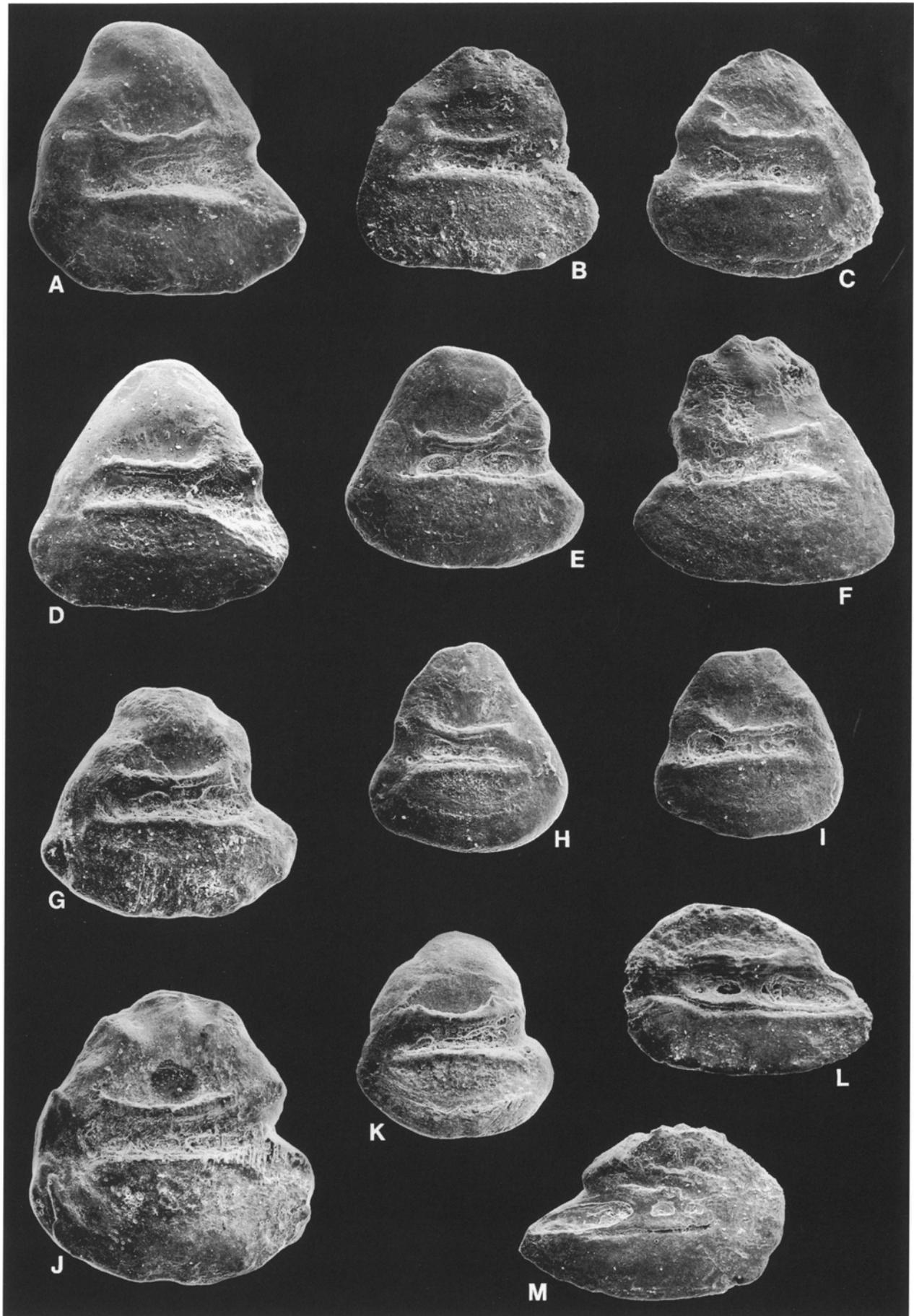
Die Definition der Art *I. minor* wird gegenwärtig diskutiert (vgl. MÖDDEN 1994). Ein besonderes Problem stellt in diesem Zusammenhang nicht zuletzt die völlig ungeklärte Typus-Frage dar und führte dazu, daß für die in HUGUENEY & MÖDDEN (1996) beschriebenen *Issiodoromys*-Zähne von Saint-Martin-de-Castillon, die in das biostratigraphische Säugetier-Niveau MP 24 gestellt wurden, keine Artbezeichnung gegeben wurde. Diese Problematik kommt auch in der Arbeit von SCHMIDT-KITTLER et al. (1997) zum Ausdruck. Für die *Issiodoromys*-Zähne aus den biostratigraphischen Niveaus MP 24 und MP 25 wird dort festgestellt, daß man an den verschiedenen Fundstellen dieses Zeitabschnittes drei unterschiedlich primitive morphologische Stadien unterscheiden kann, die als *Issiodoromys minor* (1), (2) und (3) bezeichnet werden.

Auch in Wolfsheim wurden Zähne von *Issiodoromys minor* gefunden. Da Milchzähne dieser Art für die stratigraphische Einstufung besonders geeignet sind, werden in Abb. 3 obere und untere Milchzähne dieser Art aus Wolfsheim gezeigt. Einen Eindruck der Prämolaren und Molaren vermitteln die etwa gleichaltrigen, von HUGUENEY & MÖDDEN (1996) abgebildeten Zähne von Saint-Martin-de-Castillon.

### Biostratigraphische Schlußfolgerungen auf der Basis fossiler Säugetiere

#### Vorbemerkungen

Innerhalb des Alt-Tertiärs stellt das auf der evolutiven Entwicklung fossiler Säugetiere basierende System der MP-Niveaus (MP 1 - MP 30) die wohl genaueste und



**Abb. 4A-M.** Fisch-Otolithen (Sagitten) aus den Süßwasser-Schichten der Baugrube in Wolfsheim (Mainzer Becken) (A-I, L-M). Zum Vergleich sind außerdem zwei Sagitten aus dem Cyrenenmergel bei Gau-Algesheim (Mainzer Becken) abgebildet (J-K). Alle Sagitten zeigen die Innenseite. R = rechte Sagitta, L = linke Sagitta.- A-K: x46, L-M: x23.

**A-I:** *Palaeolebias* aff. *symmetricus* (WEILER 1963), L (A-B, D-E, G), R (C, F, H-I), SMF PO. 64042-64050. **J-K:** *Palaeolebias symmetricus* (WEILER 1963), L, GLRP 6014/540-541. **L:** *Palaeumbra moguntina* WEILER 1973, L, SMF PO. 64051. **M:** „genus Umbridarum“ *crassum* (WEILER 1963), R, SMF PO. 64052.

**Fig. 4A-M.** Fish otoliths (sagittae) from the Süßwasser-Schichten [Freshwater Beds] of the excavation pit in Wolfsheim (Mainz Basin) (A-I, L-M). For comparison, two sagittae are figured also from the Cyrenenmergel near Gau-Algesheim (Mainz Basin) (J-K). All sagittae show the inner face. R = right sagitta, L = left sagitta.- A-K: x46, L-M: x23.

**A-I:** *Palaeolebias* aff. *symmetricus* (WEILER 1963), L (A-B, D-E, G), R (C, F, H-I), SMF PO. 64042-64050. **J-K:** *Palaeolebias symmetricus* (WEILER 1963), L, GLRP 6014/540-541. **L:** *Palaeumbra moguntina* WEILER 1973, L, SMF PO. 64051. **M:** „genus Umbridarum“ *crassum* (WEILER 1963), R, SMF PO. 64052.

zuverlässigste biostratigraphische Möglichkeit zur relativen zeitlichen Einstufung einer Fundstelle dar. Jedes der MP-Niveaus ist durch eine Referenzfauna charakterisiert. Referenzfauna für das Niveau MP 24 ist die von BAHLO (1975) beschriebene und aus dem Mainzer Becken stammende Fauna von Heimersheim. In der lithostratigraphischen Standard-Gliederung des Mainzer Beckens liegt die Fundstelle Heimersheim nach BAHLO & NEUFFER (1978: 22) an der Basis des Cyrenenmergels. Das den Cyrenenmergel unmittelbar überlagernde Element der Standard-Gliederung sind die Süßwasser-Schichten (Abb. 6). Die Beurteilung der Referenzfauna Heimersheim wird dadurch erschwert, daß sie keine Arten aus gut untersuchten phylogenetischen Linien enthält, die auch im südwestlichen Europa vorkommen.

Das biostratigraphische Alter der Säugetiere von Wolfsheim

Die Säugetier-Fauna von Wolfsheim stammt aus den Süßwasser-Schichten, ist also – bezogen auf die Standard-Gliederung der Sedimente des Mainzer Beckens – stratigraphisch eindeutig jünger als die Säugetiere aus der Fundstelle Heimersheim, die das Säugetier-Niveau MP 24 definieren. Durch das Vorkommen der Gattung *Toeniodus* in Wolfsheim, deren stratigraphische Reichweite nicht über das Niveau MP 24 hinausgeht (ENGESSER & MÖDDEN 1997: Tab. 2; SCHMIDT-KITTLER et al. 1997: Tab. 8), ist damit gleichzeitig das Mindestalter der Fundstelle Wolfsheim eingegrenzt.

Auch die in Wolfsheim gefundenen *Issiodoromys*-Zähne würden, für sich allein betrachtet, ausreichen, um eine Einstufung der Fauna von Wolfsheim in MP 24 vornehmen zu können. Die morphologisch-phylogenetische

Entwicklung innerhalb der Gattung *Issiodoromys* ist sehr gut bekannt, und die stratigraphische Reichweite dieser Gattung erstreckt sich über die MP-Niveaus 22-30. SCHMIDT-KITTLER et al. (1997) zeigten, daß die *Issiodoromys*-Zähne von Wolfsheim auf der Basis von Größenverhältnissen, Hypsodontie und anhand der jeweiligen morphologischen Veränderungen der Occlusalfläche im Verlauf der Abkautung dem primitivsten morphologischen Stadium innerhalb der Art *I. minor* (*I. minor* [1]) entsprechen und damit dem Niveau MP 24 zugeordnet werden können. Im Niveau MP 23 tritt dann die Vorläufer-Art *Issiodoromys medius* auf. Als Einzelzähne sind innerhalb der Gattung *Issiodoromys* die oberen und unteren Milchzähne mit am aussagekräftigsten (Abb. 3), da sie im Verlauf MP 24-25, neben anderen Merkmalsveränderungen, auch recht deutlich an Länge zunehmen (siehe hierzu auch MÖDDEN 1994: Abb. 1-2).

Durch den in Wolfsheim erfolgten Erstnachweis der Gattung *Issiodoromys* im Mainzer Becken und durch die Bestimmung dieses Materials als ein primitives Evolutionsstadium von *Issiodoromys minor* ist es erstmals gelungen, eine oligozäne Säuger-Fundstelle aus dem Mainzer Becken mit Fundstellen aus Frankreich und Spanien (in denen *Issiodoromys* meistens vertreten ist) direkt zu korrelieren. Diese Feststellung ermöglicht es auch, die Referenzlokalität von MP 24 (Heimersheim) – als stratigraphisch ältere Fundstelle relativ zu Wolfsheim – deutlicher in das Gesamtbild der MP-Referenz-Fundstellen einzupassen. Da Heimersheim für paläomagnetische Messungen nicht zugänglich ist, soll die bekannte stratigraphische Lage der beiden Fundstellen Heimersheim und Wolfsheim dazu verwendet werden, solche Messungen in Wolfsheim durchzuführen, um so auch für Heimersheim einen Näherungswert relativ zur ‚global magnetic polarity time scale‘ (MPTS) zu bekommen, wie dies (z. B. SCHLUNEGGER et al. 1996) schon für andere wichtige Säugerfundstellen des Tertiärs geschehen ist.

