

Zeitschrift:	Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber:	Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band:	87 (1994)
Heft:	3: Concepts and controversies in phosphogenesis : proceedings of the symposium and workshop held on 6-10 September 1993
 Artikel:	Echte Knochenfunde (Actinopterygii, Teleoistei) aus dem Oberen Miozän der Insel Kreta (Griechenland) : vorläufige Resultate
Autor:	Bürgin, Toni
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-167485

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Echte Knochenfische (Actinopterygii; Teleostei) aus dem Oberen Miozän der Insel Kreta (Griechenland): Vorläufige Resultate

TONI BÜRGIN¹

Key words: Fossil fishes, teleosteans, Upper Miocene, Island of Creta, paleoecology, taphonomy

ZUSAMMENFASSUNG

Anlässlich der umfassenden Untersuchung einer obermiozänen (obertortonischen) Flora aus marinen Sedimenten der Makrilia-Formation in der Ierapetra-Region (Insel Kreta, Griechenland) wurden bei den Feldaufsammlungen neben Pflanzenfossilien auch einige Fischreste gefunden. Diese lassen sich folgenden Taxa zuordnen: *Bregmaceros albyi* (SAUVAGE 1880), *Lepidopus* sp., ?*Alosa*, Clupeiden und vermutlich einem nicht näher bestimmhbaren Myctophiden. Aufgrund ihrer Erhaltung wird eine schnelle Einbettung und nachfolgend ein Abutschen in tiefere Bereiche des Schelfhangs für wahrscheinlich gehalten.

ABSTRACT

Sampling carried out for the extensive study of a flora in the Upper Miocene (Upper Tortonian) marine sediments of the Makrilia Formation in the Ierapetra region of Crete (Greece), yielded also a few fossil fish remains. They may be referred to the following taxa: *Bregmaceros albyi* (SAUVAGE 1880), *Lepidopus* sp., Clupeids and probably a myctophid of uncertain identity. The nature of their preservation allows to surmise that a fast burial and after that a transport to deeper regions of the shelf slope may have occurred.

RESUME

Au cours des ramassages d'une flore miocène supérieure (Tortonien supérieur) de sédiments maritimes de la formation de Makrilia dans la région de Ierapetra (Crète, Grèce), on a également trouvé quelques poissons fossiles. Ceux-ci se laissent coordonner aux taxons suivantes: *Bregmaceros albyi* (SAUVAGE 1880), *Lepidopus* sp., des Clupéides et probablement un Myctophide d'identité indéterminable. La nature de leur conservation donne des raisons de croire à un remaniement à partir des zones littorales.

1. Einleitung

In den Jahren 1991 und 1992 wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes, das floristisch-ökologische, klimatologische und geologische Untersuchungen an neogenen Sedimenten des östlichen Mittelmeers zum Thema hat (Mohr & Sachse, im Druck), auch die nachfolgend beschriebenen Fischreste gefunden. Diese stammen aus einer obermiozänen marinen Fundstelle in der Ierapetra-Region im Südosten Kretas (Fig. 1). An Makrofossilien wurden vor allem Pflanzenreste geborgen, daneben auch Insekten, Korallen und Fische. Der Zweck der vorliegenden Arbeit ist eine Identifikation und Beschreibung dieser Teleostier-Fossilien sowie deren Eignung für Hinweise auf Herkunft und Ablagerungsbedingungen.

¹ Hellberg, CH-8626 Ottikon

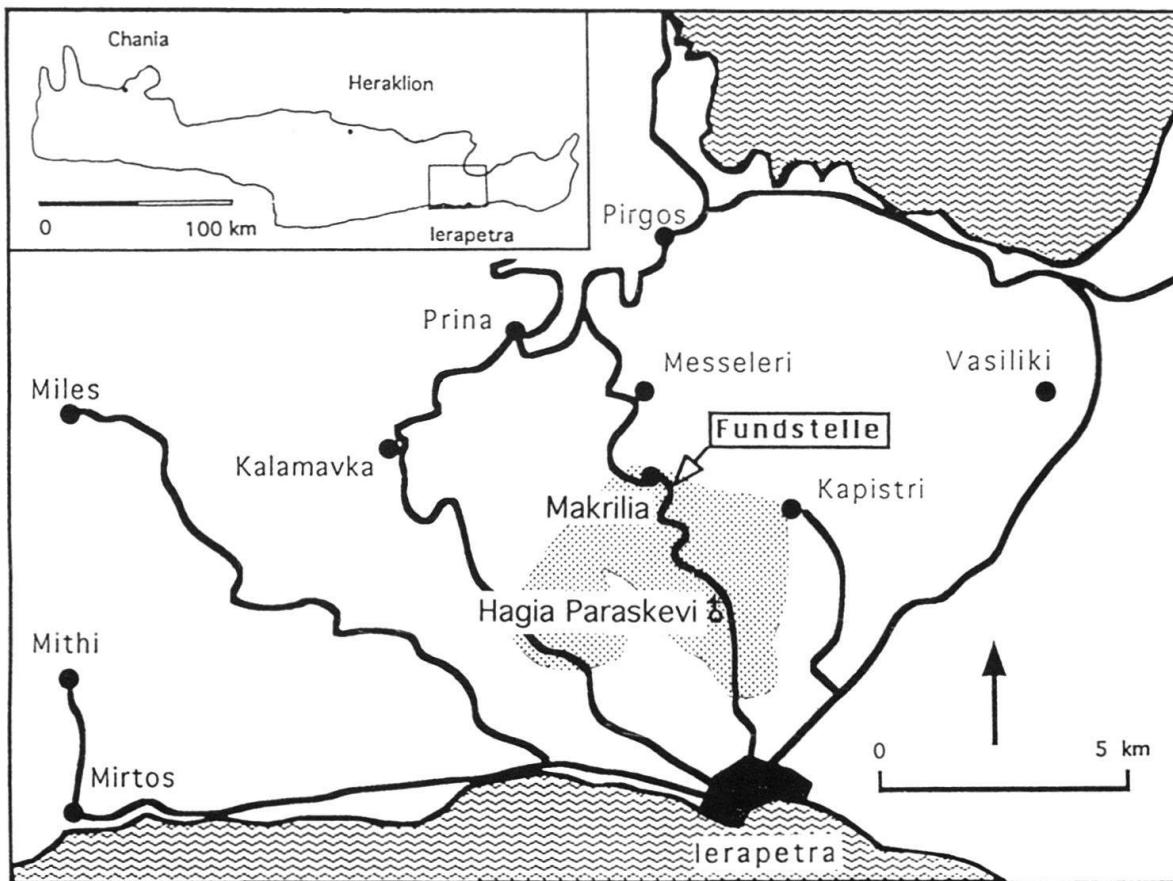


Fig. 1. Übersichtskarte der Region um Ierapetra (Insel Kreta, Griechenland); abgeändert nach Mohr & Sachse (im Druck). Die gerasterte Fläche zeigt den Umfang der Makrilia-Formation.

Die Fundstücke werden unter den Nummern 87020 bis 87031 am Geologischen Institut der ETH Zürich aufbewahrt.

2. Fundort und Stratigraphie

Die Fundstelle der nachfolgend beschriebenen Fischfossilien liegt etwa 4 Kilometer von der Kapelle Hagia Paraskevi entfernt am östlichen Ortsausgang von Makrilia (Fig. 1). Das aufgeschlossene, etwa 3 m hohe Strassenprofil ist zugleich Typuslokalität für die Makrilia-Formation (Fortuin 1977). Die Makrilia-Formation besteht aus einer Wechsellagerung von bläulichen Mergeln und hellbräunlich-grauen, graduierten Sanden, welche häufig von bis Meter-langen senkrecht bis diagonal verlaufenden Grabbauten von *Thalassinooides* durchzogen sind. Die an verschiedenen Stellen beobachtbaren Rutschungen und einige in mudflows enthaltene Korallenbruchstücke deuten auf eine ehemalige Schelfhanglage hin. Die nach Osten gerichteten Schüttungen dieser vorwiegend klastisch geprägten Sedimente erfolgte im Zuge aktiver upliftings in Horst- und Grabenstrukturen in ein einsinkendes Teilbecken (Postma et al. 1993). Neben den Fischresten enthalten die untersuchten Schichten auch Insekten und Korallen sowie zahlreiche Blattreste, welche zur Zeit in Bearbeitung stehen (Mohr & Sachse im Druck.).

Das Alter der Fundstelle wurde mit Hilfe von Foraminiferen (*Discoaster quinqueramus*) dem unteren Bereich der Biozone NN 11 zugeordnet (schriftl. Mitteilungen von E. Adamek-Jacobs und K. von Salis Perch-Nielsen) und auf 7–8 Millionen Jahre, d. h. als obertortonisch bestimmt. Im Gegensatz zur ungefähr zeitgleichen Fundstelle bei der Kapelle Hagia Paraskevi, wo die Fossilfunde in den blau-grauen Mergelbänken gefunden wurden (Symeonidis & Schultz 1973), finden sie sich hier vor allem in den hellen Sandsteinen.

