

**NEUE ERGEBNISSE ZUR STRATIGRAPHIE UND PALÄOGEOGRAPHIE
DER „EIBISWALDER SCHICHTEN“
(MIOZÄN, WESTSTEIRISCHES BECKEN, ÖSTERREICH):
DIE OTOLITHENFAUNA DER TONGRUBE GASSELSDORF**

Hartmut Hiden und Karl Stingl

Mit 4 Abbildungen

Zusammenfassung:

Aus den „Oberen Eibiswalder Schichten“ der Tongrube Gasselsdorf im Weststeirischen Neogenbecken wird eine kleine Otolithenfauna beschrieben. Zusammen mit dem sedimentologischen Befund ergeben sich folgende Konsequenzen für die Stratigraphie im Weststeirischen Neogenbecken: Teile der ‘Oberen Eibiswalder Schichten’ sind als marine Flachwasserseimente zu interpretieren und ein badenisches Alter dieser Anteile ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen.

Abstract:

From the ‘Oberen Eibiswalder Schichten’ (Weststyrian Neogen Basin) a small otolithfauna found in the the clay pit Gasselsdorf is described. Together with the sedimentological interpretation of the pit the following conclusions are presented: Parts of the ‘Oberen Eibiswalder Schichten’ were deposited in a coastal to marine environment and a Badenian age of the sediments is most likely.

Einführung

Das steirische Neogenbecken ist das nordwestlichste Teilbecken des Pannonischen Beckensystems (ROYDEN & HORVATH, 1988), das von den Alpidischen Faltengürteln begrenzt wird (Ostalpen, Karpathen, Dinariden; Abb. 1) (DECKER & PERESSON, 1996; NEUBAUER et al., 1995). Paläogeographisch sind die Ablagerungen Teil der Zentralen Paratethys (STEININGER et al., 1985; STEININGER & RÖGL, 1984)

Die Mittelsteirische Schwelle teilt das Steirische Becken (SB) in ein Weststeirisches (WSB) und ein Oststeirisches Teilbecken (OSB). Die Südburgenländische Schwelle trennt das Steirische Becken vom Pannonischen Becken (Abb. 1), Beide Becken standen aber über die Senke von Mureck in Verbindung.

Das WSB ist in drei Teilbecken untergliedert (Eibiswalder Bucht, Florianer Bucht, Bucht von Stallhofen; Abb. 1). Die Beckenfüllung reicht vom Ottnangium bis ins Badenium (Gliederung der Zentralen Paratethys; PAPP et al., 1978; RÖGL, 1996), Sedimente sarmatischen Alters sind nur in

Randbereichen erhalten („Schichten von Thal“, Abb. 1).

Die basalen Sedimente der Eibiswalder Bucht (Radl Formation und „Untere Eibiswalder Schichten“; hauptsächlich Grobklastika) werden als ein Fächerdelta (MCPHERSON et al., 1987) entlang des Radl und Remschnigg Gebirges interpretiert (STINGL, 1994). Sie werden auf Grund ihrer lithostratigraphischen Position ins Ottnangium gestellt. Darüber folgen die „Mittleren und Oberen Eibiswalder Schichten“. Die „Mittleren Eibiswalder Schichten“ (Sande, Silte, Tone) enthalten Kohleflöze (Wieser- und Eibiswalder Flözhorizont; WEBER & WEISS, 1983) und wurden durch die in den Kohlen gefundenen Vertebratenfaunen ins Karpatium eingestuft (MOTTL, 1970 cum lit.). Die „Oberen Eibiswalder Schichten“ (hauptsächlich Sande) wurden auf Grund ihrer lithostratigraphischen Position ebenfalls ins Karpatium gestellt.

Die „Mittleren und Oberen Eibiswalder Schichten“ wurden generell als lakustrine und fluviatile Ablagerungen interpretiert (NEBERT, 1989, 1983; HIESSLEITNER, 1926; WINKLER-HERMADEN, 1926).

