

Bestandsaufnahme der Teleosteer-Otolithen im „prä-aquitänen“ Tertiär des Mainzer Beckens

JÜRGEN A. BOY

Kurzfassung: Die vorliegende Aufstellung umfaßt 60 Arten, die überwiegend aus dem Unteren Meeressand stammen. Darunter sind 18 Arten, die im Mainzer Becken erstmals nachgewiesen werden. Die ökologische Differenzierung der mitteloligozänen Otolithenfaunen, die als überwiegend autochthon angesehen werden, wird in knapper Form diskutiert. Biogeographisch werden provisorisch drei Gruppen unterschieden.

Abstract: A list of 60 species is given. Most of the species are from the Unterer Meeressand and 18 species are new for the Mainz basin. The Middle Oligocene otolith associations seem to be mainly autochthonous. Their biostratigraphical, paleoecological and paleobiographical implications are discussed.

1. Einleitung

Otolithen aus dem „prä-aquitänen“ Tertiär des Mainzer Beckens gehören zu dem klassischen Original-Material der ersten, für lange Zeit richtungsweisenden Otolithen-Monographien von KOKEN (1884, 1891). Weitere Untersuchungen folgten über einen längeren Zeitraum durch WEILER (1922, 1928, 1930, 1942, 1963, 1973) und SCHWARZHANS & WEILER (1971); eine Auflistung gab ZILCH (1965). Diese Arbeiten behandelten in erster Linie Material aus dem Unteren Meeressand. Weiteres Material wurde, allerdings nur in Fundortlisten, durch KUSTER-WENDENBURG (1974) und NEUFFER & ROTHAUSEN & SONNE (1978) aus dem Unteren Meeressand sowie durch HARTKOPF (1979) aus dem Schleichsand gemeldet.

Die in den siebziger Jahren einsetzenden, auf Vergleichsuntersuchungen an rezentem Material basierenden, modernen Revisionen ließen leider das Mainzer-Becken-Material bis auf wenige Ausnahmen (GAEMERS & HINSBERGH 1978; GAEMERS 1981) unberücksichtigt. Das ist um so bedauerlicher, als infolge systematischer Aufsammlungen neben den „klassischen“ Arten nun auch zahlreiche, noch unbeschriebene Taxa vorliegen.

Die nachstehende Übersicht ist infolgedessen sehr heterogen, d. h. in manchen Fällen nomenklatorisch veraltet und bei den Neunachweisen sehr provisorischer Natur. Hervorzuheben ist trotz der vielen neuen Aufsammlungen die starke Lückenhaftigkeit der Dokumentation. Sie ist lediglich für den Unteren Meeressand nicht mehr so groß, für den Rupelton und die übrigen Schichten aber riesig. Hier wären gezielte Aufsammlungen dringend notwendig. Für die nachfolgende Auflistung wurden neben der Literatur die Neuaufsammlungen des Geowissenschaftlichen Institutes Mainz sowie der Herren DEDERER (Mainz), GRÜLL (Museum Alzey) und KNÖRZER (Mainz) ausgewertet. Diesen Herren sei für ihre Hilfe herzlich gedankt. Besonderen Dank schulde ich Herrn GAEMERS (Leiden) für zahlreiche Hinweise.

2. Systematische Übersicht

2.1. Clupeiformes

Etrumeus aff. *jansseni* STEURBAUT, 1982

1974 *Clupea sardinites*. – KUSTER-WENDENBURG, Geol. Jb., A 22, Tab. 5.

Diese Form stimmt recht gut mit *Etrumeus jansseni* aus dem Burdigalium der Aquitaine überein (STEURBAUT 1982). Leichte Unterschiede zeigen sich in der stärker konvexen Außenseite, dem weniger stark eingebuchteten Anteroventralrand und dem manchmal etwas stärkeren Antirostrum.

Clupeidarum sardinites (HECKEL, 1849)

1942 *Clupea sardinites*. – WEILER, Abh. Reichsamt Bodenforsch., N. F., 206, S. 14, Taf. 1, Fig. 1–3.

Clupeidarum n. sp., aff. *atuatucae* HINSBERGH, 1980

1974 *Clupea* aff. *testis*. – KUSTER-WENDENBURG, Geol. Jb., A 22, Tab. 10.

Diese Form ähnelt am stärksten der unteroligozänen Art *Clupeidarum atuatucae* (HINSBERGH 1980, S. 206), ist aber in einigen Merkmalen deutlich verschieden: Doppelt so groß, unterschiedliche Form des Dorsal- wie Ventralrandes, Ostium weniger deutlich abgesetzt. Wahrscheinlich liegt eine neue Art vor.

2.2. Elopiformes

Pterothrissus umbonatus (KOKEN, 1884)

1884 *Otolithus* (incertae sedis) *umbonatus*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., 36, S. 557.

1891 *Otolithus* (inc. sedis) *minor*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., 43, S. 135.

SCHWARZHANS (1981, S. 81) vereint vorläufig die Arten *Pterothrissus umbonatus* (KOKEN), *Pterothrissus minor* (KOKEN) und *Pterothrissus robustus* (KOKEN).

Pterothrissidarum sp.

1979 *Pterothrissidarum* sp. – HARTKOPF, Mitt. Pollichia, 67, S. 60.

2.3. Anguilliformes

Congridarum trapezioides GAEMERS & HINSBERGH, 1978

Diese bisher nur mit drei Exemplaren aus dem holländischen Mitteloligozän bekannte Art wird nun auch mit drei weiteren Exemplaren im Unteren Meeressand nachgewiesen.

2.4. Siluriformes

Arius germanicus KOKEN, 1891

1891 *Otolithus* (*Arius*) *germanicus*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., 43, S. 81, Abb. 1, Taf. 1, Fig. 3–3b.

Arius vangionis KOKEN, 1891

1891 *Otolithus* (*Arius*) *Vangionis*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., 43, S. 81, Taf. 6, Fig. 4 u. 4a.

2.5. Salmoniformes

Argentina parvula (KOKEN, 1891)

? 1930 *Berycidarum parvulus*. – WEILER, Notizbl. Ver. Erdkd. hess. geol. Landesanst. Darmstadt, 5, S. 107, Taf. 6, Fig. 9 und 10.

Das einzige bisher publizierte Exemplar stammt von Offenbach (nach WEILER 1930: aus dem Schleichsand, nach WEILER 1942: aus dem Rupelton). Es ist in seinem Umriß sehr untypisch für *Argentina parvula* (KOKEN); ungewöhnlich ist auch die in Fig. 10 ange-deutete Ventrallinie. Entweder ist dieses Exemplar stark korrodiert und gehört zu *Argen-tina parvula* oder es ist einer anderen Art zuzuordnen; zu denken wäre etwa an *Zaphotias cyclomorphus* (WEILER) (GAEMERS & HINSBERGH 1978, S. 11). Unterdessen liegen auch ein-deutige *Argentina parvula*-Otolithen aus dem Unteren Meeressand vor.

