

Biostratigraphie aufgrund von Fisch-Otolithen im Ober-Oligozän und Unter-Miozän des Molassebeckens der West-Schweiz und Haute-Savoie und des Mainzer Beckens

Biostratigraphy based on fish otoliths in the Upper Oligocene
and Lower Miocene of the Molasse Basin of Western Switzerland
and Haute-Savoie and of the Mayence Basin

Von

Bettina Reichenbacher, Karlsruhe

Mit 3 Abbildungen und 3 Tabellen im Text

REICHENBACHER, B. (1996): Biostratigraphie aufgrund von Fisch-Otolithen im Ober-Oligozän und Unter-Miozän des Molassebeckens der West-Schweiz und Haute-Savoie und des Mainzer Beckens. [Biostratigraphy based on fish otoliths in the Upper Oligocene and Lower Miocene of the Molasse Basin of Western Switzerland and Haute-Savoie and of the Mayence Basin.] – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 202: 45–61; Stuttgart.

Abstract: A general view is given of the otolith faunas of the Lower Freshwater Molasse of Western Switzerland and Haute-Savoie and of the Upper Cerithien Beds of the Mayence Basin. In both faunas, the immigration of fishes from the Mediterranean region during the latest Chattian can be proved. Three otolith zones are defined for the Lower Freshwater Molasse and can be correlated with the late Chattian and the early Aquitanian. The two younger zones can be found also in the Upper Cerithien Beds.

Zusammenfassung: Es wird ein Überblick der Otolithenfaunen aus der Unteren Süßwassermolasse der West-Schweiz und Haute-Savoie und aus den Oberen Cerithien-Schichten des Mainzer Beckens gegeben. In beiden Faunen ist im ausgehenden Chattium die Zuwanderung von Fischen aus dem mediterranen Raum nachweisbar. Für die Untere Süßwassermolasse werden drei Otolithen-Zonen definiert, die mit der späten Chatt- und der frühen Aquitan-Stufe korrelierbar sind. Die beiden jüngeren Zonen sind auf die Oberen Cerithien-Schichten übertragbar.

1. Einleitung

1.1 Molassebecken

Das nördlich der Alpen gelegene Molassebecken erstreckt sich von der Savoie (Frankreich) nach Nordosten über die Schweiz und Süddeutschland bis Niederösterreich. Die überwiegend klastische Molasse-Sedimentation begann im frühen Oligozän und endete im Ober-Miozän und Pliozän. Am unmittelbaren Nordrand der Alpen und teilweise von diesen überschoben befindet sich die gefaltete und verschuppte subalpine Molasse, die bis zu 4000 m mächtig wird. Daran schließt sich die ungefaltete oder mittelländische Molasse an, deren Mächtigkeiten distal nur noch einige 10er Meter betragen können.

Die Fazies der Sedimente wird von der Subsidenz des Molassebeckens, von der Orogenese der Alpen, von den eustatischen Meeresspiegelschwankungen und vom Klima beeinflusst. Vom Liegenden zum Hangenden werden folgende lithostratigraphische Gruppen unterschieden: Untere Meeresmolasse (UMM), Untere Süßwassermolasse (USM), Obere Meeresmolasse (OMM) und Obere Süßwassermolasse (OSM). In die „Meeresmolasse“ können auch Süßwasserablagerungen und in die „Süßwassermolasse“ brackische Sedimente eingeschaltet sein.

Die Fisch-Otolithen wurden in der USM der mittelländischen Molasse der West-Schweiz und Haute-Savoie gefunden (REICHENBACHER & WEIDMANN 1992 und Neuaufsammlungen). Die Fundstellen befinden sich nördlich des Genfer Sees sowie bei und nordwestlich Annecy (Abb. 1). Als otolithenreich erwiesen sich Mollusken-führende, braungrau gefärbte siltige Mergel. Daraus genügen 5-10 kg Sediment, das über ein Sieb mit 0,5 mm Maschenweite geschlämmt wird, um eine aussagekräftige Otolithenfauna zu gewinnen.

Auch in der subalpinen Molasse der Genfer-See-Region kommen Otolithen vor (Abb. 1), jedoch etwas weniger häufig. Die paläoökologischen und biostratigraphischen Ergebnisse der Otolithenfaunen der mittelländischen Molasse sind auf die Faunen der subalpinen Molasse gut übertragbar.

1.2 Mainzer Becken

Das Mainzer Becken stellt innerhalb des Rheingrabensystems eine Hochscholle dar (Abb. 1). Die Sedimentation begann mit dem Einbruch des Grabens im Eozän und endete im Pleistozän. Die Mächtigkeiten können unter 10 m am Beckenrand und bis 520 m im Beckeninneren betragen. Vom Eozän bis frühen Ober-Oligozän wurden überwiegend Tone, Tonmergel und Sande, im unmittelbaren Küstenbereich auch Grobklastika sedimentiert. Im späten Ober-Oligozän und im Unter-Miozän entstanden fast ausschließlich Kalke und Kalkmergel, gelegentlich auch Dolomite.

Die Fazies der Sedimente wird ähnlich wie im Molassebecken von der Subsidenz des Grabens, von eustatischen Meeresspiegelschwankungen und

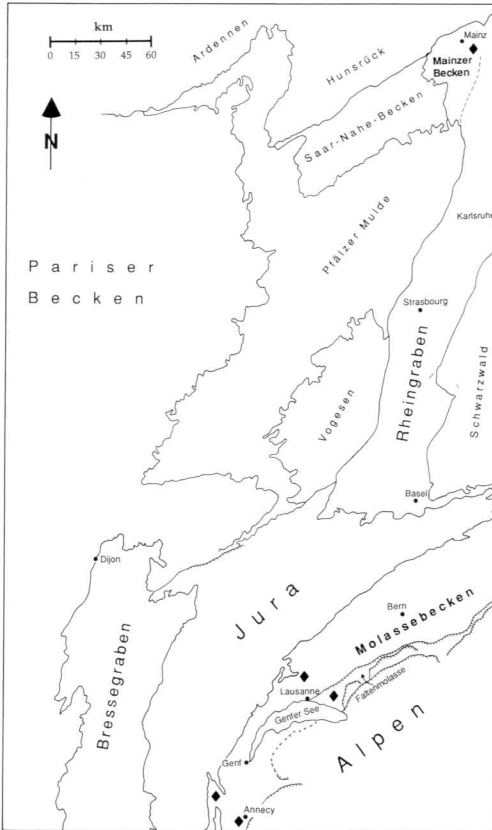


Abb. 1. Geographische Lage der untersuchten Fundstellen (♦) und geologische Übersicht.
 Fig. 1. Geographical situation of the studied outcrops (♦) and general geological view.

vom Klima gesteuert. Im Gegensatz zum Molassebecken sind grobklastische fluviatile Einträge selten. Zeitweise bestanden Verbindungen zur Nordsee und zur Paratethys (STEININGER et al. 1976, MARTINI 1990). Litho- und biostratigraphisch wird das Tertiär des Mainzer Beckens vom Liegenden zum Hangenden in Eozäne Basistone, Mittlere Pechelbronn-Schichten, Untere Meeressande/Rupelton, Obere Meeressande/Schleichsande, Cyrenenmergel, Süßwasserschichten, Untere -, Mittlere - und Obere Cerithien-Schichten, *inflata*-Schichten und Hydrobien-Schichten unterteilt. Eine Übersicht geben ROTHHAUSEN & SONNE (1984).