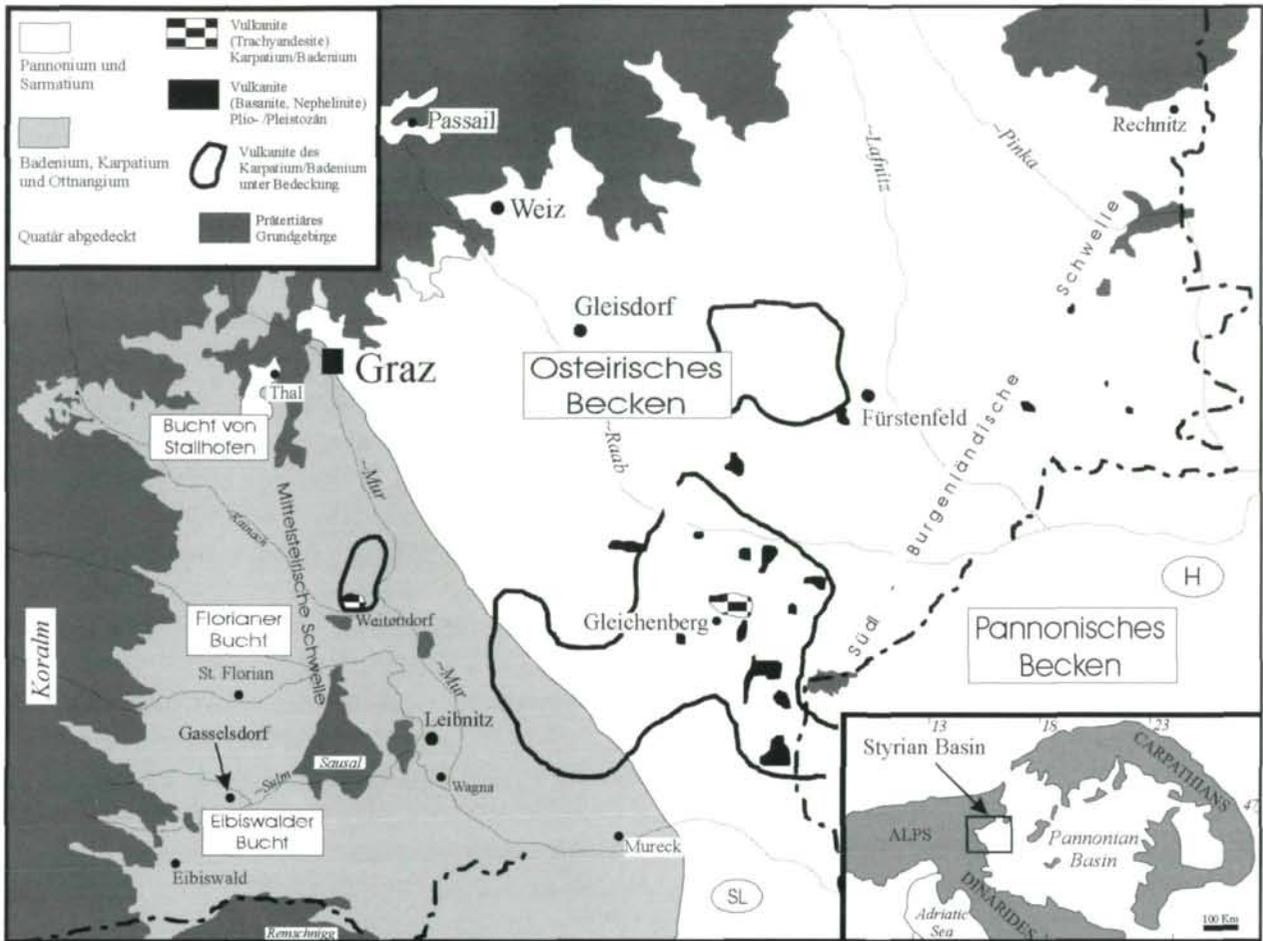


Abb. 1: Geologische Übersichtsskizze des Steirischen Neogenbeckens und Lage der Tongrube Gasselsdorf.

In der an die Eibiswalder Bucht anschließenden Florianer Bucht (Abb. 1) kamen die flachmarinen „Florianer Schichten“ zur Ablagerung. Sie bestehen aus einer Wechselfolge von Tonen, Silten und Sanden. Die Hangendanteile sind sandbetont und werden als Küstenablagerungen und Verlandungssedimente interpretiert (KOPETZKY, 1957; DILLER, 1957). Die Liegendanteile zeigen ein Vorherrschen von fossilreichen Tonen und Silten und werden als Ablagerungen des Sublittorals interpretiert (NEBERT, 1983; KOPETZKY, 1957). Die chronostratigraphische Einstufung der „Florianer Schichten“ ist uneinheitlich (NEBERT, 1989; KOLLMANN, 1965; KOPETZKY, 1957), wobei von allen Autoren eine Einstufung der Hauptanteile der Schichtfolge ins Badenium angenommen wird.

Die Grenze zwischen „Oberen Eibiswalder Schichten“ und „Florianer Schichten“ wird somit als marin-terrestrischer Hiatus definiert und enthält damit auch nach WINKLER-HERMADEN (1926, 1957) die Grenze Karpatium/Badenium. KOPETZKY (1957) und DILLER (1957) konnten zeigen, daß diese Grenze im Gelände nicht nachvollziehbar ist. NEBERT (1989) und KOLLMANN (1965) behielten jedoch die Definition dieser Grenze durch WINKLER-HERMADEN (1926, 1957) bei. In der älteren Literatur (STUR, 1874; RADIMSKY, 1875) erwähnte Vorkommen von marinen Fossilien (Austern, Balanen) innerhalb der „Oberen Eibiswalder Schichten“ wurden nicht entsprechend berücksichtigt.

Die Tongrube Gasselsdorf bei Gleinstätten (Abb. 1) schließt „Obere Eibiswalder Schichten“

auf, die die in dieser Publikation beschriebene Otolithenfauna lieferten.