Palaeumbra moguntina WEILER, 1973

1973 *Palaeumbra moguntina*. – WEILER, *Senckenbergiana lethaea*, **53**, S. 456, Abb. 1 u. 2.

2.6. Gadiformes

Palaeoranceps latisulcatus (KOKEN, 1884)

1884 *Otolithus* (*Gadidarum*) *planus*. – KOKEN, *Z. deutsch. geol. Ges.*, **36**, S. 545.

1891 *Otolithus* (*Ranceps*) *latisulcatus*, var. γ , δ , ϵ . – KOKEN, *Z. deutsch. geol. Ges.* **43**, S. 88, Taf. 3, Fig. 2 u. 2 a.

1981 *Palaeoranceps latisulcatus*. – GAEMERS, *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.*, **18**, S. 114.

Palaeogadus emarginatus (KOKEN, 1884)

1891 *Otolithus* (*Merluccius*) *emarginatus*. – KOKEN, *Z. deutsch. geol. Ges.*, **43**, S. 84.

Palaeogadus sp.

Ein leider stark korrodierter Otolith aus dem Unteren Meeressand vom Zeilstück läßt sich keiner Art eindeutig zuweisen.

Colliolus parvus GAEMERS, 1976

Die Art läßt sich bisher nur mit einem Exemplar aus dem Unteren Meeressand von der Trift nachweisen.

Gaidropsarus bergensis (GAEMERS, 1972)

1974 *Onos bergensis*. – KUSTER-WENDENBURG, *Geol. Jb.*, **A 22**, Tab. 5.

Trisopterus elegans (KOKEN, 1884)

1891 *Otolithus* (*Gadus*) *elegans*. – KOKEN, *Z. deutsch. geol. Ges.*, **43**, S. 93.

Ein Exemplar aus dem Unteren Meeressand von Waldböckelheim zeigt Anklänge an *Trisopterus kasselensis* SCHWARZHANS. Nach SCHWARZHANS (1974, S. 101) beginnt die Differen-zierung des oberoligozänen *Trisopterus kasselensis* bereits im Mitteloligozän.

Gadidarum lanceolatus (WEILER, 1922)

1922 *Cepola lanceolata*. – WEILER, *Abh. hess. geol. Landesanst. Darmstadt*, **6**, S. 78, Taf. 1, Fig. 2 u. 3.

2.7. Beloniformes

Hyporhamphidarum n. sp.

Eine noch unbeschriebene Art dieser Familie hat GAEMERS (schriftl. Mitt. 1983) im Un-teren Meeressand des Zeilstücks nachgewiesen. Eine zweite, möglicherweise auch zu die-ser Familie gehörende Art liegt aus dem Unteren Meeressand von Eckelsheim vor.

2.8. Cyprinodontiformes

Cyprinodontidarum *symmetricus* WEILER, 1963

1963 *Otol.* (Cyprinodontidarum) *symmetricus*. – WEILER, Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., **504**, S. 14, Abb. 23–26.

2.9. Beryciformes

Gephyroberyx ostiolatus (KOKEN, 1891)

1891 *Otolithus* (*Hoplostethus*) *ostiolatus*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 116, Taf. 9, Fig. 4, 4 a, 5.

Trachichthodes aff. *subrotundus* (KOKEN, 1884), Form A

Trachichthodes aff. *subrotundus* (KOKEN, 1884), Form B

1922 *Monocentris* cfr. *subrotundus*. – WEILER, Abh. hess. geol. Landesanst. Darmstadt, **6**, S. 106, Taf. 2, Fig. 18 u. 19.

SCHWARZHANS (1980, S. 103) faßt die aus dem Unteroligozän des Nordseebeckens beschriebenen Arten *Monocentris subrotundus* (KOKEN, 1884) und *Hoplostethus ingens* (KOKEN, 1884) als ontogenetisch verschiedene Stadien einer Art *Trachichthodes subrotundus* (KOKEN) zusammen. Im Unteren Meeressand treten zwei Formen auf, die unabhängig von ihrer Größe merklich verschieden sind. Form A stimmt mit Ausnahme der Kerbung des Mediodorsalrandes gut mit dem Holotypus des „*Monocentris subrotundus*“ überein. Form B unterscheidet sich u. a. in der Wölbung der Innenseite, der Kerbung des Dorsalrandes, der kräftigeren Crista superior und in der Ausbildung des Ventralrandes von Ostium und Cauda.

Polymixia neglecta (KOKEN, 1891)

1891 *Otolithus* (Berycidarum) *neglectus*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 123.

Weileria insignis (KOKEN, 1891)

1891 *Otolithus* (Sciaenidarum) *insignis*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 112, Taf. 10, Fig. 11.

2.10. Ophidiiformes

Ogilbia aff. *dispar* (KOKEN, 1891)

? 1922 Pleuronectidarum *acuminatus*, partim. – WEILER, Abh. hess. geol. Landesanst. Darmstadt, **6**, S. 74 u. 106.

1942 *Otolithus* (Ophidiidarum) *occultus*, partim. – WEILER, Abh. Reichsanst. Bodenforsch., N. F., **206**, Taf. 6, Fig. 22.

1974 *Bauzaia occulta*. – KUSTER-WENDENBURG, Geol. Jb., **A 22**, Tab. 10.

1979 „*Ogilbia*“ sp. – HARTKOPF, Mitt. Pollichia, **67**, S. 61.

Ogilbia dispar (KOKEN) wurde zuerst von Frankfurt (nach KOKEN 1891: aus dem Cyrenenmergel, nach WEILER 1942: aus dem Aquitanium) beschrieben. Der Holotypus ist leider verlorengegangen. Im Unteren Meeressand ist eine ähnliche Form recht häufig, die sich im Umriß deutlich vom Holotypus unterscheidet. Aus dem Schleissand liegen einige Exemplare vor, die dem Holotypus stärker ähneln.

Bythitidarum n. sp., aff. *Paradiplacanthopoma hybrida* (KOKEN, 1891)

Aus dem Unteren Meeressand liegen mehr als zehn Exemplare vor, die sich in ihrem Umriß und in der Differenzierung des Sulcus deutlich von der nächstähnlichen Art *Paradiplacanthopoma hybrida* (KOKEN) (SCHWARZHANS 1981, S. 102) unterscheiden.