Die Fisch-Otolithen stammen aus den Oberen Cerithien-Schichten (Material zu WEILER 1972 und Neuaufsammlungen). Die Fundstellen

befinden sich am Nordrand des Mainzer Beckens bei Mainz-Weisenau (Abb. 1). Sofern die Sedimente Otolithen enthalten, sind Probenmengen von 1 bis 5 kg ausreichend.

2. Die Otolithenfaunen der West-Schweiz und Haute-Savoie

2.1 Überblick

Die USM der mittelländischen Molasse der West-Schweiz und Haute-Savoie wird vom Liegenden zum Hangenden in die Formationen „marnes bariolées“, „calcaires et dolomies“, „grès et marnes gris à gypse“ und „Obere Bunte Mergel“ gegliedert. Die meisten Otolithen wurden in den „calcaires et dolomies“ und „grès et marnes gris à gypse“ gefunden. Deren lithostratigraphische Grenze ist durch einen Faziesumschlag von Süßwasser nach Brackwasser gekennzeichnet (CARBONNEL et al. 1985: Ostracoden; BERGER 1986: Charophyten; REICHENBACHER & WEIDMANN 1992: Otolithen). Biostratigraphisch werden die „calcaires et dolomies“ in das Chattium gestellt und mit den Standard-Säuger-Einheiten MP 28 und 29 korreliert (ENGESSER & MAYO 1987, SCHMIDT-KITTLER 1987). Die „grès et marnes gris à gypse“ umfassen die späte Chatt- bis frühe Aquitan-Stufe und sind mit den Säuger-Einheiten MP 30 und MN 1 korrelierbar (MOJON et al. 1985, BURBANK et al. 1992). Für die meisten Otolithen-liefernden Fundstellen aus den „calcaires et dolomies“ waren Säuger-Datierungen verfügbar, für die Fundstellen aus den „grès et marnes gris à gypse“ meistens nur vorbehaltliche Datierungen.

Die Otolithen-Gemeinschaften der „calcaires et dolomies“ und der „grès et marnes gris à gypse“ sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Mit 8 bzw. 12 Arten ist die Diversität gering, was jedoch im Süßwasser und in brackisch beeinflussten Biotopen nicht ungewöhnlich ist.

Tabelle 2 zeigt die quantitativen Anteile der Fischfamilien in den „calcaires et dolomies“ und den „grès et marnes gris à gypse“ an der Gesamt-Otolithenfauna.

Wie aus diesen Tabellen ersichtlich, dominieren in beiden Formationen die Cyprinodontiden sehr deutlich, gefolgt mit einigem Abstand von den Ambassiden. Beide Familien sind in den „calcaires et dolomies“ etwa genauso häufig wie in den „grès et marnes gris à gypse“. Auf die „calcaires et

Tabelle 1. Häufigkeiten der durch Otolithen nachgewiesenen Fischarten in den Formationen „calcaires et dolomies“ (100 % = 409 Otolithen) und „grès et marnes gris à gypse“ (100 % = 413 Otolithen).

Table 1. Frequency of fish species on basis of otoliths in the formations „calcaires et dolomies“ (100 % = 409 otoliths) and „grès et marnes gris à gypse“ (100 % = 413 otoliths).

UNTERE SÜSSWASSERMOLASSE D. WEST-SCHWEIZ U. HAUTE-SAVOIE			
FISCHFAMILIEN	FISCH-ARTEN (nachgewiesen an Otolithen)	KLEINSÄUGERSTRATIGRAPHIE	
		MP 28-29	MP 30 - MN 1
		LITHOSTRATIGRAPHISCHE FORMATIONEN	
		CALCAIRES ET DOLOMIES	GRES ET MARNES GRIS A GYPSE
Cyprinodontidae	<i>Palaeolebias weidmanni</i>	26%	8%
	<i>Palaeolebias oviformis</i>	13%	-
	<i>Palaeolebias semicircularis</i>	14%	-
	<i>Palaeolebias triangularis</i>	-	14%
	<i>Palaeolebias subtrigonus</i>	-	20%
	<i>Prolebias meyeri</i>	-	6%
	<i>Prolebias boudryensis</i>	-	2%
Ambassidae	<i>Dapalis rhomboidalis</i>	20%	25%
	<i>Dapalis carinatus</i>	6%	4%
Umbr.	<i>Mikroumbra ringeadei</i>	13%	-
Atherinidae	<i>Palaeoatherina bergeri</i>	5%	1%
	<i>Palaeoatherina dentifera</i>	-	10%
Eleotr.	"genus Eleotridarum" <i>sectus</i>	3%	7%
Mugil.	<i>Chelon gibbosus</i>	-	2%
Serran.	<i>Morone aequalis</i>	-	1%

Tabelle 2. Anteile der Fischfamilien an den Otolithenfaunen der „calcaires et dolomies“ und der „grès et marnes gris à gypse“.

Table 2. Quotas of the fish families in the otolith faunas of the „calcaires et dolomies“ and the „grès et marnes gris à gypse“.

UNTERE SÜSSWASSERMOLASSE (WEST-SCHWEIZ und HAUTE-SAVOIE)		
FISCHFAMILIEN (nachgewiesen an Otolithen)	LITHOSTRATIGRAPHISCHE FORMATIONEN (MITTELLÄNDISCHE MOLASSE)	
	CALCAIRES ET DOLOMIES	GRES ET MARNES GRIS A GYPSE
Cyprinodontidae	54%	51%
Ambassidae	25%	28,5%
Umbridae	13%	-
Atherinidae	5%	11%
Eleotridae	3%	7%
Mugilidae	-	2%
Serranidae	-	0,5%

dolomies“ begrenzt, dort jedoch nicht selten, sind die Umbriden. Ihr Fehlen in den „grès et marnes gris à gypse“ ist faziell bedingt. Während Atheriniden und Eleotriden in den „calcaires et dolomies“ noch selten sind, verdoppeln sie ihre Anteile in den „grès et marnes gris à gypse“, was auf den stattfindenden Fazieswechsel zurückführbar ist. Mugiliden und Serraniden sind quantitativ wenig bedeutend, jedoch paläogeographisch wichtig.