## Die Fischfauna von Wolfsheim

Die Fundstelle Wolfsheim ist der erste Aufschluß in den Süßwasser-Schichten, der eine Fischfauna lieferte. Aus den mit mehreren 100 kg beprobten Schichten Wo-2 und Wo-3 stammen rund 270 Fisch-Otolithen sowie einige Otolithen-Bruchstücke. Die Otolithen sind größtenteils verhältnismäßig gut erhalten, nur die Umbridae-Otolithen sind teilweise deutlich abgerollt oder korrodiert. Die Fischfauna umfaßt 4 Arten aus den Familien Cyprinidae, Umbridae und Cyprinodontidae.

### Systematische Beschreibung der Fischarten

Ordnung Cypriniformes BLEEKER 1859

Familie Cyprinidae BONAPARTE 1832

Gattung incertae sedis

„genus Cyprinidarum“ sp. A

Abb. 5 A-B

Material: 165 Lapilli.

**Vorbemerkung:** Bei Fischen aus der Familie Cyprinidae ist nicht die Sagitta der größte Otolith, sondern der Lapillus. Während die art- und gattungstypischen Merkmale rezenter und fossiler Sagitten gut bekannt sind, wurden die diagnostischen Merkmale rezenter und fossiler Lapilli bislang wenig untersucht. CHARDON & VANDEWALLE (1992: Abb. 11.3) dokumentieren die Proportionen und die Position eines Lapillus des rezenten *Phoxinus laevis* FITZINGER (ex AGASSIZ) 1832 innerhalb des häutigen Labyrinths. MARTINI & REICHENBACHER (1997: Taf. 1, Fig. 3, 6) bilden Lapilli des rezenten *Cyprinus carpio* LINNAEUS 1758 ab. Die Lapilli im vorliegenden Material entsprechen im Habitus diesen bisher bekannten Cypriniden-Lapilli, lassen sich jedoch keiner bestimmten Gattung zuordnen.

**Beschreibung:** Die Lapilli sind durch einen rundlich-ovalen Umriß mit einem leicht zugespitzten Hinterende gekennzeichnet. Der Ventralrand ist durch einen markanten abgerundeten Vorsprung charakterisiert, in welchen der Sulcus einmündet. Eine schwach ausgeprägte Ecke befindet sich am Übergang des Ventralrandes zum Hinterrand. Der Dorsalrand zeigt in der Mitte mehr oder weniger deutlich eine Einbuchtung. Der Vorderrand ist breit gerundet und durch den tiefen Sulcus markiert, der vor allem auf der Außenseite des Lapillus gut erkennbar ist. Die Außenseite ist ansonsten kräftig konvex und mit feinen Runzeln und Rillen versehen. Diese Skulptur endet an einer V-förmigen Naht, so daß das Hinterende der Lapilli von außen glatt ist. Die Innenseite ist annähernd glatt, im vorderen Bereich gewölbt oder mit flachen Höckern versehen, im mittleren dorsalen Teil konkav und im hinteren Teil plan.

Manche Lapilli zeigen einen weniger ausgeprägten ventralen Vorsprung und eine kaum eingebuchtete Dorsalseite (Abb. 5B). Es gibt jedoch Übergänge zwischen diesen und den oben beschriebenen Formen. Aus diesem Grund ist es wahrscheinlich, daß alle Lapilli einer Cypriniden-Spezies angehören.

Maße (in mm): Länge: 0,75-1,4; Höhe: 0,6-1,0; Dicke: 0,35-0,72; L/H: 1,2-1,5.

**Beziehungen:** Cypriniden-Lapilli wurden aus dem Mainzer Becken bislang nur aus den höchsten Oberen Cerithien-Schichten von Göllheim beschrieben (REICHENBACHER & MÖDDEN 1996). Die hier vorliegenden Lapilli aus den Süßwasser-Schichten unterscheiden sich deutlich von dem Material aus den Oberen Cerithien-Schichten. Ihr vorderer ventraler Fortsatz ist weniger entwickelt, und ein dorsaler Fortsatz fehlt. Um sie von den ebenfalls in offener Nomenklatur beschriebenen Lapilli aus den Oberen Cerithien-Schichten zu unterscheiden, werden sie hier als „genus Cyprinidarum“ sp. A bezeichnet.

**Bemerkung:** Es handelt sich um die bisher ältesten Cypriniden-Lapilli. Bislang waren Cypriniden-Lapilli nur aus dem Unter-Miozän und jüngeren Ablagerungen bekannt (vgl. MENZEL & BECKER-PLATEN 1981; MARTINI

1983; REICHENBACHER 1988; GAUDANT 1989; REICHENBACHER & MÖDDEN 1996).

#### Ordnung Esociformes BLEEKER 1859

##### Familie Umbridae BLEEKER 1859

##### Gattung *Palaeumbra* WEILER 1973

##### *Palaeumbra moguntina* WEILER 1973

Abb. 4 L

- \* 1973 *Palaeumbra moguntina* n. sp. - WEILER: 456, Abb. 1-2.
- 1996 *Palaeumbra moguntina* WEILER 1973. - REICHENBACHER & MÖDDEN: 94, Taf. 3, Fig. D-I [= wieder abgebildeter Holo- und Paratypus].
- 2000 *Palaeumbra moguntina* WEILER 1973. - REICHENBACHER: Taf. 1, Fig. 10-12.

**Material:** 11 Sagitten und einige Bruchstücke.

**Beschreibung:** Die Sagitten zeigen eine mäßig bis stark konvexe Außenseite und einen abgerundet-rechteckigen Umriß. Der Dorsalrand ist gewölbt und vor allem bei den großen Sagitten relativ kurz. Der Hinterrand fällt steil zum kaum gewölbten Ventralrand ab. Das kräftige, aber kurze Rostrum endet stumpf. Der mediane Sulcus ist gerade oder steigt geringfügig nach hinten an. Ostium und Cauda sind stark eingetieft, von länglich-ovaler Form und durch ein kräftiges Colliculum voneinander getrennt. Eine feine Rinne dicht unterhalb der Crista inferior läßt diese als schmale Leiste hervortreten. Die Crista superior ist nur bei dem größten Exemplar (Länge 3,2 mm) deutlich verdickt.

Maße (in mm): Länge: 1,3-3,2; Höhe: 0,95-2,25; Dicke: 0,35-1,1; L/H: 1,3-1,4.

**Sonstige Vorkommen:** Die Art ist bislang nur aus dem Mainzer Becken bekannt. WEILER (1973) beschrieb sie anhand von 3 Exemplaren aus der Fundstelle Essenheim (Rheinhessen) aus den oberen Schleichsanden. Ein weiteres Exemplar wurde im Cyrenenmergel der Bohrung Waldeck bei Ingelheim (Rheinhessen) gefunden (REICHENBACHER 2000).

#### Gattung incertae sedis

##### „genus Umbridarum“ *crassus* (WEILER 1963)

Abb. 4 M

- \* 1963 Otol. (inc. sed.) *crassus* n. sp. - WEILER: 15, Abb. 28-29.
- 1996 „genus Umbridarum“ *crassus* (WEILER 1963). - REICHENBACHER & MÖDDEN: 94, Taf. 3, Fig. K-M [= wieder abgebildeter Holotypus].
- 1997 „genus Umbridarum“ *crassus* (WEILER 1963). - REICHENBACHER & PHILIPPE: 406, Abb. 4F-L, 6A-F.
- 2000 „genus Umbridarum“ *crassus* (WEILER 1963). - REICHENBACHER: Taf. 1, Fig. 9.

**Material:** 5 Sagitten.

**Kurzbeschreibung:** Gestreckte Sagitten mit einem deutlich vorspringenden, leicht zugespitzten Rostrum. Der schmale Sulcus ist wenig vertieft und in eine mit Colliculi versehene Cauda und ein genauso langes oder

etwas kürzeres Ostium gegliedert. Die Art wurde von REICHENBACHER & PHILIPPE (1997: 406) detailliert beschrieben.

Maße (in mm): Länge: 1,45-3,3; Höhe: 1,0-2,4; Dicke 0,45-1,1; L/H: 1,4-1,5.

**Bemerkung:** „Genus Umbridarum“ *crassum* läßt sich von der im Umriß ähnlichen *Palaeumbra moguntina* durch das relativ längere und schmalere Rostrum und den schmaleren und weniger vertieften Sulcus unterscheiden. Große Sagitten von „genus Umbridarum“ *crassum* sind mit einem Höcker im hinteren Teil der Außenseite versehen, während bei entsprechend großen Sagitten von *P. moguntina* die Außenseite immer gleichmäßig konvex ist.

**Sonstige Vorkommen:** WEILER (1963) beschrieb 4 Exemplare dieser seltenen Art aus dem Cyrenenmergel von Frankfurt am Main, Osthafen, also aus dem Hanauer Becken. Im Mainzer Becken wurde die Art, ebenfalls in wenigen Exemplaren, im Übergangsbereich Schleichsand-Cyrenenmergel sowie im Cyrenenmergel gefunden (REICHENBACHER 2000). Zahlreiche Exemplare von „genus Umbridarum“ *crassum* sind aus den spät-unteroligozänen (spät-rupelischen) Süßwasser-Ablagerungen im Apt-Becken bei Saint-Martin-de-Castillon (Vaucluse, Südfrankreich) bekannt geworden (REICHENBACHER & PHILIPPE 1997).

Ordnung Cyprinodontiformes ROSEN 1964  
 Familie Cyprinodontidae GILL 1865  
 Gattung *Palaeolebias* REICHENBACHER in  
 REICHENBACHER & WEIDMANN 1992  
*Palaeolebias* aff. *symmetricus* (WEILER 1963)  
 Abb. 4 A-I

- aff. \* 1963 Otol. (Cyprinodontidarum) *symmetricus* n. sp. - WEILER: 14, Abb. 23-26.  
 aff. 1992 *Palaeolebias symmetricus* (WEILER) nov. comb. - REICHENBACHER & WEIDMANN: 18, Abb. 4-5 [= wieder abgebildeter Holotypus und Paratypus].  
 aff. 1997 *Palaeolebias symmetricus* (WEILER 1963). - REICHENBACHER & PHILIPPE: 408, Abb. 7A-H.  
 aff. 1997 *Palaeolebias symmetricus* (WEILER 1963). - REICHENBACHER & SCHWARZ: Tab. 3, Abb. 38.  
 aff. 2000 *Palaeolebias symmetricus* (WEILER 1963). - REICHENBACHER: Taf. 1, Fig. 5-8.

**Material:** 84 Sagitten.

**Beschreibung:** Die Sagitten sind im Umriß mehr oder weniger dreieckig und mit einem mäßig bis deutlich hervortretenden Rostrum versehen. Der median bis supramedian gelegene Sulcus ist gerade oder steigt ein wenig nach hinten an. Ostium und Cauda sind von ungefähr gleicher Größe und durch ein Colliculum voneinander getrennt. Weitere pfeilerförmige Collicula können in der Cauda und am Vorderrand des Ostiums entwickelt sein. Bei manchen Sagitten knickt die Cauda am Ende nach hinten/unten ab (Abb. 4B, F) und endet spitz; bei den meisten Sagitten bleibt die Cauda jedoch gerade und endet nur leicht verjüngt.