Oligopus occultus (KOKEN, 1891)

1891 *Otolithus* (Ophidiidarum) *occultus*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges. **43**, S. 104, Taf. 6, Fig. 1 u. 1a.

Bythitidarum sp., aff. *Oligopus occultus* (KOKEN, 1891)

Aus dem Unteren Meeressand liegen zwei große Otolithen vor, die sich in ihrem schlankeren Umriß und der geringeren Kerbung des Dorsalrandes vom Typusmaterial unterscheiden.

? *Spectrunculus difformis* (KOKEN, 1884)

1965 *Otolithus* (Ophidiidarum) *joachimicus*. – ZILCH, Senckenbergiana lethaea, **46a**, S. 471

„*Hoplobrotula acutangula*“ (KOKEN, 1884)

GAEMERS & HINSBERGH (1978, S. 26) beschreiben aus dem Mittelligozän der Niederlande unter dem Namen *Hoplobrotula acutangula* (KOKEN) eine Form, die mit zwei Exemplaren aus dem Unteren Meeressand sehr gut übereinstimmt. Nach NOLF (1980, S. 110) und SCHWARZHANS (1981, S. 112) ist diese Art aber wegen unzulänglicher Erhaltung des Holotypus invalide.

2.11. Scorpaeniformes

Agonus primas KOKEN, 1891

1891 *Otolithus* (? *Agonus*) *primas*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 131.

? *Trigla arambourgi* WEILER, 1928

? 1922 *Trigla rhombica*. – WEILER, Abh. hess. geol. Landesanst. Darmstadt, **6**, S. 77, Taf. 1, Fig. 4.

1971 *Trigla arambourgi* ? – SCHWARZHANS & WEILER, Senckenbergiana lethaea, **52**, S. 531, Abb. 1 u. 2.

Scorpaeniformorum ellipticus (KOKEN, 1884)

1891 *Otolithus* (*Trigla*) *ellipticus*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 130, Abb. 21

2.12. Perciformes

2.12.1. Trachinoidei

? *Trachinus biscissus* KOKEN, 1884

1922 *Trachinus mutabilis*. – WEILER, Abh. hess. geol. Landesanst. Darmstadt, **6**, S. 76 u. 107.

1978 *Trachinus biscissus*. – NEUFFER & ROTHAUSEN & SONNE, Mainzer geowiss. Mitt., **6**, Tab. 2.

Trachinus aff. *verus* KOKEN, 1891

non 1891 *Otolithus* (*Trachinus*) *verus*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 113, Taf. 10, Fig. 13 u. 14 (fälschlicherweise von Waldböckelheim angegeben, stammt aber von Kassel).

1974 *Trachinus verus*. – KUSTER-WENDENBURG, Geol. Jb., **A 22**, Tab. 5.

Nach SCHWARZHANS (1973, S. 36) nehmen die mittelligozänen Formen eine Zwischenstellung zwischen *Trachinus gaemersi* SCHWARZHANS und *Trachinus verus* KOKEN ein und gehören eventuell einer eigenen Art an.

2.12.2. Percoidei

Dapalis geron (KOKEN, 1891)

1891 *Otolithus* (Berycidarum) *geron*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 120.

Dapalis sp.

Im Unteren Meeressand von Waldböckelheim (Welschberg) wurde der von KOKEN (1891) angegebene *Dapalis geron* nie mehr nachgewiesen. Stattdessen liegt ein eventuell juveniler, im Umriß sehr rundlicher Otolith mit ausgesprochen supramedianer Sulcus-Lage vor, der sicherlich verschieden von *Dapalis geron* ist.

Neoscombrops sp.

Es liegt lediglich ein kleines Exemplar aus dem Unteren Meeressand vor, das dem unteroligozänen *Neoscombrops ordinatus* (БРЗОВОХАТУ, 1967) recht ähnlich ist, jedoch in der stärkeren Ausprägung des mediodorsalen und des postdorsalen Ecks sowie in dem merklich kürzeren Rostrum deutlich abweicht.

Sillaginidarum hassovicus (KOKEN, 1891)

1891 *Otolithus* (inc. sedis) *hassovicus*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 138, Taf. 10, Fig. 15.

Morone aff. *limburgensis* (POSTHUMUS, 1932)

Es liegen drei Exemplare aus dem Unteren Meeressand vor, die sich trotz mancher Übereinstimmung in einigen Merkmalen von dem oberoligozänen *Morone limburgensis* (POSTHUMUS) unterscheiden: Das Ostium buchtet dorsal nicht so stark aus, und die Area ist schwächer entwickelt.

Morone sp.

1979 *Morone* sp. – HARTKOPF, Mitt. Pollichia, **67**, S. 60.

Allomorone varians (KOKEN, 1884)

1884 *Otolithus* (Percidarum s. str.) *varians*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **36**, S. 549, ? Taf. II, Fig. 10.

Paralabrax splendens GAEMERS & HINSBERGH, 1978

1974 *Otol.* cf. (Serranidarum) *elongatus*. – KUSTER-WENDENBURG, Geol. Jb., **A 22**, Tab. 10.

Diese bisher nur aus dem Mitteloligozän der Niederlande bekannte Art liegt nun mit drei adulten Exemplaren, die gut mit dem Typusmaterial übereinstimmen, aus dem Unteren Meeressand vor.

Paralabrax aff. *splendens* GAEMERS & HINSBERGH, 1978

Vier kleinere Exemplare aus dem Unteren Meeressand lassen sich, trotz vieler Übereinstimmungen, nicht mit den Juvenilformen des holländischen *Paralabrax splendens* GAEMERS & HINSBERGH vergleichen. Sie heben sich deutlich durch das Fehlen des postdorsalen Ecks und der Crista inferior sowie durch die hinten nicht erweiterte Cauda ab.

Serranus aff. *noetlingi* KOKEN, 1891

1974 *Otol.* (Serranidarum) ? n. sp. – KUSTER-WENDENBURG, Geol. Jb., **A 22**, Tab. 5.

1978 *Serranus noetlingi*. – NEUFFER & ROTHAUSEN & SONNE, Mainzer geowiss. Mitt., **6**, Tab. 2.

Diese im Unteren Meeressand recht häufige Art unterscheidet sich merklich von dem oberoligozänen *Serranus noetlingi* KOKEN: Der Verlauf des Dorsalrandes und die tiefere Excisura ostii erinnern sehr an *Serranus krefeldensis* SCHWARZHANS. Die Skulptur des Dorsal- und Ventralrandes ist aber typisch für *Serranus noetlingi* KOKEN. Möglicherweise ist die vorliegende Form der gemeinsamen Elternart von *Serranus noetlingi* und *Serranus krefeldensis* noch recht ähnlich.