2.2 Paläoökologie und Paläogeographie

Mit Ausnahme von *Chelon gibbosus* REICHENBACHER 1992 und *Morone aequalis* (KOKEN 1891) kommen in den „calcaires et dolomies“ und „grès et marnes gris à gypse“ nur Arten fossiler Gattungen vor. Die paläoökologische Analyse basiert daher auf der Ökologie der rezenten Familien, die Daten dazu sind vor allem aus VILLWOCK (1977), LEE et al. (1980), SMITH & HEEMSTRA

(1986), WHITEHEAD et al. (1986), ALLEN (1989) und NELSON (1994) zusammengestellt. - Auch die faziellen Ansprüche verwandter fossiler Arten geben Hinweise zur Paläoökologie einer ausgestorbenen Gattung, hier sind die Publikationen von GAUDANT (1978, 1988, 1989a, 1992, 1993), FERRANDINI et al. (1976), STEURBAUT (1978, 1980) und REICHENBACHER & WEIDMANN (1992) zu nennen.

Rezente Cyprinodontiden sind weltweit in seichten Gewässern der tropischen und subtropischen Klimazonen verbreitet. Viele Arten sind euryhalin und eurythermal, das heißt sie tolerieren große Salinitäts- und Temperaturschwankungen und können die verschiedensten Biotope besiedeln. In Europa sind die Cyprinodontiden nur durch die Gattung *Aphanius* vertreten. Einige *Aphanius*-Arten leben an den Küsten des Mittelmeeres und in küstennahen Lagunen und Salinen. Andere Arten, darunter einige endemische, kommen in brackischen oder süßen Binnengewässern Kleinasiens vor. - Fossile Cyprinodontiden sind im Tertiär von Mittel- und Südeuropa in kontinentalen, meistens küstennahen Süßwasserablagerungen sowie in lagunär-brackischen bis hypersalinen Sedimenten ziemlich häufig. Die Diversität der Familie ist hoch, die zahlreichen Arten, die überwiegend der fossilen Gattung *Prolebias* SAUVAGE 1880 angehören, sind aufgrund von Skelett- und/oder Otolithenfunden bekannt. *Prolebias meyeri* (AGASSIZ 1839) kommt außer in den „grès et marnes gris à gypse“ der West-Schweiz in kontinentalen Ablagerungen der Aquitan-Stufe in Süd- (Languedoc) und Südwestfrankreich (Aquitaine-Becken) und im Mainzer Becken vor.

Rezente Ambassiden sind in den tropischen Gewässern des westlichen Indopazifik verbreitet. Die Hälfte der etwa 40 Arten ist an Süßwasserbiotope gebunden, die übrigen sind in Küstengewässern und brackischen Ästuaren verbreitet. - Fossil sind die Ambassiden durch die Gattung *Dapalis* GISTEL 1848 vertreten, die aufgrund von Skeletten und/oder Otolithen bekannt ist und wahrscheinlich im späten Unter-Miozän ausstarb. *Dapalis*-Arten sind meistens an brackische Sedimente gebunden, kommen jedoch auch in Süßwasser- oder litoralen Ablagerungen vor.

Umbriden leben rezent ausschließlich in Süßwasser-Biotopen, im allgemeinen stationär in langsam fließenden und stehenden Gewässern. - Die fossile *Mikroumbra ringeadei* (STEURBAUT 1978) ist eine auf Otolithen basierende Art, die außer in der West-Schweiz auch in Südwest-Frankreich (Aquitaine-Becken) in untermiozänen Süßwasserablagerungen vorkommt. Andere fossile Umbriden sind aufgrund von Skeletten und/oder Otolithen meistens ebenfalls aus Süßwassersedimenten, selten aus schwach brackischen Ablagerungen bekannt.

Im Süßwasser und in brackischen Ästuaren, selten auch in Korallenriffen, leben die Eleotriden. Sie kommen weltweit in tropischen und subtropischen Gewässern vor, überwiegend jedoch im indopazifischen Raum. - Fossile Eleotriden sind relativ selten und im europäischen Tertiär nur durch Otolithen nachgewiesen. Nur zwei gültige Arten sind beschrieben: „genus

Eleotridarum" *schadi* (WEILER 1963) und „genus Eleotridarum" *sectus* (STINTON & KISSLING 1968). Letztere kommt außer in der USM der West-Schweiz auch im Oligozän und ?Miozän von Osteuropa vor, denn die in RÜCKERT-ÜLKÜMEN (1992) als „*Butis schwarzhansi* n. sp." und „*Prinobutis koronoides* n. sp." beschriebenen Otolithen gehören ebenfalls zu „genus Eleotridarum" *sectus*. Eine weitere Art („genus Eleotridarum" sp.) kommt im Unter-Miozän von Südfrankreich vor (NOLF & CAPPETTA 1980).

Atheriniden sind eine primär marine Familie, manche rezente Arten sind jedoch an Süßwasser gebunden. Sie sind weltweit in tropischen und subtropischen Küstengewässern und brackischen Ästuaren verbreitet. Einige der in Ästuaren vorkommenden Arten sind extrem euryhalin und besiedeln alle Lebensräume vom Süßwasser bis zur hypersalinen Lagune. - Die fossile Gattung *Palaeoatherina* GAUDANT 1976 basiert auf Skelettfunden, in einem Fall auch mit Otolith in situ (GAUDANT 1989a). Die in REICHENBACHER & WEIDMANN (1992) als *Atherina bergeri* n. sp. und *A. dentifera* (STINTON & KISSLING 1968) beschriebenen Otolithen dürften ebenfalls zur Gattung *Palaeoatherina* gehören. - *Palaeoatherina*-Arten sind in kontinentalen Ablagerungen in Süßwasserfazies bis schwach brackischem Milieu verbreitet. Andere fossile Atheriniden-Arten basieren überwiegend auf Otolithen und sind an flachmarine Fazies gebunden.