3. Erforschungsgeschichte

Aus dem Obermiozän der Insel Kreta sind bereits im letzten Jahrhundert fossile Fische gefunden worden (Raulin 1858, zitiert in Symeonidis 1969; Gaudant 1980). Weitere Funde stammen aus der Zeit zwischen 1969 und 1984 (Symeonidis 1969; Symeonidis & Schultz 1973). Die bislang aus einer tortonischen Fundstelle nahe der Kapelle Hagia Paraskevi nördlich von Ierapetra geborgene Fauna stammt sehr wahrscheinlich aus der selben geologischen Einheit und umfasst folgende Knochenfisch-Taxa: *Bregmaceros albyi* (SAUVAGE 1880), *Bregmaceros* sp., *Syngnathus kaehsbaueri* BACHMAYER & SYMEONIDIS 1978, *Lepidopus* cf. *glarisanus* (BLAINVILLE 1818) und *Mene psarianosi* SYMEONIDIS 1969. Die Funde von neueren, in der Zwischenzeit gemachten Aufsammlungen, werden im Naturhistorischen Museum Wien aufbewahrt. Sie wurden bis 1991 durch Jean Gaudant, Universität Paris, bearbeitet; eine entsprechende Publikation steht aber bisher noch aus (J. Gaudant, pers. Mitt. vom 24. April 1993).

4. Systematische Paläontologie

Ordnung **Clupeiformes** (Eumalacopterygii auct.) BLEEKER 1859

Familie **Clupeidae** CUVIER 1817

Gattung **?Alosa** (Fig. 2 links)

Beim isolierten Operculum (87021) handelt es sich um ein linksseitiges Element. Seine Höhe beträgt 29,6 mm; seine Breite liegt bei 20,4 mm. Auffällig an seiner schildartigen Form ist die überhöhte Ecke gegenüber dem hyomandibulären Gelenkhöcker. Der untere Rand des Operculums ist nur unvollständig erhalten. Charakteristisch sind eine Reihe von Leisten, die sich vom Zentrum schräg nach unten und hinten ziehen. Diese Ornamentierung ist rezent bei den Gattungen *Alosa* und *Sardina* bekannt, wobei sie bei *Sardina* deutlich ausgeprägter vorhanden ist (Whitehead 1985). Die Form und Ornamentierung des hier vorliegenden Operculums kommt bereits beschriebenen, fossilen Vertretern der erstgenannten Gattung sehr nahe (z. B. Arambourg 1927). Die Gattung *Alosa* ist denn auch aus dem Messinian der Insel Kreta nachgewiesen worden (Gaudant 1980). Im Oligozän ist die Gattung aus Ost- und Zentraleuropa bekannt (Arambourg 1967). Weitere Vorkommen im Miozän sind Oran in Algerien (Arambourg 1927) sowie Gabbro und Senigallia in Italien (Landini et al 1978; Gaudant 1978).

Clupeidae (Fig. 2 rechts, 3)

Beim ersten zugeordneten Fundstück (87022), handelt es sich um eine rund 25 mm lange, teilweise erhaltene, stark gegabelte Schwanzflosse (Fig. 2 rechts). Die Flossenfahne wird

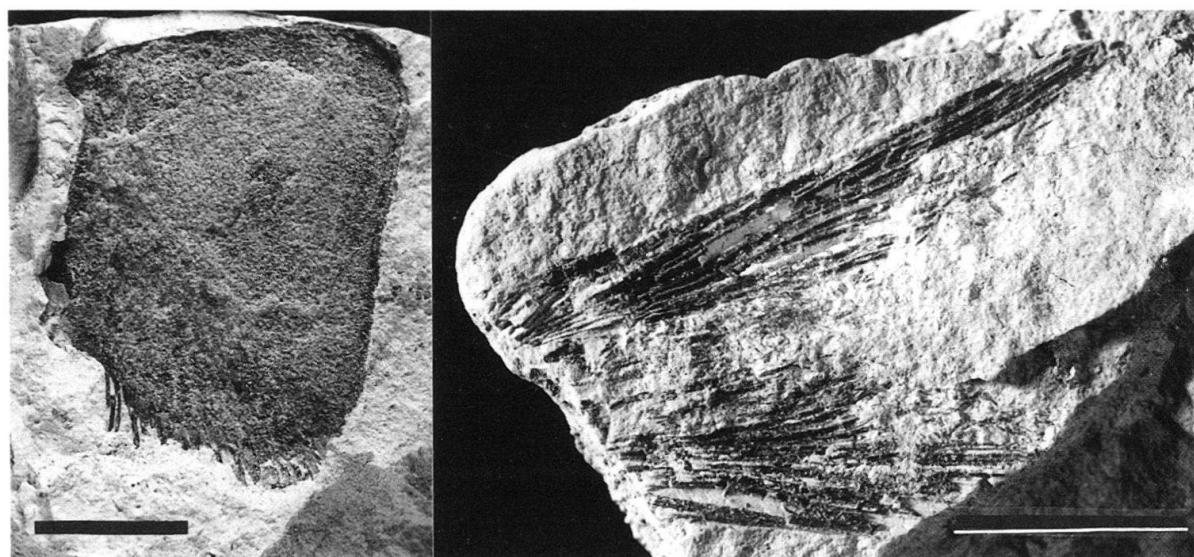


Fig. 2. Links: ?*Alosa*. Ein rechtes Operculum (87021) in Medialansicht; deutlich erkennbar sind links oben der hyomandibulare Gelenksattel, sowie unten Reste der rippenförmigen Ornamentierung. Rechts: Clupeidae. Teile einer Schwanzflosse (87022). Der Maßstab entspricht 10 mm.

aus etwa 25 einzelnen Strahlen aufgebaut, von denen die innenliegenden sich distal verzweigen. Die randständigen Strahlen sind unverzweigt und laufen spitz zu. Alle Flossenstrahlen sind deutlich segmentiert. Die einzelnen Segmente sind relativ kurz, wobei das jeweils anschliessende distale Element lateral mit einem deutlichen Nocken überdeckt wird. Die Form und Struktur der Schwanzflosse zeigt grosse Ähnlichkeiten mit derjenigen bereits bekannter, fossiler Clupeiden (vgl. z. B. Arambourg 1927: Taf. 1, 1967: Taf. 1).

Der 115 mm lange Rumpfrest (87020) umfasst Teile der Wirbelsäule, einzelne Pleuralrippen, Teile der linken Bauchflosse, die unvollständige Analflosse, die Schwanzflosse sowie Reste der Beschuppung (Fig. 3). Der erhaltene Teil der Wirbelsäule besteht aus mindestens 32 Wirbelkörpern. Erkennbar sind auch einzelne Neuralfortsätze. Die Pleuralrippen sind sehr fein und dünn. Von der Bauchflosse sind lediglich zwei bis drei basale Flossenstrahlen-Segmente erhalten. Die Afterflosse zeigt eine relativ breite Ansatzstelle, ist aber unvollständig erhalten. Die symmetrische, tief gegabelte Schwanzflosse ist aus 20–24 segmentierten und grösstenteils distal verzweigten Strahlen aufgebaut. Der Bau ihres stützenden Skelettes ist nicht genau erkennbar. Die Beschuppung besteht aus relativ grossen, rundlichen und glatten Schuppen; eine oberflächliche Ornamentierung ist nirgendwo zu erkennen. Der Vergleich dieses Rumpfreastes mit bereits beschriebenen, ungefähr gleich alten Fossilien aus dem östlichen Mittelmeerraum stützt eine Zuordnung zur Familie Clupeidae (vgl. Arambourg 1967).