Das etwa 20 m mächtige Profil der Tongrube setzt mit einzelnen „fining upwards“ Zyklen (fein/mittel Sand zu tonigem Silt) ein (Abb. 2, unterer Teil). Die sandigen Basislagen der einzelnen Zyklen sind stärker zementiert und treten als Härtlingsbänke hervor. Diese sind fast vollständig bioturbat, nur selten ist eine flache Kreuzschichtung („low angle cross bedding“) entwickelt. Die einzelnen Härtlingsbänke schwanken in ihrer Mächtigkeit, sind aber lateral beständig. Die siltig/tonigen Anteile der Zyklen sind etwas geringer bioturbat und zeigen „parallel lamination“ und „convolute bedding“. Die sandigen Basislagen durch grobsandige bis kiesige Rinnenfüllungen ersetzt, die ebenfalls in die siltig/tonigen Sedimente eingeschaltet sind. An der Basis der Rinnen ist „planar cross bedding“ häufig. Zwischen Meter 10 und 15 im Profil gibt es eine Übergangszone zwischen den beschriebenen Hangend- und Liegenanteilen. Aus der Basis dieser Übergangszone konnte die Otolithenfauna gewonnen werden (Abb. 2, Pfeil).

Die durchgehenden Härtlingsbänke im liegenden Profilabschnitt werden als „shoreface/beachface“-Sande interpretiert, die grobsandigen Rinnenfüllungen als fluviatile Ablagerungen. Die gesamte Profilabfolge könnte einem Küsten- bzw. deltatischen Ablagerungsraum („delta flank embayment oder interdistributary embayment“; GALLOWAY & HOBDA, 1996) zugeordnet werden.

Systematischer Teil

Die Systematik orientiert sich an ESCHMEYER (1990). Otolithen-Arten, die einer Gattung nicht eindeutig zugewiesen werden können, werden in offener generischer Nomenklatur angegeben (in Anlehnung an NOLF, 1985; vergl. SCHWARZHANS, 1994). Terminologische Begriffe werden im Sinne von KOKEN (1884) und NOLF (1985) gebraucht.

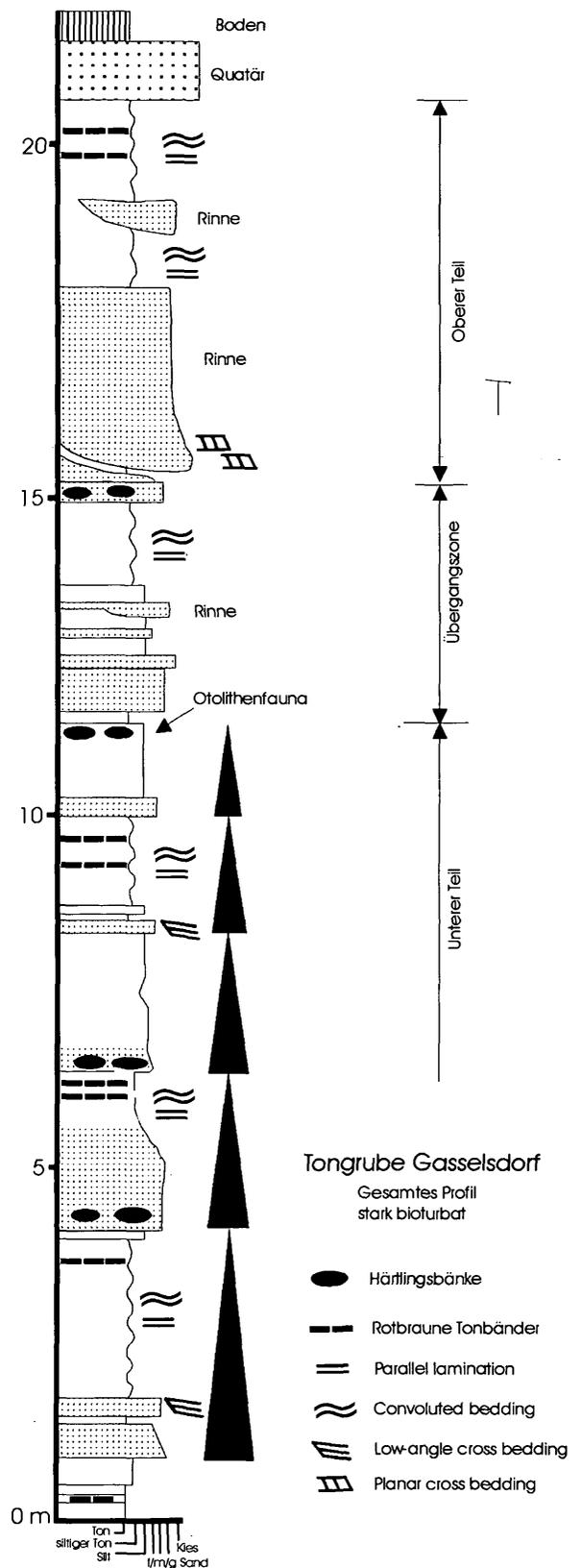


Abb. 2: Profil Tongrube Gasselsdorf und Position des Fundpunktes der Otolithenfauna.