Chelon- und *Morone*-Arten sind in der rezenten Fischfauna weltweit in subtropischen bis kalten Regionen verbreitet, meistens sind es euryhaline Arten. Im Mittelmeerraum leben sie überwiegend in Küstengewässern, bei der Nahrungssuche wandern sie auch in Lagunen, Ästuar und Flüsse. Einige nordamerikanische *Morone*-Arten kommen ausschließlich in Flüssen vor. - Fossile Mugiliden-Otolithen sind im Neogen von Süd- und Mitteleuropa nicht selten (vgl. MARTINI 1984: Abb. 1), aus dem Nordseebecken sind sie bisher kaum bekannt (SCHWARZHANS 1994). *Chelon gibbosus* REICH. 1992 wurde bisher nur in der West-Schweiz gefunden. *Morone aequalis* (KOKEN 1891) kommt außer in der West-Schweiz und Haute-Savoie im marinen Unter-Miozän von Südfrankreich (NOLF & CAPPETTA 1980: dort als *Morone* sp.) sowie in oberoligozänen und untermiozänen brackischen Sedimenten des Mainzer Beckens und Oberrheingrabens vor.

Zusammenfassend zeigt sich, daß die Fische der „calcaires et dolomies" und „grès et marnes gris à gypse" in flachen Binnengewässern unter subtropischem Klima lebten. In den „calcaires et dolomies" herrschte Süßwasserfazies, worauf die Umbriden hinweisen. In den „grès et marnes gris à gypse" zeigt der erhöhte Anteil der Atheriniden sowie das Eintreffen der Mugiliden und Serraniden zeitweise Küstennähe und brackisch beeinflusste Fazies an. Diese Fische könnten aus dem Mediterran über den Rhône-Graben in das Molassebecken der Haute-Savoie und West-Schweiz eingewandert sein.

2.3 Evolution

Von den in der Molasse der West-Schweiz und Haute-Savoie vertretenen Fisch-Familien (Tab. 2) sind nur die Ambassiden und Eleotriden rezent im Mittelmeergebiet und den östlich angrenzenden Regionen (Schwarzes Meer, Kaspi-See), also im Gebiet der ehemaligen Tethys- und Paratethys, nicht mehr verbreitet. Vertreter der übrigen Familien scheinen dagegen seit dem Ober-Oligozän dort zu leben, und auch die Messinium-Krise unbeschadet überstanden zu haben (u. a. FONTES et al. 1987, GAUDANT 1989b, GAUDANT et al. 1994).

Das Artenspektrum der Tabelle 1 zeigt, daß die Ambassiden und Eleotriden in den „grès et marnes gris à gypse“ mit den selben Arten vertreten sind wie zuvor in den „calcaires et dolomies“. Auch die quantitativen Anteile an der Gesamt-Population ändern sich nur wenig. Dagegen sind die übrigen Familien mit verschiedenen Arten in den jeweiligen Formationen vertreten und reagieren damit auf die Faziesänderungen. *Dapalis carinatus* STINTON & KISSLING 1968 und *D. rhomboidalis* STINTON & KISSLING 1968 als Vertreter der Ambassidae und die Eleotriden-Art „genus Eleotridarum“ *sectus* (STINTON & KISSLING 1968) sind somit als konservative euryöke Taxa interpretierbar. Sie waren in Biotopen mit weiten ökologischen Grenzen verbreitet, so daß etwaige Mutanten kaum Chancen hatten, neue Lebensräume zu erobern und zu evolvieren. Diese geringe Chance einer erfolgreichen Evolution führte vermutlich dazu, daß die Ambassiden und Eleotriden heute im Mittelmeer und den Reliktmeeren der Paratethys nicht mehr anzutreffen sind.

Die Cyprinodontiden zeigen dagegen einen sehr deutlichen Wechsel im Artenspektrum beim Übergang von den „calcaires et dolomies“ zu den „grès et marnes gris à gypses“ (Tab. 1). Nur *Palaeolebias weidmanni* ist eine verhältnismäßig anpassungsfähige Art, denn sie kommt in beiden Formationen vor, allerdings in verschiedenen Häufigkeiten. Die übrigen *Palaeolebias*-Arten sind Spezialisten: *P. oviformis* REICH. 1992 und *P. semicircularis* REICH. 1992 sind auf die „calcaires et dolomies“ begrenzt und an Süßwasserfazies gebunden; *P. subtrigonus* (STINTON & KISSLING 1968) und *P. triangularis* REICH. 1992 kommen ausschließlich in den „grès et marnes gris à gypse“ vor und sind auf brackische Fazies spezialisiert.

Für die *Palaeolebias*-Arten kann aufgrund der Otolithenmorphologie, der jeweiligen stratigraphischen Reichweite und ökologischen Ansprüche sowie aufgrund morphologischer Übergangsformen ein Evolutionsmodell konstruiert werden (Abb. 2). Die nachfolgend genannten biostratigraphischen Daten von Otolithen-führenden Fundstellen beziehen sich auf die in REICHENBACHER & WEIDMANN (1992: 62-64) zusammengestellten Datierungen nach der Literatur und nach unveröffentlichten Ergebnissen.

P. weidmanni wird als Stamm-Art interpretiert. Diese Art kommt vor allem im Süßwasser, seltener in brackischer Fazies vor. Otolithen-Übergangsformen zeigen, daß sich die Süßwasserarten *P. semicircularis* und *P. oviformis* von *P. weidmanni* abspalteten. Deren stratigraphische Reichweite ist auf das