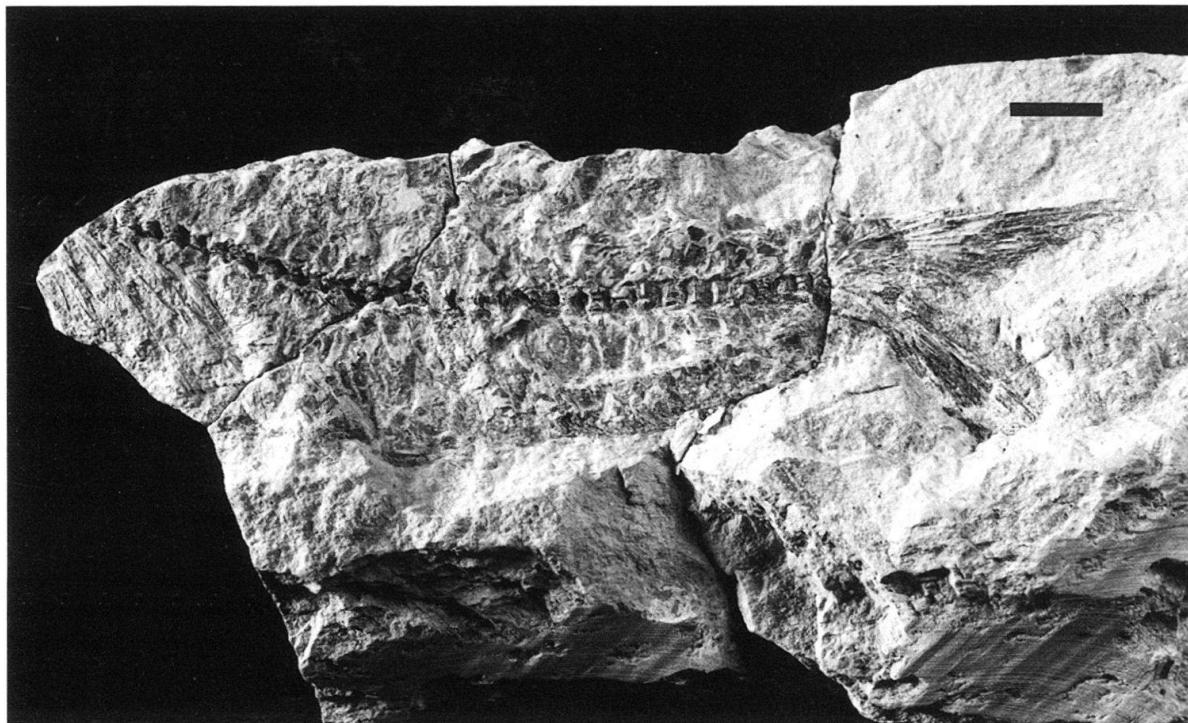


Fig. 3. Clupeidae. Körperfragment mit gut erhaltener Wirbelsäule und Schwanzflosse (87020). Rechts, im vorderen Rumpfbereich sind zudem einzelne Pleuralrippen zu erkennen. Der Massstab entspricht 10 mm.

Ordnung **Gadiformes** (Anacanthini auct.) GOODRICH 1909

Familie **Bregmacerotidae** GILL 1872

Gattung *Bregmaceros* THOMPSON 1840

Synonymie (nur fossile Formen):

- 1840 *Bregmaceros* THOMPSON; W. Thompson, Ann. Mag. Nat. Hist. IV, 184.
- 1880 *Podopteryx* SAUVAGE; H.-E. Sauvage, Bibliothèque École Hautes Etudes, Sect. Sci. Nat., XX, art. 4, 17.
- 1908 *Problennius* PRIEM; F. Priem, Ann de la Mission de Morgan, Paris, 17.
- 1918 *Eremophorus* non GIGLIONI; G. de Stefano, R. Comitato Geol. V, parte I, 85.

Bemerkungen: Die Gattung *Bregmaceros* (Einhorndorsche) ist gekennzeichnet durch einen einzelnen, stark verlängerten Flossenstrahl (erster Strahl der Rückenflosse), welcher auf der Kopfoberseite am Hinterrand des Schädels entspringt (Fig. 4). Bezüglich Skelettsmerkmalen ist bisher nur wenig bekannt (vgl. d'Ancona & Cavinato 1965: Fig. 15). Die Gestalt des Schädels wurde von Gregory (1933: Fig. 261), d'Ancona & Cavinato (1965: Fig. 16–18) und Arambourg (1967: Fig. 35) oberflächlich und zum Teil widersprüchlich beschrieben. Von besonderem, vor allem taxonomischem Interesse ist die Form der Otolithen (z. B. Kotthaus 1969; Nolf 1985). Das schwach entwickelte Skelett, die Reduktion der Schwimmblase und die breiten Kopf-Sinneskanäle sind typisch für einen bathypelagischen Fisch (d'Ancona & Cavinato 1965).

Obwohl die Gattung *Bregmaceros* Gegenstand mehrerer Revisionen war (Munro 1950; d'Ancona & Cavinato 1965; Belyania 1974), ist eine umfassend morphologisch-

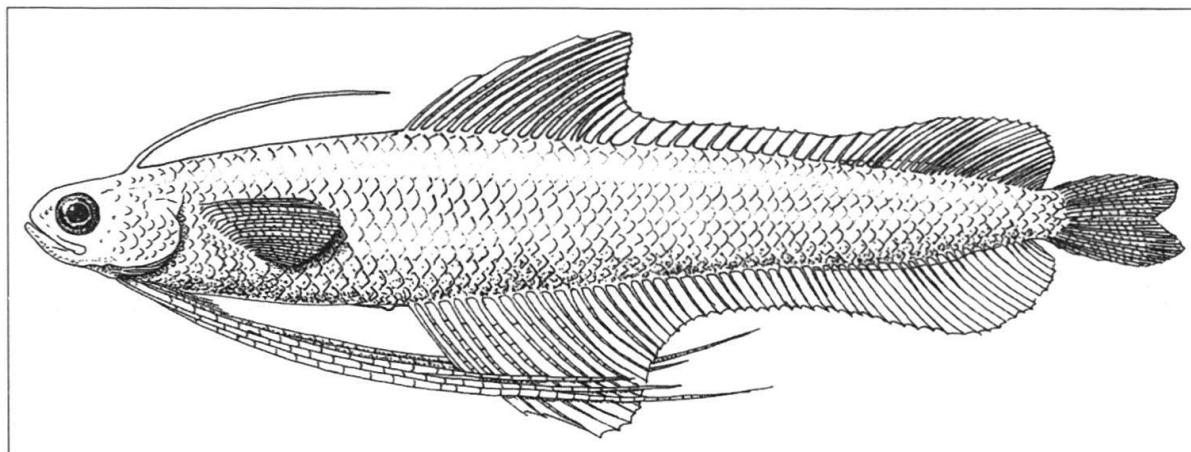


Fig. 4. *Bregmaceros mcclellandi*, ein rezenter Vertreter der Familie Bremacerotidae (Einhorndorsche); umgezeichnet nach Cohen et al. 1990. Gesamtlänge maximal bis 10 cm.

systematische Bearbeitung bisher ausgeblieben. Gegenwärtig sind rund 15 rezente Arten bekannt, von denen aber einige möglicherweise in Synonymie zu stellen sind (Cohen et al. 1990).

Bei den fossilen Vertretern der Gattung *Bregmaceros* werden aufgrund von Skelettresten gegenwärtig nur zwei valide Arten anerkannt: *Bregmaceros filamentosus* (PRIEM 1908) und *B. albyi* (SAUVAGE 1880). Gestützt auf die Form der Otolithen sollen es fünf Arten sein (Nolf 1985). Die beiden oben genannten Arten unterscheiden sich deutlich in drei meristischen Merkmalen: Zahl der Wirbel sowie Flossenstrahlenzahl der Rücken- und Afterflosse (Arambourg 1967). Alle drei Merkmale sind bei *B. filamentosus* durch deutlich tiefere Werte charakterisiert. So besitzen *B. filamentosus* 43–46 Wirbel, 37–38 Dorsalis- und 39–41 Analisstrahlen; bei *B. albyi* liegen die entsprechenden Werte bei 48–50, ± 49 und 52–54 (Arambourg 1967).

Bregmaceros albyi (SAUVAGE 1880)

Synonymie: Eine ausführliche Synonymieliste für *B. albyi* ist bei Pedley (1978) zu finden.
Beschreibung: Das nachfolgend beschriebene Material umfasst fünf unvollständig erhaltene Exemplare, von denen drei als Platte und Gegenplatte vorliegen.

Exemplar A (Fig. 5)

Beim Exemplar A (87023) handelt es sich um ein 17,5 mm langes, unvollständiges und teilweise disartikuliertes Kopfskelett sowie Reste der Wirbelsäule. Vom Neurocranium sind lediglich die hintersten Teile, die Otical- und die Occipitalregion, erhalten. Deutlich sichtbar sind hier die *in situ* erhaltenen linken Otolithen von Sacculus (*Sagitta* auct.) und Utriculus (*Asteriscus* auct.). Die unregelmässige, sechseckige Form des grossen Utriculus-Otolithen gleicht derjenigen, welche Bachmayer & Weinfurter (1965) aus dem Badenien von Walbersdorf in Österreich und Weiler (1971) aus dem Torton von Sardinien beschrieben haben. Unterhalb des Neurocraniums sind in ventraler Ansicht Teile des Kiemenkorbes erhalten. Es handelt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit um die Hypo- und Ceratobranchialia der vordersten Kiemenbögen. Unterhalb dieser Strukturen liegen die beiden Äste des Unterkiefers. Schlecht erhalten sind die Elemente der Kieferaufhäng-