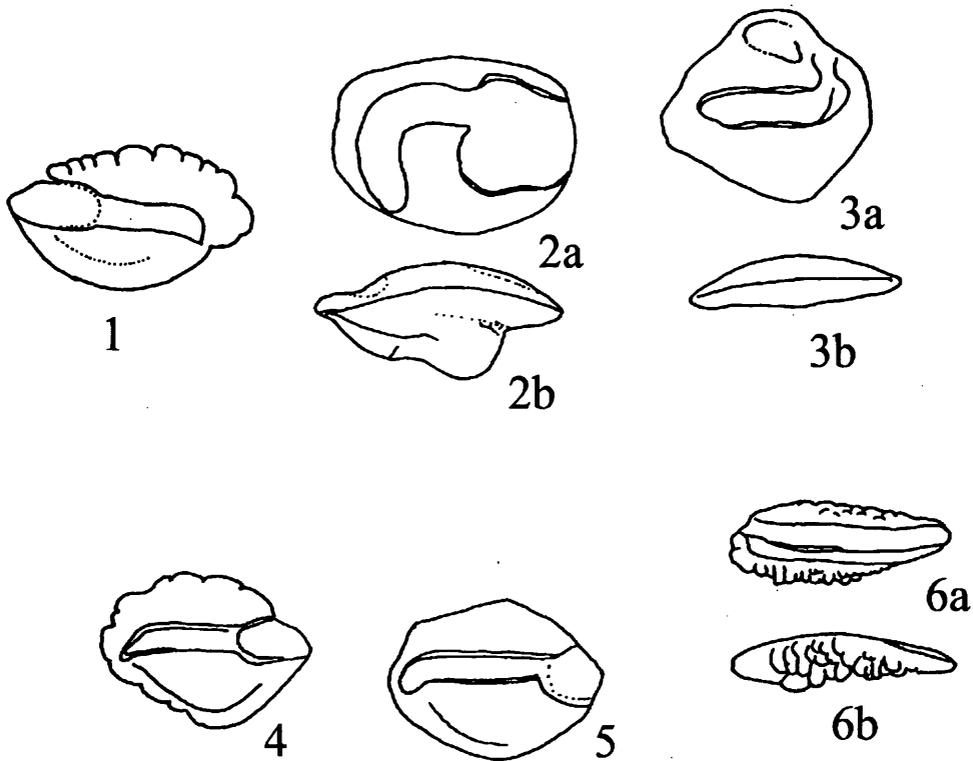


Abb. 3: Fig. 1: *Boops insignis*, x10; Fig. 2: *Umbrina amplus*, x4; Fig. 3: *Ariosoma moravica*, x12; Fig. 4: *Sparus doderleini*, x12; Fig. 5: *Brachydeuterus latior*, x10; Fig. 6: *Phycis* cf. *blennioides*, x12.

Das im folgenden beschriebene Material befindet sich in der Vergleichssammlung H.R. HIDEN.

Ordnung Anguilliformes
Familie Congridae

Gattung *Ariosoma* SWAINSON, 1838
Typusart: *Ophisoma acuta* SWAINSON, 1839

***Ariosoma moravica* (SULC, 1932)**
(Abb. 3, Fig. 3)

*.1932 *Congermuraena moravica* n. sp. – SULC, S. 173, Fig. 2.

v.1952 *Congermuraena moravica* SULC – WEINFURTER, S. 458, Taf. 1, Fig. 1, 2, 4, 5.

.1979 *Ariosoma moravica* (SULC, 1932) – STEURBAUT, S. 54, Taf. 1, Fig. 3–5

Material: 4 Otolithen (Sagitten).

Beschreibung: Die Sagitta ist deutlich bikonvex und hat einen annähernd rhombischen Umriß. Der Sulcus ist vollständig mit Colliculae ausgefüllt und weist einen etwa rechtwinkligen Knick nach oben auf. Die Externseite ist bis auf eine Eindelung im Bereich der Excisura glatt. Die Abmessungen des größten (abgebildeten) Exemplars sind: 4,3 mm lang, 4,1 mm hoch und 0,5 mm dick.

Bemerkungen: Diese Art ist aus dem Mittelmiozän der Zentralen Paratethys und des Mediterrans bekannt (SULC, 1932; WEINFURTER, 1952; STEURBAUT, 1979). WEINFURTER (1952) nimmt die rezente an der Ostküste Afrikas auftretende *Ariosoma balearica* (DELAROCHE, 1809) als direkten phylogenetischen Nachfolger der hier beschriebenen Art an.

Ordnung Gadiformes
Familie Gadidae

Gattung *Phycis* LINNÉ, 1758
Typusart: *Gadus phycis* LINNÉ, 1758

***Phycis cf. blennioides* (BRUNNICH, 1768)**
(Abb. 3, Fig. 6)

Material: 1 Otolith (Sagitta)

Beschreibung: Die vorliegende Sagitta ist von länglich-ovaler Gestalt. Über die schwach konvexe Internseite zieht über die ganze Länge ein breiter, ungegliederter Sulcus. Die Außenseite ist konvex gewölbt und trägt eine starke Skulpturierung.

Bemerkungen: Das vorliegende Exemplar stimmt vollständig mit den von WEINFURTER (1952) aus den „Florianoer Schichten“ als *Phycis simplex* (KOKEN) beschriebenen Formen überein. D. NOLF stellt diese Exemplare anlässlich einer Revision (unpubliziert) des im Landesmuseum Joanneum verwahrten WEINFURTER-Materials zu *Phycis blennioides*.