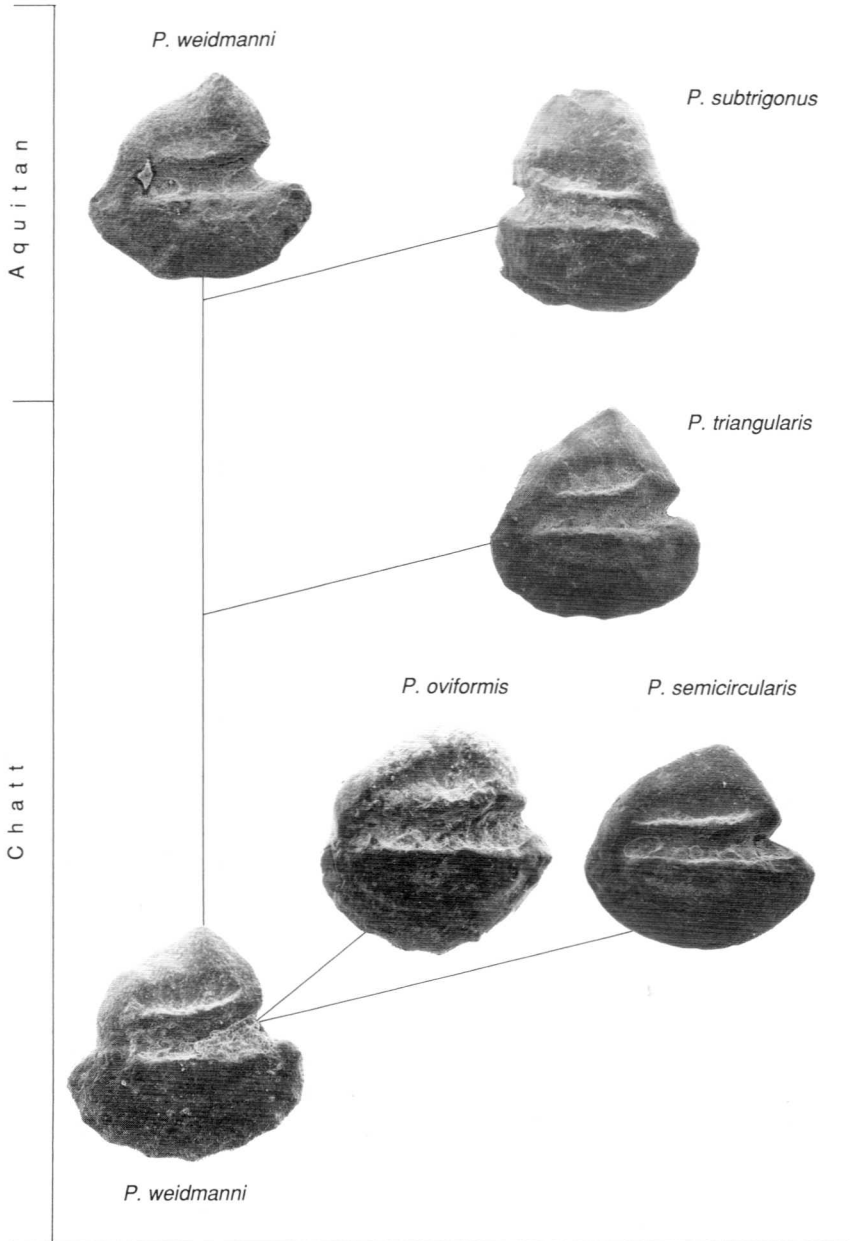


Abb. 2. Evolution von *Palaeolebias*-Arten im Chattium und Aquitanium der West-Schweiz und Haute-Savoie. ca. x 24.

Fig. 2. Evolution of *Palaeolebias* species in the Chattian and the Aquitanian of Western Switzerland and Haute-Savoie. approximately x 24.

späte Chattium begrenzt und mit den Standard Säuger-Einheiten MP 28 und MP 29 korrelierbar. Das erste und letzte Vorkommen dieser beiden Arten (oder auch nur einer der beiden Arten) definiert eine Otolithen-Biozone, die hier als *P. oviformis*-Zone bezeichnet wird (Tab. 3).

In der folgenden Zeit der sich etablierenden brackischen Fazies der „grès et marnes gris à gypse“ spalten sich von *P. weidmanni* die Brackwasserarten *P. triangularis* und *P. subtrigonus* ab. Diese Arten sind bisher nie zusammen in einer Probe gefunden worden und kommen auch nicht gemeinsam mit ihrer Stamm-Art vor, was auf eine ausgeprägte Spezialisierung und stratigraphische Unterschiede hinweist. *P. triangularis* ist von Fundstellen der terminalen Chatt-Stufe bekannt, die wahrscheinlich mit MP 30 parallelisiert werden können. Das erste und letzte Auftreten dieser Art definiert die *P. triangularis*-Zone (Tab. 3). Charakteristisch für diese Zone sind außerdem kurzzeitig anwesende Mugiliden-Arten, in der West-Schweiz ist es *Chelon gibbosus*, im Mainzer Becken *Liza* sp. Diese Mugiliden erlauben die Übertragung der *P. triangularis*-Zone auch auf Profile außerhalb der West-Schweiz und Haute-Savoie. - *P. subtrigonus* ist von der aquitanen Fundstelle Boudry/Viaduc bekannt, die mit MN 1 datiert wird. Außerdem kommt *P. subtrigonus* an einigen Lokalitäten vor, die vorbehaltlich mit MP 30 korreliert wurden. Die stratigraphische Reichweite von *P. subtrigonus* ist daher noch nicht hin-

Tabelle 3. Otolithen-Zonen in der Unteren Süßwassermolasse der West-Schweiz und Haute-Savoie.

Table 3. Otolith zones in the Lower Freshwatermolasse of Western Switzerland and Haute-Savoie.

EPOCHEN STUFEN	KLEINSAÜGER-EINHEITEN	OTOLITHEN- ZONEN (<i>P. = Palaeolebias</i>)	ZONEN- TYP		<i>Palaeolebias oviformis</i>	<i>Palaeolebias semicircularis</i>	<i>Palaeolebias triangularis</i>	Mugiliden-Zuwanderung	<i>Palaeolebias subtrigonus</i>	<i>Prolebias meyeri</i>	REFERENZ- PROFILE der WEST-SCHWEIZ (mit Koordinaten der "Carte nat. de la Suisse")
			A = Assemblage-Zone	T = Taxon-Range-Zone							
MIOZÄN AQUITTAN	MN 1	<i>Prolebias meyeri</i> - Zone	T+A								Boudry/Viaduc (554.42/199.91)
OLIGOZÄN CHATT	MP 30	<i>P. triangularis</i> - Zone	T+A								Talent 17, Schicht 24-25 (534.88/166.84)
	MP 28, 29	<i>P. oviformis</i> - Zone	T								Talent 18 (534.70/167.10)

reichend geklärt. In Boudry/Viaduc tritt die Art gemeinsam mit *Prolebias meyeri* auf. *P. meyeri* wurde bereits von STEURBAUT (1980, 1984; dort als *P. praecursor*) als Zonenfossil für kontinentale Ablagerungen der frühen Aquitan-Stufe in Südwest- und Südfrankreich vorgeschlagen. Für die West-Schweiz und Haute-Savoie wird hier im Sinne von STEURBAUT das erste Auftreten von *P. meyeri* ebenfalls für die Definition einer aquitanen *P. meyeri*-Zone verwendet. Vorerst wird für diese Zone auch das Vorkommen von *Palaeolebias subtrigonus* als charakteristisch betrachtet (Tab. 3). Die *P. meyeri*-Zone ist für überregionale Korrelierungen geeignet.

3. Die Otolithenfauna der Oberen Cerithien-Schichten des Mainzer Beckens: Biostratigraphie und Korrelation

Die Oberen Cerithien-Schichten des Mainzer Beckens sind durch große Steinbrüche am Nord- und Südrand des Beckens gut aufgeschlossen und vielfach paläontologisch und sedimentologisch bearbeitet worden. Sie werden mikropaläontologisch in einen stärker marin beeinflussten „unteren Teil“ und einen brackischen „oberen Teil“ gegliedert (DOEBL et al. 1972).