Die Sagitten sind auffällig variabel hinsichtlich ihrer Form. Der Ventralrand kann vollkommen gerade (Abb. 4B, D, F) oder kräftig gebogen (Abb. 4G) sein, mit allen Übergängen. Auch der Dorsalrand variiert zwischen relativ spitz (Abb. 4D) und breit gerundet (Abb. 4E). Schließlich sind auch die Länge und Form des Rostrums unterschiedlich.

Maße (in mm): Länge: 0,7-1,3; Höhe: 0,7-1,2; Dicke: 0,2-0,4; L/H: 0,95-1,1.

**Beziehungen:** Viele Sagitten der beschriebenen Art weichen durch ihren weniger abgerundeten Umriß und das hervortretende Rostrum von dem ansonsten ähnlichen *Palaeolebias symmetricus* (WEILER 1963) deutlich ab. Einige Sagitten stimmen jedoch auch gut mit *P. symmetricus* überein (z. B. Abb. 4C, H). Dabei sind Übergänge zwischen *P. symmetricus*-ähnlichen und *P. symmetricus*-unähnlichen Sagitten vorhanden, so daß eine Unterscheidung in 2 Arten, von denen eine neu zu benennen wäre, nicht möglich ist.

**Bemerkung:** Trotz ihrer Variabilität werden die vorliegenden Sagitten als Population einer Art gedeutet. Die Variabilität könnte darauf zurückzuführen sein, daß *P. aff. symmetricus* am Beginn eines Speziationsprozesses steht, welcher im Laufe der Zeit zu einer neuen Art führte, die derzeit noch nicht bekannt ist. Die Ursache für diese Speziation war wahrscheinlich die gerade einsetzende Isolation des Süßwasser-Schichten-Gewässers im Mainzer Becken. Auch von rezenten Cyprinodontiden (*Aphanius*-Arten) ist bekannt, daß sie bei einer Isolation ihres Lebensraumes sehr schnell mit Endemismen und der Entwicklung von neuen Unterarten reagieren (vgl. VILLWOCK 1977, 1982).

#### **Paläoökologie und Vergleich mit anderen Fischfaunen aus dem Mainzer Becken**

In der Fischfauna aus den Süßwasser-Schichten der Fundstelle Wolfsheim dominiert mit fast 2/3 (62,2%) aller gefundenen Otolithen „genus Cyprinidarum“ sp. A sehr deutlich. Ein weiteres knappes Drittel der Fischfauna (31,7%) wird von *Palaeolebias* aff. *symmetricus* gestellt. Die beiden Umbriden-Arten sind nur mit 4,2% (*Palaeumbra moguntina*) bzw. 1,9% („genus Umbridarum“ *crassum*) vertreten.

Cypriniden und Umbriden sind Fischfamilien, deren rezente und fossile Vertreter für Süßwasser charakteristisch sind. Cyprinodontiden sind eine extrem euryhaline Fischfamilie und kommen rezent und fossil in marinen, brackischen, lakustrinen oder hypersalinen Lebensräumen vor. Fischarten, die ein eindeutig brackisches oder marines Milieu anzeigen, fehlen in Wolfsheim. Aus der Zusammensetzung der Fischfauna kann daher auf Süßwasserfazies geschlossen werden.

Die Fisch-Gemeinschaft aus der Fundstelle in Wolfsheim erinnert zunächst an die Fischfaunen aus dem Cyrenenmergel, denn beide Umbriden-Arten sowie *Palaeo-*

*lebias symmetricus* sind im Mainzer und Hanauer Becken ausschließlich auf den Cyrenenmergel beschränkt (nur *Palaeumbra moguntina* kommt auch noch in den oberen Schleichsanden vor). Es bestehen keinerlei Beziehungen zu den gut bekannten Fisch-Gemeinschaften aus der ‚kalktertiären‘ Abfolge des Mainzer und Hanauer Beckens, also aus der Abfolge von den Mittleren Cerithien-Schichten bis zu den Unteren Hydrobien-Schichten (vgl. u. a. WEILER 1963; MARTINI 1981; REICHENBACHER 2000). Doch ist die Fischfauna aus Wolfsheim von den Fischfaunen aus dem Cyrenenmergel durch zwei Besonderheiten deutlich unterschieden. Zum einen fehlen die im Cyrenenmergel vertretenen brackischen Fischarten (vgl. REICHENBACHER 2000), zum anderen liegt *P. symmetricus* nicht in seiner charakteristischen Ausbildung vor, weshalb die betreffenden Otolithen hier als *P. aff. symmetricus* bezeichnet wurden. Die Fischfauna aus den Süßwasser-Schichten von Wolfsheim läßt sich damit aus den Fischfaunen des Cyrenenmergels ableiten und zeigt gleichzeitig einen eigenständigen Charakter. Diese Eigenständigkeit ist vermutlich auf die Isolation und fortgeschrittene Aussüßung des Gewässers der Süßwasser-Schichten von Wolfsheim im Vergleich mit dem Gewässer zur Zeit der Cyrenenmergel-Sedimentation zurückzuführen.

#### Biostratigraphie auf der Basis der Fischfauna

Für die biostratigraphische Auswertung der Fischfauna aus Wolfsheim ist die bisher bekannte stratigraphische Reichweite von *Palaeolebias symmetricus* und „genus Umbridarum“ *crassum* wesentlich. Beide Fischarten kommen im Cyrenenmergel des Mainzer und Hanauer Beckens (WEILER 1963) sowie in den spät-unteroligozänen (spät-rupelischen) ‚calcaires de Vachères‘ im Apt-Becken bei Saint-Martin-de-Castillon (Vaucluse, Südfrankreich) vor (REICHENBACHER & PHILIPPE 1997). Sie fehlen jedoch in den gut bekannten Fischfaunen des mittleren und späten Ober-Oligozäns (vgl. REICHENBACHER & WEIDMANN 1992). Diese Situation weist für die Fischfauna von Wolfsheim auf ein stratigraphisches Alter hin, welches etwa dem Alter der Fischfaunen aus dem Cyrenenmergel und aus Saint-Martin-de-Castillon entsprechen sollte.

Die Formation der ‚calcaires de Vachères‘ bei Saint-Martin-de-Castillon hat außer *P. symmetricus* und „genus Umbridarum“ *crassum* eine reiche Säugetierfauna geliefert, die HUGUENEY (1994) mit dem Säugetier-Niveau MP 24 korrelierte. Der mit *P. symmetricus* nahe verwandte *P. aff. symmetricus* aus Wolfsheim wird hier als Resultat eines Speziationsprozesses, ausgehend von *P. symmetricus*, interpretiert. Es ist daher anzunehmen, daß die Fischfauna aus Wolfsheim etwas jünger sein muß als die Fischfauna aus Saint-Martin-de-Castillon bzw. die Fischfaunen aus dem Cyrenenmergel. Diese Datierung stimmt sehr gut mit den Ergebnissen der Säugetierstratigraphie überein (siehe oben und SCHMIDT-KITTLER et al. 1997: Abb. 9).

#### Anmerkungen zur Ostracoden-Fauna

An Süßwasser-Ostracoden finden sich häufig die Gattungen *Candona*, *Pseudocandona*, *Moenocypris*, *Ilyocypris* und *Virgatocypris*, die in limnisch geprägten Lebensräumen des Mainzer Beckens über einen sehr weiten stratigraphischen Bereich verbreitet sind. Mit *Mediocypris* sp. und *Strandesia* ? sp. treten zwei Arten auf, die aus dem Tertiär des Mainzer Beckens bisher noch nicht beschrieben wurden. Lediglich die Gattung *Mediocypris* wurde von SCHÄFER & KADOLSKY (1998) aus den Unteren Cerithien-Schichten der Kernbohrung 61 Budenheim erwähnt. In unpubliziertem Ostracoden-Material der gleichen Bohrung kommen *Mediocypris* sp. und *Strandesia* sp. aber auch in Sedimenten vor, die den Süßwasser-Schichten zuzuordnen sind. Das Vorkommen der Gattung *Mediocypris* könnte auf einen etwas erhöhten Salinitätsgrad im ehemaligen Ablagerungsraum hindeuten, da die aus der süddeutschen Molasse bekannte Art *Mediocypris candonaeformis* (STRAUB 1952) als typischer Bewohner schwach brackischer Gewässer angesehen wird (FAHRION & STRAUB 1953: 31). In den Kirchberger Schichten, die das brackische Übergangsglied zwischen Oberer Meeresmolasse und Oberer Süßwassermolasse darstellen, ist *Mediocypris candonaeformis* eine der häufigsten Ostracoden-Arten und wird von REICHENBACHER (1989) unter anderem aus dem meso- bis pliohalinen Milieu angegeben. Das Vorkommen der Art reicht jedoch bis in die weitgehend ausgesüßten Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse hinein. Die erwähnten Funde von *Mediocypris* sp. in den brackischen Unteren Cerithien-Schichten von Budenheim deuten darauf hin, daß auch diese, mit *Mediocypris candonaeformis* nicht identische Art einen erhöhten Salzgehalt zumindest toleriert.

In den hier untersuchten Schichten von Wolfsheim kommt lagenweise auch die Ostracoden-Gattung *Metacypris* vor. Nach SONNE (1982, 1988) tritt diese Gattung ausschließlich in limnisch beeinflussten Abschnitten des Süßwasser-Schichten unterlagernden Cyrenenmergels auf. Im gesamten hier bearbeiteten Bereich finden sich jedoch keinerlei Hinweise auf die ansonsten typischen, brackisch-marinen Faunenelemente des Cyrenenmergels. Es wird deshalb davon ausgegangen, daß die Vorkommen von *Metacypris* in Wolfsheim bereits im stratigraphischen Niveau der Süßwasser-Schichten liegen, zumal die Gattung aus diesem Niveau auch in der Kernbohrung Lautersheim 1 nachgewiesen werden konnte. Diese Bohrung durchteufte Teile der Unteren Cerithien-Schichten, die Süßwasser-Schichten und brackische Schichten des Cyrenenmergels.

Auffälligster Bestandteil der Ostracoden-Fauna von Wolfsheim ist ein Massenvorkommen von *Hemicyprideis* sp. innerhalb einer geringmächtigen Lage wenig oberhalb der Säugetier-Reste führenden Schichten (Sondierung 1 in 0,33 - 0,54 m Teufe, Sondierung 3 in 2,15 - 2,38 m Teufe; siehe Abb. 2). In den Ablagerungen des Mainzer Beckens tritt diese Gattung mit einer Vielzahl stratigraphisch wichtiger Arten auf und gilt als ‚typischer

Brackwasser-Anzeiger'. So findet sie sich in den limnisch-brackisch geprägten Abschnitten der Mittleren Pechelbronn-Schichten, fehlt in den vollmarinen Ablagerungen des Unteren bis Oberen Rupeltons und erscheint erst wieder an der Basis des Schleichsandes, also mit einsetzender Verbrackung des marinen Lebensraumes. Nach dem bisherigen Kenntnisstand verschwindet die Gattung erneut im höchsten Teil des Cyrenenmergels und tritt erst wieder mit der erneuten Einwanderung einer brackischen Fauna an der Basis der Unteren Cerithien-Schichten auf. Das jetzt nachgewiesene Vorkommen einer *Hemicyprideis*-Art in den Süßwasser-Schichten von Wolfsheim könnte daher als weiterer Hinweis auf eine kurzzeitige Erhöhung des Salinitätsgrades auch innerhalb dieses stratigraphischen Niveaus gedeutet werden.