Ordnung Perciformes
Familie Pomadasyidae

Gattung *Brachydeuterus* GILL, 1862
Typusart: *Larimus auritus* VALENCIENNES, 1831

***Brachydeuterus latior* (SCHUBERT, 1906)**
(Abb. 3, Fig. 5)

- *.1906 *Otolithus (Dentex) latior* m. – SCHUBERT, S. 627, Taf. 4, Fig. 7–9.
.1978 *Dentex latior* (SCH.) – BRZOBOHATY, S. 167, Taf. 1, Fig. 13.

Material: 4 Otolithen (Sagitten)

Beschreibung: Die Otolithen haben einen breit elliptischen Umriß mit flach konvexer Internseite. Diese weist ein schaufelförmiges Ostium auf, an das eine gerade, nur am Vorderende leicht nach unten gebogene Cauda anschließt. Die Externsei-

te ist ventral etwas verdickt und weist dorsal eine konkave Wölbung auf.

Familie Sparidae

Gattung *Boops* CUVIER, 1814
Typusart: *Sparus boops* LINNÉ, 1758

***Boops insignis* (PROCHAZKA, 1893)**
(Abb. 3, Fig. 1)

- *.1893 *Otolithus (Serranus) insignis* – PROCHAZKA, S. 83, Taf. 2, Fig. 9.

Material: 2 Otolithen (Sagitten)

Beschreibung: Der Umriß ist breit oval, der Dorsalrand ist leicht gekrümmt. Der Ventralrand weist eine starke Krümmung auf. Die Internseite ist konvex gewölbt und zeigt einen tiefen Sulcus auf. Das Ostium ist nur wenig kürzer als die Cauda.

Gattung *Pagellus* VALENCIENNES, 1830
Typusart: *Sparus erythrinus* LINNÉ, 1758

***Pagellus* sp.**

Material: 2 Otolithen (Sagitten)

Beschreibung: Die beiden vorliegenden Exemplare gleichen dem von SCHUBERT (1906) auf Taf. 18, Fig. 46 unter dem Namen *Otolithus (Chrysophis) doderleini* abgebildeten Stück. Nach NOLF (1981) handelt es sich dabei jedoch um einen Vertreter der Gattung *Pagellus*.

Gattung *Sparus* LINNÉ, 1758
Typusart: *Sparus auratus* LINNÉ, 1758

***Sparus doderleini* (BASSOLI & SCHUBERT, 1906)**
(Abb. 3, Fig. 4)

- *.1906 *Otolithus (Chrysophis) Doderleini* BASS. et SCHUB. n. sp. – BASSOLI, S. 52, Taf. 2, Fig. 34.

- ? 1906 *Otolithus (Chrysophris) Doderleini* BASS. et SCHUB. n. sp. – SCHUBERT, S. 631, Taf. 4, Fig. 46–48.
- v 1952 *Chrysophris doderleini* SCHUBERT und BASSOLI – WEINFURTER, S. 470 partim.
- .1978 *Sparus doderleini* (B. & SCH.) – BRZOBOHATY, S. 165, Taf. 1, Fig. 12.

Material: 8 Otolithen (Sagitten)

Bemerkungen: *Sparus doderleini* tritt im Neogen der Paratethys und des Mediterrans auf. Während die stratigraphische Reichweite dieser Art im Mediterran vom Mittelmiozän bis ins Pliozän reicht, ist *S. doderleini* in der Paratethys nur aus dem Badenium bekannt (BRZOBOHATY, 1978).

NOLF (1981) weist darauf hin, daß die bei SCHUBERT (1906) abgebildeten Exemplare nicht der Gattung *Sparus* zugeordnet werden können, sondern verschiedenen Gattungen der Familie Sparidae angehören, bzw. zu schlecht erhalten sind, um eine artliche Bestimmung durchzuführen. Da jedoch die Erstbeschreibung in BASSOLI (1906) und nicht in SCHUBERT (1906) erfolgte, ist die Art trotz der ungenügenden Abbildungen in SCHUBERT (1906) und der dadurch bedingten Vermengung verschiedener Formen zu einer „Sammelart“ (z. B. WEINFURTER, 1953) als valid zu betrachten (Nach einer freundlichen Mitteilung von Dr. Ortwin SCHULZ (NHM) ist die Gattung *Sparus* in der Paratethys durch Zahn- und Kieferfunde von *Sparus umbonatus* MÜNSTER, 1846, sehr gut dokumentiert und gehört mit zu den häufigsten Fischen des Badeniums im Wiener Becken).

Familie Sciaenidae

Gattung *Umbrina* CUVIER, 1817

Typusart: *Sciaena cirrosa* LINNÉ, 1758

***Umbrina amplus* (KOKEN, 1891)**

(Abb. 3, Fig. 2)

- *.1891 *Ot. (Sciaena) amplus* nov. sp. – KOKEN, 110, Taf. 7, Fig. 3.

- .1994 *Umbrina amplus* (KOKEN, 1891) – SCHWARZHANS, 169, Abb. 444–446.