Die Abbildung 3 zeigt das von DOEBL et al. (1972) untersuchte Profil der Unteren und Oberen Cerithien-Schichten des beim Autobahnbau entstandenen Straßeneinschnitts bei Mainz-Weisenau (s. auch SCHÄFER 1988). Ein vergleichbares Profil wird zur Zeit im Rahmen einer Diplomarbeit im Steinbruch der Heidelberger Zementwerke, ebenfalls in Mainz-Weisenau, biostratigraphisch untersucht (FÖRSTERLING, in Vorb.). Aus der feinstratigraphischen Beprobung beider Profile stammen die Otolithen.

Im von DOEBL et al. publizierten Profil von Mainz-Weisenau wird aus den Oberen Cerithien-Schichten/unterer Teil zwischen den Proben 39b und 38b (siehe hier Abb. 3) ein Maximum mariner Faunen beschrieben. Aus diesem Profilabschnitt wurde außerdem von MARTINI (1978) der Coccolith *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE) nachgewiesen und es kommen mit *Morone aequalis* (KOKEN) in beiden Weisenauer Profilen die ersten Otolithen vor (Abb. 3). *M. aequalis* ist dann auch in der weiteren Abfolge der Oberen Cerithien-Schichten immer wieder nachweisbar.

Wenige Meter über dem Erstauftreten von *M. aequalis* setzen in den Oberen Cerithien-Schichten/unterer Teil in beiden Weisenauer Profilen mit *Liza* sp. Mugiliden ein, die jedoch nur auf einen kleinen Profilabschnitt begrenzt bleiben (Abb. 3). Die selbe *Liza*-Art kommt im Aquitan von Südfrankreich vor (Slg. CAPPETTA, Publikation in Vorb.). Die Zuwanderung der Mugiliden in das Mainzer Becken erfolgte demnach von Süden aus dem mediterranen Raum. Zeitlich dürfte dieses Ereignis mit dem ebenfalls nur kurzzeitigen Vorkommen von Mugiliden in der West-Schweiz bzw. mit der *P. triangularis*-Zone korrelierbar sein und im ausgehenden Chattium stattgefunden haben. Dies wird in Mainz-Weisenau außerdem durch die Nanno-

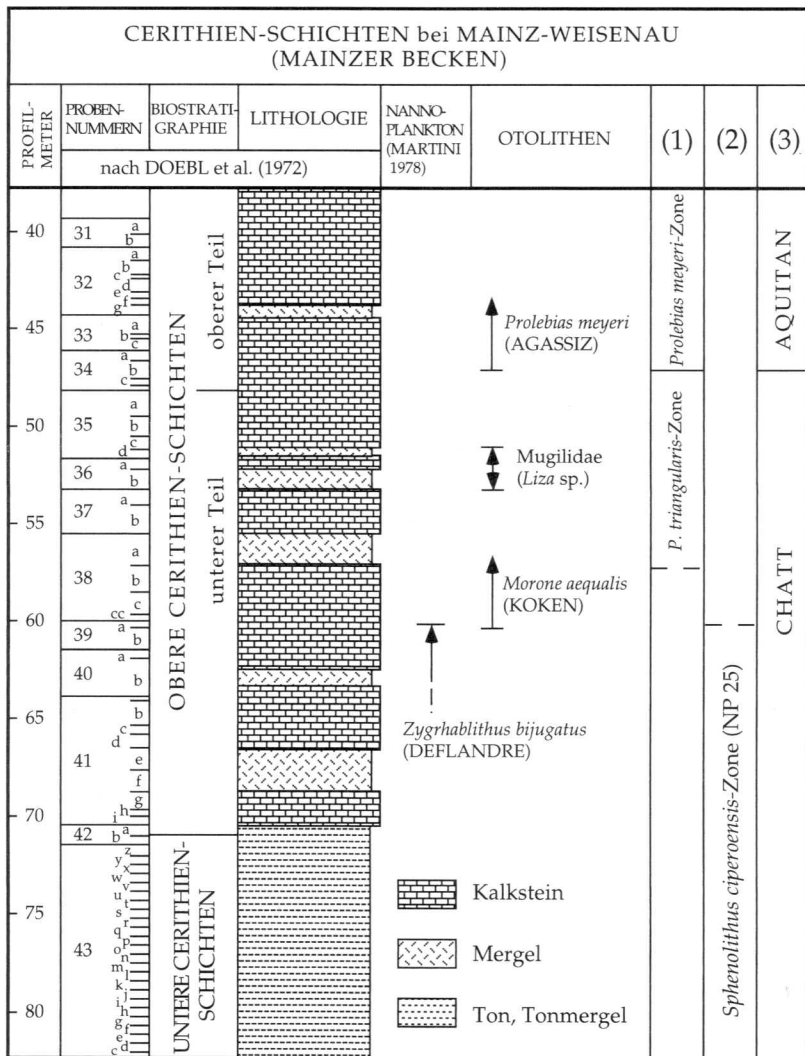


Abb. 3. Vorkommen von Nannoplankton und Otolithen in den Profilen der Oberen Cerithien-Schichten bei Mainz-Weisenau.

- (1) = Korrelation mit den für die West-Schweiz und Haute-Savoie definierten Otolithen-Zonen.
- (2) = Korrelation mit der Standard-Nannoplankton-Zonierung nach MARTINI (1978).
- (3) = Marine Stufen des Tertiärs.

Fig. 3. Occurrence of nannoplankton and otoliths in the sections of the Upper Cerithien Beds near Mainz-Weisenau.

- (1) = Correlation with the otolith zones defined in Western Switzerland and Haute-Savoie.
- (2) = Correlation with the standard nannoplankton zonation according to MARTINI (1978).
- (3) = Marine Tertiary stages.

plankton-Daten bekräftigt, denn der Coccolith *Zygrhablithus bijugatus* kommt nach MARTINI (1978) im Unter-Miozän nicht mehr vor und verweist die Oberen Cerithien Schichten/unterer Teil in die Nannoplankton-Zone NP 25, die nach der Standard-Nannoplankton-Zonierung (MARTINI 1971) mit dem terminalen Ober-Oligozän korreliert wird. Sicher steht die Zuwanderung der Mugiliden auch im Zusammenhang mit dem eustatischen Meeresspiegelhochstand jener Zeit (HAQ et al. 1987).