Paläoökologische Untersuchungen von KEEN (1971) haben jedoch andererseits gezeigt, daß die im nordwesteuropäischen Sannois weitverbreitete *Hemicyprideis montosa* (JONES & SHERBORN 1889) als äußerst euryhaline Art angesehen werden muß und Süßwasser-Verhältnisse ebenso tolerieren kann wie vollmarine oder hypersalinare Bedingungen. In den Unteren Hamstead Beds vom Bouldnor Cliff der Isle of Wight konnte KEEN (1971) die Art aus vermutlich vollständig ausgesüßten Bereichen nachweisen. Sie ist dort ausschließlich mit Süßwasser-Gattungen wie *Ilyocypris*, *Moenocypris*, *Cypridopsis*, *Eucypris* und *Candona* vergesellschaftet. Da sich auch in dem *Hemicyprideis*-Horizont des Wolfsheimer Profils einige Klappen und Bruchstücke von *Ilyocypris* und *Moenocypris* nachweisen lassen, könnten hier ganz ähnliche Verhältnisse vorgelegen haben, wie in den ausgesüßten Bereichen der Unteren Hamstead Beds. Die Wolfsheimer *Hemicyprideis*-Art könnte also ebenfalls als extrem euryhaline oder sogar vollständig an Süßwasserverhältnisse angepaßte Art angesehen werden und müßte nicht zwangsläufig einen erhöhten Salinitätsgrad in den Süßwasser-Schichten des Mainzer Beckens widerspiegeln. Sie unterscheidet sich deutlich von der aus dem Cyrenenmergel bekannten *H. helvetica* (LIENENKLAUS 1895); es handelt sich auch nicht um *H. clivosa* MALZ 1978 oder *H. rhenana* (LIENENKLAUS 1895), die ab den Unteren Cerithien-Schichten auftreten. *Hemicyprideis* sp. ist eine aus den Ablagerungen des Mainzer Beckens bisher nicht bekannte, vermutlich neue Art. Ihre Beschreibung sowie die der anderen hier erwähnten Ostracoden-Taxa soll in einer eigenständigen Publikation zur Ostracoden-Fauna der Süßwasser-Schichten erfolgen.

### Anmerkungen zur Mollusken-Fauna

Die aus den Süßwasser-Schichten von Wolfsheim gewonnene Mollusken-Assoziation stammt aus den Schichten Wo 1-3. Die trotz sehr großer Probenmengen wenigen und gering diversen Molluskenreste sind meist als leicht korrodierte und dunkel gefärbte Schalen erhalten, die zudem fragmentiert sind, was sowohl durch die Kompaktion der tonigen Sedimente wie auch durch den

Schlammprozeß bedingt sein dürfte. Nur in einer Probe treten in Kalken unkompaktierte Gehäuse auf, bei denen allerdings die Schalensubstanz aufgelöst ist. Die Kombination dieser Erhaltungszustände und ungelöste taxonomische Probleme (bei *Planorbarius* sp. und *Hydrobia* sp.) bedingen die offene bzw. vorläufige Nomenklatur der meisten Taxa in der folgenden Liste:

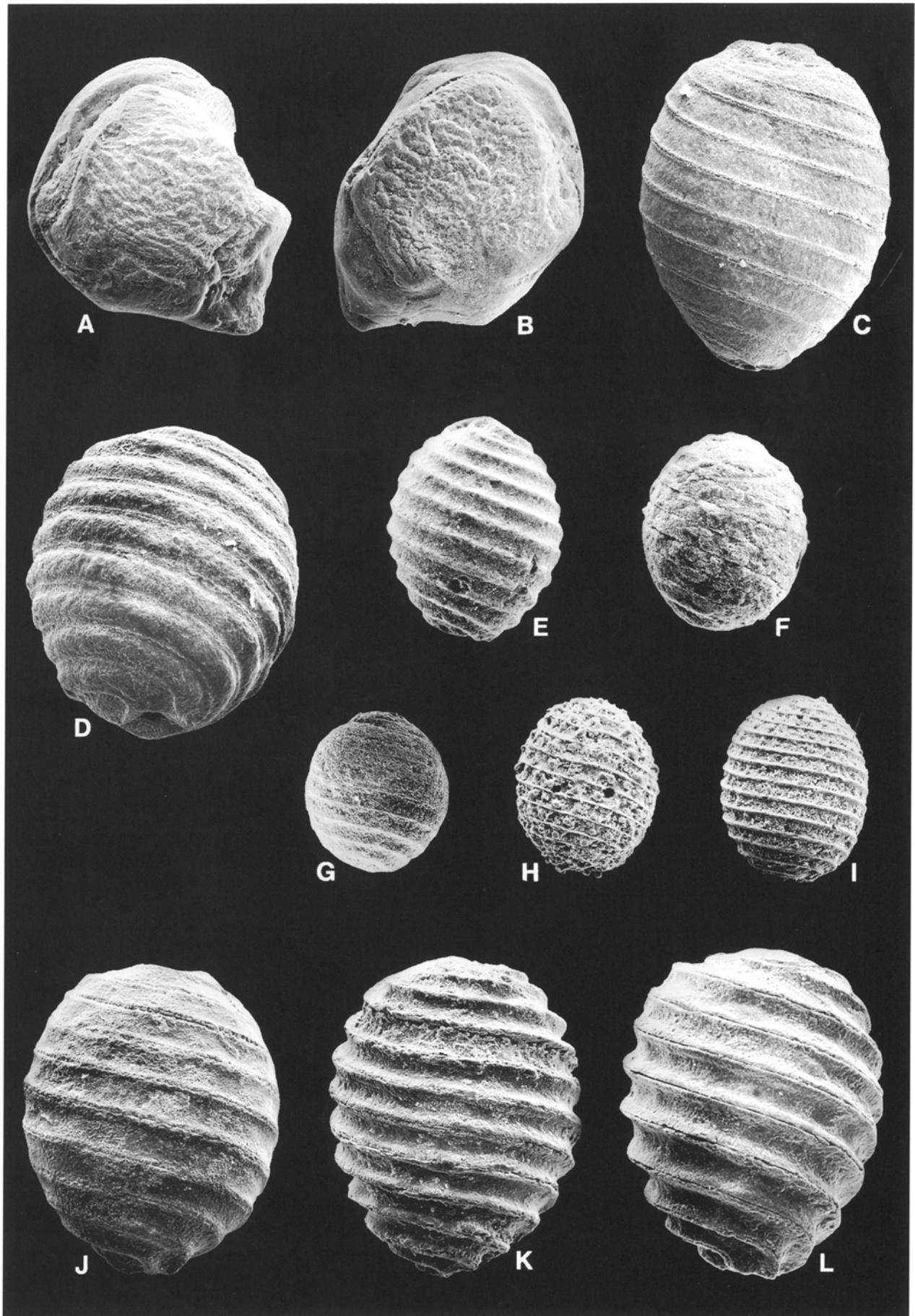
- Gastropoda (aquatisch): *Galba* (*Stagnicola*) sp.  
*Planorbarius* sp.  
*Planorbis* s. l. *prevostinus*  
 BRONGNIART 1810  
*Hydrobia* sp. aff. *compressa*  
 (LUDWIG 1865)
- Gastropoda (terrestrisch): Pupilloidea spp.  
 Helicidae sp.  
 Unionoidea sp.

Paläoökologie: Die Planorbidae (*Planorbarius*, *Planorbis*), Lymnaeidae (*Galba* [*Stagnicola*]) und Unionoidea sind typische Süßwasser-Gruppen mit meist geringer Salinitätstoleranz. *Hydrobia*-Arten leben überwiegend im Brackwasser, und nur einzelne Arten siedeln auch in marinen Biotopen, wo sie im wesentlichen auf weichen Substraten in der Gezeitenzone vorkommen. Da die hier vorliegende *Hydrobia* sp. aff. *compressa* bisher nur von Wolfsheim bekannt ist, können keine Schlüsse aus anderweitig bekannten Vorkommen gezogen werden. Die Abwesenheit aller anderen Anzeiger für erhöhte Salinität zeigt ein allenfalls schwach brackisches Gewässer an. Die Landschnecken-Fragmente werden als eingeschwemmt gedeutet.

Biostratigraphie: Die Assoziation von *Planorbarius*, *Galba* (*Stagnicola*) und Unionoidea ist aus den Süßwasser-Schichten allgemein bekannt, jedoch ist sie strenggenommen nur ein Faziesanzeiger ohne eine Zeitaussage innerhalb des Känozoikums. Im Mainzer Becken sind derartige Assoziationen allerdings auf die Süßwasser-Schichten beschränkt.

Dagegen ist *Planorbis prevostinus* BRONGNIART nur aus dem Cyrenenmergel und den Süßwasser-Schichten bekannt. Die Art wurde ursprünglich aus der Meulière de Montmorency (Pariser Becken, Oligozän) beschrieben. Ab dem Oberen Landschneckenkalk oder den Cerithien-Schichten wird sie durch *Gyraulus applanatus* (THOMÄ) und *Gyraulus dealbatus* (BRAUN) ersetzt.

*Hydrobia* sp. wurde bisher nicht aus den Süßwasser-Schichten gemeldet. Die in Wolfsheim gefundene Form steht der *Hydrobia compressa* (LUDWIG) s. str. nahe, unterscheidet sich aber durch einen größeren Protokonch, größere relative Breite und eine subsuturale Kante. *Hydrobia compressa* ist im Cyrenenmergel verbreitet; vereinzelt tritt sie auch im Unteren Landschneckenkalk auf, hier jedoch vergesellschaftet mit den in jüngeren Schichten dominierenden *Hydrobia gregaria* (SCHLOTHEIM) und *Hydrobia paludinarum* (BRONN) (vgl. KADOLSKY 1995). Im Cyrenenmergel und Schleichsand treten weitere *Hydrobia*-Formen auf, die mit *H. compressa* verwandt sind und deren taxonomische Beurteilung



**Abb. 5A-L.** Fisch-Otolithen (Lapilli) (A-B) und Charophyten (C-L) aus den Süßwasser-Schichten der Baugrube in Wolfsheim (Mainzer Becken). Die Lapilli sind von außen abgebildet, die Charophyten in der Seitenansicht. - A-D: x50, E-F: x118, G-L: x60.

**A-B:** „genus Cyprinidarum“ sp. A.: linker Lapillus, SMF PO. 64053, B: rechter Lapillus, SMF PO. 64054. **C-D:** *Nitellopsis (Tectochara) meriani* (BRAUN ex UNGER 1850) GRAMBAST & SOULIÉ-MÄRSCHÉ 1972. C: schlanker Gyrogonit mit ebenen Spiralzellen, D: dicker Gyrogonit mit konvexen Spiralzellen. **E-F:** *Chara minutissima* (MÄDLER 1955) SCHWARZ 1984. E: länglicher Gyrogonit, F: rundlicher Gyrogonit mit ebenen und unregelmäßig granulierten Spiralzellen. **G:** *Sphaerochara ulmensis* (STRAUB 1952) GRAMBAST 1962. Gyrogonit mit ebenen Spiralzellen. **H-I:** *Chara microcera* GRAMBAST & PAUL 1965. H: Gyrogonit mit starken Knötchen, I: Gyrogonit mit schwachen Knötchen. **J-L:** *Rhabdochara praelangeri* CASTEL 1967. J: dicker Gyrogonit mit schwach konkaven Spiralzellen, K: schlanker Gyrogonit mit stark konkaven Spiralzellen, L: schlanker Gyrogonit mit beginnender Ornamentierung aus schwach angedeuteten Querstäbchen auf den Spiralzellen.