Serranus cf. krefeldensis SCHWARZHANS, 1974

Von dieser Art liegen bisher nur drei Exemplare vor, die alle im vorderen Bereich beschädigt sind. Sie verkörpern die Vorläuferform des oberoligozänen *Serranus krefeldensis* SCHWARZHANS, von dem sie sich lediglich in der schwächeren Skulptur des Ventralrandes unterscheiden.

Serranus aff. krefeldensis SCHWARZHANS, 1974

Es liegt nur ein sehr gut erhaltenes Exemplar aus dem Unteren Meeressand vor. Es unterscheidet sich von *Serranus krefeldensis* SCHWARZHANS durch die stärkere konvex-konkave Wölbung in der Längsachse und durch den vorne schwächer ansteigenden Ventralrand.

Kuhlia tenuicauda (SCHWARZHANS, 1974)

Diese Art wurde bisher nur mit zwei sehr kleinen Exemplaren (L = 2,9 mm) aus dem Chattium A des Niederrheingebietes beschrieben (SCHWARZHANS 1974, S. 125). Aus dem Unteren Meeressand liegen nun zehn Exemplare vor, von denen das kleinste 3,9 mm in der Länge mißt. Dieses stimmt völlig mit dem etwas kleineren Typus-Exemplar, das wahrscheinlich juvenil ist, überein. Im vorliegenden Material erreichen die Exemplare eine Länge von maximal 7,1 mm. Auch sind deutliche allometrische Veränderungen zu erkennen: Mit zunehmendem Alter wachsen die Otolithen sehr stark in die Länge. Ihr Dorsalrand verflacht und verliert das mediodorsale Eck, während sich das postdorsale Eck stärker entwickelt. Die Cauda verliert die hintere Verjüngung, und eine feine Ventrallinie prägt sich aus.

Dentex kokeni GAEMERS & HINSBERGH, 1978

1891 *Otolithus* (Sparidarum) *gregarius*, partim. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 128, Abb. 18 u. 20.

1978 *Dentex kokeni*. – GAEMERS & HINSBERGH, Scripta Geol., **46**, S. 29, Taf. 12, Fig. 1–3.

Pagrus distinctus (KOKEN, 1891)

1891 *Otolithus* (*Serranus*) *distinctus*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 125, Taf. 10, Fig. 2.

Sparidarum gregarius KOKEN, 1891

1891 *Otolithus* (Sparidarum) *gregarius*, partim. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 128, Abb. 19.

Sparidarum plebejus (KOKEN, 1891)

1891 *Otolithus* (Percidarum) *plebejus*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 126, Taf. 10, Fig. 1.

Trachurus sp.

1979 *Trachurus* sp. – HARTKOPF, Mitt. Pollichia, **67**, S. 60.

Umbrina gibberula (KOKEN, 1884)

1891 *Otolithus* (*Corvina*) *gibberulus*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. III

2.12.3. Blenniodei

Blenniidarum cf. *minisculus* (NOLF, 1977)

Es liegt nur ein winziges Exemplar aus dem Unteren Meeressand vor, das am Vorderende etwas beschädigt ist, aber sonst alle typischen Merkmale der Art zeigt.

2.12.4. Scombroidei

Scombridarum sp.

Aus dem Unteren Meeressand liegen zwei sicherlich verschiedene Arten mit jeweils zwei Exemplaren, deren Vorderende stets abgebrochen ist, vor. Sie zeigen im Umriß und in der Ausbildung der Cauda die sehr auffallenden Merkmale der Familie Scombridae.

2.13. Pleuronectiformes

? *Citharus rhenanus* (KOKEN, 1891)

1891 *Otolithus* (? *Rhombus*) *rhenanus*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 107, Taf. 5, Fig. 11

2.14. Teleostei incertae sedis

inc. sed. *crassus* WEILER, 1963

1963 *Otol.* (inc. sedis) *crassus*. – WEILER, Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., **504**, S. 15, Abb. 28 a, b u. 29.

inc. sed. *elongatus* (WEILER, 1942)

1942 *Otolithus* (Percidarum) *elongatus*. – WEILER, Abh. Reichsamt Bodenforsch., N. F., **206**, S. 40, Taf. 1, Fig. 66.

inc. sed. *thynnoides* (KOKEN, 1891)

1891 *Otolithus* (Scombridarum) *thynnoides*. – KOKEN, Z. deutsch. geol. Ges., **43**, S. 130, Taf. 10, Fig. 10.

3. Biostratigraphie

Infolge vieler noch ausstehender und am rezenten Material zu orientierender Revisionen lassen sich bisher die wenigsten Otolithengruppen biostratigraphisch auswerten. Zur Zeit liegt lediglich eine detaillierte Zonen-Gliederung, basierend auf den Gadiden-Otolithen, von GAEMERS (1978) vor. Für Vergleichszwecke eignet sich allein von der Materialfülle her nur die Fauna des Unteren Meeressandes. Das Mitteloligozän wird von GAEMERS (1978, Tab. 1) in drei Zonen untergliedert: Zone 2 = *Colliolus minutulus* Lineage-Zone, Zone 3 = *Colliolus parvus* Lineage-Zone, Zone 4 = *Colliolus* sp. 1 Lineage-Zone. Davon läßt sich im Mainzer Becken lediglich die Zone 3, die mittleres Rupelium charakterisiert, mit ihrer Leitart *Colliolus parvus* an der Trift bei Weinheim nachweisen. Die-

ser Befund stimmt gut mit den biostratigraphischen Aussagen anderer Fossilgruppen, z. B. der Pteropoden (KUSTER-WENDENBURG 1982, S. 122), die für die Trift ebenfalls mittleres Rupelium anzeigen, überein.

Andere reichhaltige Vorkommen, wie z. B. am Welschberg bei Waldböckelheim, an der Bellerkirche bei Eckelsheim oder am Zeilstück bei Weinheim, lassen sich mit Hilfe der Arten *Trisopterus elegans* und *Palaeoraniceps latisulcatus* als sicheres Rupelium einstufen, sind aber wegen des Fehlens der charakteristischen *Colliolus*-Arten keiner der o. a. Zonen zuzuordnen.

4. Biostratinomie

Die Erhaltung der Otolithen ist im Unteren Meeressand sehr unterschiedlich. Ein hoher Prozentsatz ist mehr oder weniger stark korrodiert. Diese Korrosion geht nur teilweise oder gar nicht auf Abnutzung infolge rollend-springenden Transportes, sondern in erster Linie auf spätdiagenetische Lösung zurück.