Wiederum einige Meter höher im Profil (ab Probe 34b, Abb. 3) erscheint im Steinbruch der Heidelberger Zementwerke in den Oberen Cerithien-Schichten/oberer Teil erstmals *Prolebias meyeri* (AGASSIZ). *P. meyeri* ist dann in der weiteren Abfolge der Oberen Cerithien-Schichten von Mainz-Weisenau mit einem Anteil von 90 % die dominierende Art in einer Fischfauna, die im wesentlichen aus *P. meyeri* und *Morone aequalis* besteht. Aufgrund von *P. meyeri* können die Oberen Cerithien-Schichten/oberer Teil in die *P. meyeri*-Zone und damit in das frühe Aquitanium gestellt werden. Die Chatt-Aquitän-Grenze liegt somit nach den Fischfaunen im tiefsten Abschnitt der Oberen Cerithien-Schichten/oberer Teil. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen ENGESSER et al. (1993: 270) aufgrund der Säugerfaunen, die Autoren vermuten die Chatt-Aquitän-Grenze entweder innerhalb der Oberen Cerithien-Schichten/unterer Teil oder im Übergangsbereich des unteren und oberen Teils der Oberen Cerithien-Schichten. In dieser Arbeit wird auch die Problematik der Korrelierung der Säuger- und Nannoplankton-Zonen mit der Oligozän-Miozän-Grenze bzw. der Chatt- und der Aquitan-Stufe diskutiert.

Dank

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des Projektes „Otolithen/Oligozän/Miozän“ (Re 1113/1-1). Danken möchte ich sehr Dr. M. WEIDMANN (Jongny, Schweiz) und Dr. J.-P. BERGER (Fribourg) für die gemeinsame Beprobung einiger Profile und die Überlassung vieler Otolithen. Frau cand. geol. G. FÖRSTERLING (Mainz) danke ich herzlich für die von ihr zur Verfügung gestellten Otolithen und Profilaufnahmen. Dr. H. CAPPETTA (Montpellier) danke ich für seine umfangreiche Otolithen-Sammlung aus dem Aquitan von Montpellier/Südfrankreich, die er mir zur Bearbeitung überließ.

Literatur

- ALLEN, G. R. (1989): Freshwater Fishes of Australia. – 240 S., zahlr. Abb., 64 Taf.; Neptune City (T. F. H. Publications).
- BERGER, J.-P. (1986): Biozonation préliminaire des charophytes oligocènes de Suisse occidentale. – *Eclogae geol. Helv.*, **79** (3): 897-912, 3 Abb., 1 Taf.; Basel.

- BURBANK, D. W., ENGESESSER, B., MATTER, A. & WEIDMANN, M. (1992): Magnetostratigraphic chronology, mammalian faunas, and stratigraphic evolution of the Lower Freshwater Molasse, Haute-Savoie, France. – *Eclogae geol. Helv.*, **85** (2): 399-431, 10 Abb., 1 Tab.; Basel.
- CARBONNEL, G., WEIDMANN, M. & BERGER, J.-P. (1985): Les ostracodes lacustres et saumâtres de la Molasse de Suisse occidentale. – *Rev. Paléobiologie*, **4** (2): 215-251, 2 Abb., 13 Tab., 8 Taf.; Genève.
- DOEBL, F., MOWAHED-AWAL, H., ROTHE, P., SONNE, V., TOBIEN, H., WEILER, H. & WEILER, W. (1972): Ein „Aquitain“-Profil von Mainz-Weisenau (Tertiär, Mainzer Becken). Mikrofaunistische, sedimentpetrographische und geochemische Untersuchungen zu seiner Gliederung. – *Geol. Jb., A*, **5**: 3-141, 4 Abb., 13 Tab., 17 Taf., Hannover.
- ENGESESSER, B. & MAYO, N. (1987): A biozonation of the Lower Freshwater Molasse (Oligocene and Aagenian) of Switzerland and Savoy on the basis of fossil mammals. – *Münchener geowiss. Abh., A*, **10**: 67-84, 2 Abb.; München.
- ENGESESSER, B., SCHÄFER, P., SCHWARZ, J. & TOBIEN, H. (1993): Paläontologische Bearbeitung des Grenzbereichs Obere Cerithienschichten/*Corbicula*-Schichten (= Schichten mit *Hydrobia inflata*) im Steinbruch Rüssingen mit Bemerkungen zur Oligozän/Miozän-Grenze im Kalktertiär des Mainzer Beckens. – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **22**: 247-274, 7 Abb., 3 Tab., 1 Taf.; Mainz.
- FERRANDINI, M., FERRANDINI, J. & GAUDANT, J. (1976): Découverte d'un nouveau gisement d'Athérines (poissons Téléostéens, Atherinomorpha) dans le Paléogène de Mormoiron (Vaucluse). – *Géol. méditerran.*, **3**(2): 115-126, 9 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Marseille.
- FONTES, J. C., FILLY, A. & GAUDANT, J. (1987): Conditions de dépôt du Messinien évaporitique des environs d'Alba (Piémont): Arguments paléontologiques et isotopiques. – *Boll. Soc. Palaeont. Ital.*, **26** (1-2): 199-210, 8 Abb., 2 Tab., 1 Taf.; Torino.
- FÖRSTERLING, G. (in Vorb.): Biostratigraphische Untersuchungen in den Oberen Cerithien-Schichten im Kalksteinbruch Mainz-Weisenau der Heidelberger Portlandzementwerke - speziell zur Abgrenzung des unteren Teils der Oberen Cerithien-Schichten. – *Dipl.-Arb., Inst. für Geowiss., Paläont., Univ. Mainz* [unveröff.].
- GAUDANT, J. (1978): Sur une nouvelle espèce de poissons téléostéens Cyprinodontiformes de l'Oligocène des environs de Manosque (Alpes de Haute-Provence). – *Géol. méditerran.*, **5** (2): 281-290, 1 Tab., 2 Taf.; Marseille.
- , (1988): Les Cyprinodontiformes (poissons téléostéens) oligocènes de Ronzon, le Puy-en-Velay (Haute-Loire): Anatomie et signification paléocéologique. – *Geobios*, **21** (6): 773-785, 12 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Lyon.
- , (1989a): L'ichthyofaune stampienne des environs de Chartres-de-Bretagne, près de Rennes (Ille-et-Vilaine): un réexamen. – *Géol. France*, **1-2**: 41-54, 6 Abb., 2 Taf.; Paris.
- , (1989b): Poissons téléostéens, bathymétrie et paléogéographie du Messinien d'Espagne méridionale. – *Bull. Soc. géol. France*, **8** (6): 1161-1167, 3 Abb., 1 Tab.; Paris.
- , (1992): Présence des genres *Dapaloides* GAUDANT et *Dapalis* GISTEL (poissons téléostéens, Percoidei) dans l'Oligo-Miocène lacustre de la Limagne bourbonnaise. – *Bull. Mus. nat. Hist. natur.*, (4, 14), C (3-4): 289-300, 6 Abb.; Paris.
- , (1993): Nouvelles recherches sur l'ichthyofaune oligo-miocène du Puy de Mur (Puy-de-Dôme). – *Géol. de la France*, **4**: 25-37, 6 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Paris.
- GAUDANT, J., LOISEAU, J., OTT D'ESTEVOU, PH. (1994): Découverte d'une frayère fossile de poissons téléostéens dans le Messinien des environs de Campos del Rio (Province de Murcia, Espagne). – *Rev. españ. Palaeont.*, **9** (1): 37-50, 6 Abb., 2 Taf.; Madrid.