**Fig. 5A-L.** Fish otoliths (lapilli) and charophytes from the Süßwasser-Schichten [Freshwater Beds] of the excavation pit in Wolfsheim (Mainz Basin). Lapilli show the outer face, and charophytes are figured in lateral view.- A-D: x50, E-F: x118, G-L: x60.

**A-B:** „genus Cyprinidarum“ sp. A. A: left lapillus, SMF PO. 64053, B: right lapillus, SMF PO. 64054. **C-D:** *Nitellopsis (Tectochara) meriani* (BRAUN ex UNGER 1850) GRAMBAST & SOULIÉ-MÄRSCHÉ 1972. C: slender gyrogonite with flat spiral cells, D: thick gyrogonite with convex spiral cells. **E-F:** *Chara minutissima* (MÄDLER 1955) SCHWARZ 1984. E: slender gyrogonite, F: subglobular gyrogonite with flat and irregularly granulated spiral cells. **G:** *Sphaerochara ulmensis* (STRAUB 1952) GRAMBAST 1962. Gyrogonite with flat spiral cells. **H-I:** *Chara microcera* GRAMBAST & PAUL 1965. H: gyrogonite with strong tubercles, I: gyrogonite with weak tubercles. **J-L:** *Rhabdochara praelangeri* CASTEL 1967. J: thick gyrogonite with slightly concave spiral cells, K: slender gyrogonite with strongly concave spiral cells, L: slender gyrogonite with beginning ornamentation consisting of faintly developed transverse septa on surface of spiral cells.

lung noch aussteht. Es muß hier offen gelassen werden, ob alle diese Formen, einschließlich der *Hydrobia* aus den Süßwasser-Schichten von Wolfsheim, einer polymorphen Art zugerechnet werden oder als getrennte Taxa aufgefaßt werden müssen. Im ersten Fall könnten die morphologischen Besonderheiten der Wolfsheimer Form mit dem Einfluß eines fast völlig ausgesüßten Gewässers in Beziehung gebracht werden.

Die in Wolfsheim vorliegende Mollusken-Assoziation läßt sich aufgrund der genannten Kriterien zwanglos in die Süßwasser-Schichten stellen. Die Mollusken-Zonierung nach KADOLSKY (1988) beginnt im Mainzer Becken in den Unteren Cerithien-Schichten mit Mollusken-Zone I.

## Die Charophytenflora von Wolfsheim

Die Probe Wo-1 lieferte eine große Anzahl von Charophyten-Resten (ca. 1040 Gyrogonite). Das Material ist gut erhalten; fünf Arten der Familie Characeae sind be-

stimmbar, die in den nachfolgend angegebenen relativen Häufigkeiten vorlagen:

*Chara microcera* GRAMBAST & PAUL 1965  
(Abb. 5H-I) – 47,8 %

*Chara minutissima* (MÄDLER 1955) SCHWARZ 1984  
(Abb. 5E-F) – 12,9 %

*Nitellopsis (Tectochara) meriani*  
(BRAUN ex UNGER 1850) GRAMBAST & SOULIÉ-MÄRSCHÉ 1972 (Abb. 5C-D) – 8,4 %

*Rhabdochara praelangeri* CASTEL 1967  
(Abb. 5J-L) – 4,4 %

*Sphaerochara ulmensis* (STRAUB 1952)  
GRAMBAST 1962 (Abb. 5G) – 26,5 %

## Bemerkungen zum Charophyten-Material

Bei den Gyrogoniten von *Chara microcera* sind im Gegensatz zu allen anderen Arten aus Wolfsheim die überwiegend konkaven Spiralzellen mit einer sehr dünnen, weißen Kalkschicht überzogen; sie erscheinen bis zum Niveau der Suturen damit ausgefüllt. Die Suturen selbst sind aber ebensowenig davon betroffen wie die immer deutlich sichtbare Ornamentierung aus meist feinen und recht dicht stehenden Knötchen.

Die Gyrogonite von *Chara minutissima* und *Sphaerochara ulmensis* weichen durch keinerlei Besonderheiten vom morphologischen ‚Normalbild‘ ab. Unter den Stücken von *Nitellopsis meriani* befindet sich eine größere Anzahl kleiner, unreifer Exemplare. Sie sind durch die konkaven Spiralzellen und die wenig ausgeprägten apikalen Charakteristika nicht immer leicht von *Rhabdochara* spp. abzutrennen. Bei *Rhabdochara praelangeri* ist die etwas übernormale Großwüchsigkeit der Gyrogonite auffallend. Alle Exemplare sind nicht ornamentiert.

## Paläoökologie und Biostratigraphie auf der Basis der Charophytenflora

Die bisher bekannten vertikalen Reichweiten der einzelnen Spezies im Oligozän/Miozän des Mainzer Beckens und des Oberrheingrabens sind zum Teil erheblich. *Chara minutissima* und *Sphaerochara ulmensis* sind beispielsweise im Mainzer Becken vom Schleichsand bis in die Oberen Hydrobienschichten verbreitet (SCHWARZ 1988), *S. ulmensis* deckt im Oberrheingraben sogar das Intervall Lymnäenmergel bis ‚Obere Hydrobienschichten‘ (SCHWARZ 1997). Die schwerpunktmäßige Verbreitung beider Arten liegt im Mainzer Becken jedoch im Bereich Cyrenenmergel und Süßwasser-Schichten, untergeordnet Untere Cerithien-Schichten, bzw. im Oberrheingraben in der altersgleichen Sequenz Cyrenenmergel und Bunte Niederrödern-Schichten sowie ‚Cerithien-Schichten‘.

Diese Verbreitung hat in erster Linie ökologische Gründe: Die in Wolfsheim (Probe Wo-1) registrierten Charophyten-Arten sind alle Teil der ‚halophoben Assoziation‘ (SCHWARZ 1997: 59; REICHENBACHER & SCHWARZ 1997: 186), deren Elemente anscheinend nur

unter mehr oder weniger reinen Süßwasser-Bedingungen existieren können, wie sie in den oben genannten Schichtenfolgen durchgängig (Süßwasser-Schichten/Bunte Niederröden-Schichten) oder wenigstens horizontweise (Cyrenenmergel) vorliegen. Unter optimalen Bedingungen treten sie dann in Massenvorkommen auf (SCHWARZ 1988, 1993, 1997). Solche Massenvorkommen der halophoben Arten in Wolfsheim (Probe Wo-1) sind somit ein verlässlicher Indikator für ein dort herrschendes weitgehendes Süßwasser-Milieu.

Über das relative Alter der Fundstelle Wolfsheim gibt die vorliegende Charophyten-Gemeinschaft jedoch keine sichere Auskunft: Sowohl Cyrenenmergel (oberer Teil der *Chara microcera*-Zone) als auch Süßwasser-Schichten (*Stephanochara ungeri*-Zone) sind vom Artenspektrum her prinzipiell möglich. Das Fehlen von *Stephanochara ungeri* in Wolfsheim schließt nicht von vornherein eine Einstufung des Fundortes in die *Stephanochara ungeri*-Zone und damit in die Süßwasser-Schichten aus, da die Art im Oligozän Mitteleuropas ohnehin sehr selten auftritt. Die quantitative Zusammensetzung der Flora weicht etwas von den ‚normalen‘ Verhältnissen in den Süßwasser-Schichten ab, in denen *Nitellopsis meriani* gewöhnlich die häufigste Art ist, gefolgt von *Sphaerochara ulmensis*, *Chara minutissima* und *Chara microcera* (SCHWARZ 1988). Andererseits ist die vorliegende Flora auch nicht ganz typisch für den Cyrenenmergel, da *Rhabdochara exigua*, die den Cyrenenmergel sonst an vielen Lokalitäten kennzeichnet, nicht vertreten ist.

Der Cyrenenmergel entspricht im Mainzer Becken dem oberen Teil der *Chara microcera*-Zone und kann dort mit dem Mammalier-Niveau MP 24 korreliert werden; für die mit der *Stephanochara ungeri*-Zone parallelesierbaren Süßwasser-Schichten gab es für die Region Mainzer Becken / Oberrheingraben bislang keine gesicherte Korrelierung zu einem MP-Niveau (SCHWARZ 1997: 57 und Abb. 2). Im Schweizer Molasse-Becken sah BERGER (1992) die Grenze *Chara microcera*- / *Stephanochara ungeri*-Zone zwischen den Niveaus MP 24 und MP 26. Wenn die hier vorgenommene Einstufung der Süßwasser-Schichten von Wolfsheim in die *Stephanochara ungeri*-Zone zutrifft, würde die Grenze *Chara microcera*- / *Stephanochara ungeri*-Zone im Mainzer Becken nunmehr innerhalb des Niveaus MP 24 liegen.

## Diskussion

### Säugetierstratigraphische Einstufung der Fundstelle Wolfsheim

Die Süßwasser-Schichten des Mainzer Beckens sind eine überwiegend tonig-mergelig ausgebildete Schichtenfolge zwischen dem weitgehend brackischen Cyrenenmergel im Liegenden und den Unteren Cerithien-Schichten im Hangenden (zuletzt hierzu SCHÄFER & KADOLSKY 1998). Sie werden in den stratigraphischen Tabellen der jüngeren Literatur über das Mainzer Becken (z. B. GRIMM 1998) ohne nähere Begründung übereinstimmend

in die untere Hälfte des Chattium gestellt. In der hier vorliegenden Arbeit können die Süßwasser-Schichten über die Fundstelle Wolfsheim erstmals mit dem biostratigraphischen Niveau MP 24 korreliert werden, das auf fossilen Säugetieren basiert.

Die Fundstelle Heimersheim (Referenzfundstelle für MP 24) stammt dagegen aus einer Schichtenfolge, die von BAHLO (1975) aufgrund lithologischer Kriterien als unterster Cyrenenmergel angesprochen wird. Die Basis des Cyrenenmergels fällt nach den stratigraphischen Tabellen der jüngeren Literatur über das Mainzer Becken (z. B. PROSS 1997) übereinstimmend mit der Grenze Rupelium/Chattium bzw. Unter-/Ober-Oligozän zusammen (Unter-Oligozän im Sinne der internationalen Gliederung nach HARLAND et al. 1989). Dies beruht aber unseres Erachtens – ebenso wie die Einstufung der Süßwasser-Schichten – lediglich auf Konvention, denn nach SONNE (1988) läßt sich im Mainzer Becken die Grenze zwischen Schleichsand und Cyrenenmergel lithologisch und mikropaläontologisch nur sehr schwer fassen. Sowohl Schleichsand als auch Cyrenenmergel enthalten limnische Abschnitte, die sich von den Süßwasser-Schichten nach SONNE (1988) nur durch die fehlenden ocker- bis rostfarbenen Flecken unterscheiden. SONNE (1988: 25) regt deswegen an: „Wegen dieser Schwierigkeiten der Definition wird vorgeschlagen, bis zur Erkennung klarer Gliederungskriterien die Schichtenfolge Oberer Rupelton – Schleichsand – Cyrenenmergel „Zwischenschichten“ zu nennen und nur dann eine genaue Ansprache vorzunehmen, wenn dies eindeutig möglich ist“. Es ist nicht davon auszugehen, daß BAHLO (1975) die Schwierigkeiten der lithologischen Ansprache des Cyrenenmergels in vollem Umfang bewußt waren. Dies führt zu einer gewissen Unsicherheit bezüglich der tatsächlichen stratigraphischen Stellung von Heimersheim, die deshalb nach Möglichkeit überprüft werden sollte, was auch schon von BAHLO & NEUFFER (1978: 22) ange-regt wurde.