Mit großer Wahrscheinlichkeit sind die allermeisten Otolithen nicht über weitere Strecken transportiert worden. Nicht auszuschließen ist allerdings ein längerer Transport von im Wasser driftenden Fischleichen, die beim Stranden an bestimmten strömungsorientierten Küstenstreifen eine Massierung von Otolithen und Skelettelementen hervorrufen können. Dafür gibt es im Unteren Meeressand keine Anzeichen, wenn man von dem Vorkommen an der Neumühle bei Weinheim, in dem die Otolithen sekundär größtenteils aufgelöst sind, einmal absieht. Man kann also davon ausgehen, daß die Otolithen in den meisten Vorkommen des Unteren Meeressandes parautochthon vorliegen. Dafür sprechen z. B. der hohe Anteil an Otolithen juveniler Fische sowie die stark wechselnde Zusammensetzung der Otolithen-Faunen von Lokalität zu Lokalität. Auch allgemein hat sich – entgegen früheren Auffassungen (WEILER 1958) – in neuerer Zeit die Meinung durchgesetzt, daß die Otolithen zumindest der benthonischen Fische im wesentlichen am Lebensort zur Ablagerung kamen (SCHWARZHANS 1980, S. 177). In der Regel sind für die Entstehung der Otolithen-Lagerstätten keine besonderen Anreicherungsmechanismen notwendig. Die Häufigkeit der Otolithen hängt wohl, abgesehen von diagenetischen Faktoren, im wesentlichen von der Sedimentationsrate ab. So sind z. B. Vorkommen mit reicher Bryozoen-Führung, also zeitweilig geringer Sedimentation, stets auch reich an Otolithen (KNÖRZER, mündl. Mitt.).

Biostratinomisch besonders interessant ist das Vorkommen von Otolithen mit dazugehörigen Skelettresten in großen Naticiden-Gehäusen. Da die Skelettelemente nie vollständig sind, ist anzunehmen, daß die Fischleichen erst nach partiellem Zerfall in die großen Gehäuse eingeschwemmt wurden. Fischleichen zerfallen normalerweise nach längerem Aufenthalt im Wasser; dabei lösen sich aber auch sehr schnell die Otolithen aus dem Verband. Da die Otolithen hier noch vorhanden sind, ist möglicherweise mit raschem Zerfall infolge mechanischer Beanspruchung, z. B. durch stärkere Wasserbewegungen, zu rechnen. Überliefert sind auf diese Weise kleinwüchsige Fischarten (? *Trigla arambourgi*, s. SCHWARZHANS & WEILER 1972; *Serranus* aff. *noetlingi*) wie Jungfische (*Weileria insignis*, *Dentex kokeni*).

5. Palökologie

Bis heute beschränkt sich die palökologische Interpretation der fossilen Otolithen-Faunen weitgehend auf Analogieschlüsse zur rezenten Fauna. Die Gefahr von Fehlschlüssen ist verhältnismäßig groß, weil leicht eine Arten- oder Gattungsgruppe im Laufe der Evolution ihren Lebensraum gewechselt haben könnte. Sicherere Daten mit Hilfe funk-

tionsmorphologischer Rekonstruktionen erfordern umfangreiche Versuchsreihen am rezenten Material und werden deshalb noch lange auf sich warten lassen. Einzelne Daten sind außerdem über synökologische Beziehungen in den verschiedenen Fossilvorkommen, deren sedimentologische und taphonomische Rahmendaten einigermaßen bekannt sind, zu erlangen.

Nur die Otolithen-Faunen des Unteren Meeressandes eignen sich zur Zeit für solche Untersuchungen. Der Rupelton hat leider aus diagenetischen Gründen bisher nur wenige Otolithen geliefert. Aus dem, was vorliegt, ist immerhin zu ersehen: Alle im Rupelton nachgewiesenen Arten sind in dem viel besser dokumentierten Unteren Meeressand selten oder fehlen dort sogar. In Analogie zu den jeweiligen rezenten Verwandten handelt es sich um Bewohner des tiefen Sublitorals (*Pterothrissus*, *Argentina*, *Palaeogadus*, die Ophiidiiformes) oder des Epipelagials (*Clupeidarum sardinites*). Mit Ausnahme des aus Süden zugewanderten Clupeiden kommen diese Arten auch in den küstenfernen Ablagerungen des Nordseebeckens (Tone von Boom und von Winterswijk) vor. Für diese Vorkommen werden Wassertiefen von mehr als 50 m (Boom, NOLF 1977, S. 67) und 100 bis 200 m (Winterswijk, GAEMERS & HINSBERGH 1978, S. 42) vermutet.

Die Otolithen-Faunen des Unteren Meeressandes werden beherrscht von den Bewohnern des küstennahen, flachen Sublitorals (*Arius*, *Palaeoraniceps*, *Agonus*, *Trigla*, *Trachinus biscissus*) sowie von neritischen Fischen, die in Küstennähe leben (insbesondere *Gaidropsarus*, *Trisopterus*, *Morone*, *Allomorone*, *Dentex*, *Pagrus* und die übrigen Spariden). Interessant sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Meeressand-Lokalitäten. Sie äußern sich in Verschiebungen bei den dominierenden Faunenelementen und in dem Auftreten seltener, zugewanderter (oder eingedrifteter ?) Arten aus dem tiefen Sublitoral und Epipelagial. Ursachen für solche Differenzierungen könnten sein: Verschiedenheiten in Wassertiefe, Salinität, Nahrungsangebot, Lage zum offenen Meer. Von der Fundmenge vergleichbar sind nur die Lokalitäten Trift, Zeilstück, Eckelsheim, Wöllstein, Waldböckelheim (Welschberg) und Bretzenheim.

Für die dominierenden Faunenelemente gilt: Es gibt zum einen „Allerweltsformen“, nämlich *Arius* und *Sparidarum plebejus*, mit Einschränkungen auch *Agonus* und *Allomorone*. Zum anderen treten von Lokalität zu Lokalität wechselnd verschiedene Arten auf, die unter Umständen einzelne Lokalitäten charakterisieren können.

Am stärksten fällt das Vorkommen an der Trift aus dem Rahmen. Dort dominieren neben den „Allerweltsformen“ die beiden Arten *Serranus* aff. *noetlingi* und *Trachinus* aff. *verus*. Beide sind in den anderen Lokalitäten selten (*Serranus* aff. *noetlingi* ist nur in Eckelsheim relativ häufig) oder fehlen dort gar. Interessanterweise verkörpern sie die Vorläuferformen typischer Oberoligozän-Arten. Über jene ist bekannt (nach SCHWARZHANS 1974, S. 126–129): *Serranus noetlingi* kommt in den relativ küstennahen Vorkommen am Niederrhein vor, gilt aber als stärker pelagische Form. *Trachinus verus* fehlt am Niederrhein und tritt nur in den relativ küstennahen Vorkommen von Kassel auf. Wahrscheinlich sind die beiden an der Trift häufigen Arten keine Bewohner des ausgesprochen küstennahen Flachwassers.