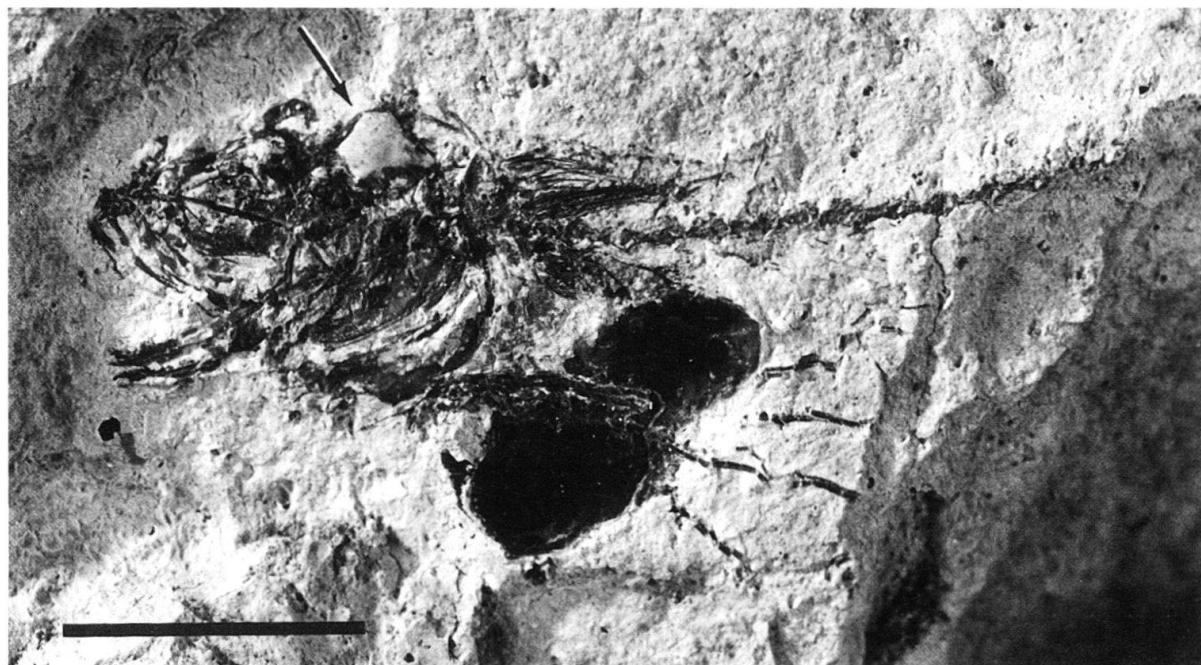


Fig. 5. *Bregmaceros albyi* (SAUVAGE 1880). Exemplar A (87023), Schädel mit teilweise erhaltener Wirbelsäule. Gut erkennbar (Pfeil) ist der rechtsseitige Utriculus-Otolith, Ober- und Unterkiefer sowie die verdickten Strahlen der Bauchflossen. Die viel feiner gebauten Brustflossen sind ober- und unterhalb des Wirbelsäulenbeginns sichtbar. Bei den beiden dunklen, ovalen Elementen handelt es sich um Cycloid-Schuppen eines Clupeiden. Der Massstab entspricht 5 mm.

gung und des Kiemendeckels. Die beiden kleinen Brustflossen liegen nahe beieinander. Von den feinen, segmentierten Strahlen sind pro Flosse mindestens 10 vorhanden. Von den verlängerten Bauchflossen, welche bei lebenden Tieren in kehlständiger Lage inserieren, sind nur vier Strahlen erhalten geblieben. Deutlich sichtbar ist dennoch der kräftige Bau der einzelnen Strahlen, mit an der Basis kurzen, stark verdickten, rhombenförmigen Segmenten. Vom Axialskelett sind nur die vordersten 12 Wirbel erhalten geblieben.

Zwischen den Strahlen der Bauchflossen finden sich noch einige Cycloid-Schuppen. Sie weisen einen glatten Rand auf und ihre Ornamentierung besteht aus einer grossen Zahl dicht zusammenliegender, konzentrischer Riefeln. Ihrem Bau nach sind diese Einzelschuppen am ehesten einem Vertreter der Clupeiden zuzuordnen.

Exemplar B (Fig. 6)

Beim Exemplar B (87024) handelt es sich um einen Schädel und die vorderen Teile des Rumpfes in Lateralansicht. Von diesem 16 mm langen Exemplar sind Platte und Gegenplatte vorhanden. Im Neurocranium ist durch eine Mulde deutlich die Stelle gekennzeichnet, an welcher der grosse Sacculus-Otolith sass. Weitere Elemente sind mit Ausnahme des Parasphenoids durch die unvollständige Erhaltung dieser äusserst dünnen Knochen nicht erkennbar. Hingegen sind Teile des Suspensoriums und der feinen, langgezogenen Branchiostegalstrahlen vorhanden. Die rechte Bauchflosse ist praktisch vollständig erhalten und besteht aus etwa 12 feinen Strahlen. Auf der Gegenplatte ist die Basis des am Hinterrand des Kopfes ansetzenden, ersten Strahls der Rückenflosse er-

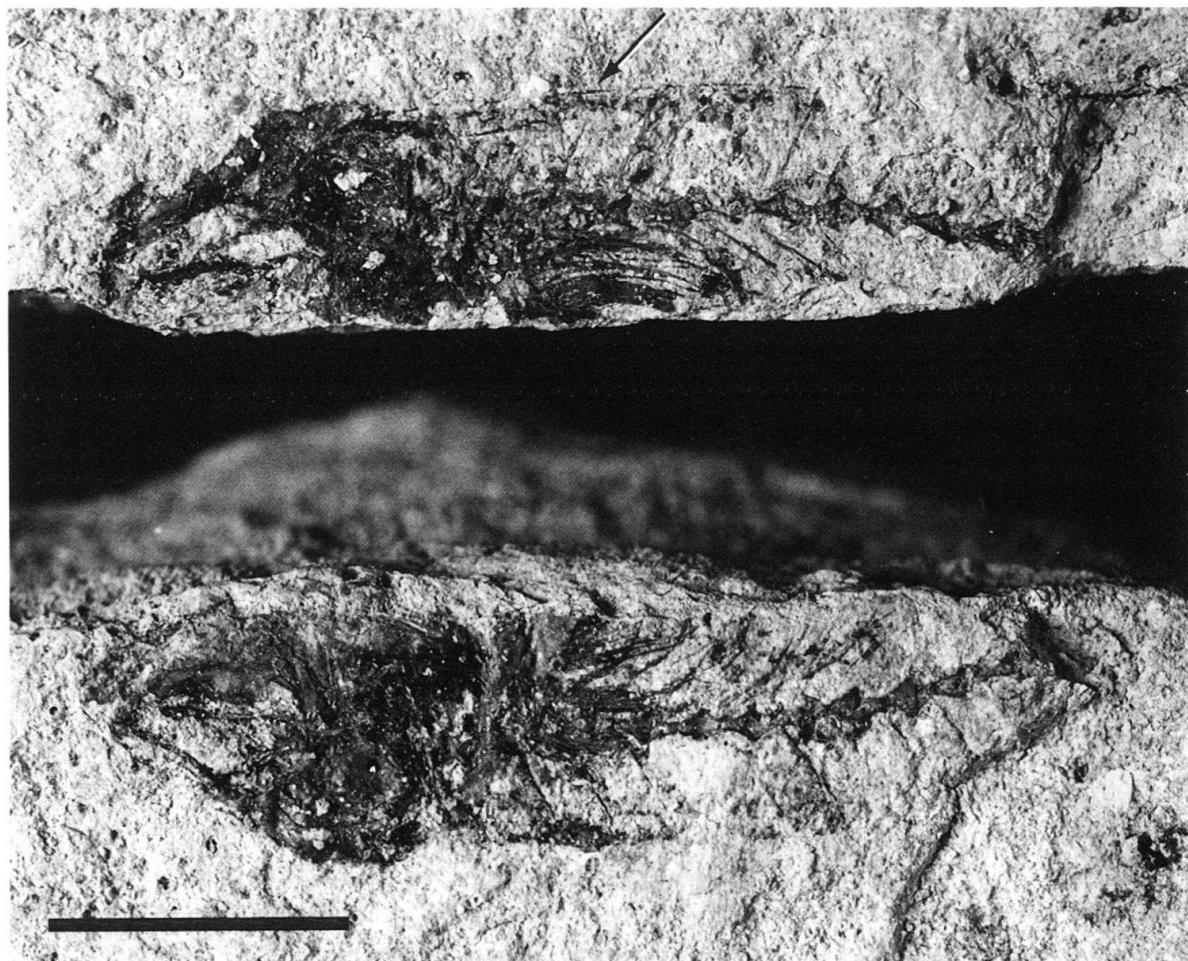


Fig. 6. *Bregmaceros albii* (SAUVAGE 1880). Exemplar B (87024), Platte und Gegenplatte. Kopfrest, mit gut erhaltenem rechter Brustflosse und den vorderen Teilen des Axialskelettes. Auf der Platte (oben) ist zudem der gattungstypische erste und isoliert stehende Strahl der Rückenflosse zu erkennen (Pfeil). Der Massstab entspricht 5 mm.

kennbar. Vom Rumpf sind die ersten 14 Wirbelkörper samt einzelnen Neuralbögen und einigen Pleuralrippen erhalten.