Material: 1 Otolith (Sagitta)

Beschreibung: Die durch ihre Größe auffallende Sagitta (Länge: 21 mm; Höhe: 17 ; Dicke: 9 mm) besitzt einen gerundeten annähernd rechteckigen Umriß. Die Externseite weist einen massiven Umbo auf. Auf der flach-konvexen Innenseite liegt der rechtwinkelig nach oben geknickte Sulcus.

Bemerkungen: *Umbrina amplus* ist bisher aus dem Oberoligozän bis Mittelmiozän des Nordseebeckens nachgewiesen (SCHWARZHANS, 1994). Nachweise aus Mediterran und Paratethys liegen den Autoren nicht vor.

Familie Gobiidae

Gattung *Deltentosteus*

Typusart: *Gobius vicinalis* LINNÉ, 1758

***Deltentosteus telleri* (SCHUBERT, 1906)**

- *.1906 *Otolithus (Gobius) telleri* n. sp. – SCHUBERT, S. 648, Taf. 6, Fig. 27–28.

Material: 3 Otolithen (Sagitten)

Beschreibung: Der Umriß ist annähernd rechteckig. Im ostialen Teil des Sulcus ist ein einspringender Winkel vorhanden, der nach SCHUBERT (1906) artspezifisch sein soll.

Genus *Percidarum floriani*

WEINFURTER, 1952

- *.1952 *Ot. (Percidarum) floriani* n. sp. – WEINFURTER, S. 465, Taf. 5, Fig. 3.

Material: 1 Otolith (Sagitta)

Beschreibung: Die Sagitta ist länglich oval, vorne und hinten zugespitzt. Der Ventralrand ist fein gezahnt. Der Sulcus ist breit und wird von einem großen, offenen Ostium, sowie einer etwas kürzeren, hinten gerundeten Cauda gebildet.

	Lebensweise		Bathymetrische Verteilung				
	nektonisch	planktonisch	0 - 50 m	50 - 100 m	100 - 150 m	150 - 200 m	200 m und tiefer
<i>Ariosoma moravica</i>		■	■	■	■		
<i>Deltentosteus telleri</i>		■	■				
<i>Brachydeuterus latior</i>	■						
<i>Boops insignis</i>	■		■	■	■		
<i>Phycis cf. blennioides</i>		■		■	■	■	
<i>Sparcus doderleini</i>	■		■				
genus <i>Percidarum floriani</i>		■	■	■			
<i>Pagellus sp.</i>	■		■	■			
<i>Umbrina amplus</i>	■		■	■			

Abb. 4: Lebensweise und bathymetrische Verteilung der in der Tongrube Gasselsdorf nachgewiesenen Arten.

Schlußfolgerungen

Auf Grund des sedimentologischen Befundes und der Ökologie und Bathymetrie der Otolithenfauna (vergl. NOLF & BRZOBOHATY, 1994) sind Teile der „Oberen Eibiswalder Schichten“, im Gegensatz zum bisherigen Stand der Forschung, keine limnisch-fluviatile Entwicklung, sondern marine Küsten- und Deltasedimente (Abb. 4).

Die Überlagerung der „Mittleren Eibiswalder Schichten“ durch diese flachmarinen Sedimente macht eine paralische Genese der Braunkohlen der „Mittleren Eibiswalder Schichten“ (bisher limnisch-fluviatil) wahrscheinlich.

Entgegen der bisherigen Annahme, daß die „Florianer Schichten“ die „Oberen Eibiswalder Schichten“ diachron überlagern bzw. einem strikt getrennten Ablagerungsraum angehören (NEBERT, 1989; KOLLMANN 1965 KOPETZKY, 1957), zeigt sich nun, daß es sich um faziell benachbarte und sich verzahnende Ablagerungsräume handelt.

Obwohl die vorliegende Otolithenfauna keine detaillierte chronostratigraphische Einstufung

zuläßt, ist aus folgenden Gründen ein mittelmiozänes Alter (Badenium) anzunehmen:

Auf Grund der paläogeographischen Position innerhalb des Weststeirischen Beckens sind marine Sedimente in diesem Bereich erst ab dem Unterbadenium zu erwarten (Unterbadenische Transgression; RÖGL & STEININGER, 1984) Mit der Verschiebung der Grenze NN4/NN5 (Karpatum/Badenium) in den „Steirischen Schlier“ (AUER, 1996; Tongrube Wagna, vergl. Abb. 1), der bisher vollständig dem Karpatum zugerechnet wurde und mit den „Mittleren und Oberen Eibiswalder Schichten“ korreliert wurde (KOLLMANN, 1965) ist ein badenischer Anteil der „Oberen Eibiswalder Schichten“ wahrscheinlich.

Sämtliche in Gasselsdorf nachgewiesenen Otolithen (außer *Umbrina amplus*) sind auch aus den „Florianer Schichten“ bekannt (WEINFURTER, 1952). Große Affinitäten zeigt die vorliegende Fauna mit mittelmiozänen Otolithenfaunen des Wiener Beckens (BRZOBOHATY, 1978; BRZOBOHATY & SCHULTZ, 1978) der polnischen Vortiefe (RADWANSKA, 1992) und des Mediterrans (STURBAUT 1979).