Unter den seltenen Faunenelementen fallen auf: Der aus dem Epipelagial zum Laiichen (?) eingewanderte (oder eingedriftete ?) heringsartige *Etrumeus*; der neritische, eher küstenferne als Küstennähe bevorzugende *Colliolus* (MÜLLER 1983, S. 89); der bisher nur aus dem tiefen Sublitoral (Tone von Boom und Winterswijk) bekannte Blenniide. Diese Daten stimmen gut überein mit den Vermutungen von KUSTER-WENDENBURG (1974, S. 45), daß das Vorkommen an der Trift etwa im Übergangsbereich vom flachen zum tiefen Sublitoral anzusiedeln ist. Die übrigen Lokalitäten, die wohl alle dem flachen Sublitoral entstammen, lassen sich in zwei Gruppen aufteilen:

- Lokalitäten, in denen Gadiden (in erster Linie *Palaeoraniceps*) zu den dominierenden Faunenelementen gehören. Hierzu zähle ich als besonders typisch das Zeilstück und weniger typisch Waldböckelheim (Welschberg). Am Zeilstück dominiert *Palaeoraniceps* ganz eindeutig, und häufig ist auch *Gaidropsarus*. Am Welschberg ist neben *Palaeoraniceps* noch der Ophiidiide *Ogilbia* häufig, während *Gaidropsarus* fehlt. Unter den seltenen Elementen treten am Zeilstück äußerst selten, am Welschberg dagegen vielfältiger Zuwanderer aus dem tiefen Sublitoral und Epipelagial auf: *Palaeogadus* und *Bythitidarum* aff. *hybridus* sowie nur am Welschberg *Dapalis*, *Citharus* und ein Clupeide.

Worauf die oben angeführten Übereinstimmungen zurückzuführen sind, ist schwer abzuschätzen. Als Gemeinsamkeit beider Lokalitäten fällt auf, daß sie am Ende zweier unterschiedlich gestalteter Meeresbuchten liegen. Bewirkte diese Lage einen gewissen Schutz gegen stärkere Wellenbewegungen? Wohl kaum gegen den gezeitenbedingten Wellengang, dagegen aber wohl gegen den windbedingten Wellengang. Die primären Ursachen sind wohl am ehesten in dem von Morphologie und Aufbau des Meeresbodens abhängigen Nahrungsangebot zu suchen. Leider fehlen aber dazu Vergleichsuntersuchungen. Die Unterschiede zwischen beiden Lokalitäten beruhen möglicherweise darauf, daß die Meeresbucht bei Waldböckelheim verhältnismäßig tief eingeschnitten war, so daß Einwanderer aus tieferen Wasserzonen hierher vordringen konnten, während die am Zeilstück sehr verflachende Weinheimer Bucht für diese Fische wenig attraktiv war.

- Lokalitäten mit stärkerem Vorherrschen der Spariden (*Dentex*, *Pagrus* u. a.), unter denen es ja viele Nahrungsspezialisten gibt. Hierzu zähle ich Eckelsheim, Wöllstein und Bretzenheim. Dort ist *Palaeoraniceps* sehr selten, und *Gaidropsarus* kommt nur in Eckelsheim vor.

Die Lokalität von Eckelsheim hebt sich durch ihren ungewöhnlichen Artenreichtum besonders hervor; sicherlich, weil relativ viele, verschieden entstandene und unterschiedliche ökologische Lokalbedingungen repräsentierende Horizonte untersucht wurden. Das Vorkommen von *Ogilbia* unter den häufigen Arten deutet Querverbindungen nach Waldböckelheim an. Ähnliche Beziehungen ergeben sich durch die Übereinstimmung mit folgenden aus dem tieferen Wasser stammenden Formen: Clupeidarum aff. *atuatucae*, Bythitidarum aff. *hybridus*, *Paralabrax* (bisher nur aus der küstenfernen Fazies von Winterswijk bekannt). Daneben sind aber in Eckelsheim noch weitere Bewohner des tieferen Wassers vertreten: *Argentina*, Bythitidarum aff. *occultus* und der Congride (bisher nur von Winterswijk bekannt). Ähnlich wie bei Waldböckelheim war bei Eckelsheim das Relief des Meeresbodens sehr steil (HARTKOPF, mündl. Mitt.), so daß die in dichter Nähe zur Küste lebenden Bewohner des tieferen Sublitorals hier besonders reichhaltig repräsentiert sind. Andererseits war die Erosionsenergie hier besonders hoch.

In Wöllstein ist die Artenzahl weit geringer; selektive, spät-diagenetische Lösung hat eventuell einen Verlust vieler kleiner Otolithen bewirkt. Hier fällt das starke Vorherrschen der ansonsten seltenen (Welschberg) bis fehlenden *Weileria* auf. Unter den seltenen Elementen ist der sonst verbreitete *Trachichthodes*, Form B, durch Form A ersetzt. Nach HARTKOPF (mündl. Mitt.) war bei dieser Lokalität die Reliefenergie geringer und der Bereich des tiefen Sublitorals weiter entfernt als bei Eckelsheim. Damit läßt sich zumindest das Fehlen der Zuwanderer aus dem tieferen Wasser gut erklären.

Die Lokalität Bretzenheim ist ungewöhnlich artenarm und enthält ebenfalls keine Zuwanderer aus tieferen Wasserzonen. Hier müssen die Lebensbedingungen für die Fischwelt verhältnismäßig ungünstig gewesen sein. Die Ursachen könnten unterschiedlicher Natur sein (eventuell geringere Salinität?). Die Otolithen liefern uns dafür leider keine Hinweise.

Tab. 2: Liste der Otolithen-führenden Fundorte.