Nach dem heutigen Kenntnisstand entspricht also im Mainzer Becken die Basis des Cyrenenmergels dem säugetierstratigraphischen Niveau MP 24. Damit sind nach den hier vorgelegten biostratigraphischen Ergebnissen der gesamte Cyrenenmergel und zumindest Teile der Süßwasser-Schichten diesem Niveau zuzuordnen.

Aus den die Süßwasser-Schichten überlagernden Unteren und Mittleren Cerithien-Schichten liegen keine stratigraphisch verwertbaren Säugetierreste vor. Daß es jedoch im Mainzer Becken Ober-Oligozän (wahrscheinlich MP 28, 29 oder 30) mit dafür charakteristischen Säugetieren gibt, kann aus einem in zwei Zeichnungen dokumentierten Zahn aus Hochheim geschlossen werden (SCHLOSSER 1884: Taf. 9, Fig. 8, 8a), der wohl zu Recht als ein hochentwickelter Vertreter der Gattung *Archaeomys* interpretiert und als „*Archaeomys* sp. - *Laurillardii* Brav.“ bezeichnet wird. SCHLOSSER (1926) gibt als geologische Einheit, der dieser Zahn entstammen soll, „Landschneckenkalk von Hochheim“ an. Dabei ist anzumerken, daß der Landschneckenkalk in heutigen strati-

graphischen Tabellen (z. B. KADOLSKY 1988; GRIMM 1998) mit den Mittleren Cerithien-Schichten korreliert wird.

### **Einstufung der Säugetier-Fundstelle Heimersheimer Berg**

Im hier diskutierten Kontext muß auch auf die von Heimersheim verschiedene Säuger-Fundstelle Heimersheimer Berg eingegangen werden. Auf der einen Seite wird diese nach BAHLO & TOBIEN (1982) aus 21 Zähnen bestehende Faunula, die derzeit als verschollen gelten muß, nach der dort gegebenen Faunenliste wohl zu Recht (Vorkommen der Genera *Rhizospalax* und *Rhodanomys*) in den oberen Teil des Niveaus von Coderet (MP 30) eingestuft, in dem nach ENGESSER & MÖDDEN (1997) keine Theridomorphen mehr auftreten. Nach ENGESSER & MÖDDEN (1997: Tab. 2) wäre auch eine Einstufung bis in den oberen Teil von MP 29 (Assemblage-Niveau von Brochene Fluh 19/20) denkbar, jedoch wäre dann das Vorhandensein von Theridomorphen (z. B. Vertreter der Genera *Issiodoromys* oder *Archaeomys*) zu erwarten gewesen. Die Fundstelle Coderet ist die Referenz-Fundstelle für das Säugetier-Niveau MP 30, welches als das stratigraphisch jüngste Säugetier-Niveau des Oligozäns und somit des Chattiums angesehen wird (MÖDDEN 1996b; ENGESSER & MÖDDEN 1997).

Auf der anderen Seite stellen BAHLO & TOBIEN (1982) die Fundstelle Heimersheimer Berg in die Süßwasser-Schichten, was von uns aus den nachfolgend aufgeführten Gründen in starkem Maße angezweifelt wird. Wenn die Einstufung der Fundstelle Heimersheimer Berg als MP 30 sowie als Süßwasser-Schichten richtig wäre (BAHLO & TOBIEN 1982), würde dies nach den hier vorliegenden Ergebnissen bedeuten, daß die Süßwasser-Schichten im Mainzer Becken das gesamte Ober-Oligozän von MP 24 bis in die tieferen Bereiche von MP 30 beinhalten.

Nach MÖDDEN (1996a) wird die Oligozän-Miozän-Grenze (MP 30 / MN 1- Grenze) im Mainzer Becken aufgrund der biostratigraphischen Auswertung fossiler Säugetiere im unteren Teil der Oberen Cerithien-Schichten angenommen, und es wird dargestellt, warum Untersuchungen an Nannoplankton (MARTINI 1978) ebenfalls diesen Schluß nahelegen. Zum gleichen Ergebnis bezüglich der Oligozän-Miozän-Grenze im Mainzer Becken gelangt REICHENBACHER (1996, 2000) anhand von Untersuchungen an Fisch-Otolithen.

Wenn die Sedimente vom Heimersheimer Berg tatsächlich in die Süßwasser-Schichten und in MP 30 einzustufen wären, bliebe für die stratigraphische Abfolge zwischen den Süßwasser-Schichten (MP 30) und dem unteren Teil der Oberen Cerithien-Schichten (Grenzbe- reich MP 30/ MN 1), also die Mittleren und Unteren Cerithien-Schichten, lediglich ein kurzer Zeitabschnitt im allerersten Oligozän übrig. Allein dies macht es unwahrscheinlich, daß die Fundstelle Heimersheimer Berg in die Süßwasser-Schichten gehört. Gestützt wird

diese Annahme auch durch SCHÄFER & KADOLSKY (1998), die darauf hinweisen, daß in älteren Arbeiten Süßwasser-Schichten und Untere Cerithien-Schichten nicht auseinander gehalten wurden, da beide lithofaziell sehr ähnlich sind. SCHÄFER & KADOLSKY (1998: 126) merken außerdem an: „...sind im nordwestlichen Rheinhessen mit einiger Wahrscheinlichkeit tonig-mergelige Äquivalente des Landschneckenkalks bzw. der Mittleren Cerithien-Schichten zur Ablagerung gekommen. Diese wurden von älteren Autoren offensichtlich ebenso wie die Unteren Cerithien-Schichten als „Süßwasser-Schichten“ oder „Süßwasser-Mergel“ angesprochen, da sie in einem gegenüber den klassischen Landschneckenkalk-Lokalitäten wesentlich stärker ausgesüßten Sedimentationsraum abgelagert wurden.“

Diese Ausführungen legen für Heimersheimer Berg – als biostratigraphisch mit hoher Wahrscheinlichkeit im terminalen Oligozän (MP 30) befindliche Lokalität – den Schluß nahe, daß es sich bei den dort anstehenden Sedimenten um ebensolche tonig-mergeligen Äquivalente der Mittleren Cerithien-Schichten handeln könnte. Dafür spricht auch, daß innerhalb des unteren Teils der Oberen Cerithien-Schichten Säugerfaunen aus dem untersten Niveau des Miozäns (MN 1) nachgewiesen wurden (MÖDDEN 1998).

Nach den obigen Ausführungen kann also davon ausgegangen werden, daß die Sedimente der Säuger-Fundstelle Heimersheimer Berg (BAHLO & TOBIEN 1982) nicht den Süßwasser-Schichten zuzurechnen sind. Die Süßwasser-Schichten gehören aufgrund der hier vorgelegten Auswertung der Säugetierfauna aus Wolfsheim in das biostratigraphische Säugetier-Niveau MP 24.

### **Die chronostratigraphische Zuordnung der Süßwasser-Schichten zum Rupelium oder Chattium**

Nach BERGER (1992: Taf. 1-2) umfaßt das Säugetier-Niveau MP 24 den Grenzbereich Rupelium/Chattium, also den Grenzbereich Unter-/Ober-Oligozän. Die von HUGUENEY (1994) in MP 24 gestellte Säugetier-Fundstelle Saint-Martin-de-Castillon in Südfrankreich kann nach HUGUENEY et al. (1971) und REICHENBACHER & PHILIPPE (1997: Tab. 1) mit dem späten Rupelium parallelisiert werden. Dem scheint die konventionelle stratigraphische Einstufung der Süßwasser-Schichten in das frühe Chattium, trotz gleichen MP-Alters, zunächst zu widersprechen. Jedoch ist es durchaus möglich, daß aufgrund der beträchtlichen Zeit, die nach SCHMIDT-KITTLER et al. (1997) in MP 24 steckt, ein Teil dieses MP-Niveaus dem frühen Chattium (z. B. Wolfsheim) und ein Teil dem späten Rupelium (z. B. Saint Martin-de-Castillon) zuzuordnen ist. Für die Standardabfolge der stratigraphischen Einheiten des Mainzer Beckens wirft dies, wie oben schon andiskutiert, die Frage auf, wie es zu begründen ist, daß der Cyrenenmergel (und die Süßwasser-Schichten) bisher vollständig in das Chattium gestellt werden. Um die stratigraphische Unsicherheit bezüglich der Stel-

Chattium	Untere Cerithien-Schichten		Zwischen-schichten
	Süßwasser-Schichten		
Rupelium	Cyrenenmergel		
	Oberer Meeres-sand	Schleichsand	
	Oberer Rupelton		

Abb. 6. Schichtenfolge (schematisch) des Grenzbereichs Rupelium/Chattium im Mainzer Becken.

Fig. 6. Lithostratigraphy around the Rupelian/ Chattian boundary in the Mainz Basin.

lung des Cyrenenmergels und der Süßwasser-Schichten auszudrücken, ist die Chattium/Rupelium-Grenze im Bereich dieser beiden Einheiten in der stratigraphischen Tabelle (Abb. 6) schräg gestellt.

Für weitere Untersuchungen im Zusammenhang mit dieser Thematik sei angemerkt, daß sich im Steinbruch Weisenau nach SITTLER (1965: 59) die Tonmineral-Zusammensetzung in den Sedimenten, die die Mittleren Cerithien-Schichten unterlagern, erheblich ändert. SITTLER bezeichnet allerdings die Unteren Cerithien-Schichten als „Couches d'eau douce“ und die unterlagernden Süßwasser-Schichten als „Marnes à Cyrènes“.

Wenn also die Süßwasser-Schichten in das frühe Chattium (MP 24) zu stellen sind und die Mittleren Cerithien-Schichten nach Untersuchungen von KADOLSKY (1988) an Mollusken aus Säugetier-Lokalitäten wahrscheinlich die Säuger-Niveaus MP 26/27 bis MP 30 beinhalten, so zeichnet sich ab, daß im Mainzer (und Hanauer) Becken der größte Teil des Chattiums in den Süßwasser-Schichten und den Unteren und Mittleren Cerithien-Schichten überliefert ist. Möglich ist aber auch, daß ein Teil des Chattiums im Mainzer Becken durch Sedimente nicht dokumentiert ist. In diesem Zusammenhang ist erwähnenswert, daß bereits WAGNER (1933) nach dem Ende der von ihm als „Süßwasser-Schichten“ bezeichneten Einheit einen längeren Hiatus annahm. Vielleicht steckt also ein großer Teil des Chattiums in einem solchen Hiatus, aber auch mehrere Hiaten innerhalb der Süßwasser-Schichten sowie der Unteren und Mittleren Cerithien-Schichten erscheinen möglich, denn die Süßwasser-Schichten sensu WAGNER umfassen mindestens auch die Unteren Cerithien-Schichten.