- HAQ, B. U., HARDENBOL, J. & VAIL, P. R. (1987): Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. – *Science*, **235**: 1156-1167, 5 Abb.; New York.
- LEE, D. S., GILBERT, C. R., HOCUTT, C. H., JENKINS, R. E., MC ALLISTER, D. E. & STAUFFER, J. R. (1980): Atlas of North American Freshwater Fishes, 867 S., zahlr. Abb.; Raleigh, North Carolina.
- MARTINI, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton Zonation. – Proc. II. Plankton. Conf., Roma 1970, 2: 739-785, 6 Tab., 4 Taf.; Roma.
- (1978): Massenvorkommen von Nannoplankton in den Cerithien-Schichten des Mainzer Beckens und des Oberrheingrabens (Ober-Oligozän). – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **7**: 155-169, 2 Abb., 2 Taf.; Mainz.
- (1984): Eine neue *Mugil*-Art (Pisces) aus den Hydrobien-Schichten des Mainzer Beckens (Miozän). – *Senck. lethaea*, **65** (1/3): 225-230, 4 Abb.; Frankfurt am Main.
- (1990): The Rhinegraben system, a connection between northern and southern seas in the European Tertiary. – *Veröff. Übersee-Mus.*, **A10**: 83-98, 7 Fig. auf S. 208-211; Bremen.
- MOJON, P.-O., ENGESSER, B., BERGER, J.-P., BUCHER, H. & WEIDMANN, M. (1985): Sur l'âge de la Molasse d'Eau douce inférieure de Boudry NE. – *Eclogae geol. Helv.*, **78** (3): 631-667, 18 Abb., 4 Tab.; Basel.
- NELSON, J. S. (1994): Fishes of the world. – 3. Aufl., S. 1-600, zahlr. Abb., New York (John Wiley & Sons).
- NOLF, D. & CAPPETTA, H. (1980): Les otolithes de téléostéens du Miocène de Montpeyroux (Hérault, France). – *Palaeovertebrata*, **10** (1): 1-28, 1 Abb., 4 Taf., Montpellier.
- REICHENBACHER, B. & WEIDMANN, M. (1992): Fisch-Otolithen aus der oligo-/miozänen Molasse der West-Schweiz und der Haute-Savoie (Frankreich). – *Stuttgarter Beitr. Naturkde.*, (B) **184**: 1-83, 9 Abb., 1 Tab., 8 Taf.; Stuttgart.
- ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. – *Slg. Geol. Führer*, **79**: 203 S., 21 Abb., 3 Tab., 47 Taf.; Berlin-Stuttgart (Gebrüder Borntraeger).
- RÜCKERT-ÜLKÜMEN, N. (1992): Zur Stratigraphie, Palökologie und Otolithenfauna der Braunkohlenschichten (Oligo-Miozän) von Küçük Doganca Köyü bei Kesan (Thrakien, Türkei). – *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, **32**: 93-114, 3 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; München.
- SCHÄFER, P. (1988): Mikropaläontologisch-feinstratigraphischer Vergleich des Profils Straßeneinschnitt Mainz-Weisenau mit drei Profilen aus dem Steinbruch Oppenheim/Nierstein (Kalktertiär Mainzer Becken, Oberoligozän-Untermiozän). – *Geol. Jb.*, **A 110**: 277-287, 1 Abb.; Hannover.
- SCHMIDT-KITTLER, N. (1987): European reference levels and correlation tables. – *Münchener geowiss. Abh.*, **A**, **10**: 13-19, 2 Taf.; München.
- SCHWARZHANS, W. W. (1994): Die Fisch-Otolithen aus dem Oberoligozän der Niederrheinischen Bucht. Systematik, Palökologie, Paläobiogeographie, Biostratigraphie und Otolithen-Zonierung. – *Geol. Jb.*, **A**, **140**: 3-248, 541 Abb.; Hannover.
- SMITH, M. M. & HEEMSTRA, P. C. (Eds.) (1986): *Smiths' Sea Fishes*. – 1047 S., zahlr. Abb.; Berlin (Springer).
- STEININGER, F., RÖGL, F. & MARTINI, E. (1976): Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys/Middle Europe. – *Newsl. Stratigr.*, **4**: 174-202, 3 Abb., 1 Tab.; Berlin-Stuttgart.
- STEURBAUT, E. (1978): Otolithes de téléostéens de quelques formations continentales d'âge Aquitanien du Midi de la France. – *Bull. Soc. belge*, **87** (3): 179-188, 1 Taf.; Bruxelles.
- (1980): Deux nouveaux gisements à otolithes de téléostéens, dont une espèce nouvelle, dans l'Aquitainien continental du midi de la France. – *Geobios*, **13** (1): 111-114, 4 Abb., 2 Tab.; Lyon.

- STEURBAUT, E. (1984): Les otolithes de téléostéens de l'Oligo-Miocène d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France). – *Palaeontographica*, A, **186** (1-6): 1-162, 15 Abb., 16 Tab., 38 Taf.; Stuttgart.
- VILLWOCK, W. (1977): Das Genus *Aphanius* NARDO, 1827. – Dt. Killifisch Gemeinsh., J., **9** (11): 165-185, 12 Abb.; Köln.
- WEILER, W. (1972): Fische. – In: DOEBL, F. et al.: Ein „Aquitan“-Profil von Mainz-Weisenau (Tertiär, Mainzer Becken). Mikrofaunistische, sedimentpetrographische und geochemische Untersuchungen zu seiner Gliederung. – *Geol. Jb.*, A, **5**: 75-81, Taf. 15; Hannover.
- WHITEHEAD, P. J. P., BAUCHOT, M.-L., HUREAU, J.-C., NIELSEN, J. & TORTONESE, E. (1986): Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, I-III: 7-1473, zahlr. Abb.; Bungay (The Chaucer Press).

Bei der Tübinger Schriftleitung eingegangen am 12. April 1996.
Zum Druck angenommen am 3. Juni 1996.

Anschrift der Verfasserin:

Dr. BETTINA REICHENBACHER, Geologisches Institut der Universität Karlsruhe, Pf. 6980,
D-76128 Karlsruhe.