M	Unterer Meeressand	R	H
	1 Weinheim, Stbr. „An der Neumühle“	34 32 710	55 10 720
	2 Weinheim, Sdgr. „An der Würzmühle“	34 33 680	55 11 530
	3 Weinheim, Sdgr. „Auf der Trift“	34 33 160	55 11 880
	4 Weinheim, Sdgr. „Auf dem Zeilstück“	34 31 680	55 12 200
	5 Uffhofen, „Am Judenfriedhof“	34 29 240	55 16 230
	6 Eckelsheim, Sdgr. „An der Bellerkirche“	34 27 740	55 16 450
	7 Waldböckelheim, Welschberg, Grabung KUSTER-WENDENBURG	34 07 700	55 21 400
	8 Waldböckelheim, Welschberg, alte Fundstelle	—	—
	9 Waldböckelheim, Lindberg, alte Fundstelle	—	—
	10 Wöllstein, Sdgr. MÜLLER	34 23 970	55 19 570
	11 Bretzenheim, Aufgrabung Kreuzberg	34 19 750	55 28 280
	12 Langenlonsheim, Mülldeponie im Langenlonsheimer Wald	—	—
	13 Dorsheim, Sdgr. SW des Ortes	34 17 450	55 32 050
R	Rupelton		
	1 Flörsheim, ehemalige Tongrube	34 58 400	55 41 300
	2 Bad Kreuznach, alte Fundstelle	—	—
	3 Offenbach, alte Fundstelle	—	—
S	Schleichsand		
	1 Weinheim, Sdgr. „Auf dem Zeilstück“	34 31 680	55 12 200
	2 Sulzheim, Aufgrabung Schildberg	34 34 890	55 23 680
	3 Essenheim, alte Fundstelle	—	—
	4 Offenbach, „Chenopus-Sch.“, alte Fundstelle	—	—
C	Cyrenenmergel		
	1 Budenheim, Bohrung		
	2 Frankfurt a. M., Osthafen, alte Fundstelle	—	—
	3 Offenbach, Staustufe 135, alte Fundstelle	—	—

6. Paläobiogeographie

WEILER (1953, 1966) hat mit Hilfe der Fische nachweisen können, daß die Mitteloligozän-Fauna des Mainzer Beckens nicht nur von Norden aus dem Nordseebecken, sondern auch von Süden aus dem Tethysraum einwanderte. Er stützte sich dabei auf Skelettfunde, die auch aus der Paratethys genügend überliefert sind. Schlechter sieht es mit den Otolithen aus, von denen aus dem Tethysraum kaum etwas vorliegt. Aus dem Nordseebecken sind sie dagegen gut bekannt, wobei aber auf die ökologischen Differenzierungen in küstenferne Faunen (z. B. Tone von Boom und Winterswijk) und küstennahe Faunen (z. B. Sande von Berg, Böhlener Sch. südlich Leipzig) zu achten ist.

Provisorisch lassen sich im Mainzer Becken drei Fischgruppen nach Otolithen unterscheiden:

- Zuwanderer aus dem Nordseebecken: *Pterothrissus*, der Congride, *Argentina*, fast alle Gadiden, die Ophidiiformes mit Ausnahme von *Ogilbia*, *Scorpaeniformorum ellipticus*, *Paralabrax splendens*, der Blenniide, *Trachinus*.
- Arten, die während des Unteroligozäns im Nordseebecken verbreitet waren, während des Mitteloligozäns dort aber, wohl infolge klimatischer Verschiebungen, fehlen. Das Mainzer Becken stellt für sie ein möglicherweise ökologisch/klimatisch bedingtes Rückzugsgebiet dar. Es sind dies: *Arius* und wahrscheinlich alle Beryciformes (*Gephyroberyx*, *Trachichthodes*, *Polymixia*, *Weileria*). Ob sie zu Beginn des Mitteloligozäns von Norden oder etwas später von Süden einwanderten, läßt sich noch nicht klären.
- Zuwanderer aus dem Tethysraum sind wegen der schlechten Vergleichsmöglichkeiten schwer zu belegen. Nach den Skelettfunden ist anzunehmen, daß Clupeidarum *sardinites* und eine der beiden *Serranus*-Arten (? *Serranus* cf. *krefeldensis*, denn *Serranus* aff. *noetlingi* ist aus dem Nordseebecken belegt) sowie möglicherweise *Palaeogadus emarginatus* aus dem Süden stammen. Daneben gibt es folgende Gruppierungen:
- Arten, die im Nordseebecken völlig fehlen: *Etrumeus*, Clupeidarum aff. *atuatucae*, der Hyporhamphide, *Ogilbia*, *Neoscombrops*, der Sillaginide, Sparidarum *plebejus*, *Citharus rhenanus* (im Nordseebecken durch eine andere Art vertreten). Bei ihnen ist die Wahrscheinlichkeit am größten, daß sie aus dem Süden stammen.
- Arten, die im Nordseebecken nur in Nähe der Hessischen Senke (Söllingen) nachgewiesen wurden und die möglicherweise von Süden bis dort vordrangen: *Agonus*, ? *Trigla*, *Allomorone*, *Pagrus*.
- Arten, die erst während des Oberoligozäns im Nordseebecken nachzuweisen sind und eventuell aus dem Süden stammen: *Dapalis*, *Umbrina*, *Kuhlia*.

Schriften

- GAEMERS, P. A. M. (1972): Otoliths from the type locality of the sands of Berg (Middle Oligocene) at Berg, Belgium. – Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **9**, S. 73–85, 3 Taf., Rotterdam.
- (1976): New concepts in the evolution of the Gadidae (Vertebrata, Pisces), based on their otoliths. – Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **13**, S. 3–32, 11 Abb., 1 Beil., Rotterdam.
 - (1978): A biozonation based on Gadidae otoliths for the Northwest European younger Cenozoic, with the description of some new species and genera. – Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **15**, S. 141–161, 1 Tab., 1 Taf., Rotterdam.
 - (1981): Fish otoliths from the Middle Oligocene of Siadlo Górne near Szczecin, Poland, and their stratigraphic importance. – Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **18**, S. 109–126, 3 Taf., Rotterdam.