## Zusammenfassung der Ergebnisse

Die genaue stratigraphische Position der Süßwasser-Schichten des Mainzer Beckens innerhalb des Oligozäns war bisher nicht gesichert. Innerhalb der auf fossilen Säugern basierenden biostratigraphischen Einteilung des

Paläogens in MP-Niveaus (MP 1-30) konnten die Süßwasser-Schichten von Wolfsheim eindeutig dem Niveau MP 24 zugeordnet werden. Diese Zuordnung basiert auf dem Vorhandensein der Nagetier-Gattungen *Toeniodus* und *Issiodoromys*, wobei die Gattung *Toeniodus* in ihrer stratigraphischen Reichweite nicht über das Säuger-Niveau MP 24 hinausgeht und damit gleichzeitig das Mindestalter der Fundstelle Wolfsheim eingrenzt. Damit steht schon allein durch das Auftreten der Gattung *Toeniodus* in Wolfsheim fest, daß zumindest Teile der Süßwasser-Schichten und der gesamte unterlagernde Cyrenenmergel dem Säuger-Niveau MP 24 angehören, da die Referenzfundstelle von MP 24 (Heimersheim) nach BAHLO & NEUFFER (1978) an der Basis des Cyrenenmergels liegt. Die in Wolfsheim gefundenen Zähne von *Issiodoromys* stellen den Erstdnachweis dieser Gattung im Mainzer Becken dar und erlauben erstmals eine verlässliche Korrelation zwischen einer oligozänen Säugetier-Fundstelle im Mainzer Becken und einer solchen im südwesteuropäischen Raum, da die evolutive Entwicklung der *Issiodoromys*-Zähne im Oligozän sehr gut bekannt ist. Diese Zähne liegen in Wolfsheim in einer morphologischen Ausprägung vor, die etwa der entspricht, die von anderen in MP 24 gestellten Fundstellen (z. B. Saint-Martin-de-Castillon) bekannt ist.

Die Fauna von Heimersheimer Berg mit dem säugetierstratigraphischen Alter MP 30 kann nicht in die Süßwasser-Schichten gehören, weil dort nun die wesentlich ältere Fauna von Wolfsheim (MP 24) nachgewiesen ist. Eine MP 30-Fauna ist eher unmittelbar im Liegenden von Sedimenten mit MN 1-Alter – wie dem unteren Teil der Oberen Cerithien-Schichten – zu erwarten. Die Fauna von Heimersheimer Berg dürfte somit wahrscheinlich den Mittleren Cerithien-Schichten entsprechen.

Durch die Auswertung von Bohrungen in der Umgebung des Aufschlusses Wolfsheim konnten weder Untere Cerithien-Schichten im Hangenden der hier bearbeiteten Sedimentfolge noch Ablagerungen des Cyrenenmergels im Liegenden nachgewiesen werden. Doch wird das in den Bohrkernen und im Aufschluß nachgewiesene Vorkommen allochthoner Foraminiferen bei gleichzeitigem Fehlen autochthoner Foraminiferen als typisch für das stratigraphische Niveau der Süßwasser-Schichten angesehen (ROTHAUSEN & SONNE 1984). Neu für die Süßwasser-Schichten ist das in diesem Zusammenhang nachgewiesene Vorkommen der Ostracoden-Gattung *Metacypris*, die bisher als Anzeiger für lakustrin beeinflusste Abschnitte des Cyrenenmergels galt. Ungewöhnlich ist das in einer Lage nachgewiesene Auftreten der Ostracoden-Gattung *Hemicyprideis*, die im allgemeinen als typischer Brackwasser-Anzeiger bewertet wird.

Die Zuordnung der Schichten von Wolfsheim zu den Süßwasser-Schichten wird auch durch die Auswertung der von dort stammenden Otolithen gestützt. Das Fehlen typischer brackischer Formen und das Auftreten einer von *Palaeolebias symmetricus* ableitbaren Form (*Palaeolebias* aff. *symmetricus*) wird dahingehend interpretiert, daß sich die Fischfauna von Wolfsheim aus der Fisch-

fauna des Cyrenenmergels ableiten läßt und gleichzeitig einen eigenständigen Charakter zeigt.

Auch die Einstufung der Süßwasser-Schichten in MP 24 wird durch die biostratigraphische Auswertung der Fischfauna aus Wolfsheim gestützt. Hierzu wird die bisher bekannte stratigraphische Reichweite von *Palaeolebias symmetricus* und „genus Umbridarum“ *crassum* herangezogen. Beide Fischarten kommen im Cyrenenmergel des Mainzer und Hanauer Beckens sowie in den spät-rupelischen 'calcaires de Vachères' im Apt-Becken bei Saint-Martin-de-Castillon (Südfrankreich) vor. Sie fehlen jedoch in den gut bekannten Fischfaunen des mittleren und späten Chattiums. *P. symmetricus* definiert außerdem in der Paratethys die Otolithen-Zone OT-O2 (REICHENBACHER 1999), die das späte Rupelium und früheste Chattium umfaßt. Diese Sachlage weist für die Fischfauna von Wolfsheim auf ein spät-rupelisches bis früh-chattisches Alter hin.

Die Mollusken geben ebenfalls einen Hinweis auf die Zugehörigkeit der untersuchten Sedimentfolge von Wolfsheim zu den Süßwasser-Schichten, da im Mainzer Becken eine Assoziation von ausschließlich *Planorbarius* sp., *Planorbis prevostinus* BRONGNIART, *Galba* (*Stagnicola*) sp. und *Unionoidea* sp. bisher nur aus dieser stratigraphischen Einheit bekannt ist. In limnischen Lagen des Cyrenenmergels können einzelne dieser Arten allerdings auch auftreten. *Hydrobia* sp., die zeitweilig schwach erhöhte Salinität belegt, ist mit der im Cyrenenmergel häufigen *Hydrobia compressa* (LUDWIG) am nächsten verwandt. Damit betonen auch die Mollusken die faunistische Affinität zum Cyrenenmergel.

Auch die Auswertung der Charophyten-Flora von Wolfsheim stützt die Zuordnung der bearbeiteten Sedimentfolge zu den Süßwasser-Schichten. Durch das Massenvorkommen halophober Charophyten-Arten ist einerseits ein verlässlicher Indikator für ein dort herrschendes weitgehendes Süßwasser-Milieu gegeben, und andererseits weist die vorliegende Flora auch nicht eindeutig auf Cyrenenmergel hin, da *Rhabdochara exigua*, die den Cyrenenmergel sonst an vielen Lokalitäten kennzeichnet, nicht vertreten ist.

Abschließend soll noch angemerkt werden, daß es für das Mainzer Becken offen bleibt, ob bzw. zu welchen Teilen Cyrenenmergel und Süßwasser-Schichten dem Chattium zuzurechnen sind. Diese beiden Einheiten werden in den stratigraphischen Tabellen des Mainzer Beckens stets als unterer Teil des Chatt dargestellt, was aber lediglich auf Konvention beruhen dürfte.

## Danksagung

Herr Dipl. Geol. T. SCHINDLER hat dankenswerterweise den Hinweis auf die Baugrube Wolfsheim gegeben. Für die großzügige Erlaubnis, die entsprechenden Probenmengen auf seinem Grundstück (Gerhard Mewes Straße 4 in Wolfsheim) entnehmen und die Bohrungen durchführen zu dürfen, danken wir ganz herzlich Herrn R. VOLZ. Herrn Dr. J. HANEKE (Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz) danken wir für die exakte Einnivellierung der Bohrungen. Für Hilfe bei der Probennahme

und das sorgfältige Auslesen der Proben danken wir Frau M. FISCHER (Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz). Die Fotoaufnahmen wurden am Laboratorium für Elektronenmikroskopie der Universität Karlsruhe durchgeführt; Herrn V. ZIBAT und Frau R. PREISS sei für ihre Unterstützung herzlich gedankt. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft wird für die finanzielle Unterstützung im Rahmen der Forschungsprojekte 'Otolithen/Oligozän/Miozän' (Re 1113/1-3) und 'Biostratigraphische Korrelationsmöglichkeiten' (Schm 452/17-2) gedankt.

## Literatur

- BERGER, J.-P. 1992. Correlative chart of the European Oligocene and Miocene. Application to the Swiss Molasse Basin. – *Eclogae geologicae Helveticae* **85** (3): 573-609, Basel.
- BAHLO, E. 1972. *Taeniodus hexalophodus* und *Paracricetodon walgeri*, zwei neue Nagerspezies (Rodentia, Mammalia) aus dem Oligozän von Heimersheim bei Alzey (Rheinhes-sen, Westdeutschland). – *Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen* **1**: 17-23, Mainz.
- 1975. Die Nagetierfauna von Heimersheim bei Alzey (Rheinhes-sen, Westdeutschland) aus dem Grenzbereich Mittel-/Oberoligozän und ihre stratigraphische Stellung. – *Abhandlungen des hessischen Landesamtes für Bodenforschung* **71**: 1-182, Wiesbaden.
- BAHLO, E. & NEUFFER, F. 1978. Weitere Funde von Kleinsäu-gern aus Schleichsand und Cyrenen-Mergel in Rhein-hessen (Oligozän, Tertiär, Mainzer Becken). – *Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen* **7**: 5-25, Mainz.
- BAHLO, E. & TOBIEN, H. 1982. Bestandsaufnahme der Säu-getiere im "prä-aquitane" Tertiär des Mainzer Beckens. – *Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen* **10**: 131-157, Mainz.
- CHARDON, M. & VANDEWALLE, P. 1991. Acoustico-lateralis system. – [In:] WINFIELD, I.J. & NELSON, J.S. [eds.] *Cyprinid Fishes. Systematics, biology and exploitation*: 332-352, London (Chapman & Hall).
- ENGESSER, B. & MÖDDEN, C. 1997. A new version of the Biozonation of the Lower Freshwater Molasse (Oligocene and Agenian) of Switzerland and Savoy on the basis of fossil Mammals. – [In:] AGUILAR, J.-P.; LEGENDRE, S. & MICHAUX, J. [eds.] *Actes du Congrès Biochrom'97. Mémoires et Travaux de l'E.P.H.E., Institut de Montpellier* **21**: 475-499, Montpellier.
- FAHRION, H. & STRAUB, E. W. 1953. [In:] LEMCKE, K.; VON ENGELHARDT, W. & FÜCHTBAUER, H. (1953). *Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes*. – Beihefte zum Geologischen Jahrbuch **11**: 1-110, A1-A64, Hannover.
- FILHOL, H. 1876. Recherches sur les Phosphorites du Quercy. – *Annales des Sciences Géologiques* **7**: 1-220; **8**: 1-340, Paris.
- GAUDANT, J. 1989. Nouvelles observations sur l'ichthyofaune miocène de Steinheim am Albuch (Wurtemberg, Alle-magne). – *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, (B) **151**: 1-33, Stuttgart.
- GOLWER, A. 1968. Paläogeographie des Hanauer Beckens im Oligozän und Miozän. – *Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden* **96**: 157-184, Wiesbaden.
- GRIMM, K. 1998. Correlation of Rupelian coastal and basin facies in the Mainz Basin (Oligocene, Germany). – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte* **1998** (3): 146-156, Stuttgart.
- HUGUENEY, M. 1994. *Theridomys truci* de l'Oligocène de Saint-Martin-de-Castillon (Vaucluse, France) nouvelle espèce du genre *Theridomys* (Rodentia, Mammalia) et sa