Durch das mittelmiozäne Alter von Teilen der „Oberen Eibiswalder Schichten“ (bisher Karpatium) ist auch die Position der unterlagernden „Mittleren Eibiswalder Schichten“ (bisher Karpatium) unsicher. Zusammen mit den Daten von AUER (1996) machen die hier vorliegenden Ergebnisse eine Diskussion über die nicht mehr zeitgemäße Stratigraphie des Weststeirischen Beckens dringend erforderlich.

Dank

Diese Arbeit wurde vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) finanziell unterstützt (Projekt P10339-TEC). Dr. S. Hermann (Universität Graz) unterstützte maßgeblich die Geländearbeit.

Literatur

- AUER, J. (1996): Biostratigraphische und Magnetostratigraphische Untersuchungen im Grenzbereich Unter- und Mittelmiozän (Karpatium/Badenium) der Paratethys, Ziegelei Aflenz/Wagna, Steirisches Becken, Steiermark, Österreich. – Unveröff. Dissertation, Univ. Wien, 137 S., Wien.
- BRZOBHATY, R. (1978): Die Fisch-Otolithen aus dem Badenien von Baden-Sooß, NÖ. – Ann. Naturhist. Mus. Wien, **81**, 163–171, Wien.
- BRZOBHATY, R. & SCHULZ, O. (1978): Die Fischfauna des Badenien. – In: PAPP, A., C., I., SENES, J. & STEININGER, F. (Hrsg.): M4, Badenien (Moravien, Wielicien, Kosovien). Cronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der zentralen Paratethys, VI, 441–465, Bratislava.
- DECKER, K. & PERESSON, H. (1996): Tertiary kinematics in the Alpine-Carpathian-Pannonian System: links between thrusting, transform faulting and crustal extension. – In: WESSELY, G. & LIEBL, W. (Hrsg.): Oil and Gas in Alpine Thrustbelts and Basins of Central and Eastern Europe. – EAGE Spec. Publ. 5, 69–77, Wien.
- DILLER, W. (1957): Der miozäne Sedimentationsraum zwischen Gleinzbach und Schwarzer Sulm in Südweststeiermark. – Unveröff. Dissertation. Univ. Graz, 148 S. Graz.
- ESCHMEYER, W. N. (1990): Catalog of the Genera of Recent Fishes. – 697 S., San Francisco (California Acad. Sci.).
- GALLOWAY, W. E. & HOBDAV, D. K. (1996): Terrigenous Clastic Depositional Systems. – 2. Aufl., 489 S., New York (Springer).
- HIESLEITNER, G. (1926): Das Wieser Revier. – B. H. Jahrb., **74**, 2, 65–81 und **74**, 3, 83–103, Wien.
- KOKEN, E. (1884): Über Fisch-Otolithen, insbesondere über diejenige der norddeutschen Oligocän Ablagerungen. – Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, **36**, 500–565, Stuttgart.
- KOKEN, E. (1891): Neue Untersuchungen an tertiären Fisch-Otolithen. II. – Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, **43**, 77–170, Stuttgart.
- KOLLMANN, K. (1965): Jungtertiär im Steirischen Becken. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **57**, H. 2, 479–632, Wien.
- KOPETZKY, G. (1957): Das Miozän zwischen Kainach und Laßnitz in Südweststeiermark. – Mitt. Mus. Bergb. Geol. Techn. Landesmus. Joanneum, **18**, 112 S., Graz.
- MCPHERSON, J. G. & SHANMUGAM, G. & MOIOLA, R. (1987): Fan-deltas and braid-deltas: Varieties of coarse-grained deltas. – Geol. Soc. Am. Bull., **99**, 331–340, Tulsa/Okla.
- MOTTL, M. (1970): Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südostösterreich. – Mitt. Mus. Bergb. Geol. Techn. Landesmus. Joanneum, **31**, 1–92, Graz.
- MÜNSTER, G. ZU (1846): Ueber die in der Tertiär-Formation des Wiener Beckens vorkommenden Fisch-Ueberreste, mit Beschreibung einiger neuer merkwürdiger Arten. – Beiträge zur Petrefakten-Kunde, **7**, 1–31, 3 Taf., Bayreuth.
- NEBERT, K. (1983): Zyklische Gliederung der Eibiswalder Schichten (Südweststeiermark). – Jb. Geol. B.-A., **126**, 2, 259–285, Wien.
- NEBERT, K. (1989): Das Neogen zwischen Sulm und Laßnitz (Südweststeiermark). – Jb. Geol. B.-A., **132**, 4, 727–743, Wien.
- NEUBAUER, F. & GENSER, J. (1990): Architektur und Kinetik der östlichen Zentralalpen – eine Übersicht. – Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., **120** (METZ-Festschrift), 203–219, Graz.
- NEUBAUER, F., EBNER, F. & WALLBRECHER, E. (1995): Geological Evolution of the Internal Alps, Carpathians and of the Pannonian Basin – An Introduction. – Tectonophysics, **242/1–2**, 1–4.
- NOLF, D. & BRZOBHATY, R. (1994): Fish otoliths as paleobathymetric indicators. – Paleontologia i Evolucio, **24–25**, 255–264, Madrid.