- GAEMERS, P. A. M. & HINSBERGH, V. W. M. VAN (1978): Rupelian (Middle Oligocene) fish otoliths from the clay pit „De Vlijt“ near Winterswijk, The Netherlands. – *Script. Geol.*, **46**, S. 1–77, 3 Abb., 15 Taf., Leiden.
- HARTKOPF, C. (1979): Schleichsand-Profil (Rupelium, Oligozän) und Molluskenfauna vom Schildberg bei Sulzheim/Rheinhausen. – *Mitt. Pollichia*, **67**, S. 56–67, 1 Taf., Bad Dürkheim.
- HINSBERGH, V. W. M. VAN (1980): Fish otoliths from euryhaline Oligocene deposits in Belgium (Atuatuca formation) and the Netherlands (Goudsberg deposits) and their paleoecological importance. – *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.*, **17**, S. 199–223, 3 Abb., 2 Taf., Rotterdam.
- KOKEN, E. (1884): Ueber Fisch-Otolithen, insbesondere über diejenigen der norddeutschen Oligocän-Ablagerungen. – *Z. deutsch. geol. Ges.*, **36**, S. 500–565, 12 Taf., Berlin.
- (1891): Neue Untersuchungen an tertiären Fisch-Otolithen. II. – *Z. deutsch. geol. Ges.*, **43**, S. 77–153, 27 Abb., 10 Taf., Berlin.
- KUSTER-WENDENBURG, E. (1974): Fazielle, biostratonomische und feinstratigraphische Untersuchungen dreier Meeressandvorkommen (Rupelium) im Mainzer Tertiärbecken. – *Geol. Jb.*, **A 22**, 107 S., 65 Abb., 16 Tab., Hannover.
- (1982): Bestandsaufnahme der Gastropoden im „prä-aquitane“ Tertiär des Mainzer Beckens. – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **10**, S. 83–130, 1 Abb., 1 Tab., Mainz.
- MÜLLER, A. (1983): Fauna und Paläoökologie des marinen Mitteloligozäns der Leipziger Tieflandsbucht (Böhleener Schichten). – *Altenburger naturwiss. Forsch.*, **2**, S. 3–152, 14 Abb., 35 Taf., 3 Tab., Altenburg.
- NEUFFER, F. O. & ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. (1978): Fossilführende Rinnenfüllung im Unteren Meeressand an einer Insel-Steilküste des Mitteloligozän-Meeressandes (Steigerberg bei Eckelsheim, Mainzer Becken). – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **6**, S. 99–120, 8 Abb., 4 Tab. (3 Beil.), Mainz.
- NOLF, D. (1977): Les otolithes des téléostéens de l’Oligo-Miocène Belge. – *Ann. Soc. roy. Zool. Belg.*, **106**, S. 3–119, 18 Taf., Bruxelles.
- (1980): Étude monographique des otolithes des Ophidiiformes actuels et révision des espèces fossiles (Pisces, Teleostei). – *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.*, **17**, S. 71–195, 8 Abb., 20 Taf., 2 Tab., Rotterdam.
- SCHWARZHANS, W. (1973): Einige Otolithen aus dem Unteroligozän von Hückelhoven unter besonderer Berücksichtigung der Evolution der Trachinidae. – *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.*, **10**, S. 31–43, 2 Taf., Rotterdam.
- (1974): Die Otolithen-Fauna des Chatt A und B (Oberoligozän, Tertiär) vom Niederrhein, unter Einbeziehung weiterer Fundstellen. – *Decheniana*, **126**, S. 91–132, 78 Abb., 3 Taf., 3 Tab., Bonn.
- (1977): Otolithen aus dem Unteroligozän (Tertiär) von Hückelhoven (Kreis Heinsberg, Nordrhein-Westfalen). – *Decheniana*, **130**, S. 268–292, 34 Abb., 2 Tab., Bonn.
- (1980): Die tertiäre Teleosteer-Fauna Neuseelands, rekonstruiert anhand von Otolithen. – *Berliner geowiss. Abh.*, (A) **26**, S. 1–211, 637 Abb., 6 Taf., 4 Tab., Berlin.
- (1981 a): Vergleichende morphologische Untersuchungen an rezenten und fossilen Otolithen der Ordnung Ophidiiformes. – *Berliner geowiss. Abh.*, (A) **32**, S. 63–122, 168 Abb., Berlin.
- (1981 b): Die Entwicklung der Familie Pterothrissidae (Elopomorpha; Pisces), rekonstruiert nach Otolithen. – *Senckenbergiana lethaea*, **62**, S. 77–91, 16 Abb., Frankfurt am Main.
- SCHWARZHANS, W. & WEILER, W. (1971): Ein ungewöhnlicher Fund von Otolithen „in situ“ aus dem mitteloligozänen Meeressand des Mainzer Beckens. – *Senckenbergiana lethaea*, **52**, S. 529–535, 5 Abb., Frankfurt am Main.

- STEURBAUT, E. (1982): Les otolithes de téléostéens du gisement de Peyrère à Peyrehorade (couche de passage de l'Oligocène au Miocène d'Aquitaine méridionale, France). – Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **19**, S. 35–57, 3 Taf., 2 Tab., Leiden.
- WEILER, W. (1922): Beiträge zur Kenntnis der Tertiären Fische des Mainzer Beckens. I. – Abh. hess. geol. Landesanst. Darmstadt, **6**, S. 71–135, 3 Taf., Worms.
- (1928): Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens. II (3. Teil: Die Fische des Septarientones). – Abh. hess. geol. Landesanst. Darmstadt, **8**, S. 5–63, 6 Taf., Darmstadt.
 - (1930): Die Fischreste der oberen Meeressande (Schleichsande) des Mainzer Beckens. – Notizbl. Ver. Erdkd. hess. geol. Landesanst. Darmstadt, **5**, S. 105–109, Taf. 6, Fig. 3–13, 15, 16, Darmstadt.
 - (1942): Die Otolithen des rheinischen und nordwestdeutschen Tertiärs. – Abh. Reichsamt Bodenforsch., N. F., **206**, S. 1–140, 2 Abb., 14 Taf., Berlin.
 - (1953): Die Verbindung des mitteloligozänen Rheintalgrabens mit dem Mittelmeer. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **34**, S. 21–29, 2 Abb., Freiburg/Brsg.
 - (1958): Fisch-Otolithen aus dem Oberoligozän und dem Mittelmiozän der Niederrheinischen Bucht. – Fortschr. Geol. Rheinld. Westfal., **1**, S. 323–361, 12 Abb., 3 Taf., 2 Tab., Krefeld.
 - (1963): Die Fischfauna des Tertiärs im oberrheinischen Graben, des Mainzer Beckens, des unteren Maintals und der Wetterau, unter besonderer Berücksichtigung des Unter-miozäns. – Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., **504**, S. 1–75, 258 Abb., 2 Taf., Frankfurt am Main.
 - (1966): Die Bedeutung der Fischfunde im Rupelton der Tongrube Frauenweiler bei Wiesloch südlich Heidelberg. – Z. rhein. naturforsch. Ges. Mainz, **4**, S. 17–25, 9 Abb., Mainz.
 - (1973): Erster Nachweis von Otolithen der Familie Umbridae (Pisces) im Tertiär des Mainzer Beckens, mit Bemerkungen über die phyletischen Beziehungen innerhalb der Unterordnung Esocoidi. – Senckenbergiana lethaea, **53**, S. 455–467, 14 Abb., Frankfurt am Main.
- ZILCH, A. (1965): Die Typen und Typoide des Natur-Museums Senckenberg, 31: Fossile Fisch-Otolithen. – Senckenbergiana lethaea, **46 a**, S. 453–490, Taf. 37, Frankfurt am Main.

Anschrift des Autors: Prof. Dr. JÜRGEN A. BOY, Institut für Geowissenschaften, Johannes Gutenberg-Universität, Postfach 3980, D-6500 Mainz 1

Manuskript eingegangen am 10. 4. 1984