Exemplar C (Fig. 7)

Exemplar C (87025) ist ebenfalls unvollständig erhalten. Dem 44 mm langen Stück fehlen die vorderen Teile des Schädels sowie das Rumpfende mit der Schwanzflosse. In Lateralansicht sind Teile des Neurocraniums mit der Mulde, wo sich der grosse Sacculus-Otolith befand, erhalten. Weiter ausmachen lassen sich Elemente des Suspensoriums und des Schultergürtels. Von der rechten Brustflosse sind 10 feine Strahlen erhalten geblieben. Die rechte Bauchflosse zeigt deutlich drei kräftige, laterale sowie drei feine mediale Strahlen. Vom Rumpf sind insgesamt 37 Wirbel und Teile der Rücken- und Afterflosse erhalten. Deutlich sichtbar sind die Neural- und Hämalfortsätze der einzelnen Wirbel. Ebenfalls erkennbar sind im vordersten Teil der Rückenflosse die Flossenstrahlträger (Pterygiophoren). Der Beginn der beiden unpaarigen Flossen liegt etwa auf der Höhe

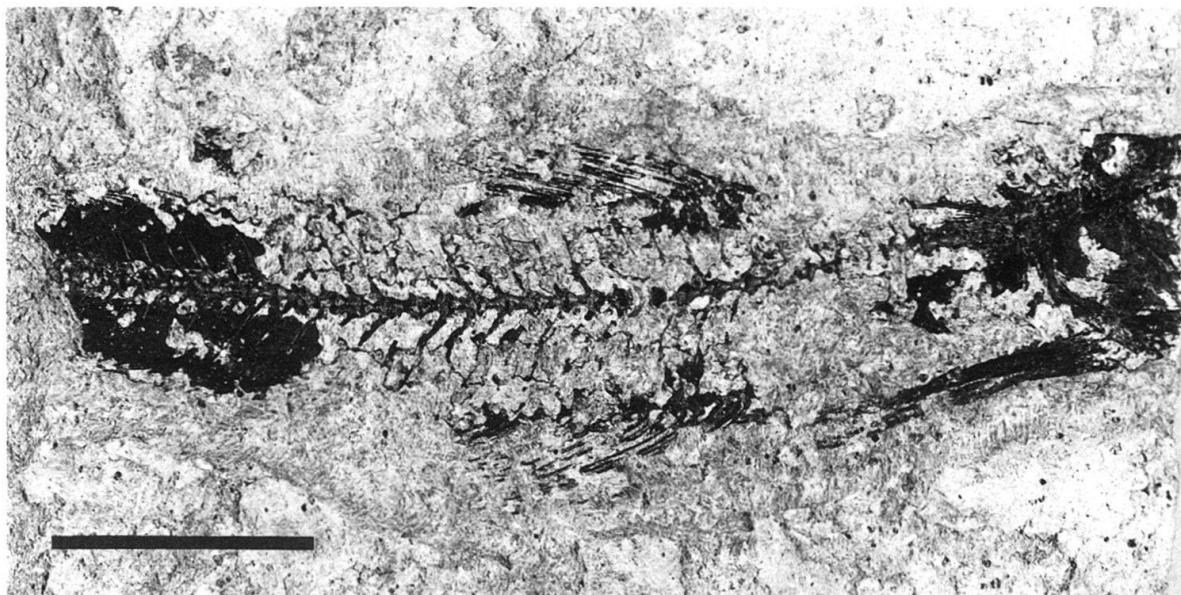


Fig. 7. *Bregmaceros albyi* (SAUVAGE 1880). Exemplar C (87025), ein Rumpfrest mit den hinteren Teilen des Kopfskelettes, gut erhaltenen Bauchflossen, Fragmenten der Rücken- und Afterflossen sowie Resten der Beschuppung. Recht gut erhalten ist an diesem Exemplar auch die Wirbelsäule mit deutlich sichtbaren Neural- und Hämalfortsätzen. Der Massstab entspricht 5 mm.

des 12. Wirbels. Bei beiden Flossen sind die verlängerten Strahlen des vorderen Drittels deutlich sichtbar. Die mittleren und hinteren Teile fehlen bei der Afterflosse, während bei der Rückenflosse lediglich noch die ersten Strahlen des hintersten Drittels erhalten geblieben sind. Im hinteren Teil des Körpers sind noch Reste der Beschuppung erhalten. Die Umrisse der einzelnen Schuppen sind nur undeutlich erkennbar. Ihre Aussenseite war mit in Körperlängsachse verlaufenden Riefeln versehen.

Exemplar D (Fig. 8)

Beim Exemplar D (87026) handelt es sich um ein Individuum von etwa 45 mm Standardlänge (Schnauzenspitze bis Ende Wirbelsäule). Der Schädel liegt in Ventralansicht, mit teilweise disartikulierten Elementen vor. Am Axialskelett lassen sich mindestens 46 einzelne Wirbel zählen. Die rechte Brustflosse besteht aus etwa 13 Strahlen. Die Bauchflossen liegen disartikuliert vor; gut sichtbar sind lediglich die kurzen, verdickten proximalen Segmente der kräftigen lateralen Strahlen. Rücken- und Afterflosse sind nur schlecht erhalten. Die gefaltete, kleine Schwanzflosse zählt mindestens 25 Strahlen.

Exemplar E

Hier handelt es sich um einen 27 mm langen Rumpfrest (87027), welcher Teile der Wirbelsäule und der unpaaren Flossen zeigt. Von der Wirbelsäule sind 46 Elementezählbar, von denen 36 mit Neural- und Hämalfortsatz erhalten geblieben sind. Die langgestreckte Rücken- und Bauchflosse sind gut erkennbar, ebenso die Basis der kleinen Schwanzflosse. Eine genaue Bestimmung der Zahl der Flossenstrahlen ist aufgrund der schlechten Erhaltung nicht möglich.



Fig. 8. *Bregmaceros albyi* (SAUVAGE 1880). Exemplar D (87026), ein Körperfragment mit teilweise erhaltener Beflossung. Deutlich erkennbar ist auch hier die Wirbelsäule. Der Maßstab entspricht 5 mm.

Bemerkungen: Eine eindeutige Zuordnung der oben beschriebenen vier Exemplare zu einer der beiden bekannten fossilen Arten der Gattung *Bregmaceros* ist mit Einschränkung möglich. Wie bereits erwähnt, unterscheiden sich diese beiden Arten durch die Zahl der Wirbel; sie liegt bei *B. albyi* zwischen 48 und 50 (Arambourg 1967); beim Exemplar E sind mindestens deren 46zählbar. Nahezu identisch ist dagegen die Form des Sacculus-Otolithen. Hier zeigt sich eine große Übereinstimmung mit derjenigen von *B. albyi* (vgl. Bachmayer & Weinfurter 1965). *B. albyi* wurde in Form vollständig erhaltener Exemplare auch an der Fundstelle bei der Kapelle Hagia Paraskevi gefunden (Symeonidis 1969; Symeonidis & Schultz 1973). Ebenfalls für diese Zuordnung spricht die stratigraphische Verbreitung. *B. albyi* ist aus dem Miozän von Sizilien (Arambourg 1925), Algeriens (Arambourg 1927), Österreichs (Bachmayer & Weinfurter 1965), Maltas (Pedley 1978) und Italiens (Sorbini 1987) bekannt; sie ist zudem in Form von Skelettfunden die einzige bisher bekannte Art dieser Gattung aus dem oberen Miozän (Bedini et al. 1986; Frickhinger 1991); aufgrund von Otholithen wird *B. catulus* noch dazu gerechnet (Landini & Menesini 1988).

Ordnung **Perciformes** BLEEKER 1859
 Familie **Trichiuridae** RAFINESQUE 1810
 Gattung *Lepidopus* GOUAN 1770

Synonymie (nur fossile Formen):

- 1770 *Lepidopus* GOUAN; A. Gouan, Historia piscium, 107, 185.
- 1818 *Anenchelum* BLAINVILLE; H. M. de Blainville, Nouveau Dictionnaire d'Histoire naturelle, vol. 28, 314.
- 1850 *Lepidopides* HECKEL; I. Heckel, Denkschr. Kais. Akad. Wiss., Mat.-naturwiss. 1/1, 239.
- 1918 *Thyrsites* non SAUVAGE; G. de Stefano (pro parte), Mém. per servire alla descriz. d. carta geologico d'Italia. R. comitato geologico, 7/1, Taf. IX, Fig. 4).