- relation avec la lignée de *Theridomys lembronicus*. – Scripta Geologica **104**: 115-127, Leiden.
- HUGUENEY, M. & MÖDDEN, C. 1996. The biostratigraphical position of the Oligocene French fossil localities Saint-Martin-de-Castillon (Apt Basin) and Vialenc (Aurillac Basin) based on the Issiodoromyini (Mammalia, Rodentia, Theridomyidae). – Eclogae geologicae Helvetiae **89** (3): 1345-1362, Basel.
- HUGUENEY, M.; TRUC, G. & PHILIPPE, M. 1971. Nouveaux gisements à Micromammifères et Mollusques continentaux dans l'Oligocène Moyen du synclinal d'Apt (Vaucluse, Sud-Est de la France). – Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, (D) **272**: 2430-2433, Paris.
- KADOLSKY, D. 1988. Stratigraphie und Molluskenfaunen von „Landschneckenkalk“ und „Cerithienschichten“ im Mainzer Becken (Oberoligozän bis Untermiozän?): Stratigraphische, paläogeographische und paläoökologische Ergebnisse. – Geologisches Jahrbuch, (A) **110**: 69-133, Hannover.
- 1995. Stratigraphie und Molluskenfaunen von „Landschneckenkalk“ und „Cerithienschichten“ im Mainzer Becken (Oberoligozän bis Untermiozän?). 2. Revision der aquatischen Mollusken des Landschneckenkalkes. – Archiv für Molluskenkunde **124** (1/2): 1-55, Frankfurt am Main.
- KEEN, M.C. 1971. A palaeoecological study of the ostracod *Hemicyprideis montosa* (JONES & SHERBORN) from the Sannoisian of North-West Europe. – Bulletin du Centre de Recherches Pau - SNPA **5** (supplement): 523-543, Pau.
- MARTINI, E. 1978. Massenvorkommen von Nannoplankton in den Cerithienschichten des Mainzer Beckens und des Oberrheingrabens (Ober-Oligozän). – Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen **7**: 155-169, Mainz.
- 1981. Sciaeniden (Pisces) aus dem Basisbereich der Hydrobien-Schichten des Oberrheingrabens, des Mainzer und des Hanauer Beckens (Miozän). – Senckenbergiana lethaea **62**(2/6): 93-123, Frankfurt am Main.
- 1983. Die Fischfauna von Langenau bei Ulm (Unter-Miozän, Ottang-Stufe). – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, (B) **91**: 1-18, Stuttgart.
- MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. 1997. Fish remains, especially otoliths, in Recent shore sediments of the Salton Sea, California. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg **201**: 277-293, Frankfurt am Main.
- MAYO, N.A. 1987. New Theridomyidae (Rodentia, Mammalia) in the Oligocene of the Molasse of Switzerland and Savoy. – Eclogae geologicae Helvetiae **80** (3): 995-1085, Basel.
- MENZEL, H. & BECKER-PLATEN, J.D. 1981. Otolithen aus dem Tertiär der Türkei (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei. 24.). – Geologisches Jahrbuch, (B) **42**: 5-91, Hannover.
- MÖDDEN, C. 1994. Systematik und Nomenklatur der Issiodoromyinae TULLBERG, 1899 (1884) (Rodentia, Theridomyidae) des europäischen Paläozän. – Eclogae geologicae Helvetiae **87** (3): 1037-1066, Basel.
- 1996a. Korrelierungen auf der Basis fossiler Säugetiere im untersten Miozän des Mainzer Beckens und der Westlichen Molasse. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen **202**: 111-116, Stuttgart.
- 1996b. Mammal Biostratigraphy and its Magnetostratigraphic Correlation with the GSSP of the base of the Neogene (resp. the Paleogene / Neogene and the Oligocene / Miocene Boundary). – Giornale di Geologia **58** (1/2): 181-187, Bologna.
- 1998. Eomyiden (Rodentia, Mammalia) aus dem Steinbruch Flörsheim (Unter-Miozän, Mainzer Becken, Deutschland). – Mainzer naturwissenschaftliches Archiv, Beiheft **21**: 133-140, Mainz.
- PROSS, J. 1997. Aquatische Palynomorphe im Rupel des Mainzer Beckens (Oligozän, Südwestdeutschland): Paläoökologie, Biostratigraphie und Taxonomie. – Tübinger Mikropaläontologische Mitteilungen **15**: 1-182, Tübingen.
- REICHENBACHER, B. 1988. Die Fischfauna der Kirchberger Schichten (Unter-Miozän) an der Typuslokalität Illerkirchberg bei Ulm. – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, (B) **139**: 1-53, Stuttgart.
- 1989. Feinstratigraphische Gliederung der Kirchberger Schichten (Unter-Miozän) an der Typuslokalität Illerkirchberg bei Ulm. – Geologica Bavarica **94**: 135-177, München.
- 1996. Biostratigraphie aufgrund von Fisch-Otolithen im Ober-Oligozän und Unter-Miozän des Molassebeckens der West-Schweiz und Haute Savoie und des Mainzer Beckens. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen **202**: 45-61, Stuttgart.
- 1999. Preliminary otolith-zonation in continental Tertiary deposits of the Paratethys and adjacent areas. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen **214**: 375-390, Stuttgart.
- 2000. Das brackisch-lakustrine Oligozän und Unter-Miozän im Mainzer Becken und Hanauer Becken: Fischfaunen, Biostratigraphie, Paläogeographie. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg. [im Druck].
- REICHENBACHER, B. & MÖDDEN, C. 1996. Biostratigraphie und Paläoökologie aufgrund von Fisch-Otolithen in den Oberen Cerithien-Schichten (Unter Miozän) bei Göllheim (Mainzer Becken). – Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen **25**: 89-110, Mainz.
- REICHENBACHER, B. & PHILIPPE, M. 1997. Les otolithes de Téléostéens oligocènes du bassin d'Apt (Vaucluse, France). – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen **203** (3): 391-423, Stuttgart.
- REICHENBACHER, B. & SCHWARZ, J. 1997. Charophyten und Otolithen aus den Cyrenen-Schichten des nördlichen Alpenvorlandes. – Paläontologische Zeitschrift **71** (3/4): 173-188, Stuttgart.
- REICHENBACHER, B. & WEIDMANN, M. 1992. Fisch-Otolithen aus der oligo-/miozänen Molasse der West-Schweiz und der Haute-Savoie (Frankreich). – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, (B) **184**: 1-83, Stuttgart.
- ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. 1984. Mainzer Becken. – Sammlung geologischer Führer **79**: 1-203, Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- SCHÄFER, P. & KADOLSKY, D. 1998. Zur Gliederung eines Tertiärprofils von Budenheim bei Mainz, insbesondere zur stratigraphischen Stellung und Genese der "Milchquarzschorter" (Oberoligozän) im nordwestlichen Rheinhessen (Mainzer Becken). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv, Beiheft **21**: 115-132, Mainz.
- SCHLOSSER, M. 1884. Die Nager des europäischen Tertiärs. – Palaeontographica **31**: 1-143, Stuttgart.
- 1926. Die Säugetierfauna von Peublanc (Dép. Allier). – Glasnik prirod Drust **37-38**: 372-394, Zagreb.
- SCHLUNEGGER, F.; BURBANK, D. W. MATTER, A.; ENGESSER, B. & MÖDDEN, C. 1996. Magnetostratigraphic calibration of the Oligocene to Middle Miocene (30-15 Ma) mammal biozones and depositional sequences of the Swiss Molasse Basin. – Eclogae geologicae Helvetiae **89** (2): 753-788, Basel.
- SCHMIDT-KITTLER, N. [ed.] 1987. International Symposium on Mammalian Biostratigraphy and Paleoecology of the European Paleogene vom 18-21 Februar 1987 in Mainz. – Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen, (A) **10**: 1-312, München.
- SCHMIDT-KITTLER, N. & VIANEY-LIAUD, M. 1987. Morphometric analysis and evolution of the dental pattern of the genus *Issiodoromys* (Theridomyidae, Rodentia) of the European Oligocene as a key to its evolution. – Proceed-

- ings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, (B) **90** (3): 281-306, Leiden.
- SCHMIDT-KITTLER, N.; VIANEY-LIAUD, M.; MÖDDEN, C. & COMTE, B. 1997. New data for the correlation of mammal localities in the European Oligocene: biochronological relevance of the Theridomyidae. – [In:] AGUILAR, J.-P.; LEGENDRE, S. & MICHAUX, J. [eds.] Actes du Congrès BiochroM'97. Mémoires et Travaux de l'E.P.H.E., Institut de Montpellier **21**: 375-395, Montpellier.
- SCHWARZ, J. 1988. Revision der Charophyten-Floren des „Prä-Aquitaniens“ (Unter- bis Ober-Oligozän) im Mainzer Becken. – Palaeontographica, (B) **210** (4-6): 151-191, Stuttgart.
- 1993. Charophyten aus dem Oligozän/Miozän des nördlichen Oberrheingraben und des Hanauer Beckens (Frankfurt am Main und Umgebung). – Geologisches Jahrbuch Hessen **121**: 41-59, Wiesbaden.
- 1997. Charophyten aus dem Tertiär des Oberrheingraben (Mitteleozän - Untermiozän). – Palaeontographica, (B) **243** (1-3): 1-84, Stuttgart.
- SITTLER, C. 1965. Le Paléogène des fossés rhénan et rhodanien. Études sédimentologiques et paléoclimatiques. - Mémoires du Service de la Carte géologique d'Alsace et Lorraine **24**: 1-392, Strasbourg.
- SONNE, V. 1988. Oberer Rupelton, Schleichsand (Rupel) und Cyrenenmergel (tiefes Chatt) im Mainzer Becken: Können sie mikropaläontologisch definiert werden? – Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen **17**: 19-30, Mainz.
- 1989. Geologische Karte von Rheinland-Pfalz 1:25.000, Erläuterungen Blatt 6015 Mainz. – 106 S., Mainz.
- STEHLIN, H.G. & SCHAUB, S. 1951. Die Trigonodontie der simplicidentaten Nager. – Schweizerische Paläontologische Abhandlungen **67**: 1-385, Basel.
- TOBIEN, H. 1980. Taxonomic Status of some Cenozoic Mammalian Local Faunas from the Mainz Basin. – Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen **9**: 203-235, Mainz.
- VIANEY-LIAUD, M. 1976. Les Issidoromyinae (Rodentia, Theridomyidae) de l'Eocène supérieur à l'Oligocène supérieur en Europe occidentale. – Palaeovertebrata **7** (1-2): 1-115, Montpellier.
- VIANEY-LIAUD, M. & SCHMIDT-KITTLER, N. 1987. Biostratigraphie de l'Oligocène d'Europe: importance des lignées-guides de rongeurs Theridomyidae, et particulièrement des *Issidoromys*. – Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen, (A) **10**: 211-216, München.
- VILLWOCK, W. 1977. Das Genus *Aphanius* NARDO, 1827. – Deutsche Killifisch Gemeinschaft, Journal **9** (11): 165-185, Köln.
- 1982. *Aphanius* (NARDO, 1827) and *Cyprinodon* (LAC., 1803) (Pisces: Cyprinodontidae), an attempt for a genetic interpretation of speciation. – Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung **20**: 187-197, Hamburg, Berlin.
- WAGNER, W. 1933. Die Schollentektonik des nordwestlichen Rheinhessen. – Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt, (5) **14** [1931/1932]: 31-45, Darmstadt.
- 1954. Oberoligozäne Süßwasserbildungen des Mainzer Beckens bei Vendersheim in Rheinhessen. – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins **36**: 12-19, Stuttgart.
- WEILER, W. 1963. Die Fischfauna des Tertiärs im oberrheinischen Graben, des Mainzer Beckens, des unteren Maintales und der Wetterau, unter besonderer Berücksichtigung des Untermiozäns. – Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft **504**: 1-75, Frankfurt am Main.
- 1973. Erster Nachweis von Otolithen der Familie Umbriidae (Pisces) im Tertiär des Mainzer Beckens, mit Bemerkungen über die phyletischen Beziehungen innerhalb der Unterordnung Esocoidae. – Senckenbergiana lethaea **53** (6): 455-467, Frankfurt am Main.

Eingang des Manuskriptes am 18. Januar 1999;  
Annahme durch die Schriftleitung am 2. März 2000.