- NOLF, D. (1981): Revision des Types d'Otolithes de Poissons Fossiles décrits par R. SCHUBERT. – Verh. Geol. B.-A., **1981**, 133-183, Wien.
- NOLF, D. (1985): Otolithi Piscium. – In SCHULTZE, H.P. (ed.). Handbook of Paleichthyology, **10**, 145 S., Stuttgart-New York (Fischer).
- PAPP, A. & CICHA, I. (1978): Definition der Zeiteinheit M4 – Badenien. – In: PAPP, A., CICHA, I., SENES, J. & STEININGER, F. (Hrsg.): M4, Badenien (Moravien, Wielicien, Kosovien). Cronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der zentralen Paratethys, VI, 47–48, Bratislava.
- PROCHAZKA, V.J. (1893): Miozaen Zichodlovicky na Morave a jeho zvirna. – Pozpr. ceske Akad. cis. Frantsiska Jozefa prov. slvenost a umeni, II, **24**, 1–90, Prag.
- RADIMSKY, V. (1875): Das Wieser Bergrevier. – 82 S., Klagenfurt
- RADWANSKA, U. (1992): Fishotoliths of the Middle Miocene (Badenien) deposits of Southern Poland. – Acta Geologica Polonica, **42**, 141–328, Warszawa.
- RÖGL, F. & STEININGER, FF. (1983): Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und Paratethys. Die neogene Paläogeographie und Palinspastik des zirkum-mediterranen Raumes. – Ann. Naturhist. Mus. Wien, **85/A**, 135–163, Wien.
- RÖGL, F. & STEININGER, F. F. (1984): Neogene Paratethys, Mediterranean and Indo-Pacific Seaways. Implications for the Paleobiogeography of marine and terrestrial Biotas. – In: BRENCHLEY, P. (Hrsg.): Fossil and Climate, 171–200, New York (Wiley).
- RÖGL, F. (1996): Stratigraphic correlation of the Paratethys Oligocene and Miocene. – In: DECKER, K. (Hrsg.): PAN-CARDI workshop 1996 – Dynamics of the Pannonian-Carpathian-Dinaride System, Mitt. Ges. Geol.- und Bergbaustudenten in Österreich, **41**, 65–74, Wien
- ROYDEN, L.H. & HORVATH, F. (1988): The Pannonian Basin. A Study in Basin Evolution. – AAPG Memoir **45**, 317 S., Tulsa/Oklahoma.
- SCHUBERT, R. J. (1906): Die Fischotolithen des österr.-ungar. Tertiärs. – Jb. geol. R.-A., **56**, 623–706, 3 Taf., Wien.
- SCHWARZHANS, W. W. (1994): Die Fisch-Otolithen aus dem Oberoligozän der Niederrheinischen Bucht. Systematik, Palökologie, Paläobiogeographie, Biostratigraphie und Otolithen-Zonierung. – Geol. Jb., **A140**, 3–248, Hannover.
- STEININGER, F. F. & RÖGL, F. (1984): Paleogeography and Palinspastic Reconstruction of the Neogene of the Mediterranean and Paratethys. – In: DIXON, J. E. & ROBERTSON, A.H.F. (Hrsg.): The Geological Evolution of the Western Mediterranean, 559–668, Oxford (Blackwell).
- STEININGER, F.F., SENES, J., KLEEMANN, K. & RÖGL F. (1985): Neogene of the Mediterranean, Tethys and Paratethys. Stratigraphic correlation tables and sediment distribution maps. – 2 Bände, Verl. Univ. Wien Paläont. Inst., Wien.
- STEURBAUT, E. (1979): Les otolithes de Teleosteens des marnes de Saubrigues (Miocène d'Aquitaine meridionale, France). – Palaeontographica A, **166**, 50–91, 12 Taf., Stuttgart.
- STINGL, K. (1994): Depositional environment and sedimentary facies of the basinal sediments in the Eibiswalder Bucht (Radl Formation and Lower Eibiswald Beds), Miocene Western Styrian Basin, Austria. – Geol. Rundsch., **83**, 811–821, Stuttgart.
- SULC, J. (1932): Preliminary report on the Otoliths from the Miocene of Kralice at Namest, Moravia. – Vest. Stat. geol. ustavu. cesk. Rep., **8**, 168–174, Praha.
- WEBER, F. & WEISS, A. (1983): Bergbaugeschichte und Geologie der Österreichischen Braunkohlevorkommen. – Arch. f. Lagerst. Forsch. Geol. B.-A., **4**, 1–137, Wien.
- WEINFURTER, E. (1952): Die Otolithen der Wetzelsdorfer Schichten und des Florianer Tegels – Sitz.ber. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., **161**, 455–489, Wien.
- WINKLER, A. (1926): Das kohleführende Miozänbecken in Südweststeiermark. – Mont. Rundsch., Wien.
- WINKLER-HERMADEN, A. (1957): Zur Geologie des Südweststeirischen Tertiärbeckens. – Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., **88**, 233–245, Graz.

Anschrift der Verfasser:

Hartmut Hiden, Mag. Dr. Karl Stingl, Institut für Geologie und Paläontologie, Karl-Franzens-Universität Graz, Heinrichstraße 26, A-8010 Graz, Austria

Mail: stingl@kfunigraz.ac.at, Phone: ++43(0)316 380 5580