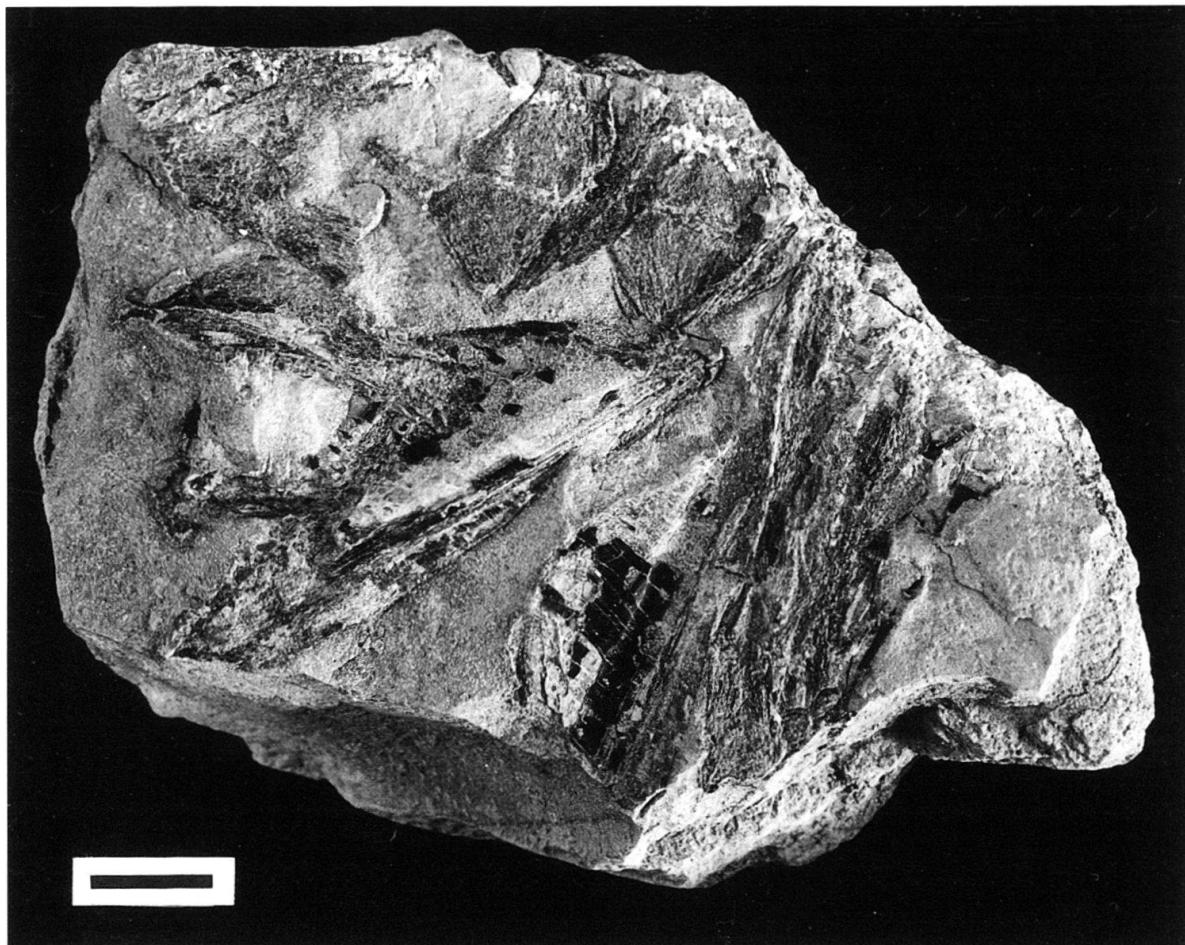


Fig. 9. *Lepidopus* sp. (87028) Grosses Fundstück mit Kieferresten (mitte & links), Teilen der Kieferaufhängung (oben-mitte) sowie nicht genau identifizierbaren Elementen des Branchialapparates (rechts). Gut erkennbar ist der dreieckförmige Unterkiefer und die beiden Quadrata mit dem mandibulären Gelenksattel. Der Massstab entspricht 10 mm.

Fossile Vertreter der Gattung *Lepidopus* sind seit dem Oligozän bekannt. Gegenwärtig werden rund 5 fossile Arten anerkannt (Danil'chenko 1960). Aus dem Miozän gelten die beiden Arten *L. albyi* SAUVAGE 1870 und *L. proargentus* ARAMBOURG 1927 als valid.

Lepidopus sp. (Fig. 9–11)

Beschreibung: Der Gattung *Lepidopus* lassen sich drei Fundstücke zuschreiben. Beim grössten Fundstück handelt es sich um eine Platte mit disartikulierten Schädelementen (Fig. 9). Deutlich erkennbar sind auf dieser Platte (87028) der linksseitige Unterkiefer, Prämaxillare und Maxillare, die postero-ventralen Teile der Kieferaufhängung, sowie einzelne Elemente der Kiemenbogen oder der Branchiostegalstrahlen. Die Form der Mandibel und des Prämaxillare, mit seinen vergrösserten Fangzähnen deckt sich sehr gut mit vergleichbaren Funden von *Lepidopus albyi* (siehe Arambourg 1925: Taf. XIII, Fig. 6 und Arambourg, 1927: Taf. XXXI, Fig. 2). Das Prämaxillare ist nur in seinem vorderen Abschnitt erhalten; dieser zeigt aber deutlich zwei stark vergrösserte, spitze Fangzähne. Vom Maxillare sind lediglich das breite hintere Blatt zu erkennen. Der Unterkiefer hat

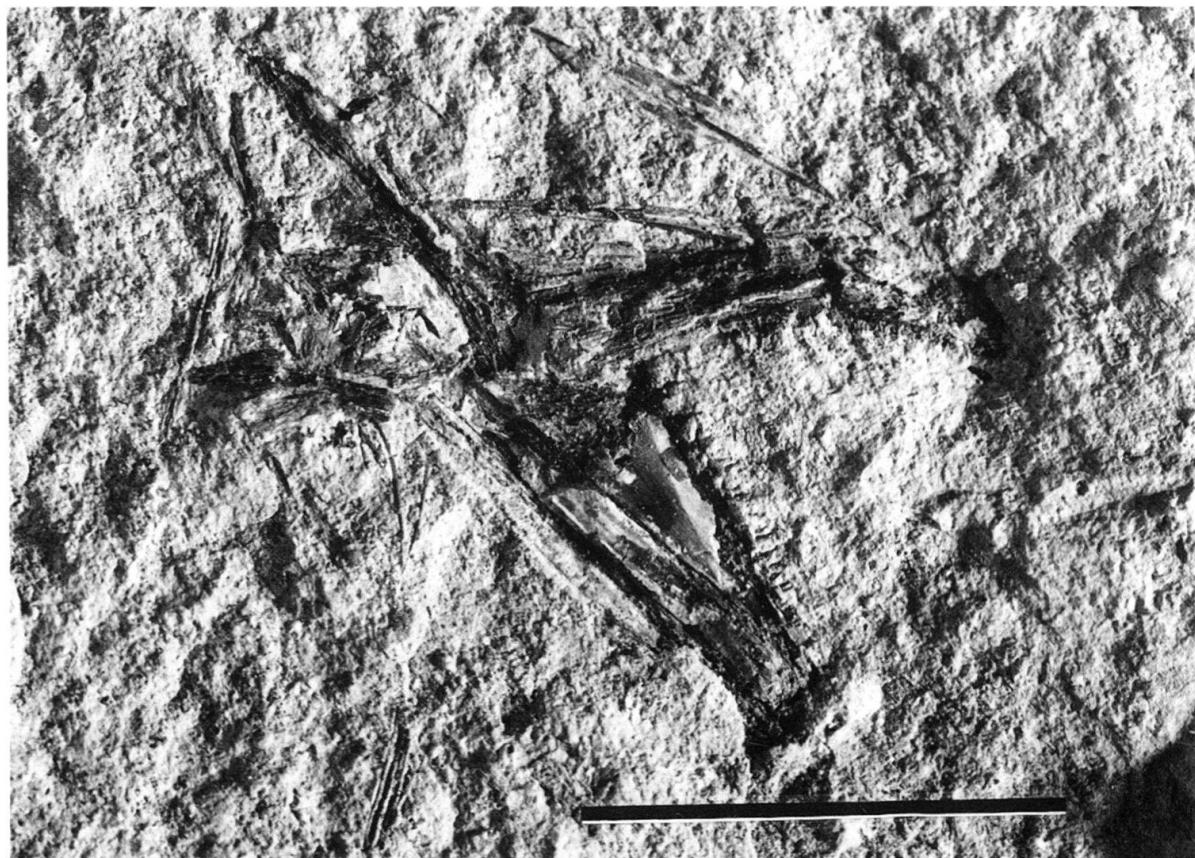


Fig. 10. *Lepidopus* sp. Mittleres Fundstück, ein kleiner Kieferapparat (87029). Deutlich sichtbar sind das zahntragende Prämaxillare (mitte) und das ebenfalls bezahnte Dentospleniale (Unterkiefer). Die spangenförmigen Elemente auf der linken Seite gehören mit grosser Wahrscheinlichkeit zur Kieferaufhängung (Suspensorium). Der Massstab entspricht 10 mm.

eine langgestreckte, dreieckige Form, mit zwei geraden oberen Kanten und einer schwach gekrümmten Basis. Seine Länge beträgt 54 mm. Die vordere obere Kante ist mit wenigen kleinen und spitzen Zähnen besetzt. Der Gelenkfacetten zur Aufnahme der Kieferaufhängung sitzt am äussersten Teil der hinteren oberen Kante. Parallel zur Basis ist der Verlauf des mandibulären Teils des Kopflateralissystems zu erkennen. Von der Kieferaufhängung, dem Suspensorium, sind lediglich die postero-ventralen Teile erhalten; dafür aber von beiden Körperseiten. Es handelt sich um das dreieckige Quadratum samt Gelenksattel sowie dem darüber ansetzenden Metapterygium. Am Hinterrand dieser beiden Elemente schmiegt sich das sichelförmige Präoperculum an. Die ventral des Unterkiefers liegenden Knochenreste lassen sich nicht zweifelsfrei zuordnen; es dürfte sich aber mit grosser Wahrscheinlichkeit um langgestreckte Kiemenbodenelemente oder um einzelne Branchiostegalstrahlen handeln.

Auf dem mittelgrossen Stück (87029) sind die Reste des Kiefers in Platte und Gegenplatte erhalten (Fig. 10). Ober- und Unterkiefer sind jeweils mit spitzen, kegelförmigen Zähnen besetzt. Das zahntragende Prämaxillare ist relativ schmal und leicht gebogen. Die anschliessenden Teile (Maxillare und Kieferaufhängung) sind weniger deutlich identifizierbar. Der Unterkiefer besitzt, ähnlich wie das oben beschriebene Exemplar, eine



Fig. 11. *Lepidopus* sp. Kleiner Unterkieferrest (rechtes Dentospleniale) mit teilweise erhaltener Bezahlung (87030). Der Massstab entspricht 5 mm.

dreieckige Form. An den zum Teil gut erhaltenen Zähnen lässt sich eine farblich deutlich abgesetzte Schmelzkappe erkennen.

Beim dritten Fundstück (87030) dieses Taxons handelt es sich um einen rund 20 mm langen Rest des linken Unterkiefers und zwar genau genommen um die Mitte des zahntragenden Dentale (Fig. 11). Deutlich sichtbar sind denn auch auf seiner Oberkante eine Reihe von spitzen Zähnen. Ihre Form und die leicht nach vorne geneigte Position deckt sich sehr gut mit der Situation wie sie von Arten der Gattung *Lepidopus* beschrieben wurde (z. B. Arambourg 1927: Taf. XXXI, Fig. 1, 3).

Bemerkungen: Von der Fundstelle in der Nähe der Kapelle Hagia Paraskevi ist bereits von Symeonidis (1969) ein Vertreter der Gattung *Lepidopus* beschrieben worden. Symeonidis (1969) stellte den Fund aufgrund des Verhältnisses zwischen Kopflänge und Kopfhöhe provisorisch zu *L. glarisianus*.

Dem hier neu beschriebenen Material fehlen jegliche diagnostische Merkmale, welche eine genaue Artzuordnung ermöglichen würden. Einzig die Einteilung zur Gattung *Lepidopus* scheint aufgrund der Form und Struktur des Prämaxillare und des Unterkiefers gesichert.

?Myctophidae

Bei dem provisorisch der Familie Myctophidae zugeordneten Fundstück (87031) handelt es sich um einen rund 28 mm langen Rumpf- und Schädelrest. Dieses Fragment umfasst die hinteren Teile des Kopfskelettes sowie den vorderen und mittleren Bereich des Rumpfes. Vom Schädelskelett sind Reste des Oberkiefers, des hohen und schmalen Unterkiefers, sowie des schlanken Schultergürtels erkennbar. Ebenfalls deutlich ist der Verlauf der Wirbelsäule, an welcher einige dünne Pleuralrippen ansetzen. Relativ nahe am

Hinterrand des Kopfes liegt die Rückenflosse. Sie ist aus wenigen, vermutlich weichen Strahlen aufgebaut. Ihr ventral gegenüber sind die Reste der Bauchflossen zu erkennen. Auch sie sind fein gebaut. Die Körperbedeckung besteht aus relativ grossen Ctenoid-Schuppen, deren Hinterrand mehrere deutliche Höcker zeigt. Die Schuppenoberfläche ist mit einem dichten, konzentrischen Linienornament versehen.

Die grösste Ähnlichkeit mit dem hier beschriebenen Fischrest weisen Vertreter der Familie Myctophidae oder Leuchtsardinen auf (vgl. z. B. Arambourg 1927: Fig. 18). Eine definitive Zuordnung zu dieser Familie oder zu einer ihrer Gattungen ist aber aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes nicht möglich.

5. Diskussion

5.1 Faunenliste

Aus der hier beschriebenen Fundstelle und der sehr wahrscheinlich zeitgleichen, benachbarten Lokalität in der Nähe der Kapelle Hagia Paraskevi sind bisher folgende 5 Taxa beschrieben worden (Symeonidis 1969):

?*Alosa*

Bregmaceros albyi

Syngnathus kaehsbaueri

Mene psarianosi

Lepidopus cf. glarisianus

5.2 Weitere zeitgleiche Faunen

Vergleichbare, marine Faunen aus dem Obermiozän sind erst wenige bekannt: So etwa aus dem basalen Torton von Malta (Pedley 1978), aus dem Torton von Sizilien (Weiler 1971) und dem Ligurisch-Piemontesischen Becken (Anfossi & Mossna 1969). Die maltesische Fischfauna umfasst *Bregmaceros albyi*, *Syngnathus* sp., einen Sciaeniden und einen unbestimmbaren Vertreter aus der Unterordnung der Percoidei (Pedley 1978). Aus den beiden genannten Torton-Ablagerungen von Italien stammen *Bregmaceros albyi* (Weiler 1971) und eine grosse Reihe bathypelagischer Formen, wie Myctophiden, Macruriden und Gonostomatiden (Anfossi & Mossna 1969). Dehnt man den Vergleich auf das ganze Miozän aus, so steigt die Zahl der vergleichbaren Faunen deutlich. So wurden weitere miozäne Fischfaunen aus Österreich, Deutschland, Italien, Spanien, Türkei, Ägypten, Algerien und Australien beschrieben (Arambourg 1927, 1965; Leonardi 1959; Bachmayer & Weinfurter 1965; Bedini et al. 1986; Gaudant & Rouchy 1986; Sorbini & Tirapelle Rancan 1979; Sorbini 1987; Gaudant 1989; Landini 1990).

5.3 Paläo-Ökologie und Taphonomie

Aufgrund des Vergleichs mit rezenten Vertretern der hier beschriebenen fossilen Taxa lassen sich gewisse Schlüsse bezüglich ihrer Paläo-Ökologie ableiten. Es handelt sich dabei einerseits bei *Alosa*, *Bregmaceros* und *Lepidopus* um epi- bis bathypelagische Formen tropischer und subtropischer Meere (Munro 1950; Arambourg 1965, 1967; Symeonidis 1969). Von *Bregmaceros* ist zudem bekannt, dass sie tägliche, vertikale Migrationen durchführen können; sie werden denn auch in Tiefen von 1000 Metern (d'Ancona & Ca-

vinato 1965; Kotthaus 1969), als auch in flachen Küstengewässern und sogar Flussmündungen gefangen. Andererseits sind mit *Mene* oder *Syngnathus* typische Formen des litoral-neritischen Raumes gefunden worden (Symeonidis 1969).

Die sehr unterschiedlich erhaltenen Fischreste könnten aus flachen oder tieferen Bereichen (upwelling) eingespült worden sein (vgl. Gaudant 1989). Das Vorhandensein von Turbiditen deutet auf ersteres hin. Gegenüber der Fundstelle bei der Kapelle Hagia Paraskevi kann eine etwas landfernere und tiefere Position vermutet werden. Dafür sprechen die häufigen Resedimente (Turbidite, mudflows und slumps) aber auch die Grabspuren von *Thalassinoides* hin. Obwohl *Thalassinoides* ein typisches Spurenfossil des flachen Wassers ist (Ekdale, Bromley & Pemberton 1984), werden die beobachteten Spuren als Grabbaute von lebend aus dem Flachwasserbereich eintransportierten kleinen Krustaceen interpretiert (Föllmi & Grimm 1990). Der teilweise gute Erhaltungszustand vor allem der kleinen Formen wie *Bregmaceros* spricht für eine rasche Einbettung durch eine hohe Sedimentationsrate; dadurch wurden die Kadaver vor einem schnellen Zerfall bewahrt.

Verdankungen

Ich bedanke mich bei H. Rieber, der die Infrastruktur am Paläontologischen Institut und Museum der Universität Zürich zur Verfügung stellte. Die Geländearbeiten wurden im Rahmen des Nationalfonds-Projektes No. 21-29014.90 und mit Bewilligung des Institut of Geology and Mineral Exploration (Athen) durchgeführt. J. Köhler, E. Jacobs und M. Sachse haben das Material aufgesammelt und B. Mohr stellte es freundlicherweise für die vorliegende Untersuchung zur Verfügung. H. Furrer, K.A. Hünermann, B. Mohr, M. Sachse (alle Zürich), O. Schultz (Wien) sowie ein anonym bleibender Begutachter haben das Manuskript kritisch beurteilt. Ihnen allen danke ich für die konstruktiven Anregungen. Besten Dank auch an U. Gerber, Geologisches Institut der ETH Zürich, der die photographischen Arbeiten in gewohnt kompetenter Weise durchgeführt hat.

LITERATUR

- ANCONA, U. d' & CAVINATO, G. 1965: The Fishes of the Family Bregmacerotidae. – Dana-Report No. 64., 1–92.
- ANFOSSI, G. & MOSSNA, S. 1969: Otoliti del bacino terziario Ligure-Piemontese (Tortoniano e Miocene superiore). – Atti Inst. geol. Univ. Pavia 20, 23–49.
- ARAMBOURG, C. 1925: Révision des Poissons fossiles de Licata (Sicilie). – Ann. Paléontol. t. XIV, 39–132.
- 1927: Les Poissons Fossiles d'Oran. – Mat. carte géol. Algérie, 1^e Sér. Paléontol. no. 6, 298 S.
- 1965: Considérations nouvelles au sujet de la faune ichthyologiques paléoméditerranéenne. – Senck. leth. 46a, 13–17.
- 1967: Résultats scientifiques de la Mission C. Arambourg en Syrie et en Iran (1938–1939). II. Les poissons oligocènes de l'Iran. – Notes Mém. sur le moyen-orient, 8, Mus. natn. Hist. nat. Paris, 9–247.
- BACHMAYER, F. & WEINFURTER, E. 1965: *Bregmaceros*-Skelette (Pisces) mit insitu erhaltenen Otolithen aus den tortonischen Ablagerungen von Walbersdorf, Österreich. – Senck. leth. 46a, 19–33.
- BEDINI, E., FRANCALACCI, P. & LANDINI, W. 1986: I Pesci Fossili del Miocene Superiore di Montefiore Conca e Mondaino (Forlì). – Mem. Mus. civ. Storia nat. Verona (II^a Ser.) Sez. Sci. Terra 3, 1–66.
- BELYANIA, T. N. 1974: Materials on Development, Taxonomy, and Distribution of the Fishes of the Family Bregmacerotidae. – Akad Nauk SSSR, Trudy Inst. Okeanol. 96, 143 – 188 [in Russisch, mit englischer Zusammenfassung].
- COHEN, D. M., INADA, T., IWAMOTO, T. & SCIALABBA, N. 1990: Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO species catalogue, Vol. 10, 442 S., FAO Rom.
- DANIL'CHENKO, P. G. 1960: Bony Fishes of the Maikop Deposits of the Caucasus. – Akad. Nauk SSSR, Trud Paleontol. Inst. 78, vii, 247 S. 32 [in Russisch; englische Übersetzung durch das Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1967].

- EKDALE, A. A., BROMLEY, R. G. & PEMBERTON, S. G. 1984: Ichnology. SEPM Short Course No. 15.
- FÖLLMI, K. B. & GRIMM, K. A. 1990: Doomed pioneers: Gravity-flow deposition and bioturbation in marine oxygen-deficient environments. *Geology* 18, 1069–1072.
- FORTUIN, A. R. 1977: Stratigraphy and sedimentary history of the Neogene deposits in the Ierapetra Region, Eastern Crete, Gua Papers of Geology, Amsterdam.
- FRICKHINGER, K. A. 1991: Fossilien Atlas – Fische. Mergus Verlag, Melle, 1088 S.
- GAUDANT, J. 1978: L'ichthyofauna des marnes messiniennes des environs de Senigallia (Marche, Italie): Signification Paléoécologique et paléogéographique. – *Géobios* 11, 913–919.
- 1980: Sur la présence d'*Alosa crassa* Sauvage (Poissons Téléostéens, Clupeidae) dans les gypses Messiniens de Crète occidentale. – *Proc. Koninkl. Ned. Akad. Weten., Ser. B* 83/3, 263–268.
 - 1989: Poissons téléostéens, bathymétrie et paléogéographie du Messinien d'Espagne méridionale. – *Bull. Soc. géol. France* [8] 5/6, 1161–1167.
- GAUDANT, J. & ROUCHY, J.-M. 1986: Râs Dib: un nouveau gisement de Poissons fossiles du Miocène de Gebel Zeit (golfe de Suez, Égypte). – *Bull. Mus. natn. Hist. nat. Paris* [4] 8, section C, no. 4, 463–481.
- GREGORY, W. K. 1933: Fish Skulls. – *Trans. Am. Phil. Soc.* 23, 75–481.
- KOTTHAUS, A. 1969: Fische des Indischen Ozeans. A. Systematischer Teil V: Solenichthys und Anacantini. – „Meteor“ Forschungsergebnisse, Reihe D (Biologie), No. 4, 32–46.
- LANDINI, W. 1990: I Fossili Messiani di Montefiore e Mondaino (Forlì). In: Tintori, A., Muscio, G. & Bizzarini, F. (Hrsg.) Pesci Fossili Italiani – scoperto e riscoperto. Mostra Paleontologico. New Interlitho, Trezzano sul Naviglio, 85–95.
- , MENESINI, E. & SALVATORINI, G. 1978: Studie sulle ittiofaune messiniane. I: Revisione delle collezioni «Capellini» e «de Bosniaski». Studio di una nuova ittiofauna del «tripoli» del Gabbro (Nota preliminare). – *Atti Soc. Tosc. Sci. nat. (A)*, 85, 11–37.
 - & MENESINI, E. 1988: The *Bregmaceros* (teleost fish) extinction in the Mediterranean basin. – *Modern Geol.* 13, 149–158.
- LEONARDI, A. 1959: L'Ittiofauna del «Tripoli» del Miocene Superior di Bessima (Enna). – *Paleontogr. Italica*, 54 (n. ser. 24), 115–173.
- MOHR, B. A. A. & SACHSE, M. im Druck: Vorläufige Betrachtungen über eine obermiozäne Makro- und Mikroflora aus Südkreta (Griechenland), und deren paläoklimatische Interpretation. – *N. Jb. Geol. Paläontol. Abh.*
- MUNRO, I. S. R. 1950: Revision of *Bregmaceros* with Description of Larval Stages from Australasia. – *Proc. R. Soc. Queensl.* 61/5, 37–53.
- NOLF, D. 1985: Otolithi piscium. In: *Handbook of paleoichthyology* (Hrsg. H.-P. SCHULTZE), Vol. 10, Gustav Fischer, Stuttgart.
- PEDLEY, H. M. 1978: A new Fish Horizon from the Maltese Miocene and its palaeoecological significance. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 24, 73–83.
- POSTMA, G., FORTUIN, A. R. & VAN WAMEL, W. A. 1993: Basinfill patterns controlled by tectonics and climate: The Neogene forearc basins of Eastern Crete as a case study. In: *Tectonics and sedimentation* (Hrsg. R. J. STEEL & L. A. FROSTRICK), Spec. Publ. init. An. Sediment., 16.
- SORBINI, L. 1987: Biogeography and Climatology of Pliocene and Messinian Fossil Fish of Eastern-Central Italy. – *Boll. Mus. civ. Stor. nat. Verona* 14, 1–85.
- , & TIRAPELLE RANCAN, R. 1979: Messinian fossil fits of the Mediterranean. – *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 29, 143–154.
- SYMEONIDIS, N. K. 1969: Fossile Fische aus der Gegend von Ierapetra (Kreta). – *Ann. géol. pays Helléniques* 21, 501–530 [Griechisch/Deutsch].
- SYMEONIDIS, N. K. & SCHULTZ, O. 1973: Bemerkungen zur neogenen Fischfauna Kretas und Beschreibung zweier neuer Fundstellen mit miozänen Mollusken, Echiniiden etc., Insel Kreta, Griechenland. – *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 77, 141–147.
- WEILER, W. 1971: Fisch-Otolithen aus dem Jungtertiär Süd-Siziliens. *Senckenbergiana leth.* 52, 5–37.
- WHITEHEAD, P. J. P. 1985: FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 1 – Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fish. Synop., 125, vol. 7, 303 S.